

CURSO DE GEOTECNIA APLICADA A CIMENTACIONES



Índice

| | | |
|-----------|---|-----------|
| 1 | Introducción..... | 6 |
| 1.1 | <i>Bibliografía recomendada</i> | 9 |
| 2 | Cimentaciones directas (superficiales)..... | 10 |
| 2.1 | <i>Introducción</i> | 10 |
| 2.2 | <i>Conceptos iniciales</i> | 10 |
| 2.3 | <i>Tipos de cimentaciones directas</i> | 12 |
| 2.3.1 | <i>Zapatas aisladas.....</i> | 14 |
| 2.3.2 | <i>Zapatas combinadas y corridas</i> | 14 |
| 2.3.3 | <i>Emparrillados y vigas de cimentación.....</i> | 15 |
| 2.3.4 | <i>Losas de cimentación</i> | 15 |
| 2.3.5 | <i>Pozos de cimentación</i> | 17 |
| 2.4 | <i>Criterios de diseño.....</i> | 18 |
| 2.4.1 | <i>Parámetros de cálculo</i> | 18 |
| 2.4.2 | <i>Estados Límite Últimos</i> | 19 |
| 2.4.2.1 | <i>Definiciones básicas.....</i> | 19 |
| 2.4.3 | <i>Estados Límite de Servicio</i> | 21 |
| 2.4.4 | <i>Otras consideraciones</i> | 23 |
| 2.5 | <i>Estados Límite Últimos. Carga de Hundimiento.....</i> | 24 |
| 2.5.1 | <i>Determinación presión hundimiento según bibliografía internacional</i> | 24 |
| 2.5.1.1 | <i>Presión de hundimiento. Fórmula general.....</i> | 24 |
| 2.5.1.2 | <i>Presión admisible en suelos cohesivos saturados</i> | 27 |
| 2.5.1.3 | <i>Presión admisible en suelos granulares</i> | 28 |
| 2.5.1.4 | <i>Presión admisible en gravas, bolos o bloques.....</i> | 30 |
| 2.5.1.5 | <i>Presión admisible en roca.....</i> | 31 |
| 2.5.1.5.1 | <i>Método de Serrano y Olalla (2001).....</i> | 33 |
| 2.5.1.6 | <i>Conclusiones presión admisible según bibliografía internacional</i> | 35 |
| 2.5.2 | <i>Determinación presión de hundimiento según CTE-SEC.....</i> | 36 |
| 2.5.2.1 | <i>Conceptos “cimentación regular equivalente” y “presiones verticales”</i> | 36 |
| 2.5.2.2 | <i>Cálculo por métodos analíticos</i> | 37 |
| 2.5.2.3 | <i>Cálculo simplificado presión admisible en suelos granulares.....</i> | 43 |
| 2.5.2.4 | <i>Cálculo simplificado presión de hundimiento en suelos cohesivos.....</i> | 44 |
| 2.5.2.5 | <i>Cálculo simplificado presión admisible en roca.....</i> | 46 |
| 2.5.2.6 | <i>Factores de seguridad.....</i> | 48 |
| 2.5.3 | <i>Determinación de la presión de hundimiento según GCOC.....</i> | 49 |
| 2.5.3.1 | <i>Conceptos “cimentación regular equivalente” y “presiones verticales”</i> | 49 |
| 2.5.3.2 | <i>Cálculo analítico de la carga de hundimiento.....</i> | 49 |
| 2.5.3.3 | <i>Cálculo simplificado presión de hundimiento en suelos cohesivos.....</i> | 51 |
| 2.5.3.4 | <i>Cálculo simplificado de la presión admisible de servicio en arenas</i> | 51 |
| 2.5.3.5 | <i>Cálculo simplificado presión de hundimiento mediante presiométricos</i> | 54 |
| 2.5.3.6 | <i>Cálculo de la presión admisible en roca</i> | 56 |
| 2.5.3.7 | <i>Factores de seguridad.....</i> | 59 |
| 2.5.4 | <i>Determinación de la presión de hundimiento según AASHTO</i> | 60 |

| | | |
|-----------|---|-----|
| 2.5.4.1 | Conceptos “cimentación regular equivalente” y “presiones verticales” | 60 |
| 2.5.4.2 | Cálculo carga nominal, Fórmula general. Estimación teórica | 60 |
| 2.5.4.3 | Cálculo de la capacidad de carga mediante Métodos semiempíricos: ... | 63 |
| 2.5.4.3.1 | Método del ensayo de penetración estándar SPT | 63 |
