

superiores de relleno y suelos finos arcillosos y arenosos, son las siguientes:

- Edificio 17: Corte mínimo = 2.90 m
- Edificio 18: Corte mínimo = 1.50 m
- Edificio 19: Corte mínimo = 2.20 m
- Edificio 20: Corte mínimo = 1.80 m

En el caso, se observe que al nivel de corte no se ha alcanzado el depósito de grava arenosa, deberá profundizarse el corte el todo el emplazamiento del edificio hasta sobrepasar íntegramente las capas superiores de relleno y suelos finos.

El material de corte deberá reemplazarse ya sea con concreto pobre ciclópeo $f'_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$ o alternativamente, con un relleno de mortero fluido construido de tal forma que garantice una resistencia a la compresión uniforme, no menor de 10 Kg/cm^2 .

8.3 Presión Admisible

En el caso puede utilizarse la misma presión admisible de la grava arenosa determinada para las zapatas y cimientos corridos, esto es $q_a = 4.00 \text{ Kg/cm}^2$.

9.0 PARÁMETROS DE DISEÑO SISMORRESISTENTE

Los suelos que se encontrarán dentro de la profundidad activa de cimentación (suelos gravo arenosos medianamente densos a densos) no son susceptibles de sufrir cambios bruscos en sus propiedades físicas y mecánicas debido a vibraciones violentas, por lo que se recomienda calcular las fuerzas sísmicas en la forma usual y recomendada en la Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente (3).

El Factor de Amplificación de Suelo contemplado en dicha Norma depende de las características y espesores de los suelos que conforman el perfil estratigráfico del

subsuelo, así como de la zona sísmica donde se encuentra en el terreno (en el presente caso Zona 4).

En el presente caso el perfil del suelo que se encontrará dentro de la profundidad activa de cimentación (grava arenosa) se puede clasificar como Tipo S_1 y le corresponde un Factor de Suelo igual a 1.00 y un Períodos Predominantes de Vibración $T_p = 0.4$ s y $T_L = 2.5$ s.

Con respecto al Factor de Zona a la Ciudad de Lima le corresponde un factor $Z = 0.45$, el cual se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

10.0 EMPUJES DE TIERRAS

Se recomienda la utilización de los siguientes parámetros promedio para el cálculo de los empujes de tierras en los muros enterrados y cisternas:

- Ángulo de fricción interna $\phi = 36^\circ$
- Coeficiente de empuje de tierras activo estático $K_A = 0.26$
- Coeficiente de empuje de tierras en reposo estático $K_O = 0.41$
- Coeficiente de empuje de tierras pasivo estático $K_p = 3.85$
- Peso volumétrico del suelo $\gamma = 2.00 \text{ Ton/m}^3$

11.0 AGRESIVIDAD DE LAS SALES DEL SUBSUELO

El contenido de sulfatos solubles del suelo determinado mediante análisis químicos de laboratorio en una muestra representativa es 62 p.p.m.

Según la Norma Técnica de Edificación E060: Concreto Armado (4), cuando el contenido de sulfatos solubles del suelo es menor de 1 000 p.p.m. el ataque de los sulfatos del suelo

al concreto es despreciable; cuando dicho contenido está comprendido entre 1000 y 2 000 p.p.m. el ataque es moderado y cuando el contenido de sulfatos es mayor de 2 000 p.p.m. el ataque es severo.

Teniendo en cuenta los contenidos de sulfatos solubles obtenidos en el laboratorio podemos concluir que el ataque de los sulfatos del subsuelo al concreto será despreciable y no será necesario tomar precauciones al respecto.

12.0 CARACTERÍSTICAS DE LA SUBRASANTE

El material que predominará al nivel de la subrasante en todo el terreno es arcilla limosa, de plasticidad baja a media, medianamente compacta a compacta.

Según la correlación estadística existente entre la Clasificación Unificada de Suelos y el valor CBR, de una arcilla de plasticidad baja a media, debe estar comprendido entre 5 y 15.

