

CAPITULO H.7 VEGETACION

H.7.0 - NOMENCLATURA

B	=	coeficiente de proporcionalidad
h	=	altura negativa de agua en el suelo, altura de succión
LL	=	limite líquido, en porcentaje
p	=	presión total en el suelo
pF	=	succión, expresada como el logaritmo de la altura negativa de presión de poros
s	=	succión, en términos de presión
u	=	presión de poros
w _{eq}	=	humedad de equilibrio
α	=	fracción de la presión total que actúa como presión de poros
γ _w	=	peso unitario del agua, en las unidades pertinentes

H.7.1 - GENERALIDADES

H.7.1.1 - DEFINICION DEL PROBLEMA - Las raíces propias de la vegetación tienen la capacidad de extraer agua del suelo para garantizar su supervivencia. En consecuencia, la humedad natural del mismo suelo se altera en relación con el estado que tendría si no existieran tales raíces; la alteración de la humedad causa, a su vez, cambios en el volumen del suelo en relación inversa con su permeabilidad, por lo cual son afectados mayormente los suelos de carácter arcilloso. Así, las cimentaciones situadas en la vecindad, o apoyadas sobre los suelos afectados, pueden sufrir movimientos verticales y, eventualmente, también horizontales. Este capítulo se relaciona con los movimientos del suelo originados en la acción de la vegetación.

H.7.1.2 - DEFINICION DE SUCCION - La presión del agua dentro del suelo puede expresarse como:

$$u = \alpha p - s \quad (\text{H.7-1})$$

donde la fracción de presión total (αp) es siempre positiva, y la succión (s) es siempre negativa. La succión debe expresarse en términos de la escala logarítmica pF como función de la altura negativa del agua en cm, así.

$$pF = \log_{10} \frac{h}{\gamma_w} \quad (\text{H.7-2})$$

H.7.1.2.1 - Equivalencias de la succión - La succión es una expresión de la presión de poros negativa. La equivalencia entre succión, altura de agua y presión se presenta en la Tabla H.7.1.

Tabla H.7-1
Equivalencias de la succión

pF	Altura de agua	Presión de poros (negativa)	
	cm	kPa	kgf/cm ²
0	1	-	-
1	10	0.981	0.01
2	10 ²	9.81	0.1
3	10 ³	98.1	1
4	10 ⁴	981	10
5	10 ⁵	9810	100
6	10 ⁶	98100	1000
7	10 ⁷	981000	10000

H.7.1.3 - EQUILIBRIO DINAMICO - Sin la intervención del hombre, la naturaleza establece un equilibrio dinámico entre el tipo de suelo, la vegetación y el clima. Cuando este equilibrio se altera se inducen cambios en el suelo que pueden acarrear asentamientos, expansiones o levantamientos, colapsos y otros cambios que es preciso controlar. Véase la figura H.7-1.

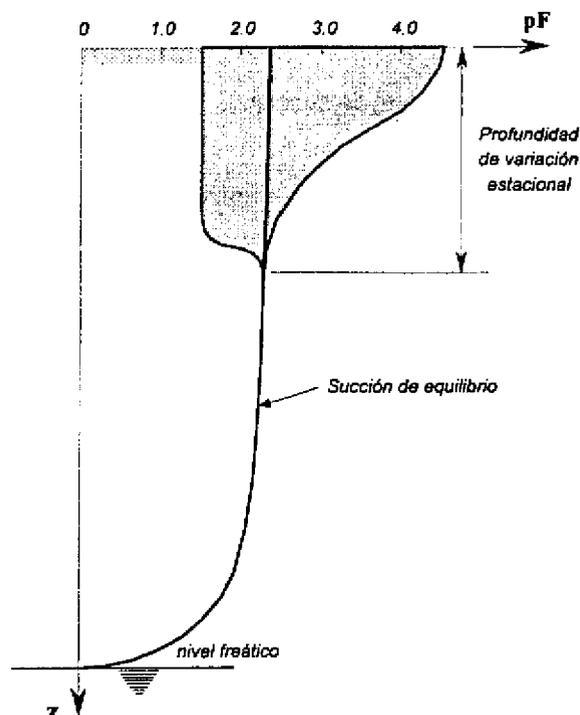


Figura H.7-1 – Variación estacional de la succión en relación con la profundidad

H.7.2 - CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACION -

H.7.2.1 - SISTEMA RADICULAR - El árbol, dependiendo de su especie particular, extiende una red de raíces primarias y secundarias hasta de cuarto orden, compuestas por raíces leñosas y no leñosas. El sistema de raíces es el encargado de tomar el agua del suelo, junto con los nutrientes, agua que se transpira a través de los estomas colocados principalmente en el anverso de las hojas.

H.7.2.2 - PROFUNDIDAD DE LAS RAICES - La profundidad de las raíces depende de la especie de que se trate, del tamaño del árbol y de la profundidad del nivel freático. Para crecer las raíces necesitan de aire, por lo cual su existencia está limitada por la posición del nivel freático; generalmente se observa que las raíces se desarrollan en el espacio medio entre la superficie y el nivel del agua y por lo regular a no más de 6.0 m. En casos de presencia de agua, las raíces abundan en superficie; en caso de escasez, ganan profundidad para recoger el agua disponible en los estratos más bajos. El crecimiento de las raíces puede llegar a 20 mm por día en búsqueda de agua y nutrientes.

