

REPUBLICA DE BOLIVIA

**MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS
SERVICIOS Y VIVIENDA
VICEMINISTERIO DE VIVIENDA Y URBANISMO
DIRECCIÓN NACIONAL DE VIVIENDA
PROVIVIENDA**

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO

SOCIEDAD DE INGENIEROS BOLIVIA

**NORMA BOLIVIANA
DE
DISEÑO SÍSMICO**

NBDS – 2006

V.1.4 (NOV. 2006)

TITULO G. ESTUDIOS DE SUELOS

AUTOR: MSC. ING. ROLANDO GRANDI GÓMEZ

TITULO G. ESTUDIOS DE SUELOS

ÍNDICE	PÁG.
1. ALCANCE.....	G-1
2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	G-1
2.1 INVESTIGACIONES PRELIMINARES.....	G-1
2.2 EXPLORACIÓN DEL SUELO	G-2
2.3 PRUEBAS DE LABORATORIO	G-4
2.4 INFORME GEOTÉCNICO Y ESPECTROS SÍSMICOS.....	G-4
3. ESTUDIOS GEOLÓGICOS	G-5
4. REQUISITOS Y RECOMENDACIONES FINALES	G-5
ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS	PÁG.
TC2-1. GUÍA PARA LA EXPLORACIÓN	G-3
TC2-2. GUÍA PARA TRABAJOS DE LABORATORIO	G-4

1. ALCANCE

En este título se especifica los requisitos mínimos que deben cumplir los estudios de suelos.

El estudio de suelos o estudio geotécnico debe ser realizado por un ingeniero especialista en geotecnia.

La tarea principal consiste en determinar las características físico mecánicas del suelo de fundación y recomendar alternativas de fundaciones para que el Ingeniero Estructural pueda definir adecuadamente el sistema de fundación.

Toda edificación que se proyecte (diseño estructural) o que se revise (diagnostico estructural) debe contar con su respectivo estudio de suelos.

El ingeniero geotécnico debe participar en la etapa inicial del proyecto de construcción y en forma opcional durante la etapa de construcción para verificar algunos datos del suelo.

2. ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.1 INVESTIGACIONES PRELIMINARES

En forma preliminar se debe realizar inspecciones técnicas para reconocer el terreno y determinar la viabilidad técnica del proyecto.

Se debe obtener y analizar la mayor cantidad de información técnica posible, por ejemplo:

- Topografía
- Geología
- Sismicidad
- Hidrología
- Clima
- Vegetación
- Edificaciones vecinas
- Amenazas naturales
- Etc.

Se debe evaluar la posible existencia de problemas mayores relativamente fáciles de detectar como:

- Suelos blandos con posibilidad de generar asentamientos diferenciales
- Suelos en deslizamientos activos
- Suelos en reptación

- Suelos inestables
- Arcillas expansivas
- Rellenos orgánicos y artificiales
- Flujos de agua en suelos
- Nivel freático alto
- Riesgos de deslizamiento
- Riesgos de inundaciones
- Etc

En caso de que en esta fase de investigaciones preliminares se detecte que el suelo no es apto para el nivel de edificación que se desea construir, se debe informar a los propietarios y diseñadores para tomar las medidas que el caso aconseje, entre ellas:

- Cambio de ubicación del proyecto
- Mejora del suelo
- Acciones tendientes a estabilizar el terreno
- Acciones tendientes a corregir los problemas del suelo

En caso de no existir problemas mayores, o existir problemas “solucionables” sin mayor complicación, se debe continuar con la siguiente fase:

2.2 EXPLORACIÓN DEL SUELO

Para obtener los parámetros del suelo se debe realizar tareas de exploración.

La exploración tiene por objeto conocer:

- Estratigrafía del suelo
 - o Tipo de suelo
 - o Extensión
 - o Espesor
 - o Localización
- Profundidad del nivel freático
- Evaluación de las propiedades físico mecánicas del suelo en los diferentes estratos
- Evaluación de los efectos del suelo sobre la cimentación y la estructura y viceversa
- Capacidad portante del suelo

Normalmente la exploración se realiza por medio de pozos de investigación donde se obtiene muestras del suelo y se observa en sitio las características del suelo.

Debido a la gran masa de suelo, a su gran variabilidad, a su extensión y a que las exploraciones generalmente son muy “puntuales”, es muy difícil que la exploración sea completamente suficiente y explicita, por lo que su alcance estará condicionado por la complejidad del suelo y el tipo de obra a realizarse. El número de pozos de exploración, su distribución y espaciamiento dependen justamente del suelo y de la obra.