| 2.5.4.3.2 | Método del ensayo de penetración estática CPT | 65 |
| 2.5.4.4 | Factores de resistencia para cimentaciones superficiales | 65 |
| 2.6 | Estados límite de servicio. Asientos | 66 |
| 2.6.1 | Introducción | 66 |
| 2.6.2 | Métodos de cálculo de asientos según la bibliografía internacional | 67 |
| 2.6.2.1 | Método elástico | 67 |
| 2.6.2.2 | Método edométrico | 70 |
| 2.6.3 | Asientos admisibles | 73 |
| 2.6.3.1 | Asiento diferencial | 74 |
| 2.6.3.2 | Distorsión angular | 74 |
| 2.6.3.3 | Límites admisibles asientos diferenciales y distorsión angular | 76 |
| 2.6.4 | Cálculo de asientos según CTE-SEC | 78 |
| 2.6.4.1 | Cálculo de asientos en suelos granulares con una proporción en peso de partículas de más de 20 mm inferior al 30% | 78 |
| 2.6.4.2 | Cálculo de asientos en suelos granulares con una proporción en peso de partículas de más de 20 mm superior al 30% | 80 |
| 2.6.4.3 | Cálculo de asientos en suelos con contenido finos > 35% | 81 |
| 2.6.4.4 | Movimientos admisibles | 81 |
| 2.6.5 | Cálculo de asientos según GCOC | 82 |
| 2.6.5.1 | Cálculos de asientos con el método elástico | 82 |
| 2.6.5.2 | Cálculo de asientos con el método edométrico | 85 |
| 2.6.5.2.1 | Asientos a largo plazo | 85 |
| 2.6.5.2.2 | Asientos a corto plazo | 88 |
| 2.6.5.3 | Tiempos de consolidación | 88 |
| 2.6.5.4 | Movimientos admisibles | 90 |
| 2.6.6 | Cálculo de asientos según AASHTO | 91 |
| 2.6.6.1 | Asientos en suelos no cohesivos | 92 |
| 2.6.6.2 | Asientos en suelos cohesivos | 93 |
| 2.6.6.3 | Movimientos admisibles | 97 |
| 2.7 | Coficiente de balasto | 98 |
| 2.7.1 | Coficiente balasto K_{30} | 99 |
| 2.7.2 | Correlaciones de K con otros parámetros | 99 |
| 2.7.3 | Limitaciones del módulo de balasto | 100 |
| 2.8 | Condiciones constructivas | 101 |
| 2.8.1 | Zapatas | 101 |
| 2.8.1.1 | Precauciones contra defectos del terreno | 101 |
| 2.8.1.2 | Solera de asiento | 101 |
| 2.8.1.3 | Excavaciones | 102 |
| 2.8.1.3.1 | Terminaciones de las excavaciones | 102 |
| 2.8.1.3.2 | Dimensiones de las excavaciones | 102 |
| 2.8.1.3.3 | Excavaciones para zapatas a diferentes niveles | 102 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 2.8.1.3.4 | <i>Excavaciones en presencia de agua</i> | 103 |
| 2.8.1.3.5 | <i>Drenajes y saneamiento del terreno</i> | 103 |
| 2.8.1.3.6 | <i>Precauciones contra el hielo</i> | 104 |
| 2.8.1.3.7 | <i>Precauciones contra aterramientos</i> | 104 |
| 2.8.1.3.8 | <i>Precauciones contra la inundación</i> | 104 |
| 2.8.1.4 | <i>Ejecución de zapatas de hormigón armado</i> | 104 |
| 2.8.2 | <i>Losas de cimentación</i> | 105 |
| 2.8.2.1 | <i>Generalidades</i> | 105 |
| 2.8.2.2 | <i>Excavación hasta el nivel de cimentación</i> | 105 |
| 2.8.2.3 | <i>Estructura de cimentación</i> | 105 |
| 2.8.2.4 | <i>Ejecución de los elementos de impermeabilización</i> | 106 |
| 2.8.3 | <i>Pozos de cimentación</i> | 106 |
| 3 | <i>Cimentaciones profundas</i> | 107 |
| 3.1 | <i>Introducción</i> | 107 |
| 3.2 | <i>Tipos de cimentaciones profundas (pilotes)</i> | 107 |
| 3.2.1 | <i>Pilotes excavados y hormigonados “in situ”</i> | 108 |
| 3.2.1.1 | <i>Perforados en seco sin entubación</i> | 108 |
| 3.2.1.2 | <i>Perforados con entubación recuperable</i> | 110 |
| 3.2.1.3 | <i>Perforados con entubación perdida</i> | 116 |
