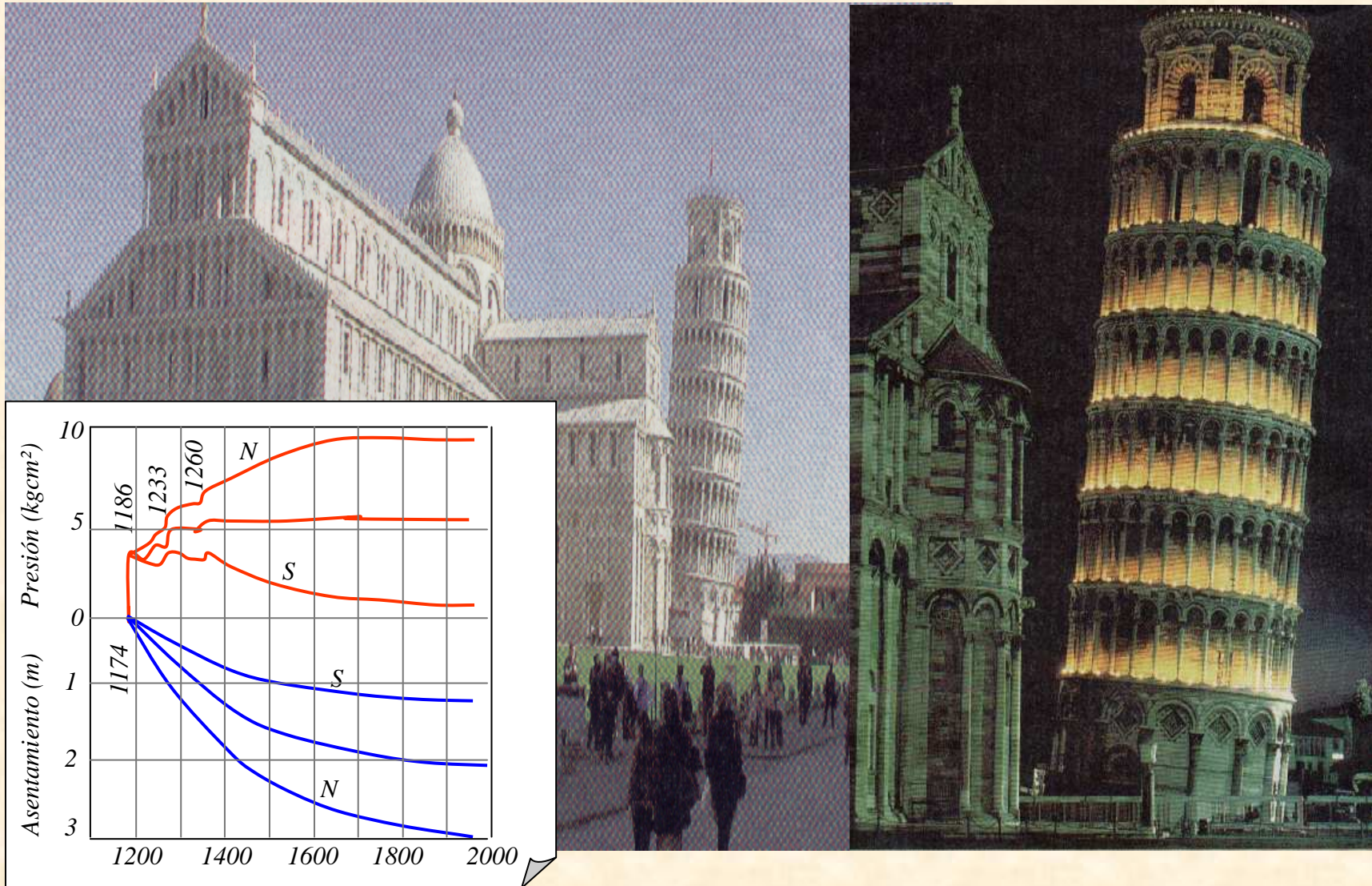




La Torre de Pissa – Problemas de asentamiento



Problemas Presentados por el Suelo



Problemas Presentados por el Suelo



Problemas Presentados por el Suelo



Problemas Presentados por el Suelo



Problemas Presentados por el Suelo



Problemas Presentados por el Suelo



















PRESENTACION

- El Laboratorio Geotecnico del CISMID se dedica a la investigacion del subsuelo y de su relacion con las estructuras ante sollicitaciones estàticas y dinàmicas

LINEAS DE INVESTIGACION

- * Anàlisis de Peligro Sismico
- * Microzonificaciòn Sismica Geotècnica
- * Licuaciòn de Arenas
- * Prospecciòn Geofísica
- * Cimentaciones Superficiales y Profundas
- * Estabilidad de Taludes y Muros de Contenciòn
- * Presas de Tierra
- * Depòsito de Relaves
- * Geotecnia Ambiental, Etc.

ENSAYOS EN MECANICA DE SUELOS

- EXPLORACION GEOTECNICA
- * Perforación por lavado
- * Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
- * Penetración Cónica (Cono Holàndes)
- * Penetración Dinàmica Ligera (DPL)
- * Densidad de Campo (Cono de Arena)
- * Ensayo de Carga Directa
- * Ensayo de Corte Directo



Prueba de Penetración Estándar SPT



Prueba de Penetración Estándar SPT



Prueba de Penetración Estándar SPT



Prueba de Penetración Estándar SPT



Procedimiento para muestreo del suelo



Muestreo con muestreador de media caña

Tablas

Compacidad Relativa de la Arena	
Golpes de SPT	Compacidad relativa
0 – 4	Muy suelta
5 – 10	Suelta
11 – 20	Firme
21 – 30	Muy firme
31 – 50	Densa
Mayor de 50	Muy densa

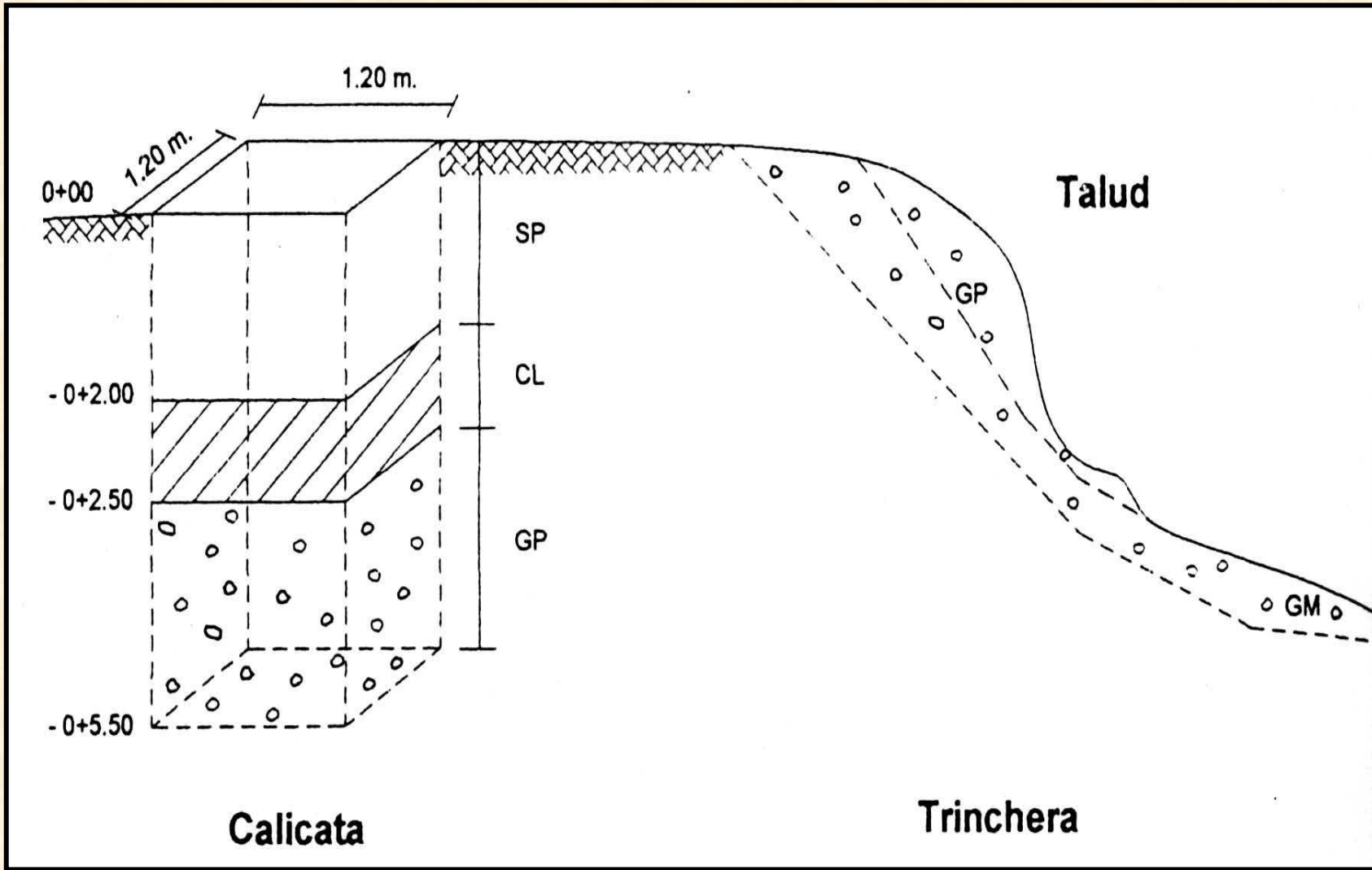
Resistencia de los Suelos Cohesivos		
Número de penetración estándar, N	Consistencia	Resistencia a Compresión No Confinada, q_u (KN/m ²)
0 - 2	Muy blanda	0 - 25
2 - 5	Blanda	25 - 50
5 - 10	Medio firme	50 - 100
10 - 20	Firme	100 - 200
20 - 30	Muy firme	200 - 400
< 30	Dura	>400

Pozos de Prueba (calicatas)





Pozos de Prueba (calicatas)



Ensayo de Carga o Placa



Ensayo de Carga o Placa



Ensayo de Carga Lateral



Ensayo de Corte Directo IN SITU



Ensayo de Corte Directo IN SITU



ENSAYOS GEOFISICOS

- * Ensayo de Refracción Sísmica
- * Ensayo Sísmico Downhole
- * Ensayo de Microtrepidaciones

**EXPLORACIÓN
GEOFÍSICA**



GRAVIMÉTRICO

MAGNETOMÉTRICO

SISMOLÓGICO

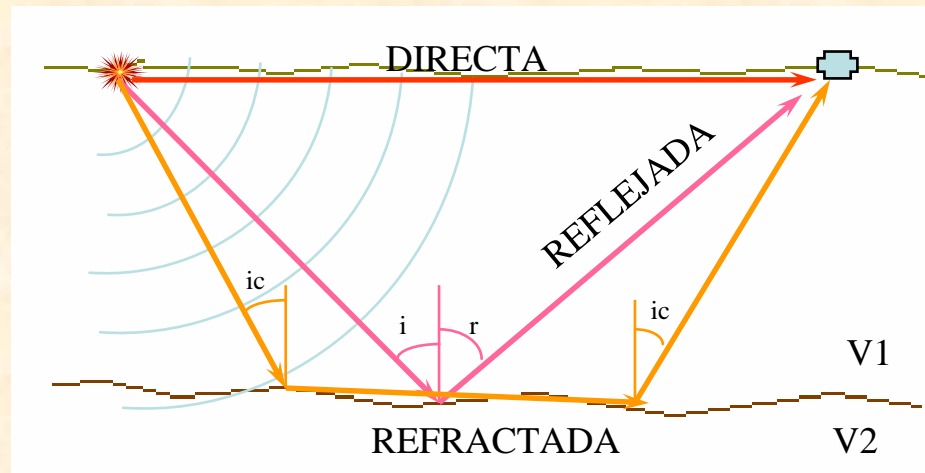
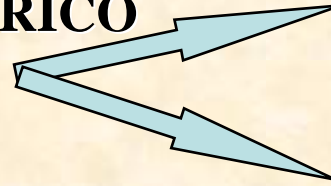
ELÉCTRICO