Teniendo en cuenta las propiedades físicas y mecánicas de las arcillas registradas en las calicatas, que éstas se presentan cuarteadas y con porosidades, los resultados de los ensayos de laboratorio efectuados y las recomendaciones del NAVFAC DM.5-4 (5); se recomienda considerar para el diseño de pavimentos un valor de CBR igual a 14, que es el obtenido en el laboratorio al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

Al valor de CBR igual a 14 recomendado le corresponde un módulo elástico (M_r) de 13,833 lb/pulg² y un coeficiente de reacción de la subrasante (k) de 215 lb/pulg³ que equivale a 5.95 Kg/cm³. Los parámetros indicados son los que recomendamos utilizar para los diseños de pavimentos.

13.0 RECOMENDACIONES ADICIONALES

Las veredas y patios de las edificaciones, deberán apoyarse sobre una capa de relleno de material granular seleccionado preferentemente grava arenosa, bien o mal graduada, limpia a ligeramente limosa o ligeramente arcillosa, con partículas de no más de 3 pulgadas de tamaño máximo, de 0.25 m de espesor mínimo, compactada al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado, que reemplace en ese mismo espesor a la capa superior de relleno o suelo removido existente. Esta recomendación también es válida para los primeros pisos de las edificaciones de adoptarse la cimentación de tipo convencional con zapatas y cimientos corridos.

Los pavimentos que recibirán tránsito vehicular, así como la losa recreativa de usos múltiples, deberán apoyarse sobre una capa de base granular de por lo menos 0.25 m de espesor, compactada al 100% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado, que reemplace en ese mismo espesor a la capa superior de relleno o suelo removido existente.

Los materiales de relleno y base granular no deberán tener más de 5 000 p.p.m. de contenido de sales solubles totales y tampoco deberán tener más de 1 000 p.p.m. de sulfatos solubles.

La superficie del terreno sobre la cual se colocará un relleno deberá compactarse al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado. Para facilitar la compactación de la subrasante arcillosa, puede efectuarse un mejoramiento del terreno consistente en la adición de 0.10 m de grava arenosa, la cual deberá escarificarse, humedecerse y compactarse conjuntamente con la subrasante natural.

Los materiales provenientes de los cortes no son adecuados para la conformación de rellenos, salvo en las áreas de jardines, donde no importa que se produzcan deformaciones de la superficie del terreno.

En cualquier caso, si al nivel de la subrasante se encuentra un suelo muy contaminado con restos de desmonte y basura, deberá eliminarse el material inadecuado y reemplazarse por un relleno de material granular seleccionado, preferentemente grava arenosa, bien o mal graduada, limpia a ligeramente limosa o ligeramente arcillosa, colocado en capas de no más de 0.25 m de espesor, compactadas al 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

14.0 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El estudio de suelos efectuado es válido exclusivamente para el terreno estudiado mostrado en la Lámina No M4585C-1 y las estructuras descritas en el acápite 3.0.

Lima, Abril de 2016



Ing. Milagros Soto Dueñas
Reg. Col. Ings. CIP 71015



Ing. Maggie Martinelli Montoya
Reg. Col. Ings. CIP 26250

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- “Soil Mechanics in Engineering Practice”
Third Edition
Karl Terzaghi, Ralph B. Peck y Gholamreza Mesri
John Wiley & Sons, Inc.
United States of America, 1996
- 2.- “Reglamento Nacional de Construcciones
Norma Técnica de Edificación E050: Suelos y Cimentaciones”
Publicada en Diario Oficial El Peruano
Lima, Junio de 2006
- 3.- “Reglamento Nacional de Construcciones
Norma Técnica de Edificación E030: Diseño Sismorresistente”
Publicada en el Diario Oficial El Peruano
Lima, Enero de 2016
- 4.- “Reglamento Nacional de Construcciones
Norma Técnica de Edificación E060: Concreto Armado”
Decreto Supremo 010-2009-Vivienda
Lima, Mayo 2009
- 5.- “Civil Engineering Pavements”
Design Manual 5.4 (DM-5.4)
Department of the Navy Naval Facilities Engineering Command
Alexandria, October 1979

LÁMINAS