| 3.2.1.4 | <i>Perforados sin entubación, excavados con lodos o polímeros</i> | 116 |
| 3.2.1.5 | <i>Mixtos con empleo de entubación recuperable y lodos o polímeros</i> | 118 |
| 3.2.1.6 | <i>Resumen tipología pilotes in situ</i> | 118 |
| 3.2.1.7 | <i>Equipos de perforación</i> | 119 |
| 3.2.2 | <i>Pilotes prefabricados</i> | 122 |
| 3.2.2.1 | <i>Características de los pilotes prefabricados</i> | 124 |
| 3.2.2.1.1 | <i>Pilotes Prefabricados de Hormigón Armado</i> | 125 |
| 3.2.2.1.2 | <i>Pilotes Prefabricados Pretensados</i> | 125 |
| 3.2.2.2 | <i>Control en obra</i> | 126 |
| 3.2.2.3 | <i>Ventajas e inconvenientes</i> | 127 |
| 3.3 | <i>Formas de trabajo y sollicitaciones de los pilotes</i> | 128 |
| 3.4 | <i>Criterios de diseño</i> | 129 |
| 3.5 | <i>Estados Límite Últimos. Carga de hundimiento</i> | 130 |
| 3.5.1 | <i>Cálculo carga de hundimiento Pilotes según bibliografía internacional</i> ... 131 | |
| 3.5.1.1 | <i>Cálculo presión de hundimiento pilotes terrenos granulares</i> | 132 |
| 3.5.1.2 | <i>Cálculo presión de hundimiento pilotes en terrenos cohesivos</i> | 135 |
| 3.5.1.3 | <i>Cálculo presión de hundimiento pilotes con la punta en roca</i> | 137 |
| 3.5.1.4 | <i>Rozamiento negativo pilotes</i> | 138 |
| 3.5.1.5 | <i>Coeficientes de seguridad frente a hundimiento</i> | 140 |
| 3.5.2 | <i>Cálculo carga de hundimiento pilotes. CTE-SEC</i> | 141 |
| 3.5.2.1 | <i>Determinación resistencia unitaria con métodos analíticos</i> | 141 |
| 3.5.2.1.1 | <i>Resistencia unitaria pilotes suelos granulares</i> | 141 |
| 3.5.2.1.2 | <i>Resistencia unitaria pilotes suelos finos</i> | 144 |
| 3.5.2.1.2.1 | <i>Resistencia unitaria pilotes de suelos finos sin drenaje</i> | 144 |
| 3.5.2.1.2.2 | <i>Resistencia unitaria pilotes de suelos finos con drenaje</i> | 145 |
| 3.5.2.2 | <i>Determinación resistencia unitaria mediante SPT</i> | 145 |

| | | |
|-------------|---|-----|
| 3.5.2.3 | <i>Determinación resistencia unitaria mediante penetrómetros</i> | 147 |
| 3.5.2.4 | <i>Determinación resistencia unitaria mediante CPT o CPTU</i> | 147 |
| 3.5.2.5 | <i>Determinación resistencia unitaria mediante presiómetros</i> | 148 |
| 3.5.2.6 | <i>Determinación resistencia unitaria pilotes excavados en roca</i> | 149 |
| 3.5.2.7 | <i>Coeficientes de seguridad según CTE-SEC</i> | 152 |
| 3.5.2.8 | <i>Rozamiento negativo pilotes</i> | 152 |
| 3.5.3 | <i>Cálculo carga de hundimiento pilotes. GCOC</i> | 154 |
| 3.5.3.1 | <i>Pilotes perforados en rocas alteradas o en suelos</i> | 154 |
| 3.5.3.1.1 | <i>Método basado en el SPT</i> | 155 |
| 3.5.3.1.2 | <i>Método basado en ensayos de penetración dinámica continuos</i> ... | 156 |
| 3.5.3.1.3 | <i>Método basado en ensayos de penetración estática</i> | 156 |
| 3.5.3.1.4 | <i>Método basado en ensayos presiométricos</i> | 157 |
| 3.5.3.1.5 | <i>Método basado en parámetros resistentes Mohr-Coulomb</i> | 158 |
| 3.5.3.2 | <i>Pilotes hincados</i> | 163 |
| 3.5.3.2.1 | <i>Área de la punta</i> | 163 |
| 3.5.3.2.2 | <i>Perímetro del fuste</i> | 163 |
| 3.5.3.2.3 | <i>Resistencia por punta</i> | 163 |
| 3.5.3.2.4 | <i>Resistencia por fuste</i> | 164 |
| 3.5.3.3 | <i>Pilotes empotrados en roca</i> | 167 |
| 3.5.3.4 | <i>Coeficientes de seguridad según GCOC</i> | 170 |