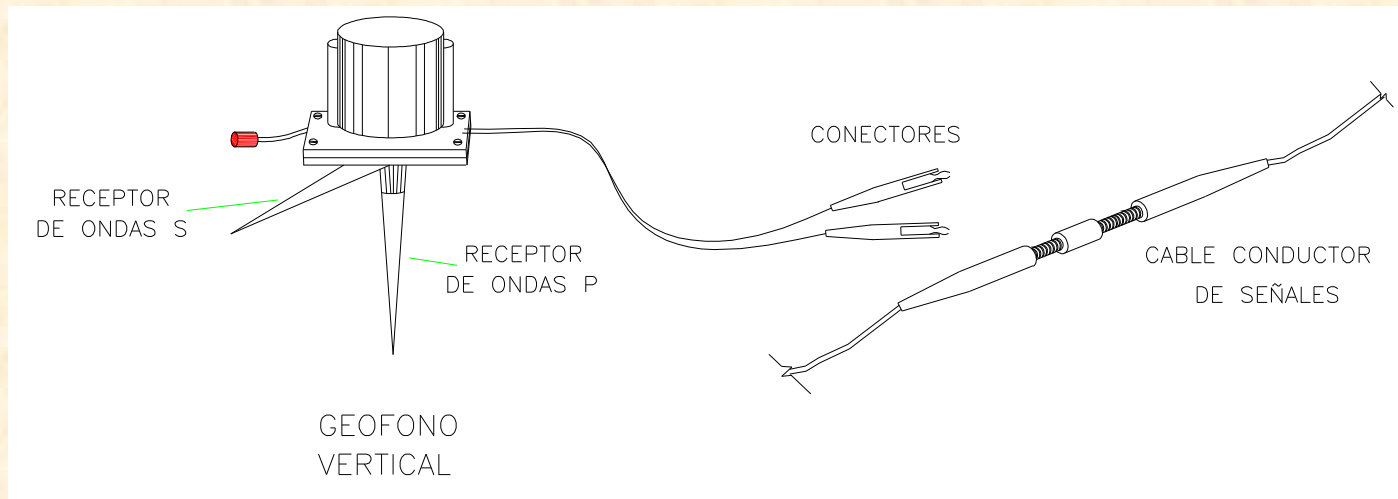
GEOTÉRMICO

RADIOACTIVO

**REFLEXIÓN
SÍSMICA**

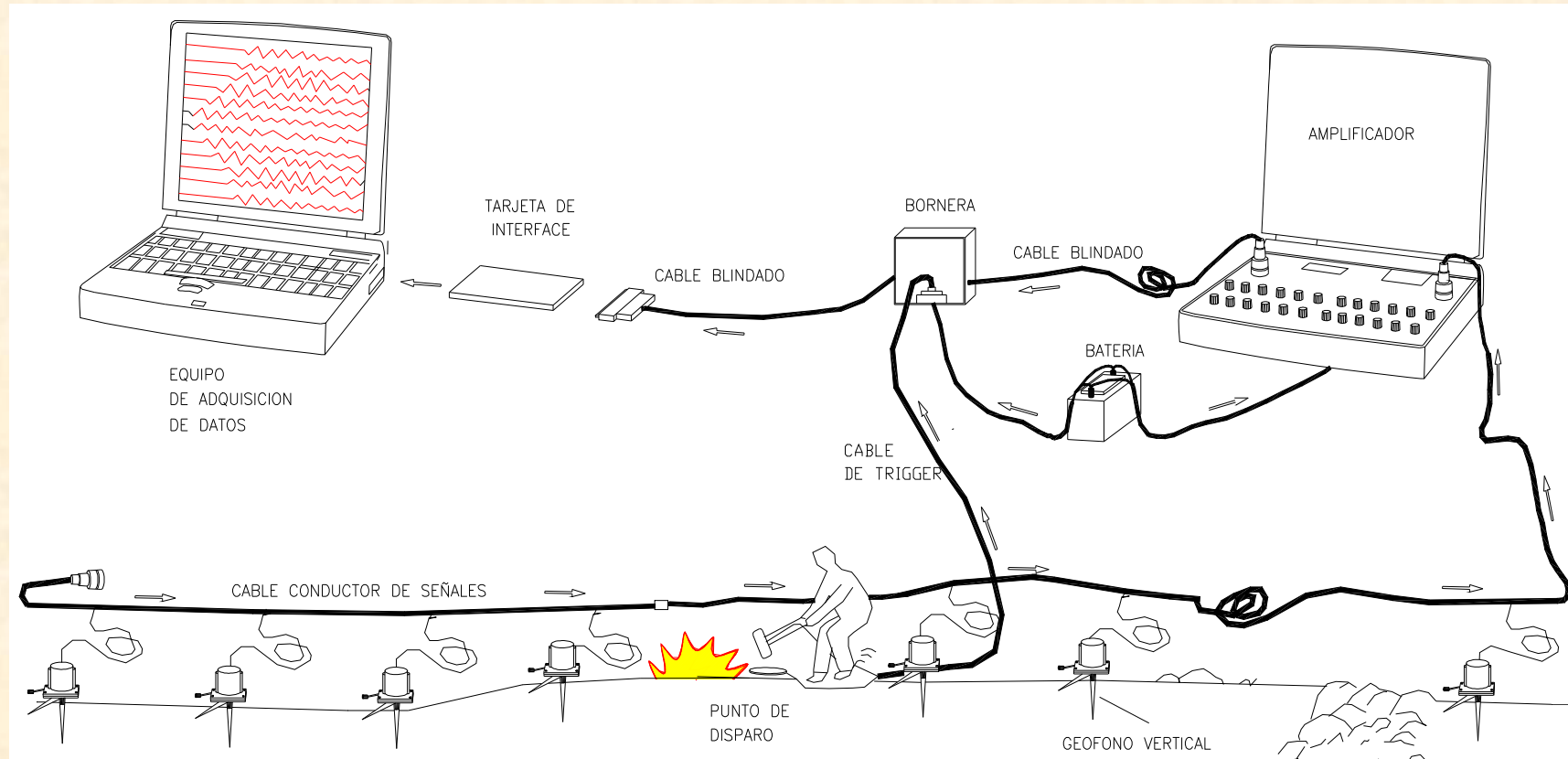
**REFRACCIÓN
SÍSMICA**





Geófono vertical y cable conductor de señales para realizar ensayos de refracción sísmica y ensayos en pozo abierto de poca profundidad

Ensayo de refracción sísmica







Unidad de Adquisición y Procesamiento de Datos (Ensamblado final)

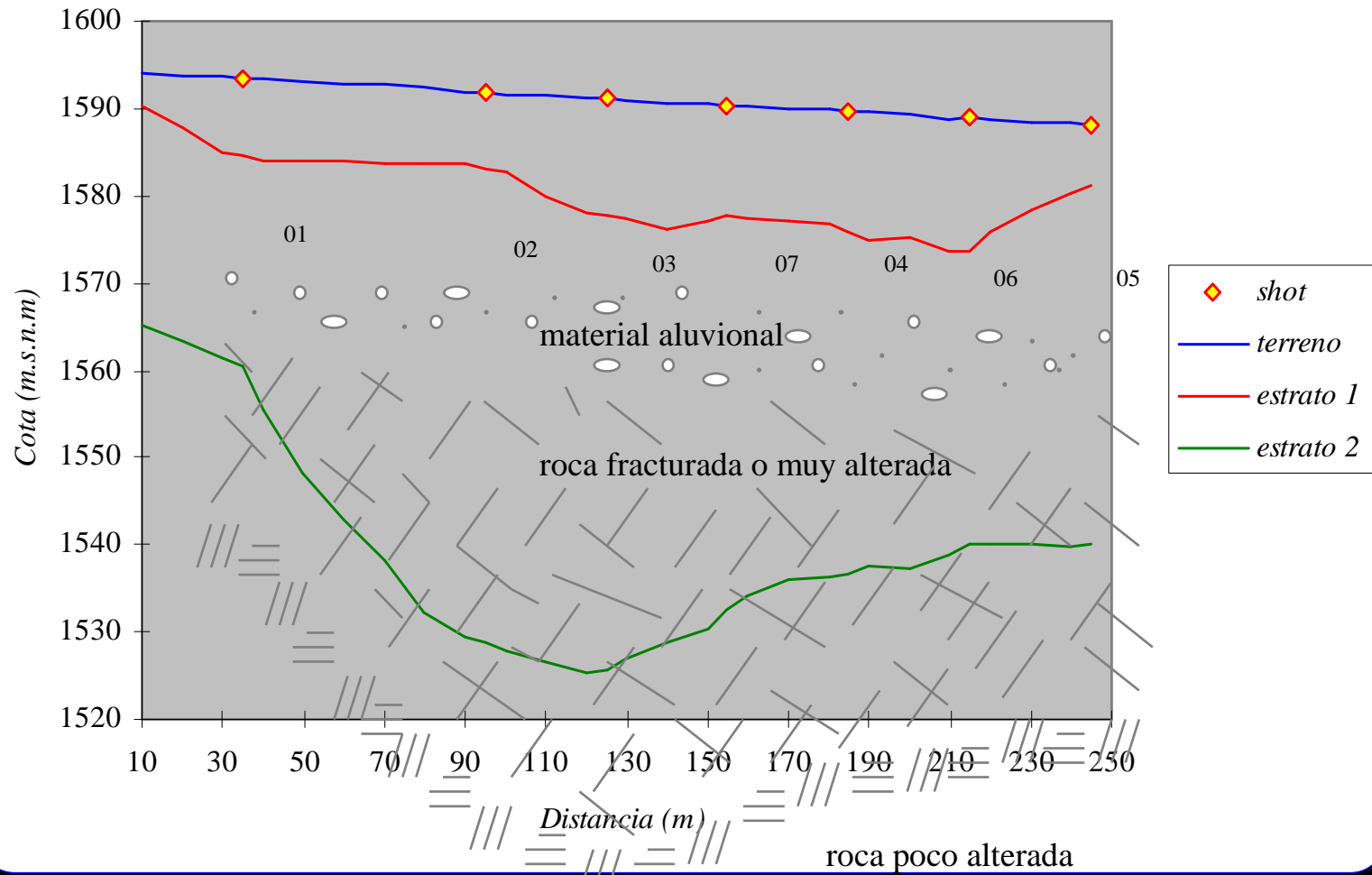


VALORES PROMEDIOS DE V_p SEGÚN LA NORMA ASTM-D5777

Descripción	Velocidad V_p	
	pie/s	m/s
Suelo intemperizado	800 a 2000	240 a 610
Grava o arena seca	1500 a 3000	460 a 915
Arena saturada	4000 a 6000	1220 a 1830
Arcilla saturada	3000 a 9000	910 a 2750
Agua	4700 a 5500	1430 a 1665
Agua de mar	4800 a 5000	1460 a 1525
Arenisca	6000 a 13000	1830 a 3960
Esquisto, arcilla esquistosa	9000 a 14000	2750 a 4270
Tiza	6000 a 13000	1830 a 3960
Caliza	7000 a 20000	2134 a 6100
Granito	15000 a 19000	4575 a 5800
Roca metamórfica	10000 a 23000	3050 a 7000

PERFIL ESTRATIGRAFICO

Puente Santo Cristo : Línea 01-01

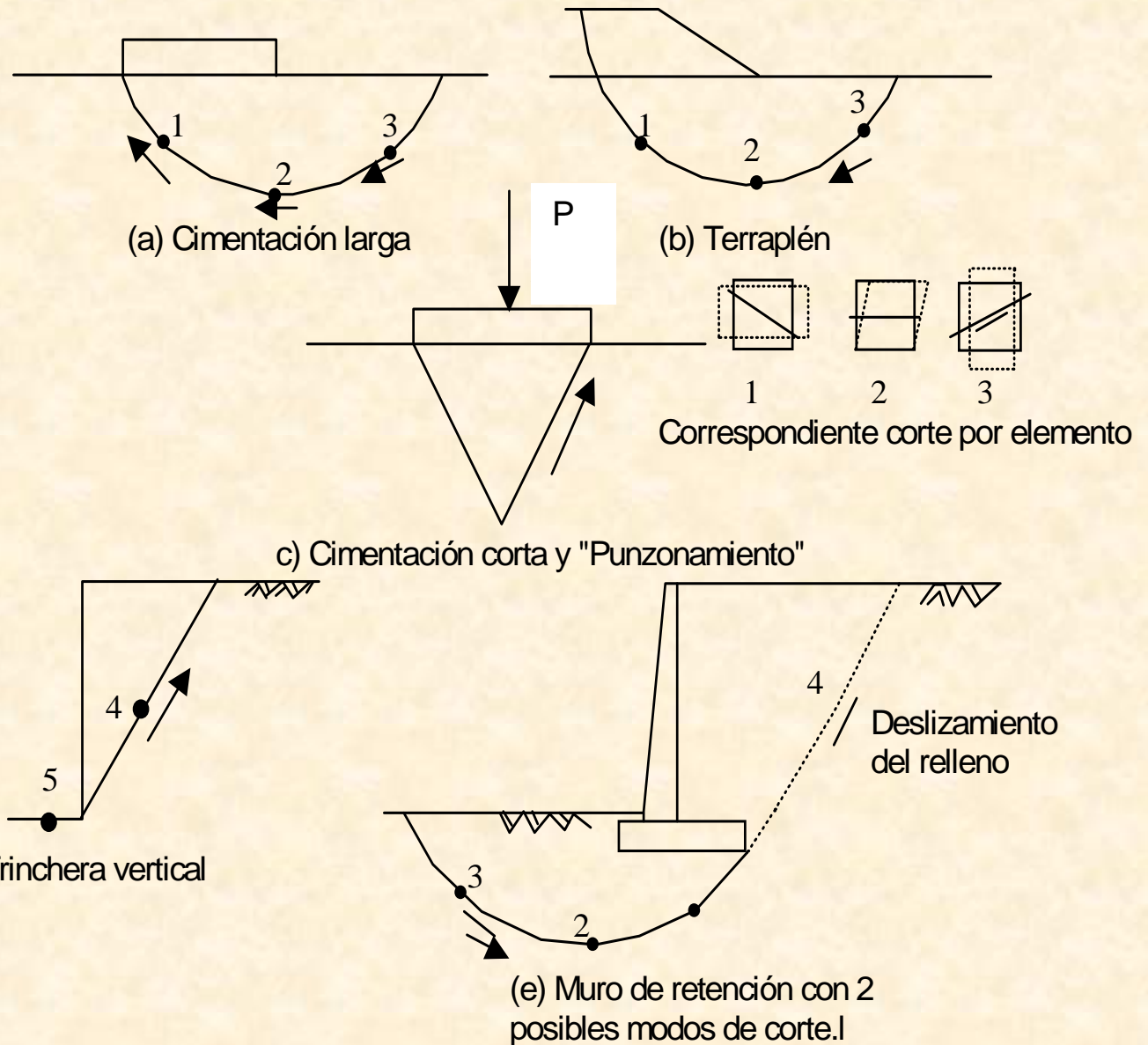


ENSAYOS DE LABORATORIO

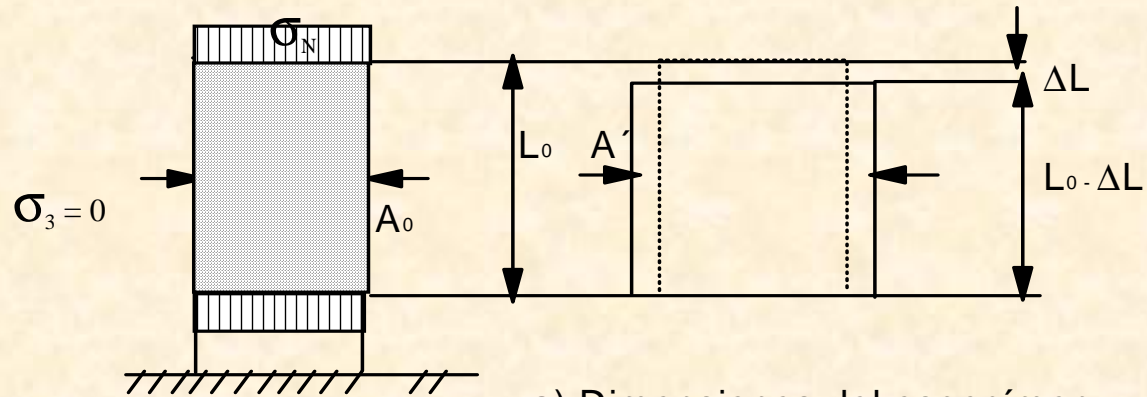
- * Caracterizaciones Físicas de los Suelos
- * Gravedad Específica
- * Densidad Máxima y mínima
- * Compactación Proctor Estándar y Modificado
- * Compactación CBR
- * Compresión No Confinado
- * Corte Directo
- * Consolidación Unidimensional
- * Compresión Triaxial Estático (UU, CU y CD)
- * Compresión Triaxial Cíclico
- * Permeabilidad
- * Dispersión (Pinhole, Doble Hidrómetro)

Resistencia al Esfuerzo de Corte

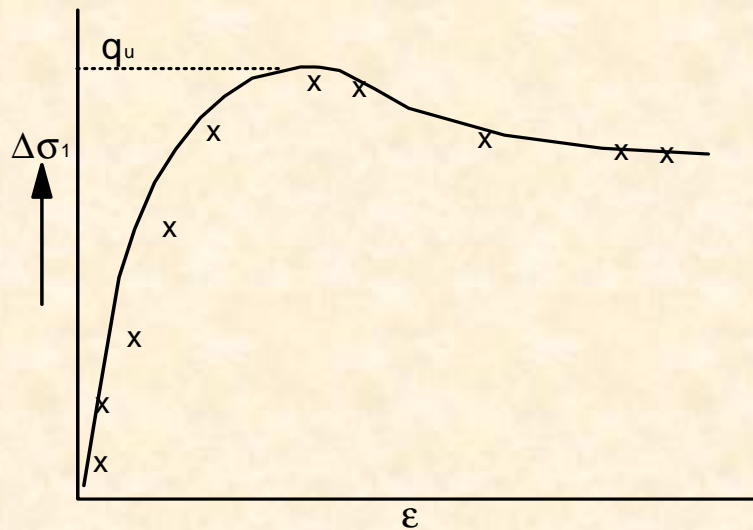
La resistencia al corte de un suelo determina factores tales como la estabilidad de un talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación y el empuje de un muro de contención



