

V ENCUENTRO DE
INGENIEROS DE SUELOS Y
ESTRUCTURAS
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA

ESTUDIO GEOTÉCNICO
TÍTULO H – NSR09.rev.18



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
INGENIERÍA SISMO

Antecedentes

Sobre la versión inicial del Título H de la NSR 98 redactada por Augusto Espinosa Silva y Álvaro Jaime González García, se modificó y redactó la presente versión a cargo del trabajo conjunto y ad-honorem del Subcomité Estudio Geotécnicos de la Asociación de Ingeniería Sísmica (AIS) y de la Comisión de Normatividad de la Sociedad Colombiana de Geotecnia (SCG).



ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE
INGENIERÍA SÍSMICA

Ingenieros participantes de la nueva versión del Título H

Juan Manuel Martínez Rodríguez	Álvaro Jaime González García
Jorge Alberto Rodríguez Ordóñez	Guillermo Ángel Reyes
Mario Camilo Torres Suárez	Jacobo Ojeda Moncayo
Jorge Enrique Flechas Forero	Bernardo Vieco Quirós
José Vicente Amórtegui Gil	Edgar Eduardo Rodríguez G.
Germán Villafañe Ricci	Pedro Salvá Martorelli

Título H

Estudios Geotécnicos

NSR-98	NSR-2009
Capítulo H.1: Introducción	Capítulo H.1: Introducción
Capítulo H.2: Definiciones y contenido	Capítulo H.2: Definiciones
Capítulo H.3: Investigación del subsuelo	Capítulo H.3: Caracterización geotécnica del subsuelo
Capítulo H.4: Diseño geotécnico: H.4.1 Cimentaciones H.4.2 Estructuras de contención H.4.3 Excavaciones H.4.4 Estabilidad de taludes	Capítulo H.4: Cimentaciones Capítulo H.5: Excavaciones y estabilidad de taludes Capítulo H.6: Estructuras de contención
Capítulo H.5: Suelos licuables y otros efectos sísmicos	Capítulo H.7: Evaluación geotécnica de efectos sísmicos
Capítulo H.6: Suelos con características especiales Capítulo H.7: Vegetación	Capítulo H.8: Procedimientos constructivos de cimentaciones, excavaciones y muros de contención Capítulo H.9: Condiciones geotécnicas especiales
	Capítulo H.10: Reforzamiento y rehabilitación sísmica de cimentaciones de edificios

Capítulo H.1

Introducción

- Obligatoriedad
 - Todas las construcciones urbanas
 - Construcciones rurales grupos II, III, IV
- Firma de Estudios Geotécnicos
 - Ingeniero civiles especializados en geotecnia
mínimo 5 años de experiencia
- Responsabilidad
 - Ampliación de los estudios según geotecnista

Capítulo H.1

- Se elimina el Apéndice H-1 (Procedimiento Alternativo para la Definición de Efectos Locales) y se integra al Título A (A.2.4) como procedimiento único de evaluación.
- Se elimina el procedimiento de NSR98, con S_1 , S_2 , S_3 , S_4 y la forma del espectro anterior.

