

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 1+113.00 1+163.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.1	10.18	1.457	0.98420	3.06	9.90
B	3.9	35.60	2.084	5.12000	8.13	18.38
C	5	36.21	2.100	5.57500	10.50	23.56
L =	11		1.971		21.68	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.98$$

$$\text{Ø} = 36$$

$$Tn\text{Ø} = 0.73$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{SenØ} = 0.59$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum_i \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 94.77 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 21.68 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 130.82$$

$$c = 5.58 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 2784.37 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 4920.38 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 3469.11 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 353.63 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 624.92 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 624.92 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{SenØ}) = 0.41$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 21.68$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 28.96635464$$

$$\tan\delta = 0.55$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.91$$

$$Q_f = 127.329 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0' \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0' = 10.84 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 637.76 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 382.545 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 1007.46 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 402.98 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000020 \quad 0.002 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 353.63 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000804 \quad 0.804 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 382.54 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00006 \quad 0.0581560 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.86 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 402.98 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.64 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	30223.8 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 20888.0 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 8355.2 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 22788.5 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 9115.4 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 27359.3 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 10943.7 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 9471.43 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 2.33 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 1+213.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.5	10.18	1.457	0.98420	3.64	11.78
B	7.5	32.19	1.984	2.65000	14.88	35.34
C	1	32.83	2.004	3.10500	2.00	4.71
L =	11		1.866		20.52	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.74$$

$$\text{Ø} = 33$$

$$Tn\text{Ø} = 0.65$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{SenØ} = 0.54$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum_i \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 55.21 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 20.52 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 87.12$$

$$c = 3.11 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1403.46 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2480.13 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1780.89 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 181.54 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 320.80 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 320.80 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{SenØ}) = 0.46$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 20.52$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 26.26342998$$

$$\tan\delta = 0.49$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.64$$

$$Q_f = 120.172 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.26 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 538.05 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 329.110 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 649.91 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 259.97 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000012 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 181.54 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000413 \quad 0.413 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 329.11 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0500327 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.46 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 259.97 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.99 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	19497.4 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 13474.9 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5390.0 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 14700.9 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5880.3 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 17649.5 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7059.8 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6110.03 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.25 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 1+749.00 1+800.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.4	14.8	1.468	0.78736	3.52	11.31
B	2.7	32.00	1.978	2.52000	5.34	12.72
C	5.9	33.10	2.012	3.30000	11.87	27.80
L =	11		1.885		20.73	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.76$$

$$\text{Ø} = 33$$

$$Tn\text{Ø} = 0.65$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{SenØ} = 0.55$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 57.58 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 20.73 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 89.85$$

$$c = 3.30 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1490.32 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2633.61 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1876.84 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 191.32 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 338.09 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 338.09 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{SenØ}) = 0.45$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 20.73$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 26.48166907$$

$$\tan\delta = 0.50$$

Evaluacion de Rf

Para Z = 0 Rf = 0

$$Z = 11 \quad R_f = 4.69$$

$$Q_f = 121.510 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.37 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 548.83 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 335.168 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 673.26 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 269.30 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000013 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 191.32 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000 \quad 0.435 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 335.17 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0509537 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.49 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 269.30 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.96 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	20197.7 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 13958.9 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5583.6 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 15228.9 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6091.6 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 18283.4 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7313.4 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6329.49 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.31 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 1+849.00 1+896.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m3)	C (Tn/m2)	q (Tn/m2)	pΔL
A	2.1	10.18	1.457	0.98420	3.06	9.90
B	2.1	35.60	2.084	5.12000	4.38	9.90
C	6.8	36.21	2.100	5.57500	14.28	32.04
L =	11		1.974		21.71	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.98$$

$$\text{Ø} = 36$$

$$Tn\text{Ø} = 0.73$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.59$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum_i \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 94.77 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 21.71 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 130.82$$

$$c = 5.58 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 2787.14 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 4925.29 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 3469.11 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 353.63 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 624.92 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 624.92 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.41$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 21.71$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 28.96635464$$

$$\tan\delta = 0.55$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.92$$

$$Q_f = 127.501 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.86 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 638.62 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 383.061 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 1007.98 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 403.19 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = \text{(Modulo de elasticidad del concreto)}$$

$$E_c = 2.10E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000026 \quad 0.003 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 353.63 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.001 \quad 0.804 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 383.06 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.10E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00006 \quad 0.0582345 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.86 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 403.19 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.64 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	30239.3 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 20898.7 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 8359.5 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 22800.1 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 9120.1 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$\eta_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 27373.3 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 10949.3 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 9476.28 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 2.33 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 1+943.00 1+992.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.7	14.8	1.468	0.78736	3.96	12.72
B	1.6	30.52	1.926	1.48000	3.08	7.54
C	7.7	32.19	1.984	2.65000	15.27	36.29
L =	12		1.860		22.32	56.55