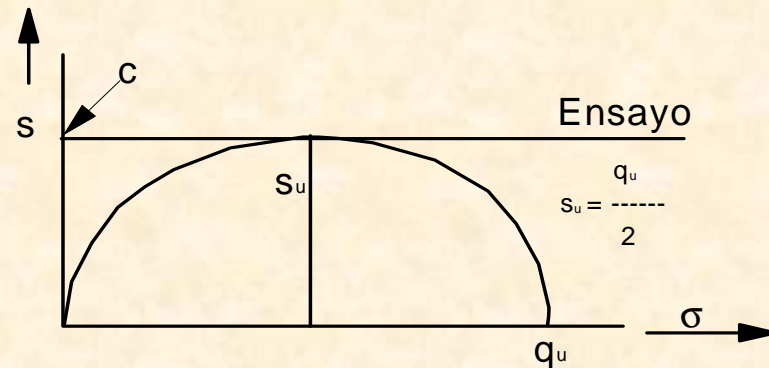
Compresión No Confinada



a) Dimensiones del espécimen antes y durante el ensayo



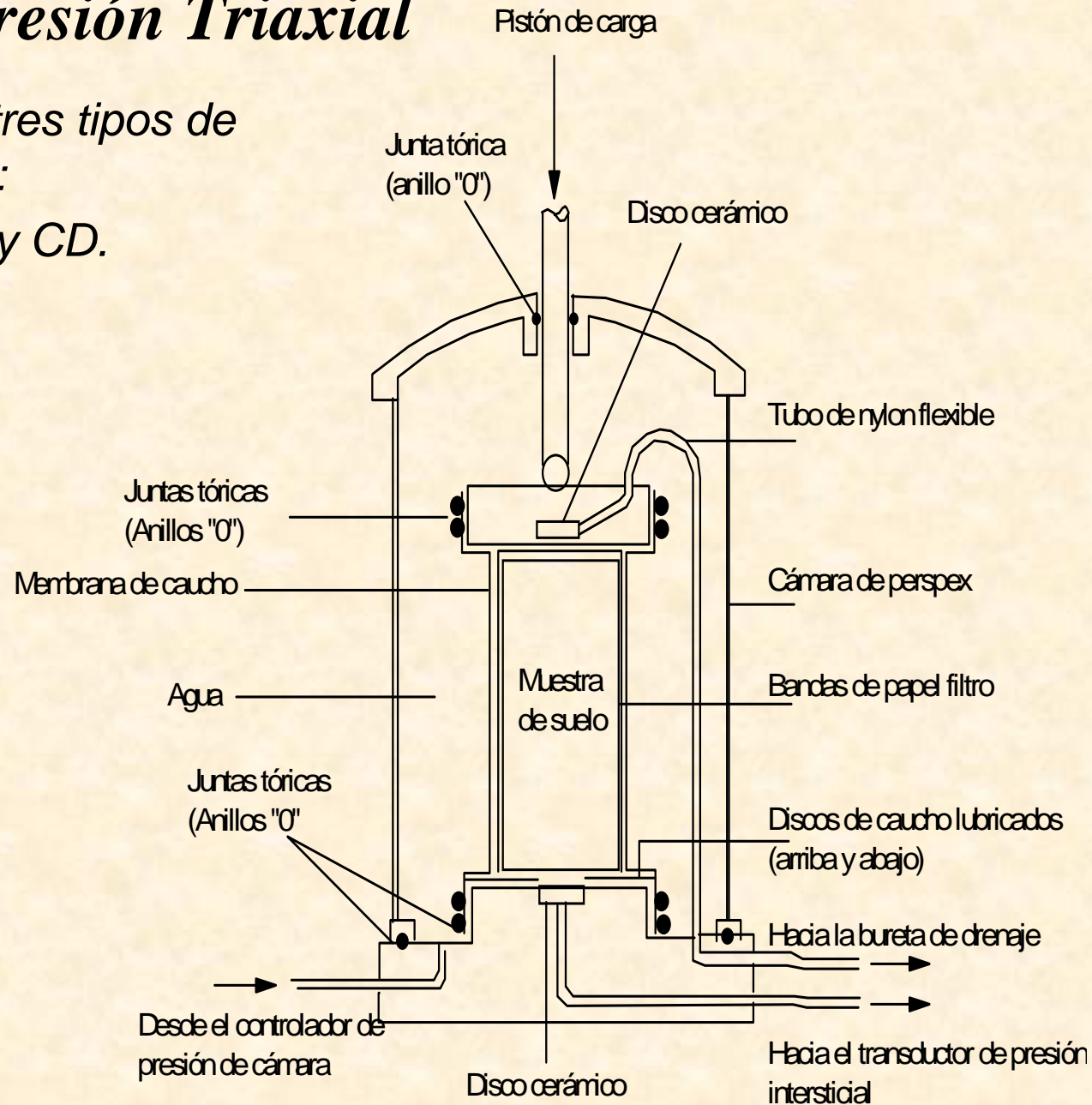
b) Gráfica de esfuerzo-deformación para obtener la resistencia a la compresión no confinada q_u



c) Círculo de Mohr para un ensayo de Compresión no Confinada.

Compresión Triaxial

Existen tres tipos de ensayos:
UU, CU y CD.





Equipo de Compresion Triaxial Estatico







I1

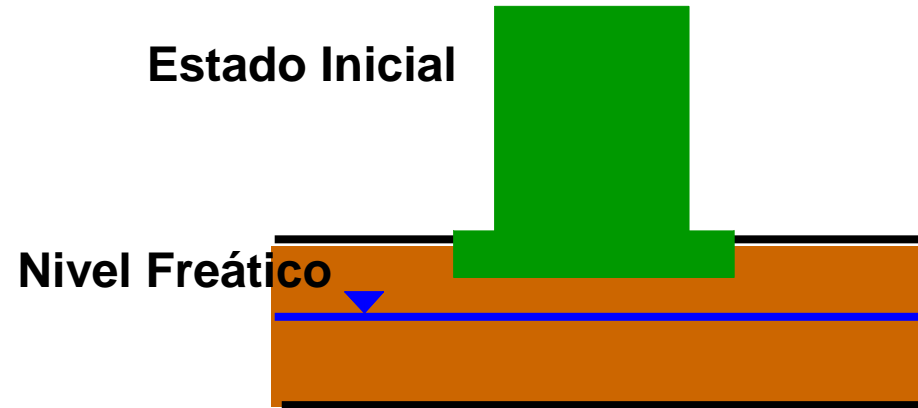


Diapositiva 52

I1

Ing_Luna, 15/03/2007

PÉRDIDA DE CAPACIDAD PORTANTE



Manifestaciones de la Licuación en Superficie





Licuación de Suelos en Chicla, Perú. Sismo de 1970



Licuación de Suelos en Chimbote, Perú. Sismo de 1970

Licuación de Suelos en Tahuishco, Moyobamba Sismo de 1990



Licuación de Suelos en Asungue, Moyobamba Sismo de 1990.



Licuación de Suelos en Bellapampa, Arequipa





**Licuación de Suelos en Kobe, Japón
Sismo de 1995**

FENÓMENO DE LICUACIÓN DE SUELOS

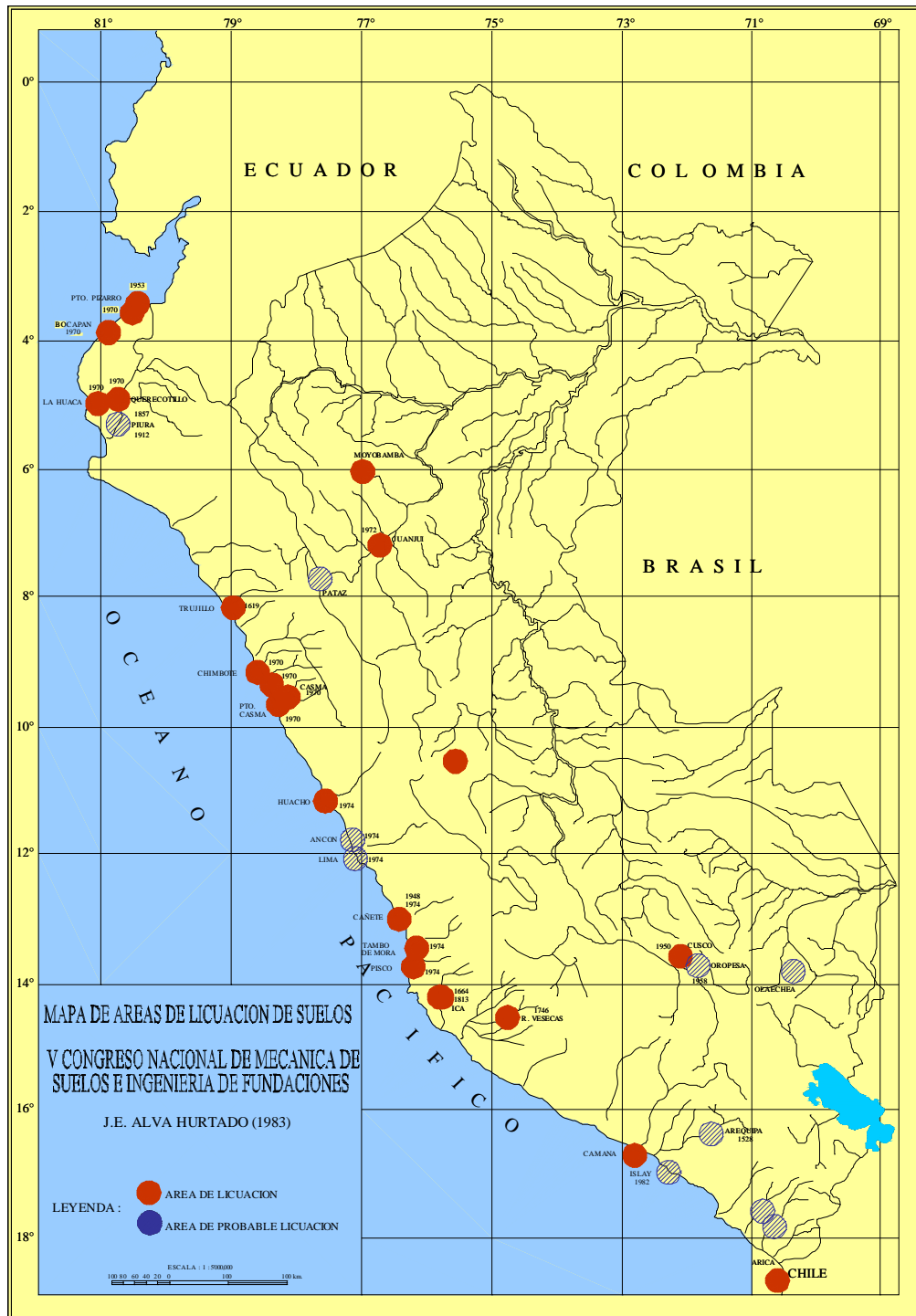




Licuación de Suelos en Niigata, Japón Sismo de 1964



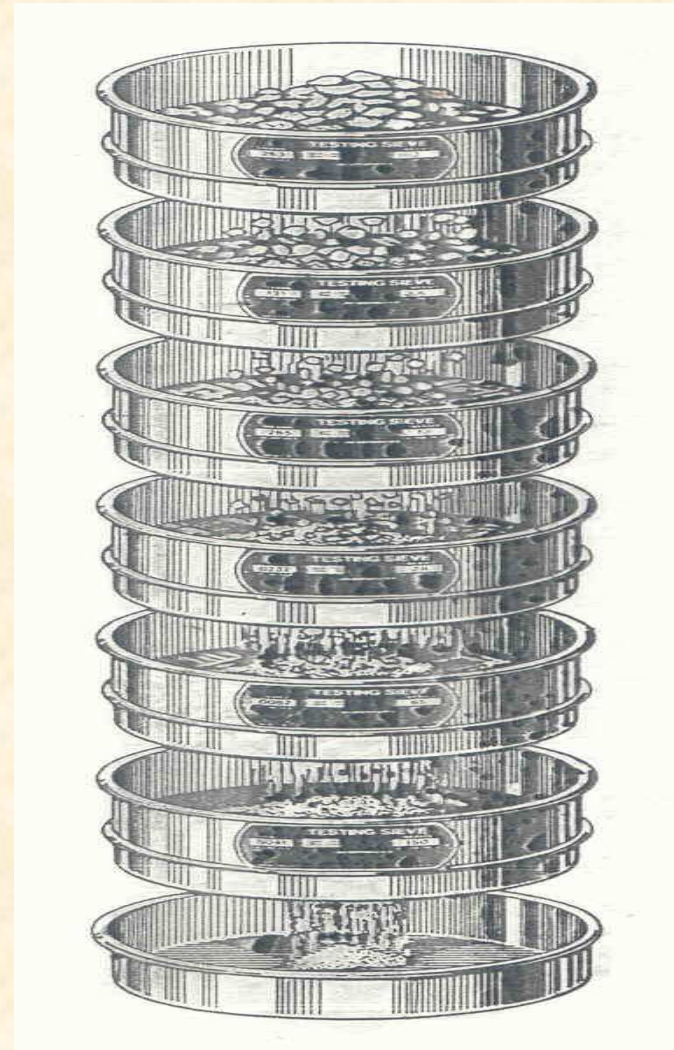
**LICUACIÓN DE SUELOS
NIIGATA JAPÓN**



Mapa de Distribución del fenómeno de Licuación en el Perú

Caracterizaciones Físicas de los Suelos

<i>Tamiz</i>	<i>Abertura (mm)</i>
3"	76.20
2"	50.80
1"	25.40
3/4"	19.05
1/2"	12.70
3/8"	9.53
1/4"	6.35
Nº 4	4.76
Nº 10	2.00
Nº 20	0.84
Nº 30	0.59
Nº 40	0.42
Nº 60	0.25
Nº 100	0.14
Nº 200	0.075



Corte Directo

Tipo de suelo	ϕ' (Grados)	
	Suelto	Denso
Limo	27-30	30-34
Arena limosa	27-33	30-35
Arena uniforme	28	34
Arena bien gradada	33	45
Grava arenosa	35	50

Propiedades Hidráulicas

Permeabilidad.-

La permeabilidad es la facilidad con la que un fluido pasa a través de un medio. Esta presencia de agua en la masa de suelo, es uno de los factores de mayor importancia que incide en las propiedades ingenieriles del suelo. La representación para un flujo promedio en condiciones de permeabilidad es expresado por la ley de Darcy:

$$v = k \times i \times t$$

Donde:

v = Cantidad de flujo por unidad total de sección transversal

*i = Pérdida de carga por unidad de longitud de filtro L
(Gradiente hidráulico).*

k = Coeficiente de permeabilidad (cm/seg.)

t = Tiempo (seg.)

En el laboratorio

a) Ensayo de permeabilidad a carga constante:

$$Q = A v t = A k i t$$

$$k = (Q L / A h t) \text{ cm/seg.}$$

$$i = h/L$$

Donde:

Q = descarga total de volumen en la unidad de tiempo (cm³).