Capítulo H.2

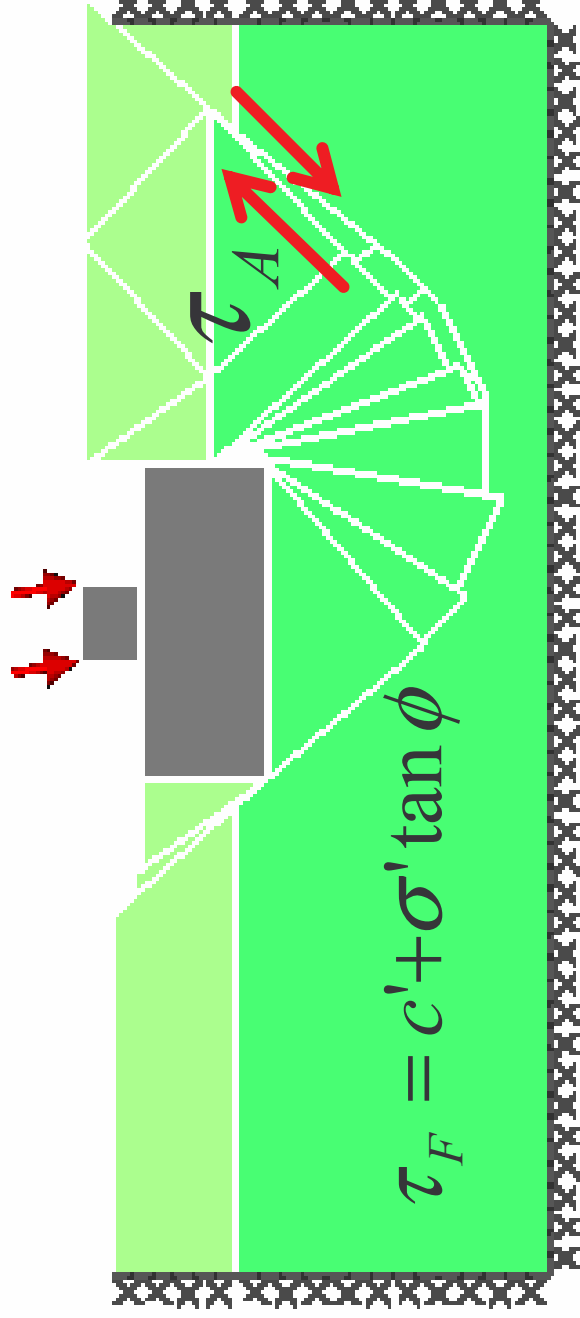
Definiciones

- Factores de seguridad
 - Básico (F_{SB})
 - Indirecto (F_{SI})
- Tipo de suelos para evaluación de espectros
 - Granulares ($PT_{200} < 30\%$, $WL < 30\%$, $IP < 10\%$)
 - Cohesivos

Factor de Seguridad Básico (F_{SB})

$$F_{SB} = \frac{\tau_F}{\tau_A}$$

Resistencia al corte



Comportamiento Aparente

SÓLO SE ACEPTA S_u

- En arcillas saturadas, no fisuradas
- Análisis Estáticos de cimentaciones superficiales y profundas

NO SE ACEPTA

- En arcillas no saturadas o fisuradas
- Análisis de estabilidad de taludes
- Empujes de tierras
- Análisis seudo-estáticos y dinámicos

Factor de Seguridad Básico Mínimo (F_{SBM})

Condición	Diseño	Construcción
Carga Muerta + Viva Normal	1.5	1.25
Carga Muerta + Viva Máxima	1.25	1.1
Carga Muerta + Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo-estático	1.10	1.0
Talud Condición Estática + Agua Normal	1.5	1.2
Talud Condición Estática + Agua Normal + Sismo de Diseño Seudo-estático	1.0	1.0*

* Con el 50% del Coeficiente Sísmico para construcción

Factor de Seguridad Indirecto (F_{SI})

- Corresponde a los antiguos factores globales de seguridad en zapatas, pilotes, contenciones, taludes, etc.
- Se especifican en cada uno de los capítulos particulares
- Deben cumplirse siempre los F_{SBM}

Factor de seguridad Indirecto (F_{SI})

$$q_a = 50 \text{ kPa}$$



$$B = 1 \text{ m}$$

$$D = 0.4 \text{ m}$$

$$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$c_u = 30 \text{ kPa}$$

$$q_f = 5.14 \times 30 + 0.4 \times 18 = 161 \text{ kPa}$$

$$F_{SI} = \frac{q_f}{q_a} = \frac{161}{50} = 3.22$$

Capítulo H.3

Caracterización Geotécnica

- Se simplifica la exploración geotécnica
 - Se elimina la variabilidad del subsuelo
 - Redefinición de la Unidad de Construcción
 - Categorías de proyecto
 - Número y profundidad de sondeos
- Ensayos de campo y laboratorio

Unidad de Construcción

- Una edificación aislada en altura

Para los casos donde el proyecto exceda las longitudes anotadas, se deberá fragmentar en unidades de construcción por longitudes o fracción

- Grupo de construcciones adosadas o en altura, cuya longitud máxima no exceda 40 m

ais

ASOCIACION COLOMBIANA DE
INGENIERIA SISMICA

Categoría de la Unidad de Construcción

Categoría de la Unidad de Construcción	Según Número de Niveles de Construcción	Según Cargas Máximas de Servicio en Columnas, kN
Baja	Hasta 3	Menores de 800
Media	Entre 4 y 10	Menores de 4000
Alta	Entre 11 y 20	Menores de 8000
Especial	Mayor de 20	Mayores de 8000