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.70$$

$$\text{Ø} = 32$$

$$Tn\text{Ø} = 0.63$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.53$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 50.07 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 22.32 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 81.13$$

$$c = 2.65 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1332.33 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2354.42 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1575.71 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 160.62 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 283.84 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 283.84 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.47$$

$$L' = < 15D = 12.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 22.32$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 25.75097191$$

$$\tan\delta = 0.48$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 12 \quad R_f = 5.03$$

$$Q_f = 142.234 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 11.16 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 8$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 623.98 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 383.106 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 666.95 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 266.78 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000013 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 160.62 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000365 \quad 0.365 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 383.11 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 12.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.99$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0541512 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.42 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 266.78 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.97 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	20008.5 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 13828.1 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5531.2 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 15086.2 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6034.5 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 18112.1 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7244.8 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6270.19 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.13 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+041.00 2+092.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2	14.8	1.468	0.78736	2.94	9.42
B	2.9	31.54	1.962	2.19500	5.69	13.67
C	6.1	33.19	2.015	3.36500	12.29	28.75
L =	11		1.902		20.92	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.77$$

$$\text{Ø} = 33$$

$$Tn\text{Ø} = 0.65$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.55$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 58.39 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 20.92 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 90.78$$

$$c = 3.37 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1526.86 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2698.18 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1909.97 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 194.70 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 344.06 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 344.06 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan \delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.45$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 20.92$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 26.55423066$$

$$\tan \delta = 0.50$$

Evaluacion de Rf

Para Z = 0 Rf = 0

$$Z = 11 \quad R_f = 4.73$$

$$Q_f = 122.611 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.46 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 555.43 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 339.018 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 683.08 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 273.23 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000013 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 194.70 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000442 \quad 0.442 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 339.02 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0515390 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.50 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 273.23 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.94 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	20492.3 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 14162.4 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5665.0 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 15451.0 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6180.4 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 18550.1 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7420.0 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6421.79 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.33 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+143.00 2+194.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	3.4	14.8	1.468	0.78736	4.99	16.02
B	1	31.64	1.965	2.26000	1.97	4.71
C	7.6	32.28	1.986	2.71500	15.10	35.81
L =	12		1.838		22.05	56.55

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.71$$

$$\text{Ø} = 32$$

$$Tn\text{Ø} = 0.63$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{SenØ} = 0.53$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 50.77 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 22.05 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 81.95$$

$$c = 2.72 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1342.11 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2371.70 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1603.50 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 163.46 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 288.85 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 288.85 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{SenØ}) = 0.47$$

$$L' = < 15D = 12.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 22.05$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 25.82445737$$

$$\tan\delta = 0.48$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 12 \quad R_f = 4.97$$

$$Q_f = 140.602 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 11.03 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 8$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 618.62 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 379.610 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 668.46 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 267.38 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000013 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 163.46 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000371 \quad 0.371 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 379.61 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 12.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.99$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0536570 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.43 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 267.38 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.96 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	20053.8 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 13859.4 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5543.8 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 15120.4 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6048.1 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 18153.1 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7261.3 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6284.38 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.15 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+245.00 2+295.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.1	13.1	1.391	1.18104	2.92	9.90
B	3.7	30.89	1.939	1.74000	7.18	17.44
C	6.2	32.65	1.998	2.97500	12.39	29.22
L =	12		1.874		22.48	56.55