A = área de la sección transversal de la muestra de suelo (cm²)

I = Gradiente Hidráulico.

b) Ensayo de permeabilidad a carga variable:

$$V = -(dh/dt)$$

El flujo hacia la muestra desde la columna h es: q entrada = - a (dL/dt)

y el flujo a través y hacia fuera de la muestra es: q salida = A V = A k i

por la ley de continuidad: q entrada = q salida - a (dL/dt (A K h/L)

de donde integrando, tenemos: k = (a L/A t) Ln (h1/h2) (cm/seg)

En el laboratorio

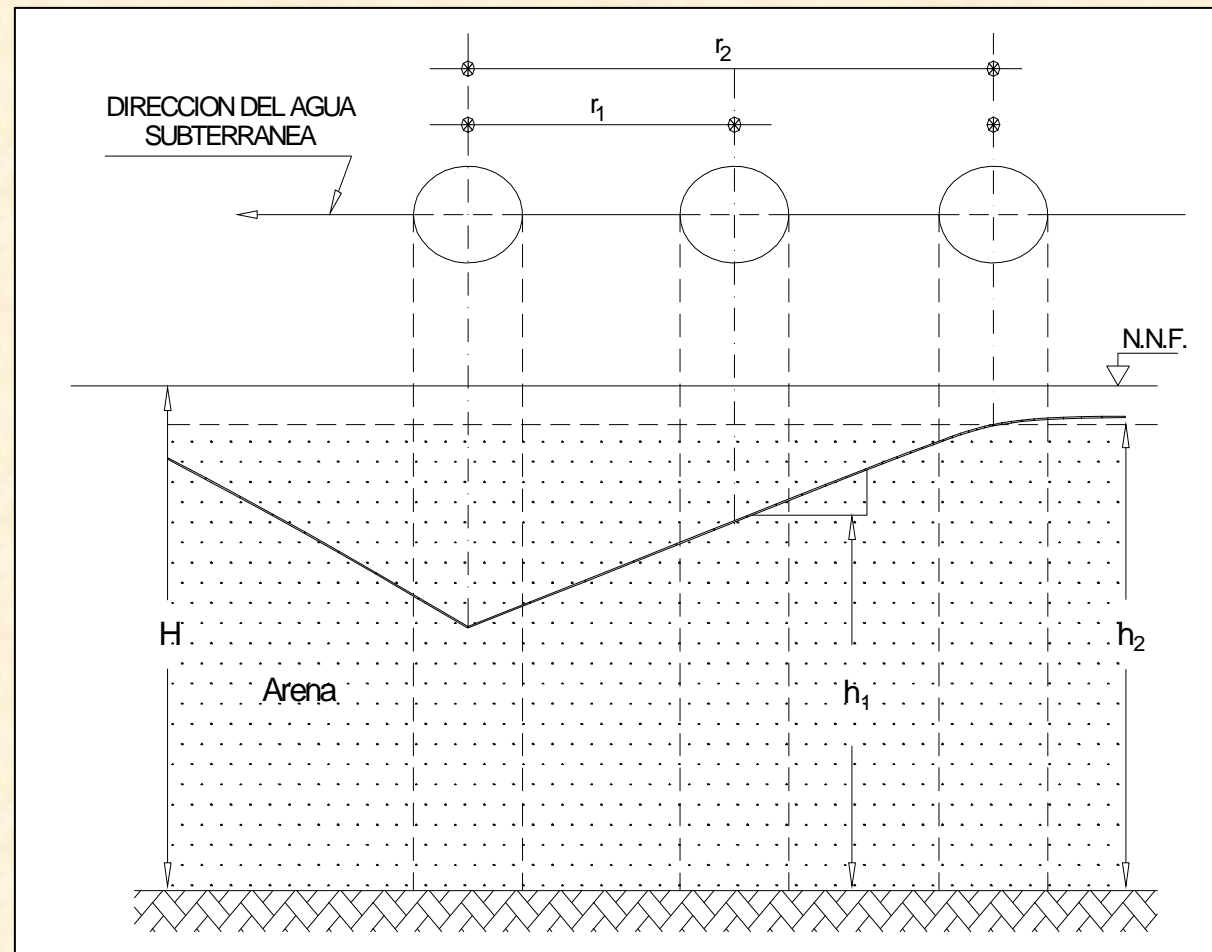


En el campo

La mejor manera de evaluar la permeabilidad de un depósito de material granular situado debajo del nivel freático es llevando a cabo una prueba de permeabilidad “in situ”.

Prueba de bombeo permanente:

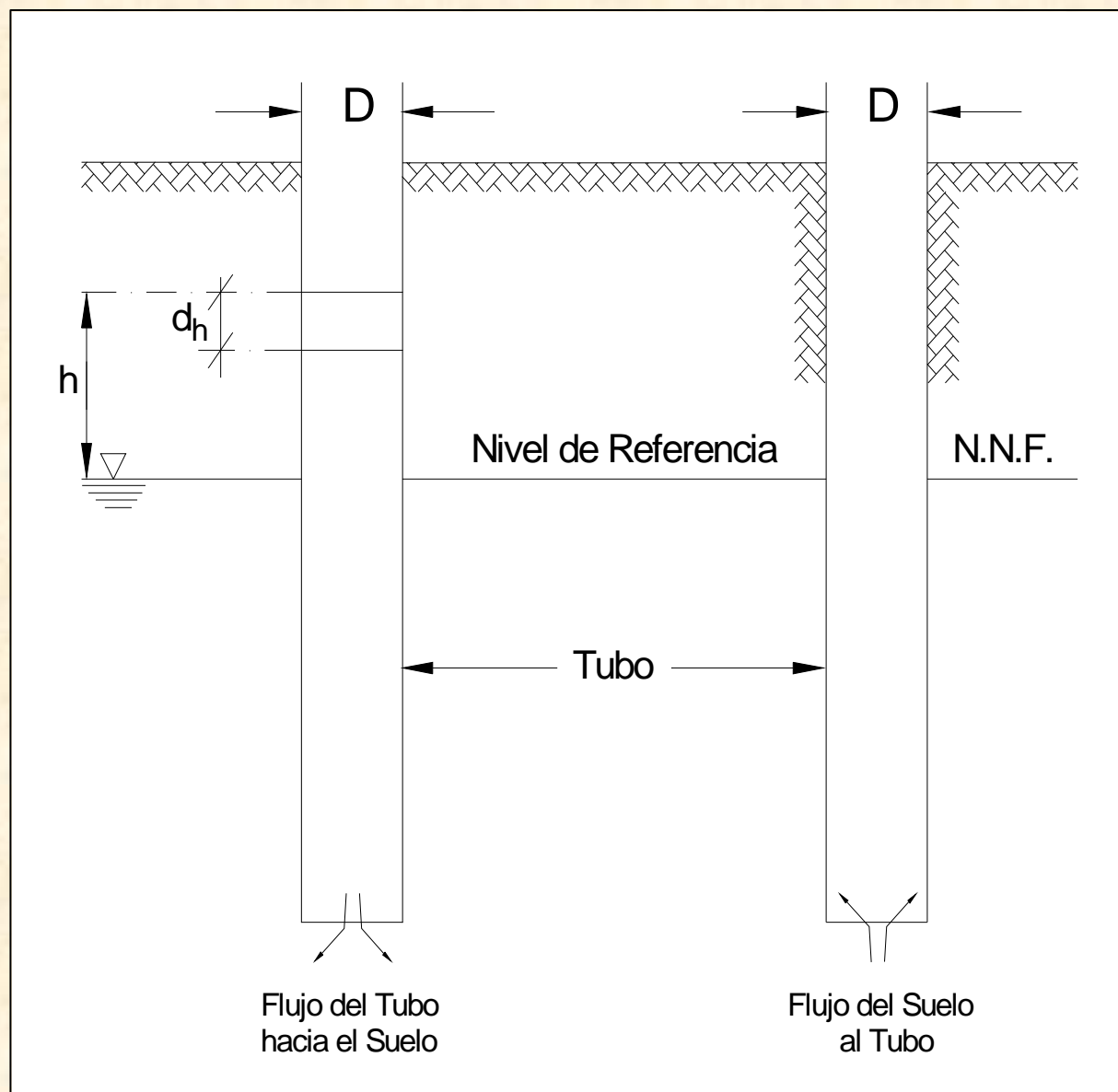
Consiste en perforar pozos, en uno de ellos se bombea el agua y en los otros se observará la posición del nivel de agua



En el campo

Prueba de tubo abierto:

Consiste en la evaluación del coeficiente de permeabilidad “k”, por la observación y las mediciones de la fluctuación del nivel de agua, en un pozo perforado. Lo cual podría hacerse introduciendo agua en el pozo y medir el ritmo o velocidad de filtración de esta agua en el terreno.



Coeficiente de Permeabilidad “k”

El coeficiente de permeabilidad se puede determinar en laboratorio, campo Así mismo existen numerosos criterios para hallar el valor de “k”

Clasificación de los Suelos Según Sus Coeficientes de Permeabilidad		
Grado de Permeabilidad	Valor de K (cm / seg)	Textura del Suelo
Elevada	Mayor a 10^{-1}	Grava media a gruesa
Media	$10^{-1} - 10^{-3}$	Grava fina, arena media a fina, duras
Baja	$10^{-3} - 10^{-5}$	Arena muy fina, SM, Limos a
Muy baja	$10^{-5} - 10^{-7}$	Loes
Prácticamente impermeable	$< 10^{-7}$	Limos densos, ML, arcillas, CL CL a CH Homogéneo

Deformación Volumétrica

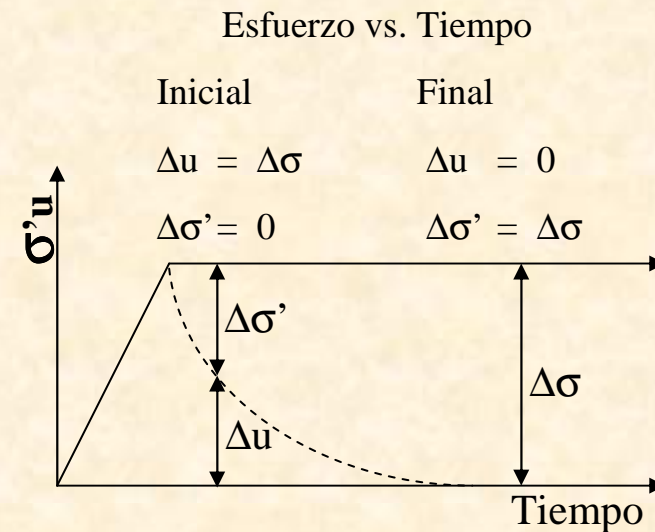
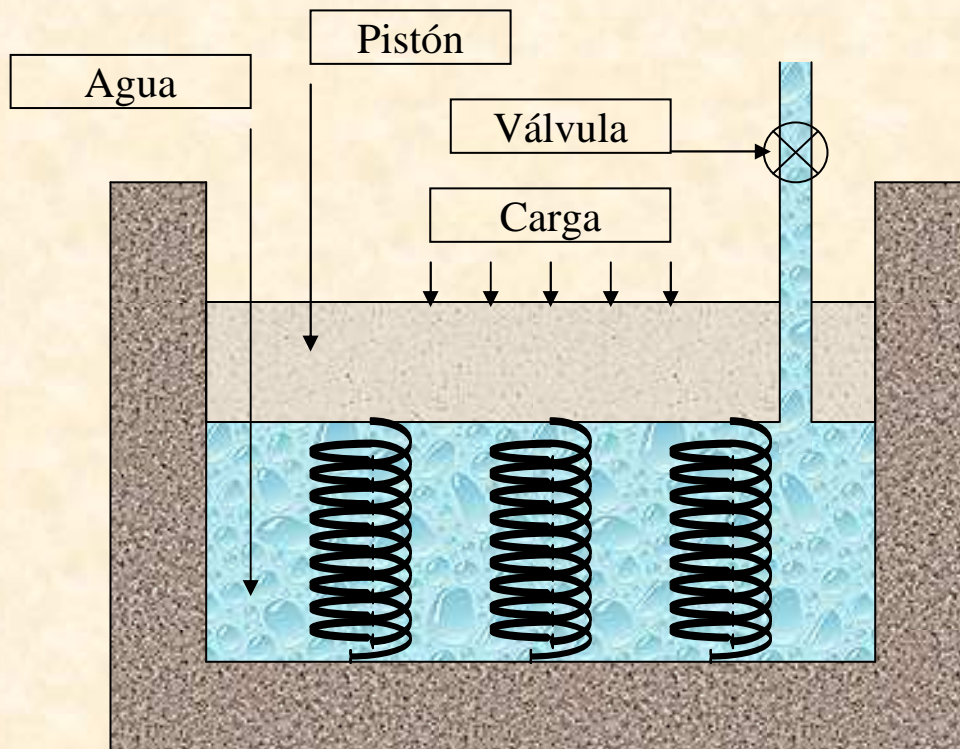
Consolidación unidimensional
(ASTM D2435-96)

Expansión unidimensional
(ASTM D4546-96 / D4829-95)

Colapso
(ASTM D5333-96)

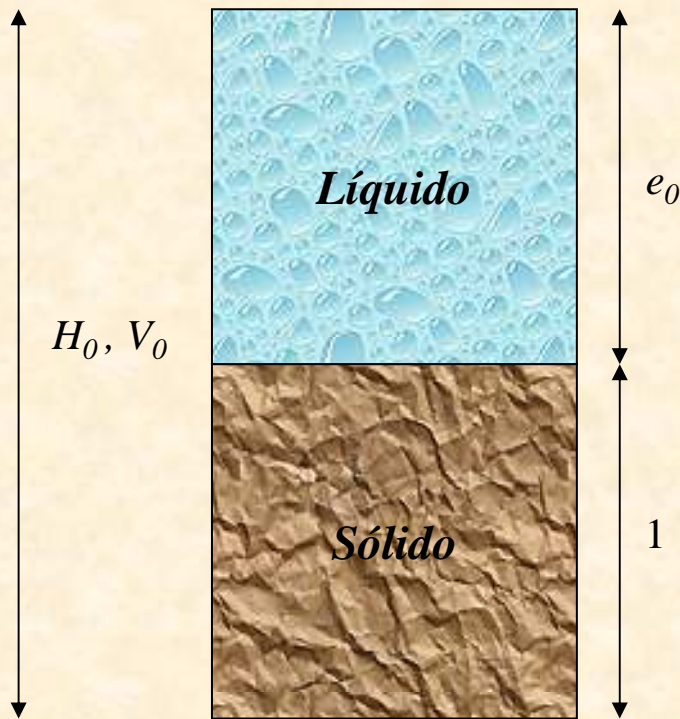
Consolidación – ASTM D2435-96

Concepto General de Consolidación.- Es la disminución del volumen del suelo, debido al flujo de agua por el cambio de la carga hidráulica, a causa de las sobrepresiones intersticiales positivas generada por la aplicación de la carga.