Número y Profundidad de Sondeos por Categoría de Unidad de Construcción

Categoría de la Unidad de Construcción				
Sondeos	Baja	Media	Alta	Especial
Profundidad mínima, m	6	15	25	30
Número mínimo	3	3	4	5

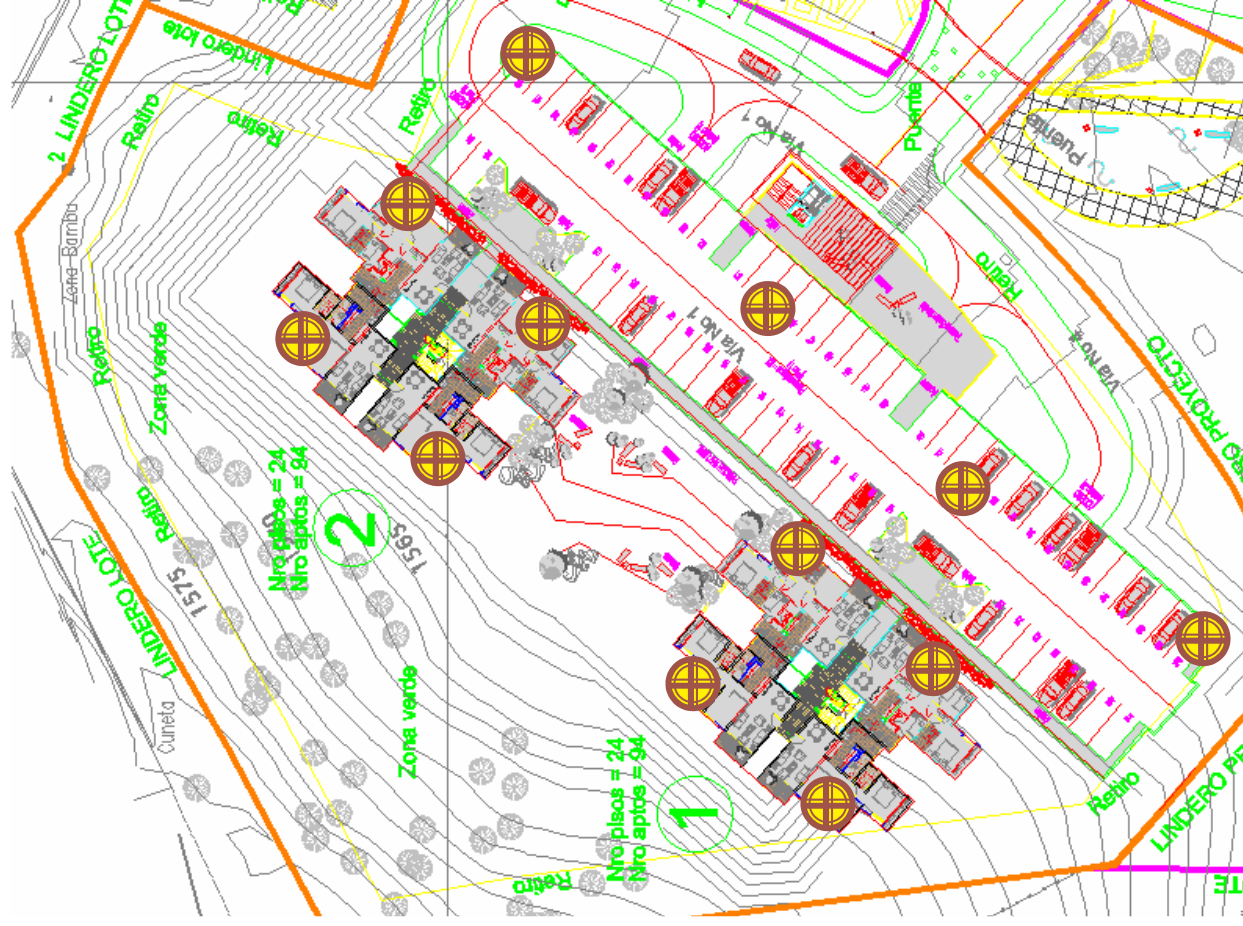
Efecto por Repetición

- Para unidades similares en el mismo proyecto, se considerará el 50% para la segunda unidad y siguientes