H.7.2.3 - EXTENSION DEL SISTEMA RADICULAR - El sistema de raíces se extiende lateralmente para reproducir la sombra del follaje, y a profundidad dependiendo de la especie y de las demás condiciones dadas. Según un criterio, las raíces se extienden hasta una y media veces la altura del árbol; según otro criterio, hasta una y media veces el radio de su follaje.

H.7.2.4 - REQUERIMIENTOS DE AGUA - El requerimiento de agua depende del tamaño del árbol y de las variables del clima (temperatura, insolación y viento). Para un árbol adulto este requerimiento ha sido tasado en cientos de litros de agua por día. En la Tabla H.7-2 se presentan algunos valores típicos.

Tabla H.7-2
Requerimientos de agua

Especie	Transpiración día soleado
Eucalyptus Macarthur	500 ℓ/día
Acacia Mollissima	250 ℓ/día
Pasto (Themeda)	1 ℓ/día/m ²

H.7.2.5 - PUNTO DE MARCHITAMIENTO - La cavitación del agua con oxígeno disuelto ocurre aproximadamente a una atmósfera de tensión. Esto, no obstante, el sistema de succión de las plantas está asegurado contra la cavitación, y las presiones de succión son más elevadas. En efecto, se define el punto de marchitamiento como la máxima succión aplicada por una planta para extraer el agua del suelo. Este punto equivale a una presión métrica de succión igual a $pF = 4.2$, que es superior a 10^3 kPa.

H.7.3 - RELACION CON LOS SUELOS

H.7.3.1 - HUMEDAD DE EQUILIBRIO - Se define, en este contexto, como la humedad de equilibrio aquella que adopta el suelo como respuesta a una succión determinada.

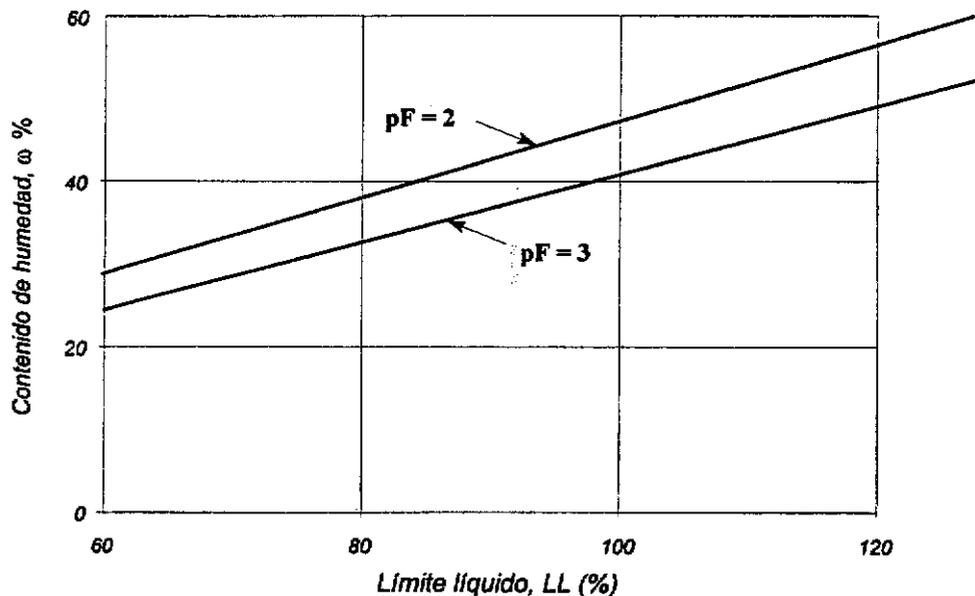


Figura H.7-2 – El contenido de humedad como expresión de la succión para diferentes tipos de suelos representados por el límite líquido

H.7.3.2 - EL TIPO DE SUELOS - La humedad de equilibrio depende del tipo de suelo expresado en términos del límite líquido. Se calcula así:

$$w_{eq} = B \cdot LL \tag{H.7-3}$$

Para diferentes succiones, B adopta diferentes valores, en concordancia con lo expresado en la ecuación H.6-1 (véase la figura H.7-2), así:

para $pF = 2$, entonces $B = 0.5$
y para $pF = 3$, entonces $B = 0.4$

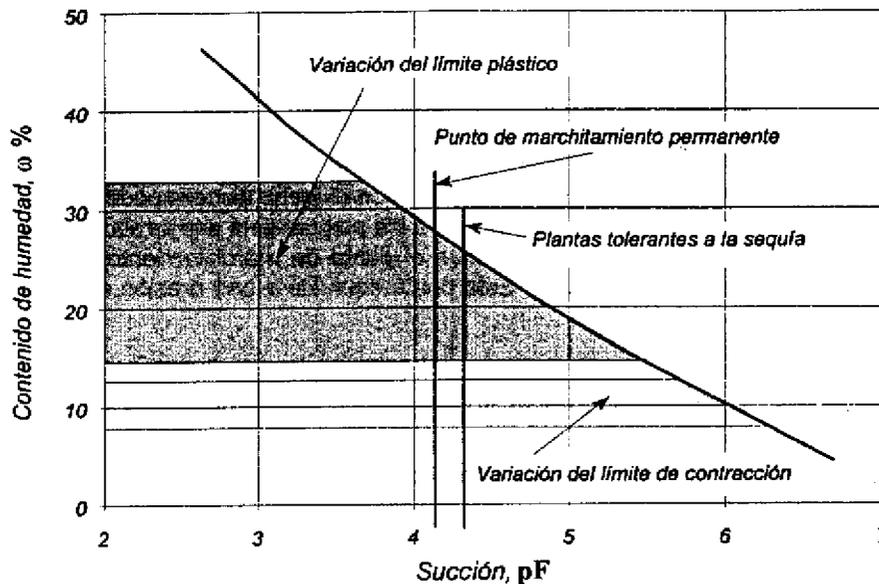


Figura H.7-3 -- Relación entre la humedad natural y la succión para diferentes materiales arcillosos

H.7.3.3 - LÍMITES DE CONSISTENCIA - La succión se relaciona con los límites de consistencia de un suelo determinado y varía según el tipo de tal suelo. En general, el límite plástico corresponde a succiones pF entre 4 y 5; y el límite de contracción a succiones pF entre 5 y 6. Nótese que la succión correspondiente al límite de marchitamiento es menor que el límite de contracción de la mayoría de los suelos (Véase la figura H.7-3).

H.7.3.4 - MOVIMIENTO DE LOS SUELOS - Como consecuencia del equilibrio dinámico entre la vegetación, los suelos y el clima, se desatan fenómenos de contracción y expansión que es preciso calcular según los procedimientos dados en este Reglamento.

H.7.3.4.1 - Límites Prácticos - Se ha establecido que para succiones pF superiores a 3.0 se desencadena un proceso de desecación; por el contrario para succiones pF inferiores a 3.0 se desencadena uno de expansión en suelos con el potencial correlativo.

H.7.4 - RELACION CON LAS EDIFICACIONES

H.7.4.1 - ACCION DE LA VEGETACION - Deben considerarse los siguientes aspectos:

- Asentamientos** - Producidos por los árboles individualmente o en conjunto, cuando son sembrados en las cercanías de edificaciones y el suministro de agua es deficiente ya sea por el clima o por reducción excesiva del área descubierta expuesta a la lluvia.
- Levantamientos** - Producidos cuando un sistema de suelo-vegetación, previamente equilibrado, es súbitamente desprovisto de su cobertura vegetal; al cesar la succión, aumenta la humedad hasta aproximarse a su nuevo punto de equilibrio con la consiguiente expansión.
- Especies agresivas** - Especies particularmente agresivas buscan el agua bajo la cubierta propicia de la edificación y en algunos casos invaden con sus raíces las tuberías de los alcantarillados.

- (d) *Cambios estacionales* - Los cambios estacionales del clima y, aún alteraciones más substanciales como el Fenómeno del Niño, producen un desequilibrio puntual del sistema.

H.7.4.2 - MEDIDAS PREVENTIVAS - Las medidas preventivas tienen que ver con la siembra de plantas ornamentales en nuevos proyectos y con el tratamiento de las especies ya sembradas. Estas son:

- (a) *Control de especies agresivas* - Se consideran especies agresivas, aquellas originarias del extranjero, de zonas con climas particularmente severos. Se enuncian para estos efectos
- Urapán (*Fraxinus chinensis*)
 - Eucalipto (*Eucalyptus mobulus, viminalis y camaldulensis*)
 - Sauce (*Salix humboltiana*)
 - Pino (*Pinus patula, radiata, taedo*)
 - Acacia (*Acacia melanoxylon*)
 - Cerezo (*Pronus serotina*)
- (b) *Substitución selectiva de árboles dañinos* - Ciertos árboles manifiestamente dañinos por su acción deletérea sobre edificaciones, pavimentos juegos deportivos, zonas de esparcimiento deben ser substituidos.
- (c) *Poda continuada* - La poda continuada, bajo la dirección de manos expertas, contribuye a mantener el follaje en un tamaño adecuado a su función y al espacio disponible.
- (d) *Corte moderado de raíces* - Se recomienda esta práctica en relación con las raíces invasoras que penetran bajo los pavimentos, en los muros o en las tuberías del alcantarillado.
- (e) *Suministro ponderado de agua* - El suministro de agua, sobre todo en la estación seca, es una medida sana cuando se cuenta con el líquido y se trata de especies que se quiere conservar.
- (f) *Selección de especies* - En ausencia de disposiciones distritales o municipales, respecto a las especies adecuadas al clima y al tipo de suelos de la localidad, se deben evitar aquellas especies sobre las que históricamente se tenga evidencia acerca de su comportamiento nocivo.