Como guía se presenta la siguiente tabla:

GRUPOS DE EDIFICACIONES	SUELO UNIFORME	SUELO COMPLEJO
Edificaciones Grupos “A” y “B”	Npmin = 6 ó Npmin = A /150 Emax = 20 m. PROFmin = 5 m.	Npmin = 8 ó Npmin = A /100 Emax = 15 m. PROFmin = 6 m.
Edificaciones Grupo “C” De mas de 4 pisos	Npmin = 4 ó Npmin = A /200 Emax = 20 m. PROFmin = 4 m.	Npmin = 6 ó Npmin = A /150 Emax = 15 m. PROFmin = 5 m.
Edificaciones Grupo “C” De 1 a 4 pisos	Npmin = 2 ó Npmin = A /250 Emax = 20 m. PROFmin = 3 m.	Npmin = 4 ó Npmin = A /200 Emax = 15 m. PROFmin = 4 m.
Edificaciones Grupo “D”	Npmin = 1 ó Npmin = A /300 Emax = 20 m. PROFmin = 2 m.	Npmin = 2 ó Npmin = A /250 Emax = 15 m. PROFmin = 3 m.

TABLA TC2-1. GUÍA PARA LA EXPLORACIÓN

Donde:

Grupos de edificaciones.- Ver capítulo 5 del Título A, de esta norma sísmica.

Suelo uniforme o complejo.- A ser determinado por el ingeniero geotécnico.

Npmin.- Número mínimo de pozos, valor fijo ó depende del área del terreno “A”, el que sea mayor.

Emax.- Espaciamiento máximo entre pozos de exploración.

PROFmin.- Profundidad mínima de exploración.

En caso de ser necesario, la exploración puede ser complementada con estudios geofísicos, estudios geológicos de detalle, trincheras de exploración, uso de radar, etc.

Se debe completar la exploración mediante pruebas de penetración estándar, cono (estático y dinámico), prueba de placa, etc.

2.3 PRUEBAS DE LABORATORIO

Las pruebas de laboratorio sirven para caracterizar desde el punto de vista físico, mecánico y estratigráfico, los materiales que componen el suelo.

Los ensayos se realizan sobre muestra alteradas o “inalteradas”. De todas maneras siempre se pretende que las pruebas procuren reflejar las condiciones reales del suelo como la interacción suelo – estructura.

La forma de llevar estos ensayos normalmente siguen los lineamientos dados por la ASTM.

A continuación se presenta una tabla guía que muestra los distintos tipos de ensayo y sus objetivos.

PROPIEDAD	ENSAYO	OBJETIVOS
Clasificación	Humedad Natural Peso Volumétrico Granulometría Límites de Consistencia	Clasificar al suelo según la clasificación unificada de suelos. Obtener correlaciones con otras propiedades de difícil obtención.
Resistencia	Compresión Uniaxial Compresión Triaxial Corte Directo Veleta	Medir la resistencia la corte, calcular la capacidad portante y la resistencia última a la falla.
Compresibilidad y Expansión	Consolidación Expansión Bajo Carga Expansión Libre	Conocer parámetros de deformación, calcular asentamientos y expansión en suelos arcillosos.
Otros	Permeabilidad Compactación PH, etc.	Orientados a evaluar aspectos particulares.

TABLA TC2-2. GUÍA PARA TRABAJOS DE LABORATORIO

2.4 INFORME GEOTÉCNICO Y ESPECTROS SÍSMICOS

Todos los resultados de la investigación preliminar, de la exploración y de los trabajos de laboratorio deben ser plasmados en un informe, donde además el Ingeniero geotécnico indicará sus conclusiones y recomendaciones, elementos que servirán al Ingeniero Estructural para definir el sistema de fundación.

El estudio de suelos también deberá sugerir el tipo de espectro (capítulo 8, Título A) a utilizar en el calculo estructural, en función a la zonificación sísmica (capítulo 3, Título A), a la clasificación de suelos (capítulo 4, Título A), a la clasificación de edificaciones (capítulo 5, Título A) y a los parámetros del suelo.

3. ESTUDIOS GEOLÓGICOS

Solamente en casos donde el tipo e importancia de la obra lo amerite, o en casos donde el tipo de suelo sea muy complejo, o ambos, se debe realizar estudios geológicos de detalle.

El alcance de estos estudios deberá ser definido por un Ingeniero Geólogo y deberán ser suficientes y adecuados para poder realizar el proyecto estructural.

4. REQUISITOS Y RECOMENDACIONES FINALES

Tanto los estudios geotécnicos como los estudios geológicos, finalmente deben llegar a dar requisitos y recomendaciones para el diseño de las excavaciones, del tipo de fundaciones, del tipo de estructuras de contención, del manejo y control de los flujos de agua, del nivel freático y de los posibles problemas del suelo.