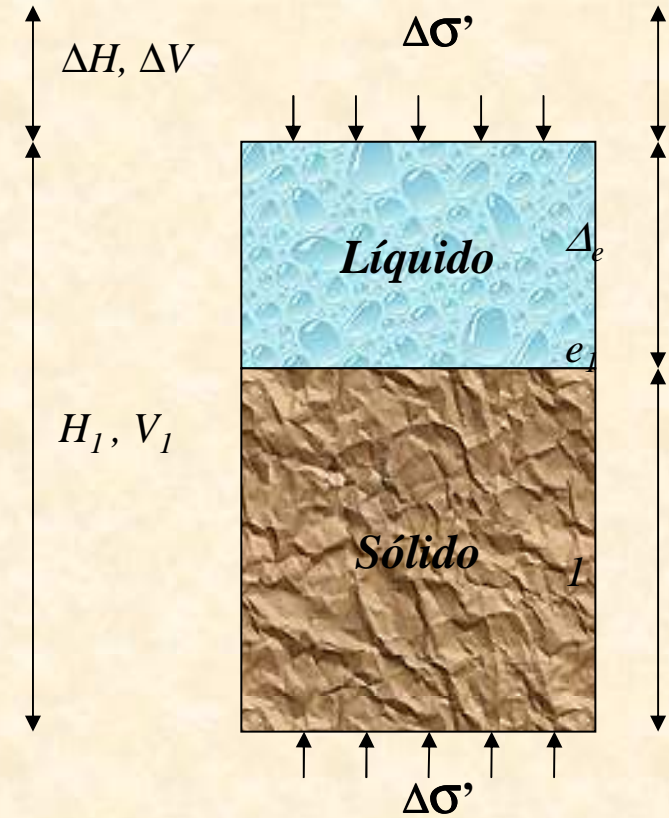


Interpretación de la compresibilidad

(A) Antes de aplicar carga

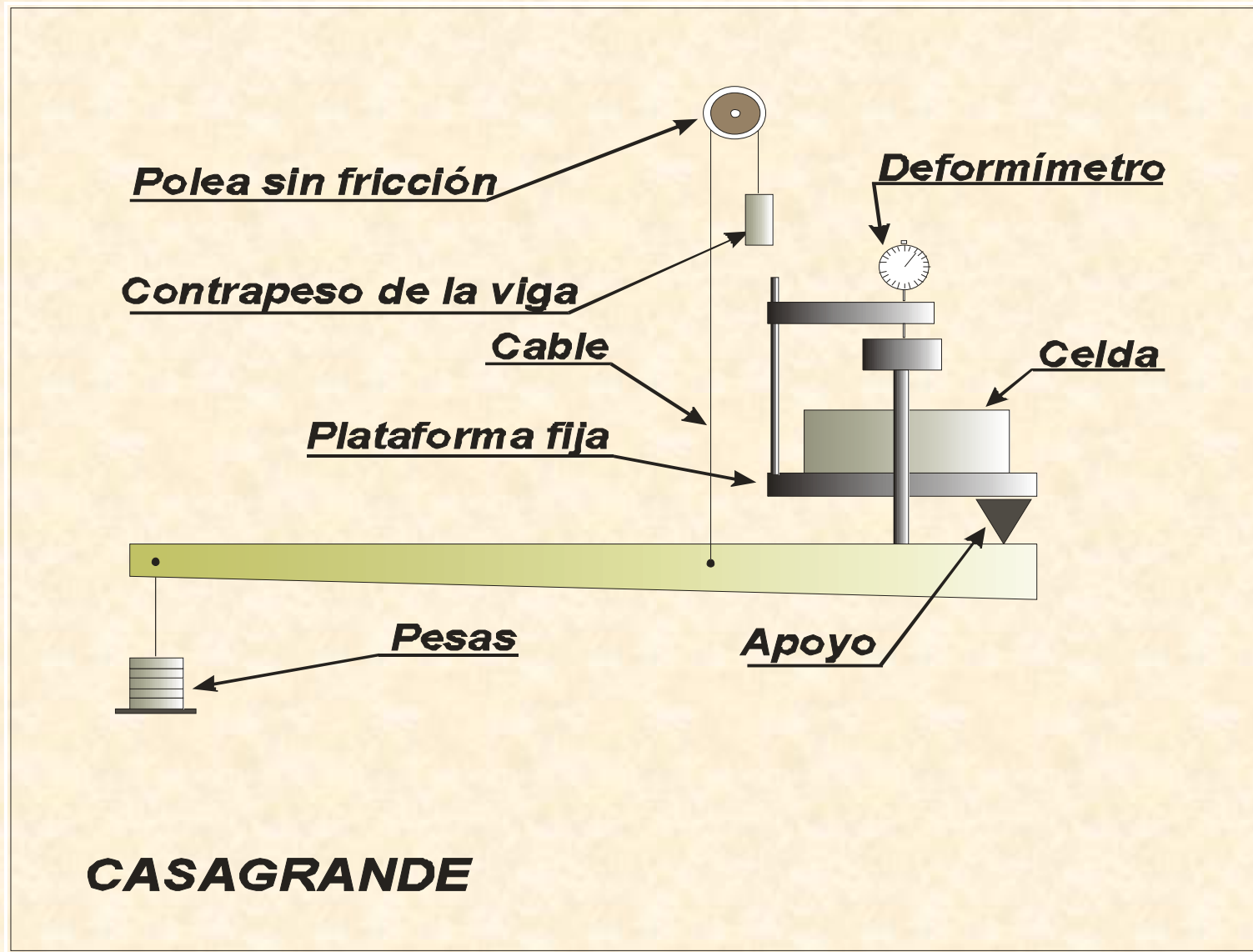


(B) Después de aplicar carga



$$\frac{\Delta V}{V_0} = \frac{\Delta H}{H_0} = \frac{\Delta e}{1 + e_0} \Rightarrow \Delta H = \frac{\Delta e}{1 + e_0} x H_0$$

Tipo de pórtico



Consolidómetro



Reconocimiento Directo en Campo

*Ciudad de Chiclayo
Lambayeque*



Reconocimiento Directo en Campo



Ciudad de Chiclayo - Lambayeque

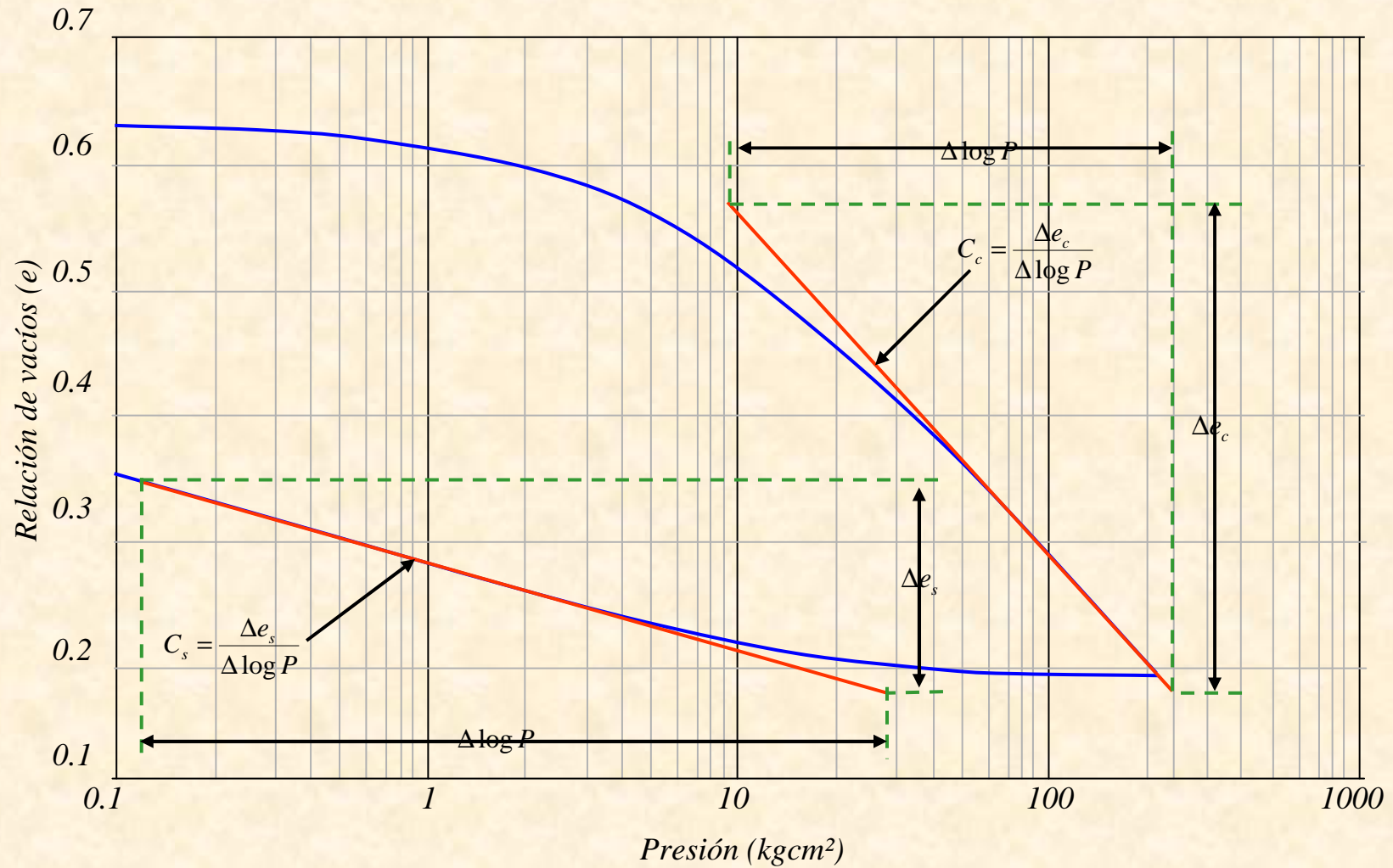
Procedimiento



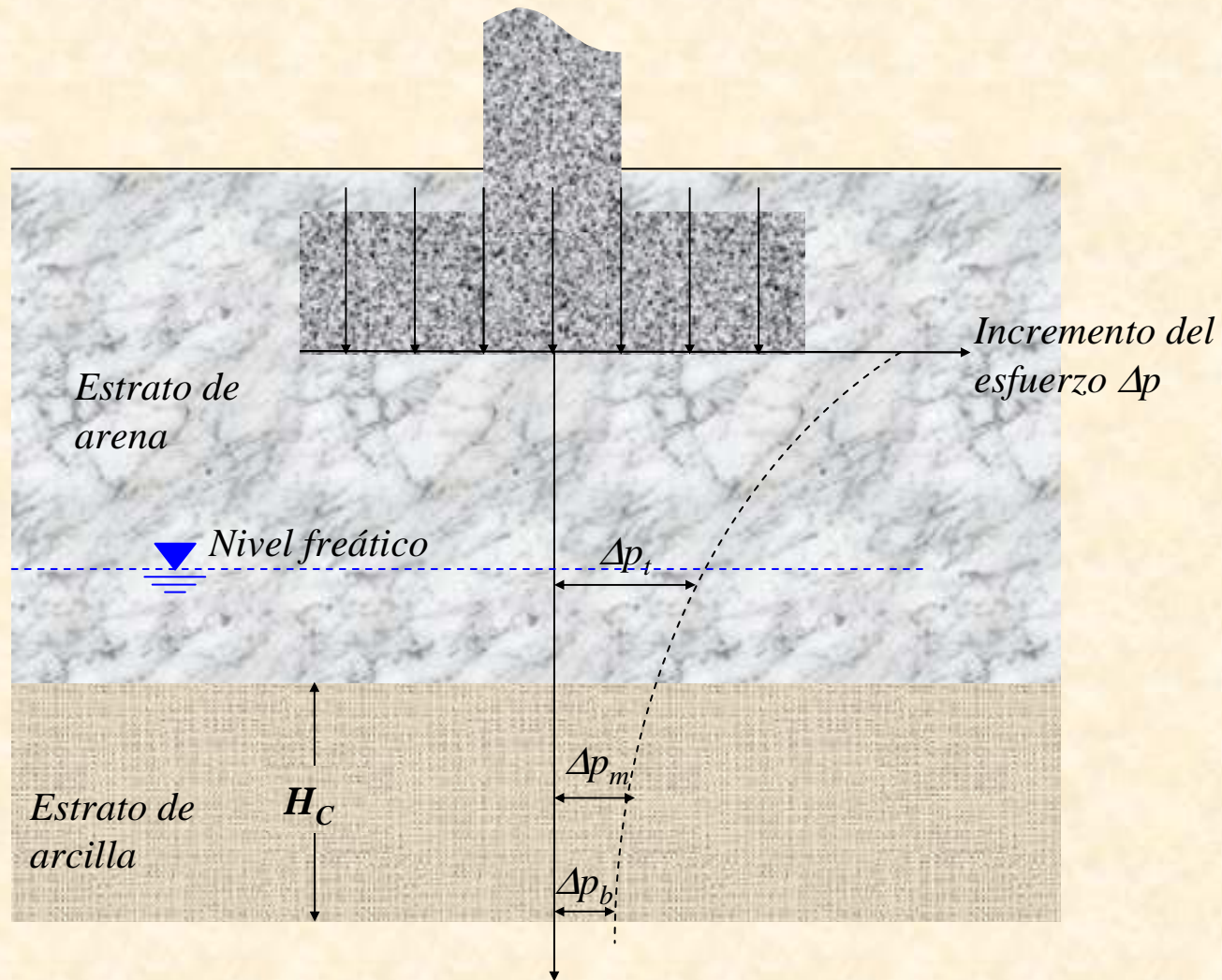
Cálculos

- (ω) *Humedad*
- (γ_d) *Densidad seca*
- (e) *Relación de vacíos*
- (S) *Grado de saturación*
- (a_v) *Coeficiente de compresibilidad*
- (m_v) *Coeficiente variación volumétrica*
- (C_v) *Coeficiente de Consolidación*
- (P_c) *Presión de preconsolidación*
- (C_c) *Indice de compresión*
- (C_s) *Indice de expansión, etc ...*