APENDICE H-1 PROCEDIMIENTO ALTERNO PARA LA DEFINICION DE LOS EFECTOS LOCALES

H-1.0 - NOMENCLATURA

- A_s = coeficiente que representa la aceleración pico efectiva, para diseño, dado en A.2.2.
- d_c = es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.
- d_i = espesor del estrato i , localizado dentro de los 30 m superiores del perfil
- d_s = es la suma de los espesores de los m estratos de suelos no cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.
- F_s = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio, adimensional.
- F_v = coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debida a los efectos de sitio, adimensional.
- g = aceleración debida a la gravedad (9.8 m/s^2).
- I = coeficiente de importancia definido en A.2.5 2.
- IP = índice de plasticidad, el cual se obtiene cumpliendo la norma ASTM D4318
- N_1 = número de golpes por pie obtenido en el ensayo de penetración estandar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D1586, sin hacerle corrección alguna. El valor de N_1 usado para obtener el valor medio, no debe exceder 100
- R_0 = coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural. Véase el Capítulo A.3.
- R = coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura y en planta ($R = \phi_a \phi_p R_0$). Véase el Capítulo A.3.
- R_C = coeficiente de capacidad de disipación de energía definido para la zona de períodos cortos menores de T_C en función del valor de R . Definido en la ecuación H-1-8
- s_{ui} = es la resistencia al corte no drenado en kPa (kgf/cm^2) del estrato i , la cual no debe exceder 250 kPa (2.5 kgf/cm^2) para realizar el promedio ponderado. Esta resistencia se mide cumpliendo la norma NTC 1527 (ASTM D 2166) o la norma NTC 2041 (ASTM D2850)
- T_C = período de vibración al cual inicia la zona de velocidades constantes del espectro de aceleraciones, en s.
- T_L = período de vibración al cual termina la zona de velocidades constantes del espectro de aceleraciones, en s.
- T_0 = período de vibración al cual inicia la zona de aceleraciones constantes del espectro de aceleraciones, en s.
- v_{si} = velocidad de la onda de cortante del suelo del estrato i , en m/s
- w = contenido de humedad en porcentaje, el cual se determina por medio de la norma NTC 1495 (ASTM D2216)

H-1.1 - GENERAL

H-1.1.1 - Los requisitos presentados en este Apéndice pueden utilizarse para tener en cuenta los efectos de amplificación de la onda sísmica. Aunque los presentes requisitos no son de obligatorio cumplimiento, su uso se permite dentro de las limitaciones que da el Capítulo A.2. Estos requisitos están fundamentados en numerosos registros acelerográficos obtenidos en diferentes tipos de perfil de suelo y conducen a resultados más representativos que los que se obtienen por medio de los procedimientos aproximados prescritos en la sección A.2.4 del Reglamento. Estas recomendaciones dan coeficientes de amplificación para la zona de períodos cortos del espectro, además de las recomendaciones para períodos largos. El espectro en roca está definido en función del parámetro, A_s .

H-1.2 - METODOLOGIA

H-1.2.1 - GENERAL - El procedimiento prescribe dos factores de amplificación del espectro por efectos de sitio, F_s y F_v , los cuales afectan la zona del espectro de períodos cortos y períodos largos, respectivamente. En principio la metodología es aplicable a períodos de vibración que estén dentro del rango de 0.2 a 3.0 s

H-1.2.2 - TIPOS DE PERFIL DE SUELO - El método define los cinco tipos de perfil de suelo presentados en la Tabla H-1-1. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil. Aquellos perfiles que tengan estratos claramente diferenciables deben subdividirse, asignándoles un subíndice *i* que va desde 1 en la superficie, hasta *n* en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil.

H-1.2.3 - ESPECTRO DE DISEÑO - El método utiliza un espectro diferente al presentado en el Capítulo A.2 del Reglamento. Su utilización se define de la siguiente manera:

H-1.2.3.1 – Forma del espectro de aceleraciones - Cuando se utilicen los presentes requisitos la forma del espectro elástico de aceleraciones, S_a , para un coeficiente de amortiguamiento crítico de cinco por ciento (5%), que se debe utilizar en el diseño, se da en la figura H-1-1 y se define a continuación:

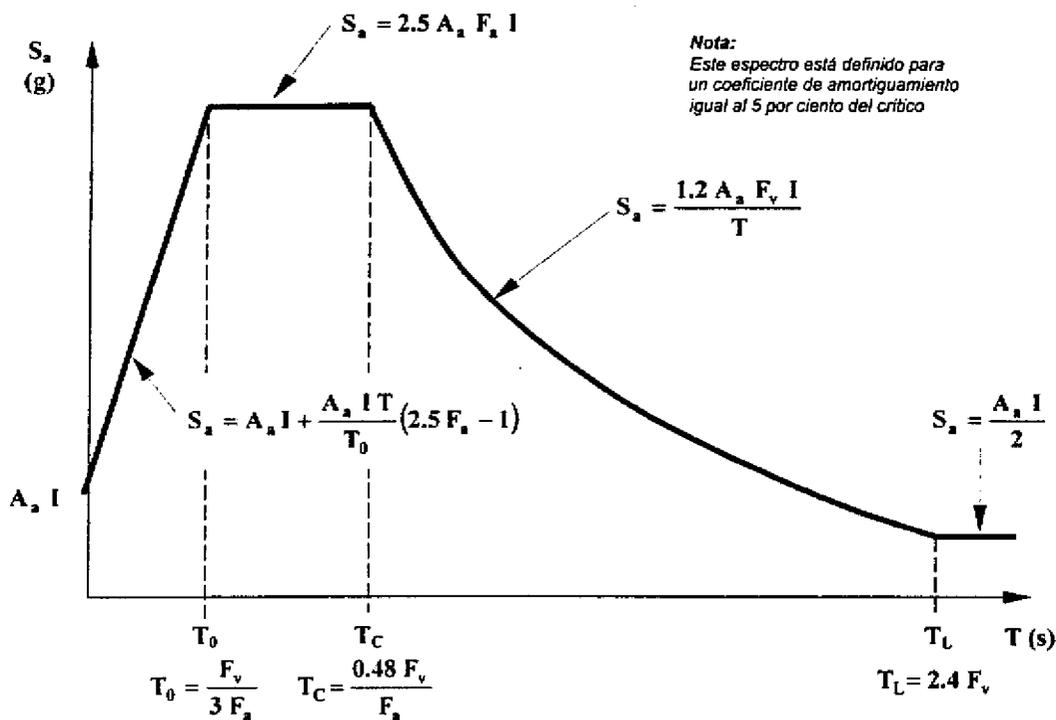


Figura H-1-1 - Espectro Elástico de Diseño

$$S_a = \frac{1.2 A_a F_v I}{T} \quad (H-1-1)$$

Para periodos de vibración menores de T_c , calculado de acuerdo con la ecuación H-1-2, el valor de S_a puede limitarse al obtenido de la ecuación H-1-3.

$$T_c = \frac{0.48 F_v}{F_a} \quad (H-1-2)$$

y

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad (H-1-3)$$

Para periodos de vibración mayores que T_L , calculados de acuerdo con la ecuación H-1-4, el valor de S_a no puede ser menor que el dado por la ecuación H-1-5.

y

$$T_L = 2.4 F_v \quad (H-1-4)$$

$$S_a = \frac{A_s I}{2} \quad (\text{H-1-5})$$

Para períodos de vibración menores de T_0 , calculado de acuerdo con la ecuación H-1-6, el espectro de diseño puede obtenerse de la ecuación H-1-7.

$$T_0 = \frac{F_v}{3 F_s} \quad (\text{H-1-6})$$

y

$$S_a = A_s I + \frac{A_s I T}{T_0} (2.5 F_s - 1) \quad (\text{H-1-7})$$

H-1.2.3.2 – Empleo del coeficiente de disipación de energía, R_C – El coeficiente de disipación de energía, R_C , a emplear cuando se utiliza el presente espectro tiene un valor variable en la zona de períodos cortos, iniciando en el valor prescrito en el Capítulo A.3, R ($R = \phi_s \phi_p R_0$), para un período igual a T_C y tendiendo a la unidad cuando el período tiende a cero, como muestra la Figura H-1-2. El valor de R_C está descrito por la ecuación H-1-8:

$$R_C = (R - 1) \frac{T}{T_C} + 1 \leq R \quad (\text{H-1-8})$$

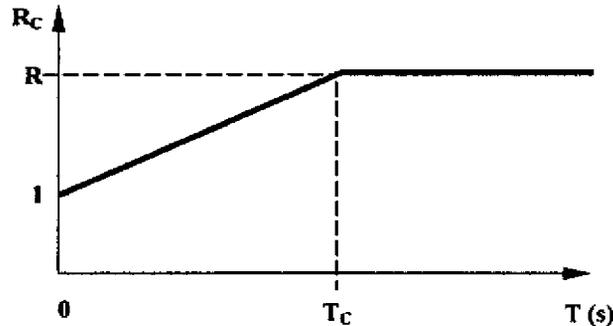


Figura H-1-2 – Variación del coeficiente de disipación de energía R

H-1.3 - PARAMETROS EMPLEADOS EN LA DEFINICION DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

H-1.3.1 - GENERAL - A continuación se definen los parámetros que se utilizan para definir el tipo de perfil de suelo en los 30 m superiores del mismo. Estos parámetros son la velocidad media de la onda de cortante, \bar{v}_s , en m/s, el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, \bar{N} , en golpes/pie, o cuando se trate de estratos de suelos no cohesivos; el número medio de golpes del ensayo de penetración estándar, \bar{N}_{ch} , en golpes/pie, la resistencia media al corte obtenida del ensayo no drenado en los estratos de suelos cohesivos, \bar{s}_u , en kPa. Además se emplean el Índice de Plasticidad (IP), y el contenido de humedad en porcentaje, w .