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.73$$

$$\text{Ø} = 33$$

$$Tn\text{Ø} = 0.64$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.54$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum_i \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 53.68 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 22.48 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 85.35$$

$$c = 2.98 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1460.97 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2581.75 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 1719.67 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 175.30 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 309.78 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 309.78 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.46$$

$$L' = < 15D = 12.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 22.48$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 26.11747533$$

$$\tan\delta = 0.49$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 12 \quad R_f = 5.08$$

$$Q_f = 143.546 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 11.24 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 8$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 638.96 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 391.254 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 701.03 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 280.41 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000014 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 175.30 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000398 \quad 0.398 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 391.25 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 12.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.99$$

$$S_3 = 0.00006 \quad 0.0553030 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.46 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 280.41 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.92 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	21030.9 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 14534.7 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5813.9 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 15857.1 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6342.8 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 19037.7 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7615.1 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6590.60 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.23 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+345.00 2+395.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.8	13.1	1.391	1.18104	3.89	13.19
B	3.3	31.82	1.971	2.39000	6.51	15.55
C	4.9	33.73	2.031	3.75500	9.95	23.09
L =	11		1.850		20.35	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.80$$

$$\text{Ø} = 34$$

$$Tn\text{Ø} = 0.67$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.56$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 63.54 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 20.35 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 96.64$$

$$c = 3.76 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1656.08 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 2926.53 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 2121.49 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 216.26 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 382.16 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 382.16 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.44$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 20.35$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 26.98766008$$

$$\tan\delta = 0.51$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.61$$

$$Q_f = 119.451 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.18 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 550.71 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 335.078 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 717.24 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 286.89 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000013 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 216.26 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.000491 \quad 0.491 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 335.08 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0509400 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.54 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 286.89 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.90 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	21517.1 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 14870.7 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 5948.3 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 16223.7 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6489.5 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 19477.8 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 7791.1 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6742.96 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.46 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+444.00 2+475.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	4.4	13.1	1.391	1.18104	6.12	20.73
B	2	32.92	2.007	3.17000	4.01	9.42
C	4.6	34.63	2.057	4.40500	9.46	21.68
L =	11		1.781		19.59	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.86$$

$$\text{Ø} = 35$$

$$Tn\text{Ø} = 0.69$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.57$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 73.21 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 19.59 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 107.46$$

$$c = 4.41 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1907.93 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 3371.59 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 2527.91 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 257.69 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 455.37 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 455.37 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \tan \delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.43$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 19.59$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 27.70265151$$

$$\tan \delta = 0.53$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.44$$

$$Q_f = 115.133 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 9.80 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 546.66 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 330.899 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 786.27 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 314.51 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.0000015 \quad 0.002 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 257.69 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.001 \quad 0.586 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 330.90 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0503046 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.64 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 314.51 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.82 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
(Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	23588.1 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 16302.0 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6520.8 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 17785.2 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 7114.1 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 21352.4 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 8541.0 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 7391.95 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.72 \text{ cm}$$

PROYECTO: ESTUDIO DE PRE INVERSION A NIVEL PERFIL DE LA AV. SANTA ROSA (RUTA PE-20-I)
CLIENTE: MTC
FECHA: 9/05/2019
SECTOR: 2+526.00 2+577.00 VIADUCTO COSTANERA/ LA MARINA

ESTRATO	Z (m)	Ø (Grados)	γ (Tn/m ³)	C (Tn/m ²)	q (Tn/m ²)	pΔL
A	2.5	13.1	1.391	1.18104	3.48	11.78
B	0.7	32.46	1.992	2.84500	1.39	3.30
C	7.8	33.91	2.036	3.88500	15.88	36.76
L =	11		1.887		20.76	51.84

$$D = 1.50 \quad r = 0.75$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR PUNTA (Qp = Ap * Rp)

$$ZAS = 3D$$

$$ZAI = 3D$$

$$ZDS = 3D$$

$$N = 3.7 \quad (\text{Ø} < 32 \text{ cm})$$

$$N = 2.7 \quad (\text{Ø} > 32 \text{ cm})$$

$$NTn\text{Ø} = 1.82$$

$$\text{Ø} = 34$$

$$Tn\text{Ø} = 0.67$$

Rp = Resistencia unitaria por punta

$$\text{Sen}\text{Ø} = 0.56$$

Ap = Area de la base o punta

$$q = \sum_i \gamma_i Z_i \quad (\text{Presion de sobrecargas hasta la cota de punta})$$

$$N^*q = 10^{NTn\text{Ø}} \quad (\text{Ec. Caquot y Keresel})$$

$$N^*q = 65.36 \quad (\text{Factor de capacidad de carga})$$

$$q = 20.76 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$N^*c = (N^*q + 1) \cot\phi$$