Cálculo de Coeficientes (C_C y C_S).-

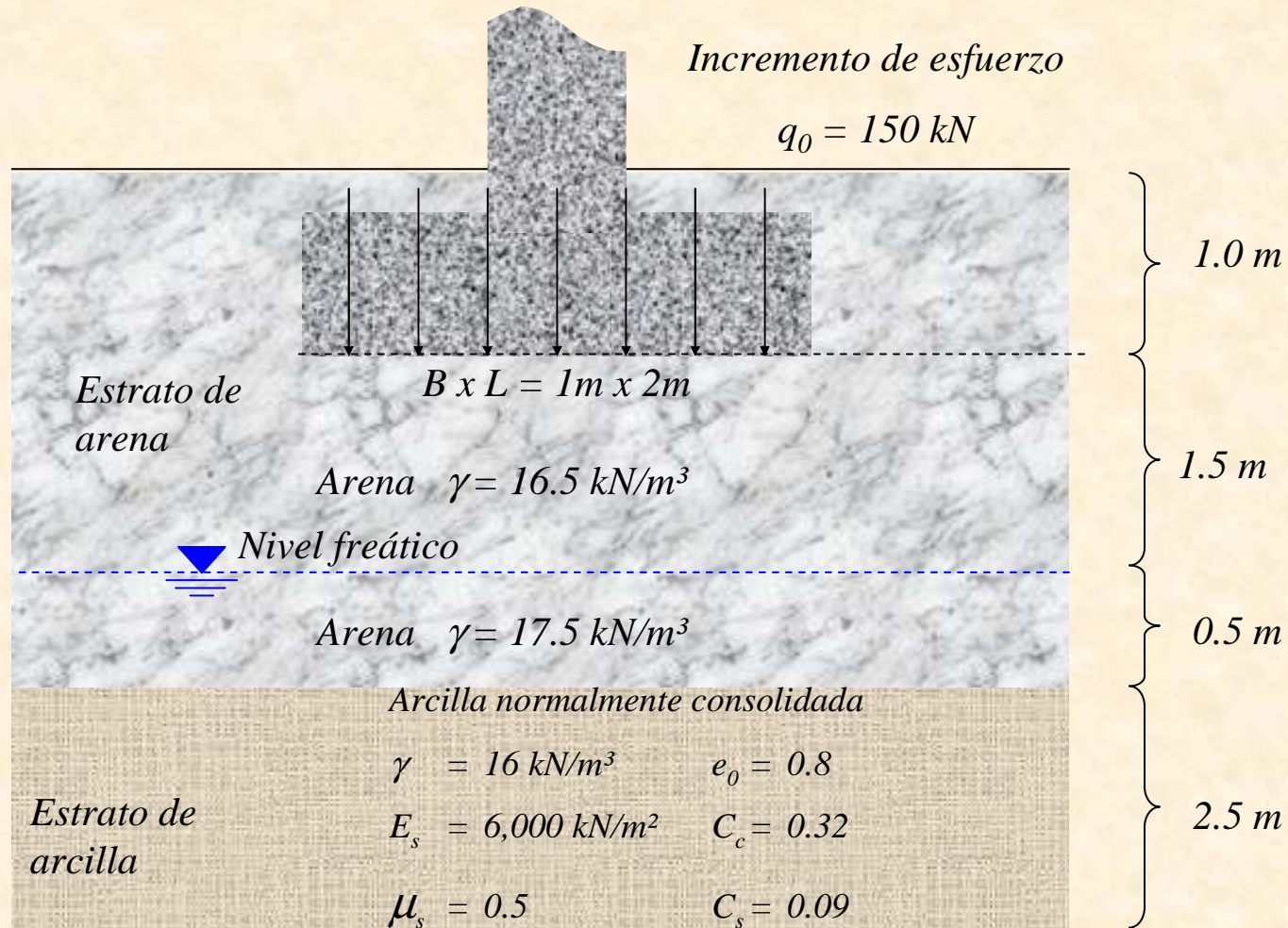


Asentamiento por Consolidación.-



Asentamiento por Consolidación.- Ejemplo

Estime el asentamiento por consolidación de una cimentación de 1m x 2m en planta



Asentamiento por Consolidación.- Ejemplo

La arcilla está normalmente consolidada, entonces

$$p_0 = \frac{5}{2}(16.5) + \frac{1}{2}(17.5 - 9.81) + \frac{5}{4}(16 - 9.81) = 52.84 \text{ kN/m}^2$$

$$\Delta p_{prom} = \frac{1}{6}(\Delta p_1 + 4\Delta p_m + \Delta p_2)$$

Z	m	n	I_c	$\Delta_p = q_0 \cdot I$
2.00	2.0	4.0	0.190	28.50 = Δp_t
3.25	2.0	6.5	0.085	12.75 = Δp_m
4.50	2.0	9.0	0.045	06.75 = Δp_b

$$\therefore S_c = \frac{0.32 \times 2.5}{1 + 0.8} \log \left(\frac{52.84 + 14.38}{52.84} \right) = 46.5 \text{ mm}$$

Ejemplo real.- La Torre de Pissa

Retorno a la vertical

Después de una misión de rescate de 25 millones de dólares, la Torre de Pisa fue abierta al público el 15 de diciembre del 2001, por vez primera en casi doce años.



Construcción

Inicio: 1,173

Fin: 1,370

Altura: 56 m (8 pisos)

Control

Año Inclinación

1370..... 1.6°

1817..... 5.0°

1990..... 4.5 m

Nota

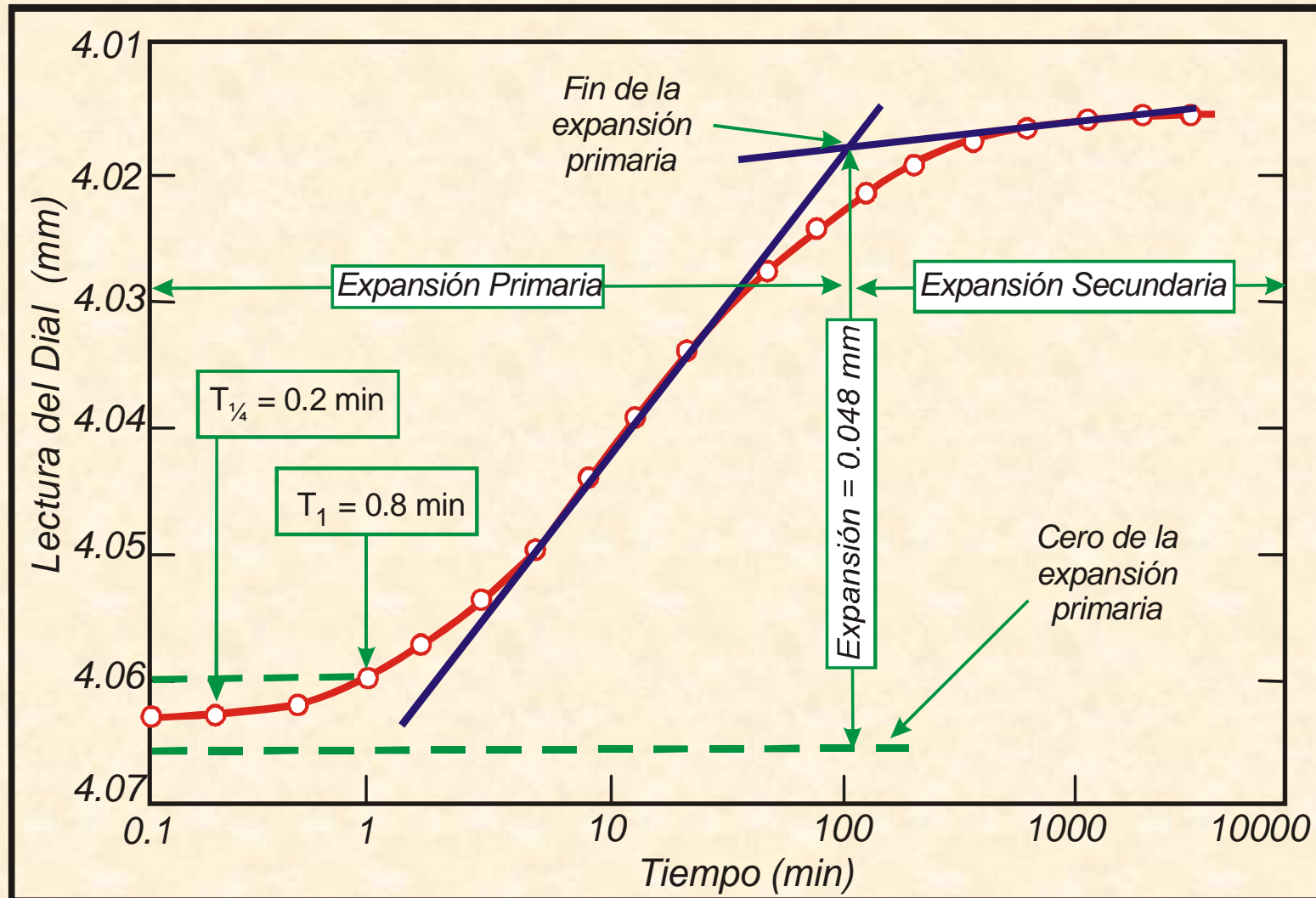
Entre los años 1990 - 2001 se logró corregir 45 cm.

SUELOS EXPANSIVOS

CARÁCTERÍSTICAS Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

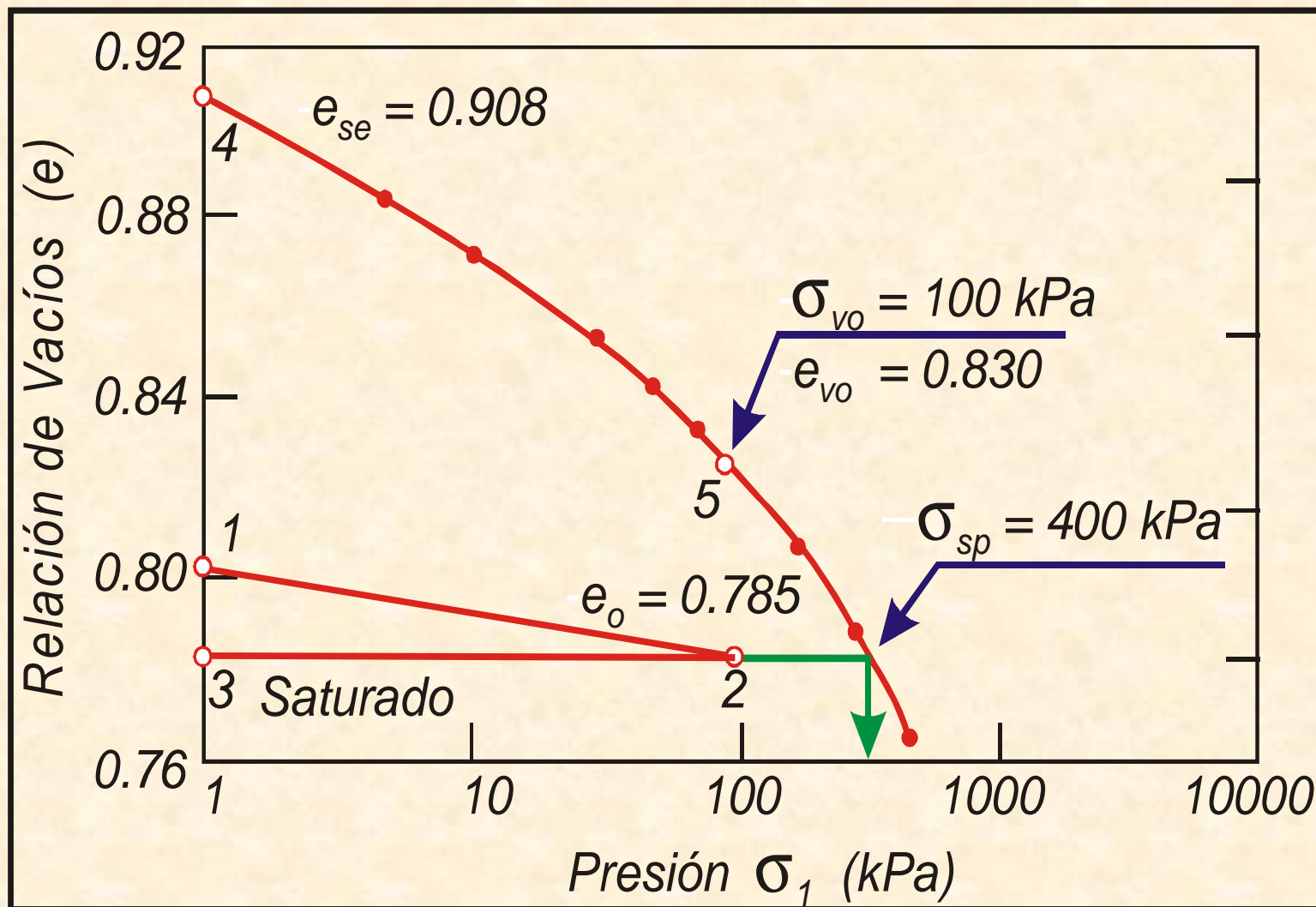
Reconocimiento Directo en Laboratorio

1.- Potencial de Expansión o Asentamiento Unidimensional de Suelos Cohesivos (ASTM D4546-96).-



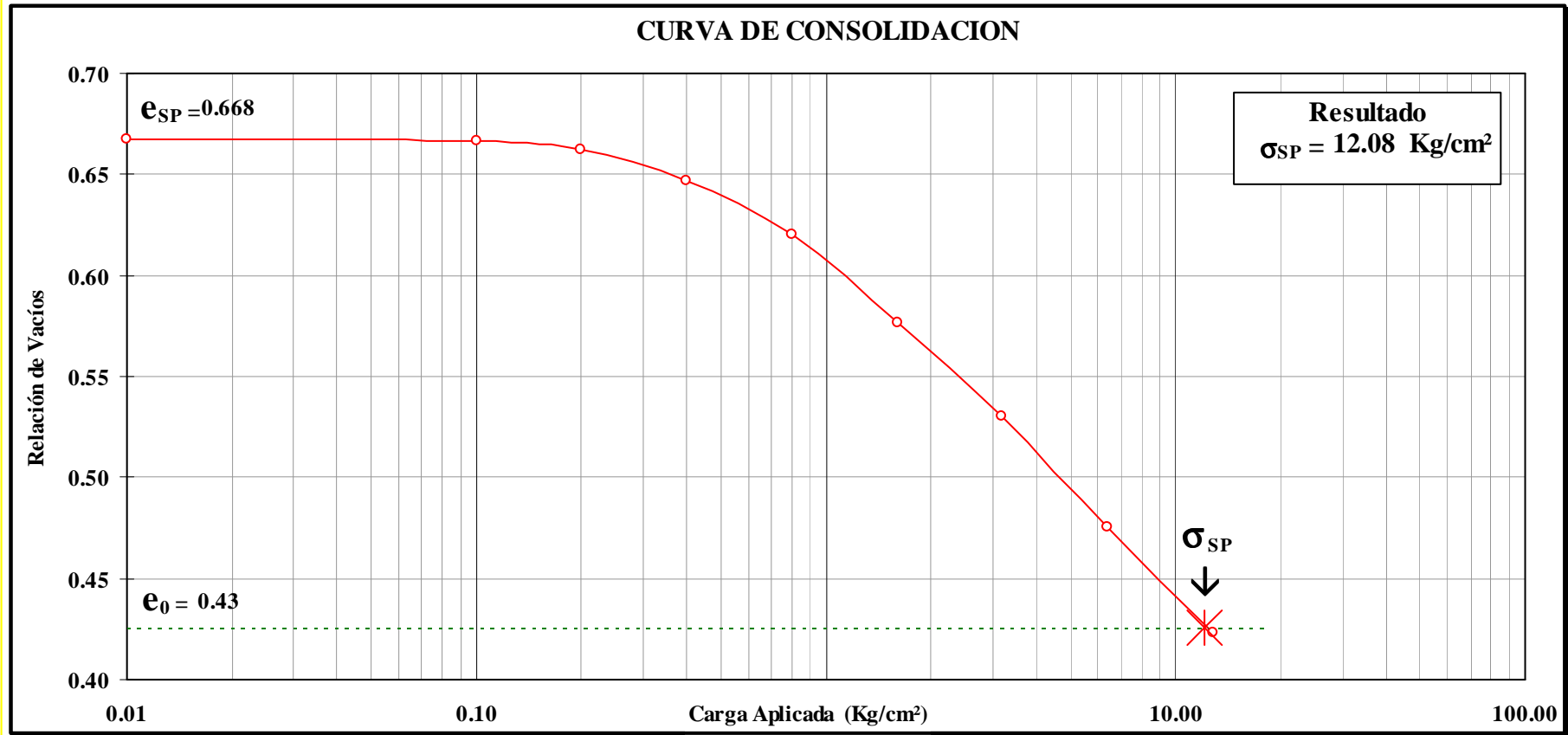
Reconocimiento Directo en Laboratorio

1.- Potencial de Expansión o Asentamiento Unidimensional de Suelos Cohesivos (ASTM D4546-96).-