H-1.3.2 - VELOCIDAD MEDIA DE LA ONDA DE CORTANTE - La velocidad media de la onda de cortante se obtiene por medio de

$$\bar{v}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{v_{si}}} \quad (\text{H-1-9})$$

donde:

- v_{si} = velocidad de la onda de cortante del suelo del estrato i , en m/s
- d_i = espesor del estrato i , localizado dentro de los 30 m superiores del perfil

$$\sum_{i=1}^n d_i = 30 \text{ m siempre}$$

H-1.3.3 - NUMERO MEDIO DE GOLPES DEL ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR - El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar se obtiene por medio de los dos procedimientos dados a continuación:

H-1.3.3.1 - Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo - El número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en cualquier perfil de suelo se obtiene por medio de:

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \frac{d_i}{N_i}} \quad (\text{H-1-10})$$

donde:

N_i = número de golpes por pie obtenidos en el ensayo de penetración estándar, realizado in situ de acuerdo con la norma ASTM D1586, sin hacerle corrección alguna, correspondiente al estrato i . El valor de N_i a emplear para obtener el valor medio, no debe exceder 100.

H-1.3.3.2 - Número medio de golpes del ensayo de penetración estándar en perfiles que contengan suelos no cohesivos - En los estratos de suelos no cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil debe emplearse, la siguiente relación, la cual se aplica únicamente a los m estratos de suelos no cohesivos:

$$\bar{N}_{ch} = \frac{d_s}{\sum_{i=1}^m \frac{d_i}{N_i}} \quad (\text{H-1-11})$$

donde:

d_s = es la suma de los espesores de los m estratos de suelos no cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

H-1.3.4 - RESISTENCIA MEDIA AL CORTE - Para la resistencia al corte obtenida del ensayo no drenado en los estratos de suelos cohesivos localizados en los 30 m superiores del perfil debe emplearse, la siguiente relación, la cual se aplica únicamente a los k estratos de suelos cohesivos:

$$\bar{s}_u = \frac{d_c}{\sum_{i=1}^k \frac{d_i}{s_{ui}}} \quad (\text{H-1-12})$$

donde:

d_c = es la suma de los espesores de los k estratos de suelos cohesivos localizados dentro de los 30 m superiores del perfil.

s_{ui} = es la resistencia al corte no drenado en kPa (kgf/cm^2) del estrato i , la cual no debe exceder 250 kPa (2.5 kgf/cm^2) para realizar el promedio ponderado. Esta resistencia se mide cumpliendo la norma NTC 1527 (ASTM D 2166) o la norma NTC 2041 (ASTM D2850).

H-1.3.5 - INDICE DE PLASTICIDAD - En la clasificación de la los estratos de arcilla se emplea el Índice de Plasticidad (IP), el cual se obtienen cumpliendo la norma ASTM D4318.

H-1.3.6 - CONTENIDO DE HUMEDAD - En la clasificación de la los estratos de arcilla se emplea el contenido de humedad en porcentaje, w , el cual se determina por medio de la norma NTC 1495 (ASTM D2216).

H-1.4 - DEFINICION DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

H-1.4.1 - GENERAL - El procedimiento que se emplea para definir el tipo de perfil de suelo se basa en los valores de los parámetros del suelo medidos en el sitio que se describieron en la Sección H-1.3. La clasificación se da en la Tabla H-1.1.

Tabla H-1-1
Clasificación de los perfiles de suelo

Tipo de perfil	Descripción	Definición
A	Perfil de roca competente	$\bar{v}_s > 1500$ m/s
B	Perfil de roca de cualquier espesor	1500 m/s $> \bar{v}_s > 760$ m/s
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda, de cualquier espesor que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	760 m/s $> \bar{v}_s > 360$ m/s
	perfiles de suelos muy densos o roca blanda, de cualquier espesor que cumpla con cualquiera de los dos criterios	$\bar{N} > 50$, o $\bar{s}_u > 100$ kPa (≈ 1 kgf/cm ²)
D	Perfiles de suelos rígidos de cualquier espesor que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	360 m/s $> \bar{v}_s > 180$ m/s
	perfiles de suelos rígidos de cualquier espesor que cumpla cualquiera de las dos condiciones	$50 > \bar{N} > 15$, o 100 kPa (≈ 1 kgf/cm ²) $> \bar{s}_u > 50$ kPa (≈ 0.5 kgf/cm ²)
E	Perfil de cualquier espesor que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	180 m/s $> \bar{v}_s$
	perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas	IP > 20 w $\geq 40\%$ 25 kPa (≈ 0.25 kgf/cm ²) $> \bar{s}_u$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contemplan las siguientes subclases. F ₁ - Suelos vulnerables a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como, suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc. F ₂ - Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H > 3 m para turba o arcillas orgánicas y muy orgánicas). F ₃ - Arcillas de muy alta plasticidad (H > 7.5 m con Índice de Plasticidad IP > 75) F ₄ - Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H > 36 m)	

H-1.4.2 - PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACION - El procedimiento para definir el perfil es el siguiente:

H-1.4.2.1 - Paso 1 - Deben primero verificarse las categorías de perfil de suelo tipo F. Si el suelo cae dentro de la clasificación de perfil de suelo tipo F, debe realizarse un estudio de clasificación en el sitio, por parte de un ingeniero geotecnista.