$$N^*c = 98.70$$

$$c = 3.89 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$R_p = (qN^*q + cN^*c) \quad (\text{Resistencia unitaria por punta})$$

$$R_p = 1740.01 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p = 1.77 \quad \text{m}^2$$

$$Q_p = A_p R_p \quad (\text{Carga ultima por punta})$$

$$Q_p = 3074.85 \quad \text{Tn}$$

Dicho valor no debe sobrepasar el valor limite Ap * ql

$$Q_p = A_p R_p \leq A_p (0.5 P_a + N^*q Tn\phi)$$

$$P_a = 100 \quad \text{kpa} \quad \text{presion atmosferica}$$

$$q_l = 2197.12 \quad \text{kpa}$$

$$q_l = 223.97 \quad \text{Tn/m}^2$$

$$A_p * q_l = 395.78 \quad \text{Tn}$$

$$Q_p = 395.78 \quad \text{Tn}$$

CALCULO DE CAPACIDAD POR FUSTE (Qf)

$$Q_f = \sum p \Delta L R_f$$

p = Perimetro de la seccion del pilote

ΔL = Longitud incremental del pilote

Rf = Resistencia unitaria por friccion a cualquier profundidad

$$R_f = K \sigma'_v \text{Tan}\delta$$

K = Coeficiente de presion de tierra

σ'₀ = Esfuerzo efectivo a la profundidad bajo consideracion

δ = Angulo de friccion suelo-pilote

$$p = 4.71 \text{ m}$$

$$K = (1 - \text{Sen}\text{Ø}) = 0.44$$

$$L' = < 15D = 11.00$$

$$\sigma'_v = \gamma L' = 20.76$$

$$\delta = (0.5\text{Ø} \text{ a } 0.8\text{Ø}) = 27.13139746$$

$$\text{Tan}\delta = 0.51$$

Evaluacion de Rf

Para $Z = 0 \quad R_f = 0$

$$Z = 11 \quad R_f = 4.70$$

$$Q_f = 121.854 \quad T_n$$

Según Coyle y Castillo (1981)

$$Q_f = K \bar{\sigma}_0 \tan(0.8 \varphi') pL$$

$$\bar{\sigma}_0 = 10.38 \quad Tn/m^2$$

$$L/D = 7.333333333$$

$$K = 2.05$$

$$Q_f = 565.10 \quad Tn$$

$$Q_f \text{ (promedio)} = 343.475 \quad Tn$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA Y CAPACIDAD ADMISIBLE

$$Q_u = Q_p + Q_f = 739.26 \quad Tn$$

$$F_s = 2.5$$

$$Q_{adm} = Q_u / F_s = 295.70 \quad Tn$$

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

a) Asentamiento Elastico del pilote (S1)

$$S_1 = ((Q_p + \epsilon Q_f) L) / AE$$

$$\epsilon = 0.67$$

$$E_c = (\text{Modulo de elasticidad del concreto})$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad Kg/m^2$$

$$A = \text{Area de la seccion transversal del pilote} \quad 1.77 \quad m^2$$

$$L = \text{Longitud del pilote}$$

$$S_1 = 0.000014 \quad 0.001 \quad cm$$

b) Asentamiento causado por carga en la punta del pilote (S2)

$$S_2 = (q_{wp} * D * (1 - \mu^2)) * l_{wp} / E_s$$

$$q_{wp} = 223.97 \quad \text{Carga en la punta por area unitaria (Tn/m}^2\text{)}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote (m)}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$\mu^2 = 0.11$$

$$E_s = \text{Mod. de elasticidad del suelo debajo del pilote}$$

$$E_s = 5.00E+05 \quad Kg/m^2$$

$$l_{wp} = 0.85 \quad \text{Factor de influencia por punta}$$

$$S_2 = 0.001 \quad 0.509 \quad cm$$

c) Asentamiento por fuste (S3)

$$S_3 = (Q_{ws} / pL) (D/E) (1 - u^2) * l_{ws}$$

$$Q_{ws} = 343.48 \quad \text{Carga por resistencia superficial}$$

$$p = 4.71 \quad \text{Perimetro del pilote}$$

$$\mu = 0.33 \quad \text{Relacion de Poisson del suelo}$$

$$L = 11.00 \quad \text{Longitud del pilote}$$

$$D = 1.50 \quad \text{Diametro del pilote}$$

$$E_c = 2.80E+09 \quad \text{Modulo de elasticidad del concreto}$$

$$l_{ws} = 2 + 0.35 \sqrt{L/D} \quad \text{Factor de influencia por fuste (Vesic 1977)}$$