INFORME : LG01-018
SOLICITANTE : Colegio de Ingenieros del Perú - Consejo Departamental Moquegua
PROYECTO : Canal Pasto Grande / Tramo: Chen Chen - San Antonio
UBICACION : Moquegua
FECHA : Marzo, 2001

Lado : Izquierdo
Muestra : M - 1
Progresiva (Km) : 7 + 842.4
Clasificación (S.U.C.S.) : CH
Estado : Inalterado



CURVA DE CONSOLIDACIÓN



DAÑOS EN CONSTRUCCIONES LIVIANAS-ARCILLAS EXPANSIVAS

**EDIFICACIONES EN PUNTA
ARENAS – TALARA-
ARCILLAS EXPANSIVAS**





**FALLAS POR EXPANSIÓN DE SUELOS EN EL CENTRO DE SALUD DE
SAN ANTONIO - MOQUEGUA**



**FALLAS POR EXPANSIÓN DE SUELOS EN EL CENTRO DE SALUD DE
SAN ANTONIO - MOQUEGUA**



**CONJUNTO HABITACIONAL
LÓPEZ ALBUJAR - SAN
ANTONIO – MOQUEGUA
ARCILLAS EXPANSIVAS**

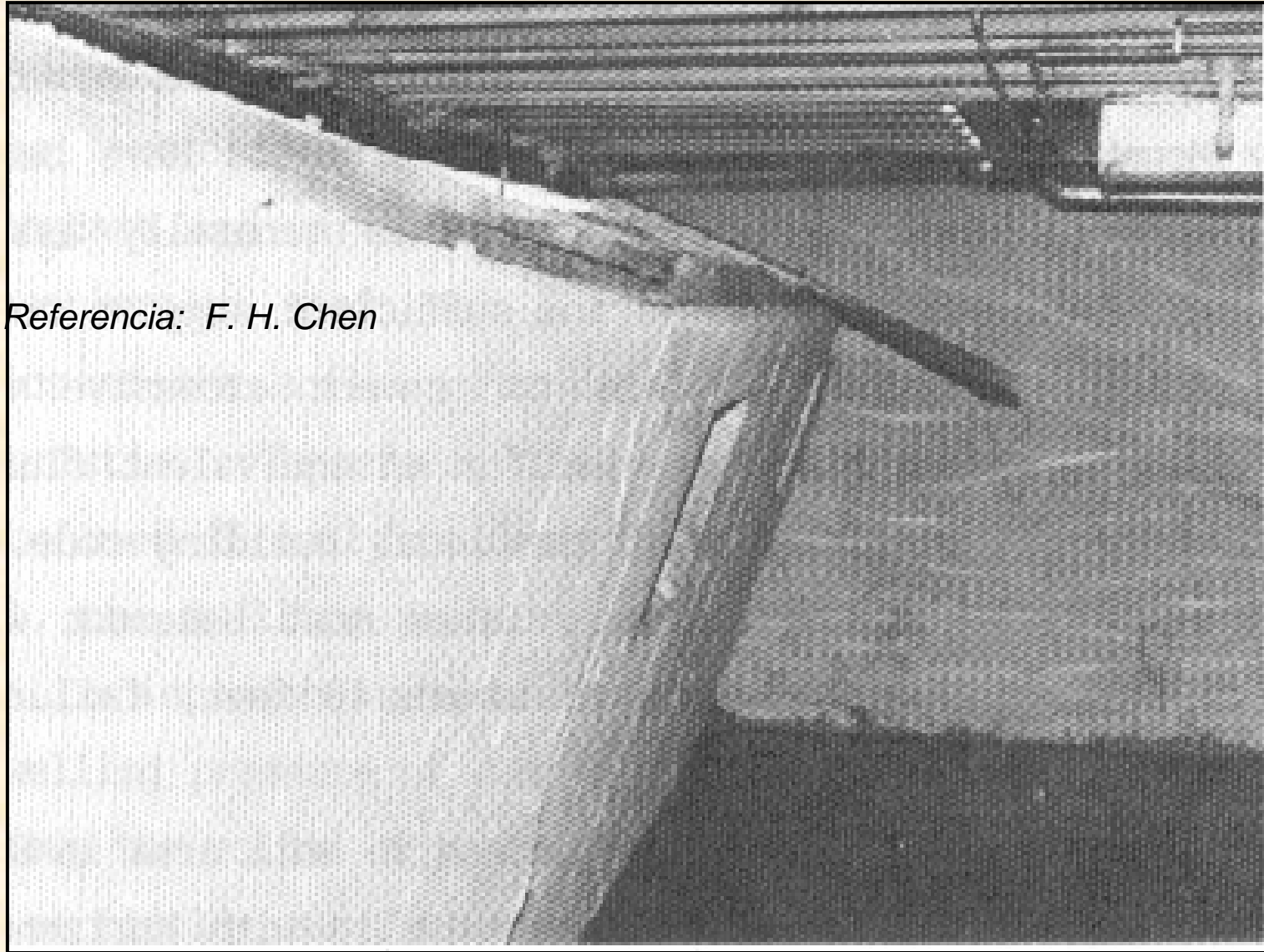
**CONJUNTO HABITACIONAL
LÓPEZ ALBUJAR - SAN
ANTONIO – MOQUEGUA
ARCILLAS EXPANSIVAS**





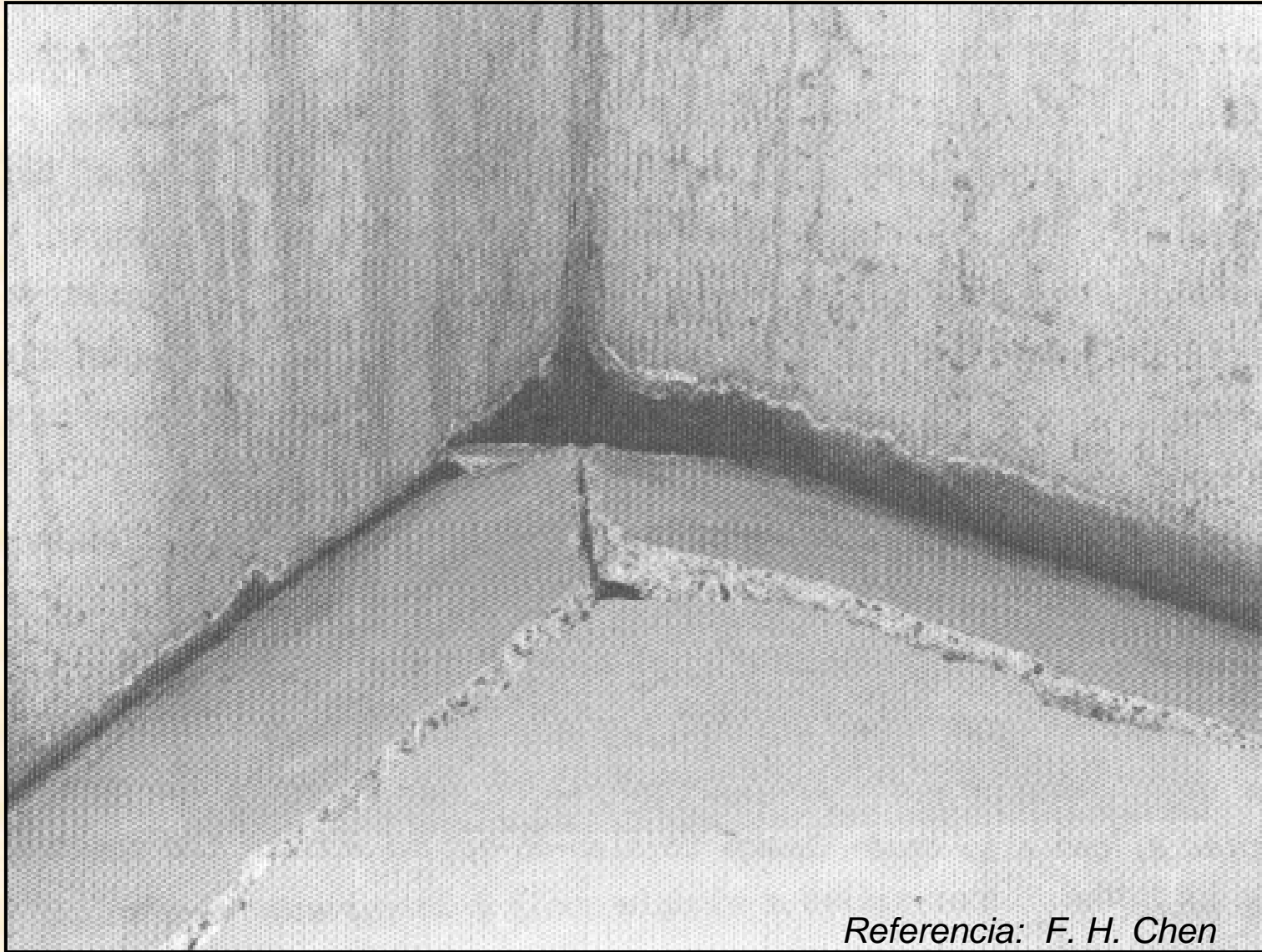
**FALLAS POR EXPANSIÓN DE SUELOS EN EL CENTRO DE SALUD DE
SAN ANTONIO - MOQUEGUA**

PROBLEMAS DE ARCILLAS EXPANSIVAS



Referencia: F. H. Chen

PROBLEMAS DE ARCILLAS EXPANSIVAS

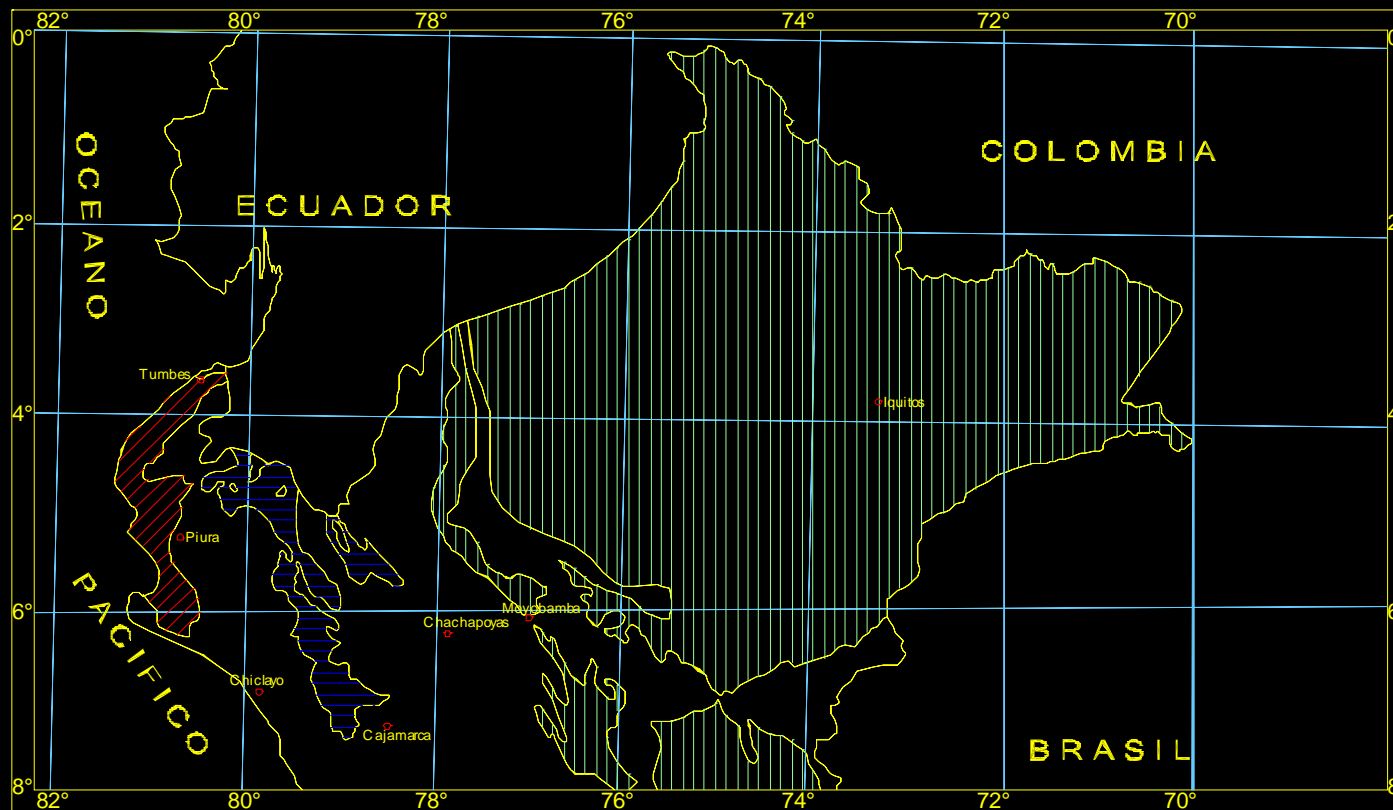


Referencia: F. H. Chen

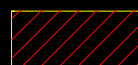
DISTRIBUCIÓN DE LOS SUELOS EXPANSIVOS EN EL PERU

- **Región Norte y Nororiente.**
 - Piura.
 - Paíta.
 - Talara.
 - Chiclayo.
 - Iquitos.
 - Bagua.

- **Región Sur.**
 - Moquegua.



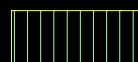
LEYENDA



Zona de Características Geológicas y Climáticas Favorables a la Presencia de Suelos Expansivos. Se ha comprobado su existencia en esta zona.