| 3.5.3.5 | <i>Rozamiento negativo pilotes</i> | 170 |
| 3.5.4 | <i>Cálculo carga de hundimiento pilotes. AASHTO</i> | 171 |
| 3.5.4.1 | <i>Estimaciones semiempíricas resistencia Pilotes Hincados</i> | 172 |
| 3.5.4.1.1 | <i>Resistencia por fuste o friccional pilotes hincados</i> | 172 |
| 3.5.4.1.1.1 | <i>Método α</i> | 172 |
| 3.5.4.1.1.2 | <i>Método β</i> | 174 |
| 3.5.4.1.1.3 | <i>Método λ</i> | 174 |
| 3.5.4.1.2 | <i>Resistencia por punta pilotes hincados</i> | 175 |
| 3.5.4.1.3 | <i>Resistencia Pilotes Estimada en Base a Ensayos In Situ</i> | 175 |
| 3.5.4.1.3.1 | <i>Método SPT</i> | 176 |
| 3.5.4.1.3.2 | <i>Método CPT</i> | 177 |
| 3.5.4.2 | <i>Estimaciones semiempíricas resistencia Pilotes Perforados</i> | 182 |
| 3.5.4.2.1 | <i>Suelos cohesivos</i> | 182 |
| 3.5.4.2.1.1 | <i>Resistencia por fuste pilotes perforados</i> | 182 |
| 3.5.4.2.1.2 | <i>Resistencia por punta pilotes perforados</i> | 183 |
| 3.5.4.2.2 | <i>Suelos no cohesivos</i> | 184 |
| 3.5.4.2.2.1 | <i>Resistencia por fuste pilotes perforados</i> | 184 |
| 3.5.4.2.2.2 | <i>Resistencia por punta en pilotes perforados</i> | 185 |
| 3.5.4.2.3 | <i>Roca</i> | 185 |
| 3.5.4.2.3.1 | <i>Resistencia por fuste en pilotes perforados</i> | 185 |
| 3.5.4.2.3.2 | <i>Resistencia por punta en pilotes perforados</i> | 186 |
| 3.5.4.3 | <i>Coeficientes de seguridad según AASHTO</i> | 190 |
| 3.5.4.4 | <i>Rozamiento negativo pilotes</i> | 192 |
| 3.5.5 | <i>Grupo de pilotes</i> | 192 |
| 3.5.5.1 | <i>Efecto grupo según bibliografía internacional</i> | 192 |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.5.5.2 | <i>Efecto grupo según CTE-SEC</i> | 193 |
| 3.5.5.3 | <i>Efecto grupo según GCOC</i> | 194 |
| 3.5.5.4 | <i>Efecto grupo según AASHTO</i> | 194 |
| 3.5.5.4.1 | <i>Efecto grupo en Pilotes Hincados</i> | 195 |
| 3.5.5.4.2 | <i>Efecto grupo en Pilotes Perforados</i> | 195 |
| 3.6 | <i>Tope estructural</i> | 196 |
| 3.7 | <i>Asientos en pilotes</i> | 198 |
| 3.7.1 | <i>Asientos en pilotes según bibliografía internacional</i> | 198 |
| 3.7.1.1 | <i>Asientos de pilotes en arena</i> | 198 |
| 3.7.1.2 | <i>Asientos de pilotes en arcillas</i> | 199 |
| 3.7.2 | <i>Asientos en pilotes según CTE-SEC</i> | 200 |
| 3.7.3 | <i>Asientos en pilotes según GCOC</i> | 202 |
| 3.7.4 | <i>Asientos en pilotes según AASHTO</i> | 203 |
| 3.8 | <i>Rigidez transversal. Módulo de balasto horizontal</i> | 204 |
| 3.9 | <i>Empujes laterales del terreno sobre los pilotes</i> | 206 |
| 3.10 | <i>Condiciones constructivas</i> | 207 |
| 3.10.1 | <i>Pilotes hormigonados “in situ”</i> | 207 |
| 4 | <i>Empujes de tierras y estructuras de contención</i> | 209 |
| 4.1 | <i>Cálculo de empujes según CTE-SEC</i> | 210 |
| 4.1.1 | <i>Cálculo empuje activo</i> | 210 |
| 4.1.2 | <i>Cálculo empuje pasivo</i> | 211 |
| 4.1.3 | <i>Cálculo empuje en reposo</i> | 212 |
| 4.1.4 | <i>Cálculo del ángulo de rozamiento terreno-muro</i> | 212 |
| 4.2 | <i>Empujes laterales del suelo según aashto</i> | 213 |
| 4.2.1 | <i>Coeficiente de Empuje Lateral en Reposo, k_0</i> | 213 |
| 4.2.2 | <i>Coeficiente de Empuje Lateral Activo, k_a</i> | 214 |
| 4.2.3 | <i>Coeficiente de Empuje Lateral Pasivo, k_p</i> | 215 |
| 5 | <i>Ejercicios prácticos</i> | 218 |