$$l_{ws} = 2.95$$

$$S_3 = 0.00005 \quad 0.0522165 \quad cm$$

$$S(\text{Total}) = 0.56 \quad cm$$

VERIFICACION DE CARGA

a) Carga de la cimentacion al pilote

Presion maxima (Tn/m2) =	18.3
Diametro pilote (m) =	1.2
Espaciamiento (m) =	3.75
Area efectiva (m2) =	14.0625
Carga efectiva (Ton) =	257.8

b) Capacidad de carga admisible del pilote

$$Q_{adm} = 295.70 \text{ ton}$$

c) Capacidad de carga admisible del pilote

$$\text{Verificacion por capacidad carga} = 0.87 \leq 1$$

CALCULO DE CAPACIDAD ULTIMA DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo de capacidad ultima del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion :

$$Q_{g(u)} = \eta \sum Q_u$$

siendo

η = La eficiencia del grupo
 Q_u = Carga ultima de cada pilote

Tenemos varios criterios para el calculo de la eficiencia de grupo :

Ecuación de Converse-Labarre

$$\eta = 1 - \left[\frac{(n_1 - 1)n_2 + (n_2 - 1)n_1}{90n_1n_2} \right] \theta$$

donde $\theta(\text{grados}) = \tan^{-1}(D/d)$

Ecuación de Los Ángeles
 Group Action

$$\eta = 1 - \frac{D}{\pi d n_1 n_2} [n_1(n_2 - 1) + n_2(n_1 - 1) + \sqrt{2}(n_1 - 1)(n_2 - 1)]$$

Ecuación de Seiler-Keeney
 (Seiler y Keeney, 1944)

$$\eta = \left\{ 1 - \left[\frac{11d}{7(d^2 - 1)} \right] \left[\frac{n_1 + n_2 - 2}{n_1 + n_2 - 1} \right] \right\} + \frac{0.3}{n_1 + n_2}$$

donde d está en pies

siendo :

d =	3.75 Separacion > 2.5D, en m
θ =	17.74 ArcTn(D/d)
n_1 =	3 Numero de Fila
n_2 =	10 Numero de columnas
$\sum Q_u$ =	22177.8 Tn

CALCULO DE EFICIENCIA (η)

Ecuacion Converse -Labarre :

$$\eta (1) = 0.691$$

Ecuacion de los Angeles (Group Action)

$$\eta (2) = 0.754$$

CALCULO CAP. ADM. DEL GRUPO

Según (η) de Converse -Labarre :

$$Q_{g(u)} = 15327.3 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6130.9 \text{ Tn}$$

Según (η) de los Angeles (Group Action) :

$$Q_{g(u)} = 16721.8 \text{ Tn}$$

$$Q_{g(u)adm} = 6688.7 \text{ Tn}$$

Ecuacion de Seiler Keeney (1944)

$$n_r(3) = 0.905$$

Según (η) de Seiler Keeney (1944) :

$$\begin{aligned} Qg(u) &= 20075.8 \text{ Tn} \\ Qg(u)_{adm} &= 8030.3 \text{ Tn} \end{aligned}$$

$$Q_f(\text{promedio}) = 6949.99 \text{ Tn}$$

CALCULO DEL ASENTAMIENTO DEL GRUPO DE PILOTES

Para el calculo del asentamiento del grupo de pilotes usamos la siguiente relacion según Vesic (1969) :

$$S_{g(e)} = \sqrt{\frac{B_g}{D}} S_e$$

Donde :

$$\begin{aligned} S_{g(e)} &= \text{Asentamiento elastico del grupo de pilotes.} \\ B_{(g)} &= \text{Ancho de la seccion del grupo de pilotes.} \\ D &= \text{Ancho o diametro de cada pilote en el grupo} \\ S_{(e)} &= \text{Asentamiento elastico de cada pilote.} \end{aligned}$$

$$B_{(g)} = 9 \text{ m}$$

$$S_{g(e)} = 1.51 \text{ cm}$$