H-1.4.2.2 - Paso 2 - Debe verificarse la existencia de un espesor total de estratos de arcilla blanda. La arcilla blanda se define como aquella que tiene una resistencia al corte no drenado menor de 25 kPa (0.25 kgf/cm²), un contenido de humedad, w, mayor del 40%, y un índice de plasticidad, IP, mayor de 20. Si hay un espesor total de 3 m o más de estratos de arcilla que cumplan estas condiciones el perfil se clasifica como tipo E.

H-1.4.2.3 - Paso 3 - Utilizando uno de los tres criterios: \bar{v}_s , \bar{N} , o \bar{s}_u , se clasifica el perfil. En caso de que se utilice el criterio basado en \bar{s}_u y el criterio \bar{N}_{ch} indica otro perfil, en ese caso se debe utilizar el perfil de suelos más blandos, por ejemplo asignando un perfil tipo E en vez de tipo D. En la Tabla H-1-2 se resumen los tres criterios para clasificar perfil de suelos tipo C, D o E. Los tres criterios se aplican así:

- (a) \bar{v}_s en los 30 m superiores del perfil,
- (b) \bar{N} en los 30 m superiores del perfil, o

- (c) \bar{N}_{ch} para los estratos de suelos existentes en los 30 m superiores que se clasifican como no cohesivos cuando $IP < 20$, o el promedio ponderado \bar{s}_u en los estratos de suelos cohesivos existentes en los 30 m superiores del perfil, que tienen $IP > 20$.

H-1.4.2.4 – Velocidad de la onda de cortante en roca – La roca competente del perfil tipo A, debe definirse por medio de mediciones de velocidad de la onda de cortante en el sitio, o en perfiles de la misma formación donde haya meteorización y fracturación similares. En aquellos casos en que sabe que las condiciones de la roca son continuas hasta una profundidad de 30 m, la velocidad de onda de cortante superficial puede emplearse para definir \bar{v}_s . La velocidad de la onda de cortante en roca, para el perfil Tipo B, debe medirse en el sitio o estimarse, por parte del ingeniero geotecnista para roca competente con meteorización y fracturación moderada. Para las rocas más blandas, o muy meteorizadas o fracturadas, deben medirse en el sitio la velocidad de la onda de cortante, o bien clasificarse como perfil tipo C. Los perfiles donde existan más de 3 m de suelo entre la superficie de la roca y la parte inferior de la fundación, no pueden clasificarse como perfiles tipo A o B.

Tabla H-1-2
Criterios para clasificar suelos dentro de los perfiles de suelo tipos C, D o E

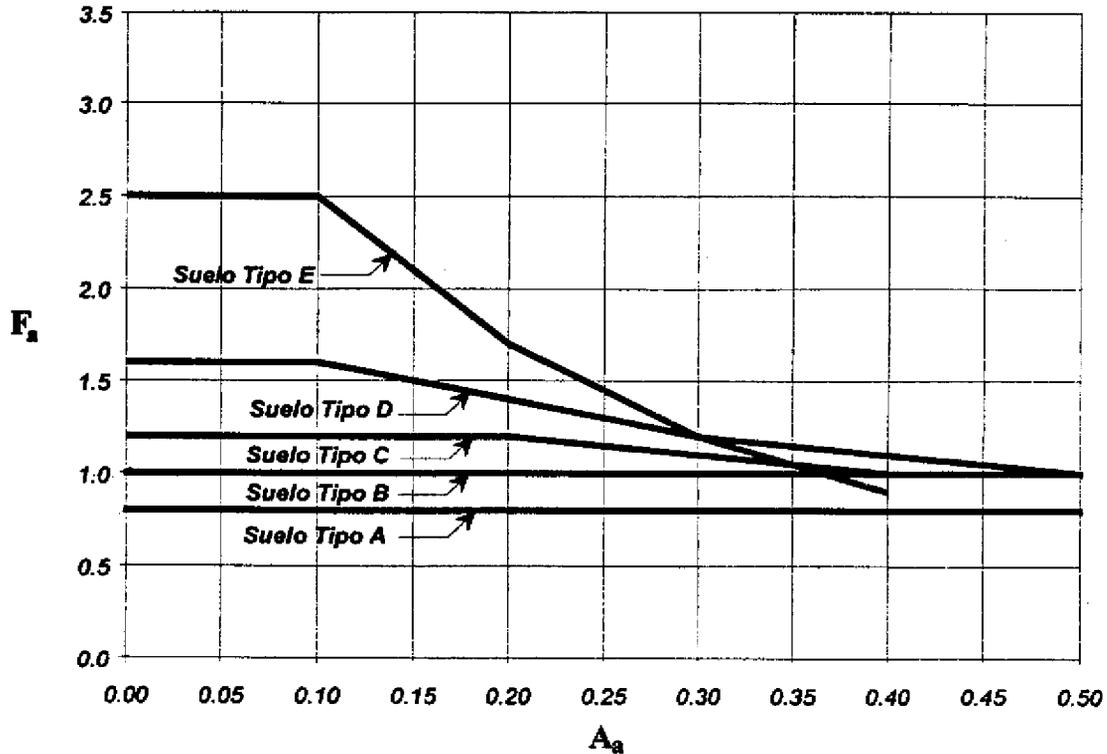
Tipo de perfil	\bar{v}_s	\bar{N} o \bar{N}_{ch}	\bar{s}_u
C	entre 360 y 760 m/s	mayor que 50	mayor que 100 kPa ($\approx 1 \text{ kgf/cm}^2$)
D	entre 180 y 360 m/s	entre 15 y 50	entre 100 y 50 kPa (0.5 a 1 kgf/cm^2)
E	menor de 180 m/s	menor de 15	menor de 50 kPa ($\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2$)