- Ejemplo: Tres Edificios de Categoría Alta

- 1er Edificio = 4 sondeos
- 2do Edificio = 2 sondeos
- 3er Edificio = 2 sondeos

Total = 8 sondeos



Capítulo H.4

Cimentaciones

- Definición de criterios
 - límite de falla
 - límite de servicio
- Verificación del Estado Límite de Falla con los Factores de seguridad indirectos
- Verificación del Estado Límite de Servicio mediante la aplicación de los criterios de asentamientos totales y diferenciales

Factores de Seguridad Indirectos

Condición	Factor de Seguridad Indirecto Mínimo
Carga Muerta + Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo-estático	1.5

Cimentaciones superficiales y capacidad por punta en profundas

Asentamientos Totales Máximos

- Totales a 20 años
 - Construcciones aisladas = 30 cm
 - Construcciones entre medianeros = 15 cm
- Sin afectar funcionalidad de estructuras y/o infraestructura vecinas

Ensayos de carga en pilotes

- Será posible reducir hasta en un 20% los factores de seguridad indirectos, mediante ensayos de carga según cantidades mínimas

Categoría	Número de pruebas
Baja	≥ 1
Media	≥ 2
Alta	≥ 3
Especial	≥ 5

Asentamientos Diferenciales Máximos

Tipo de Construcción	Distorsión angular
Edificaciones con muros y acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\ell / 1000$
Edificaciones con muros de carga en concreto o en mampostería	$\ell / 500$
Edificaciones con pórticos en concreto, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\ell / 300$
Edificaciones en estructura metálica, sin acabados susceptibles de dañarse con asentamientos menores	$\ell / 160$

Capítulo H.5

Excavaciones y Estabilidad de Taludes

- Estados límite de falla y límite de servicio
- Estabilidad de estructuras vecinas
- Estabilidad de taludes en laderas naturales o intervenidas
- Usar Factores de seguridad Básicos
- Coeficientes sísmicos de diseño $K_{st}/a_{\text{máx}}$

Capítulo H.6

Estructuras de Contención

- Estados límite de falla y límite de servicio
- Consideraciones de diseño
- Cargas por empujes de tierra, agua, fuerzas externas y sismo
- Factores de seguridad indirectos

Factores de seguridad indirectos estructuras de contención

Condición	Construcción	Estático	Sismo	Seudo-estático
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento (el más crítico) -Momento Resistente/ Mom. Actuante - Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	≥ 3.0 $\leq 1/6$	≥ 3.0 $\leq 1/6$	Diseño Diseño	≥ 2.0 $\leq 1/4$
Capacidad Portante	Tabla H.4.1			
Estabilidad Intrínseca materiales térreos (con o sin refuerzo)	Tabla H.2.1			
Estabilidad Intrínseca materiales manufacturados	Según material (Concreto: Título C, Madera: Título G, etc.)			
Estabilidad general -Permanente (>6 meses) -Temporal (≤ 6 meses)	1.2 1.2	1.5 1.3	Diseño 50% de Diseño	1.0 1.0
Laderas adyacentes (zona de influencia >2.5H)	1.2	1.5	Diseño	1.0

Capítulo H.7

Evaluación Geotécnica Efectos Sísmicos

- Evaluación de los movimientos del terreno debido al sismo y asociados a litología, tipo de suelo, tipo de sollicitación sísmica, condiciones topográficas y tipo de ondas
- Criterios para el análisis de respuesta dinámica del suelo
- Evaluación del potencial de licuación

Capítulo H.8

Procedimientos Constructivos

- Complementario al Estudio de Suelos
- Proceso de excavación y secuencia constructiva de la subestructura
- Control de aguas
- Construcción de Cimentación
- Medidas de control, Instrumentación y tolerancias
- Métodos alternos

Capítulo H.9

Condiciones Geotécnicas Especiales

- Suelos expansivo
- Suelos erodables y dispersivos
- Suelos colapsables
- Efectos de la vegetación sobre las estructuras y laderas

Capítulo H.10

Reforzamiento Sísmico de Cimentaciones

- Criterios para la aceptabilidad de la cimentación
- Medidas de mitigación frente a amenazas potenciales por
 - Licuación
 - Deslizamientos
 - Caída de rocas
 - Avalanchas e inundaciones
 - Asentamientos

Conclusiones

- Avances con relación al NSR-98
- Simplificaciones en algunos aspectos
- Mayor complejidad en otros
- Se requieren ajustes y aportes de toda la comunidad de construcción y diseño