En la Tabla H-1-3 se dan los valores del coeficiente F_a que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de periodos cortos del orden de T_0 , como muestra la Figura H-1-3. Se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla H-1-3
Valores del coeficiente F_a , para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_s \leq 0.1$	$A_s = 0.2$	$A_s = 0.3$	$A_s = 0.4$	$A_s \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.1
E	2.5	1.7	1.2	0.9	nota
F	nota	nota	nota	nota	nota

nota: debe realizarse una investigación geotécnica para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.



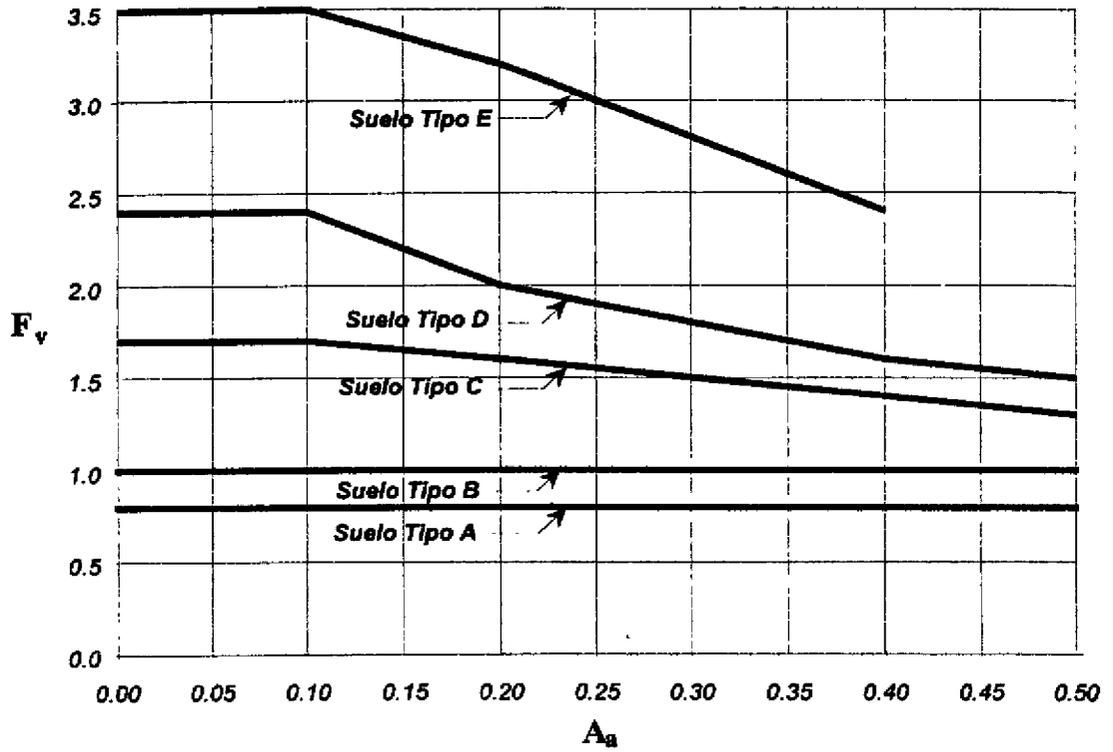
Coefficiente de amplificación F_a del suelo para la zona de períodos cortos del espectro
Figura H-1-3

En la Tabla H-1-4 se dan los valores de del coeficiente F_v que amplifica las ordenadas del espectro en roca para tener en cuenta los efectos de sitio en el rango de períodos intermedios del orden de 1 s. Estos coeficientes se presentan también en la Figura H-1-4. Se permite interpolar linealmente entre valores del mismo tipo de perfil.

Tabla H-1-4 - Valores del coeficiente F_v , para la zona de periodos largos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	nota
F	nota	nota	nota	nota	nota

nota: debe realizarse una investigación geotécnica para el lugar específico y debe llevarse a cabo un análisis de amplificación de onda.



Coefficiente de amplificación F_v del suelo para la zona de periodos intermedios del espectro
Figura H-1-4