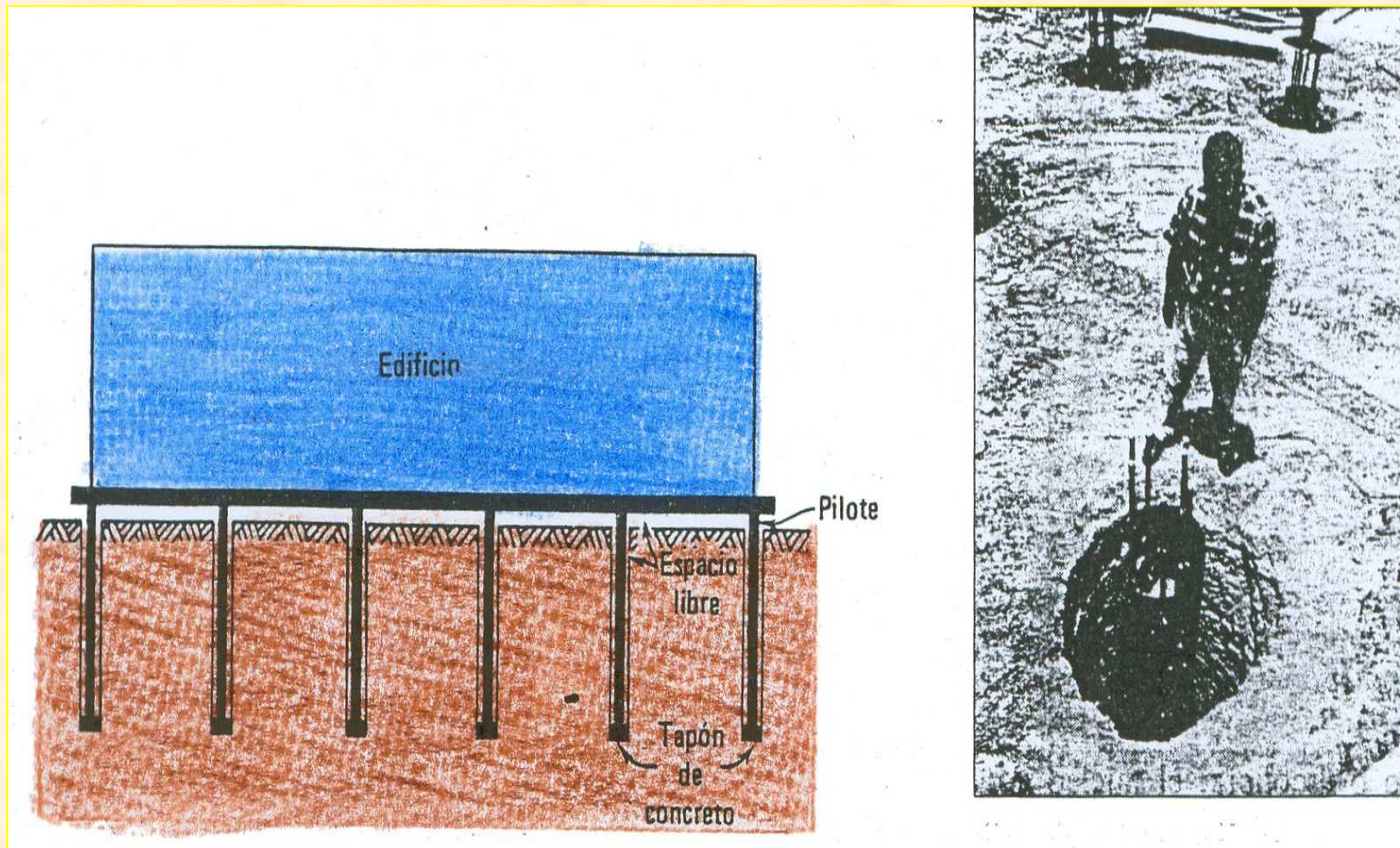
Zona de Características Geológicas y Climáticas que hacen posible la Ocurrencia de Suelos Expansivos en determinados lugares. Se ha comprobado su existencia en el Ecuador.



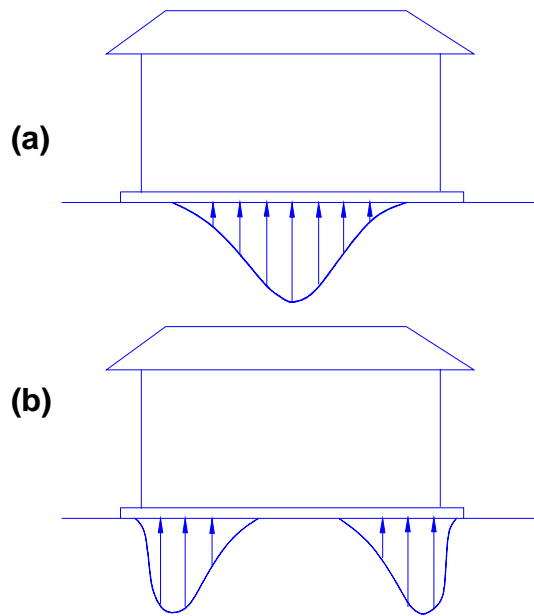
Zona con Geología Favorable y Clima Desfavorable para la Ocurrencia de Suelos Expansivos se necesita mayor información.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

- Reemplazo de suelo.
- Cimentación flotante.
- Pilotes excavados.
- Prehumedecimiento.
- Barreras de humedad verticales.
- Cortinas de inyección de una mezcla de limos y cenizas volátiles.
- Geomembranas.
- Estabilización Química



**EDIFICIO CIMENTADO EN UN TERRENO EXPANSIVO
(LAMBE & WHITMAN, 1969)**

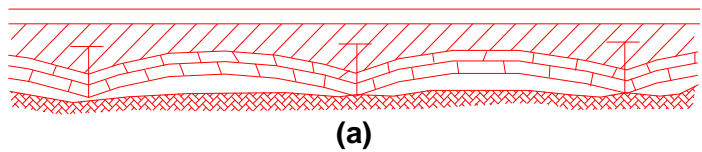


Distribución irregular de las presiones bajo el cimiento, debido a las arcillas arcillas expansivas.

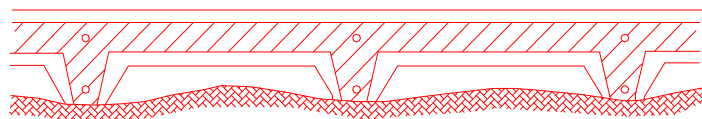
a) Exterior seco. El interior conserva o aumenta la humedad.

b) Exterior más húmedo que el área protegida por el edificio.

Soleras sobre terreno expansivo.



(a)

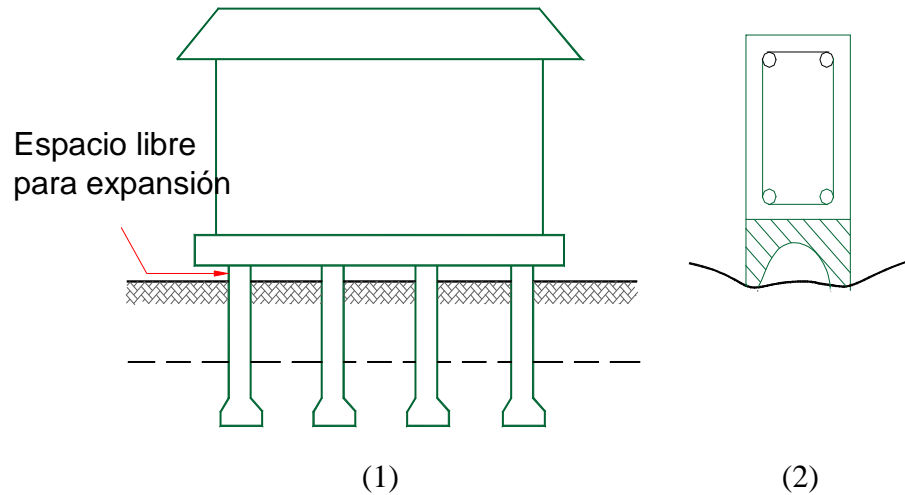


(b)

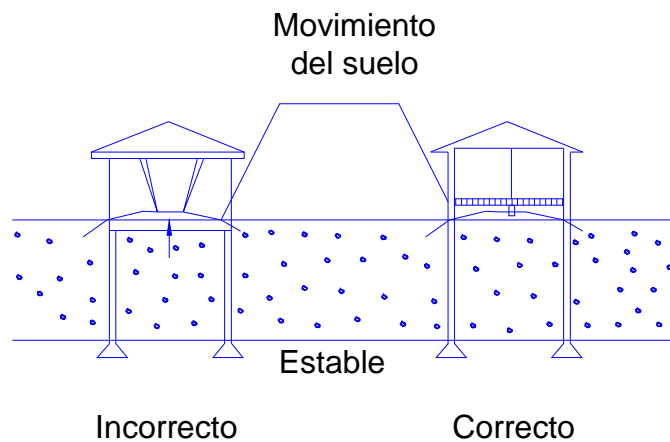
a) Solución de bovedillas encontradas en varias demoliciones.

b) Versión moderna del mismo principio.

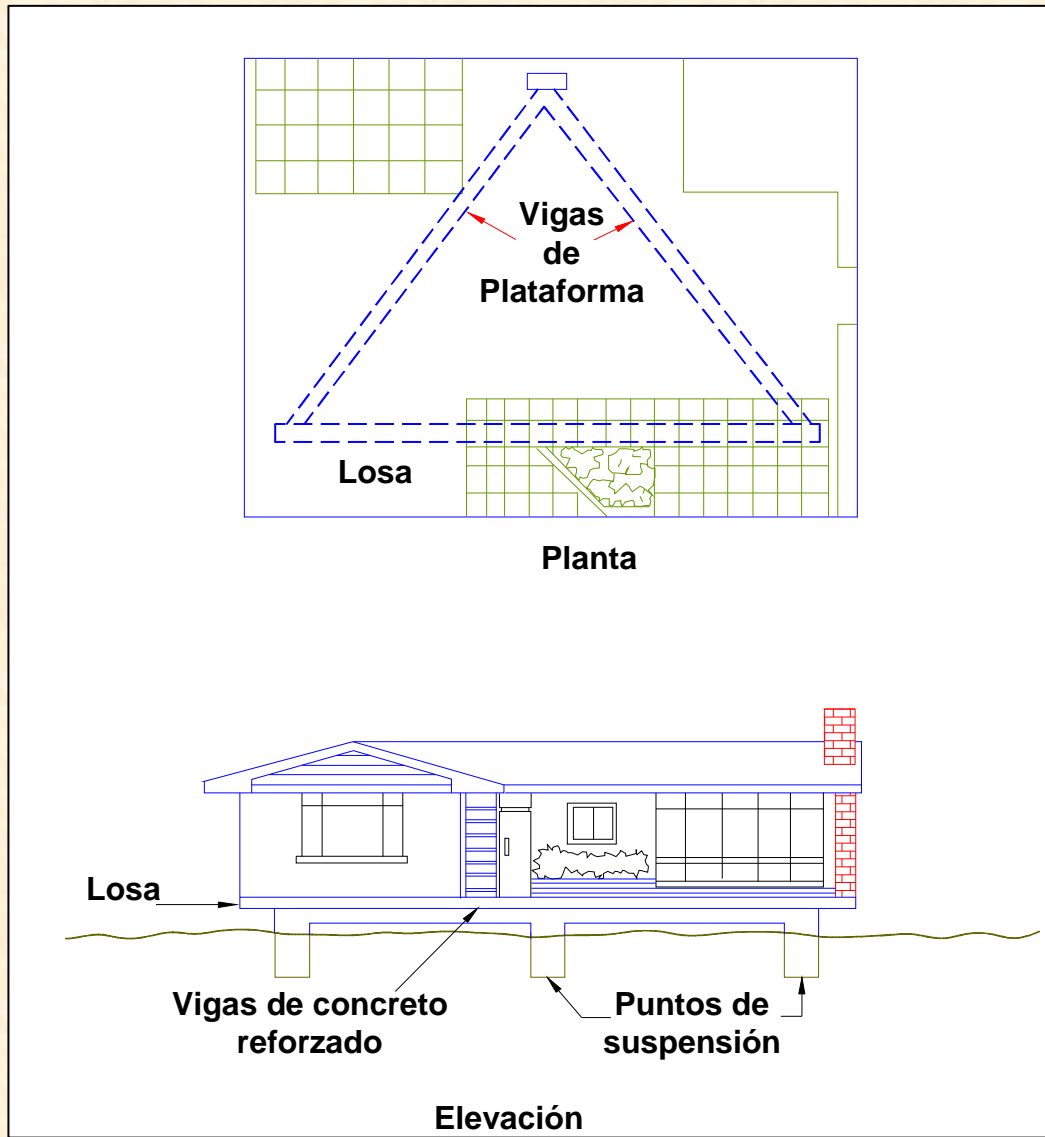
(Jiménez Salas y Marsal, 1964).



1. Cimentación tipo palafito.
2. Solución de cierre del espacio de expansión, para mejor su aspecto y limpieza



Aquí Vemos un ejemplo de una forma errónea y correcta para el diseño de una estructura adaptable a suelos expansivos.



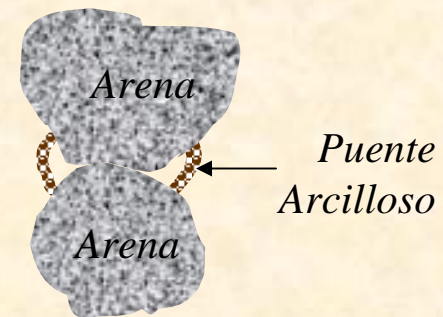
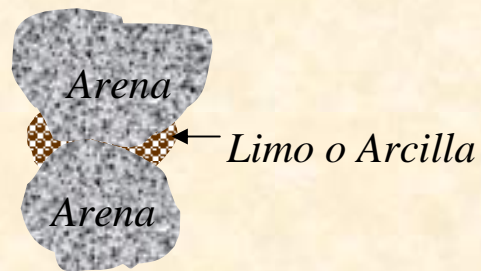
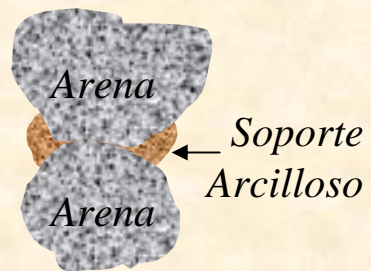
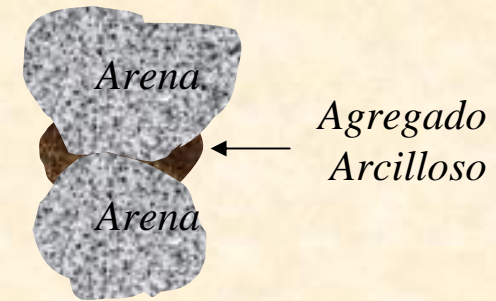
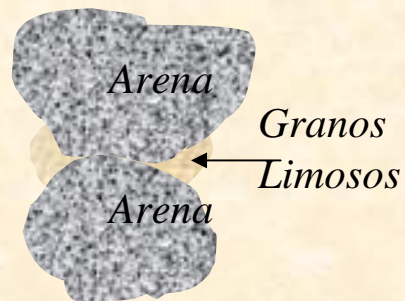
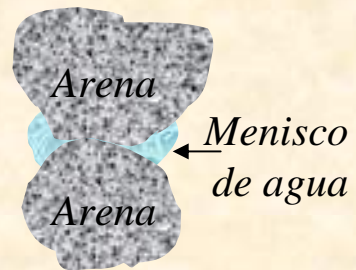
Esta es otra forma para diseñar una estructura adecuándola a suelos expansivos. Esta casa es construida sobre una plataforma rígida que se inclina cuando el suelo se expande.

EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE COLAPSO

- **En Campo:**
 - Ensayo de Carga Directa con Saturación
- **En el Laboratorio:**
 - Ensayo de Colapso

Estructura de Suelos Colapsables

En la mayoría de los casos los depósitos se caracterizan por ser estructuras sueltas de granos gruesos, frecuentes en tamaño de limos a arena.





**VISTA DE UN MATERIAL
GRAVOSO COLAPSABLE EN
LA JOYA (FERNANDEZ, E.
1996)**

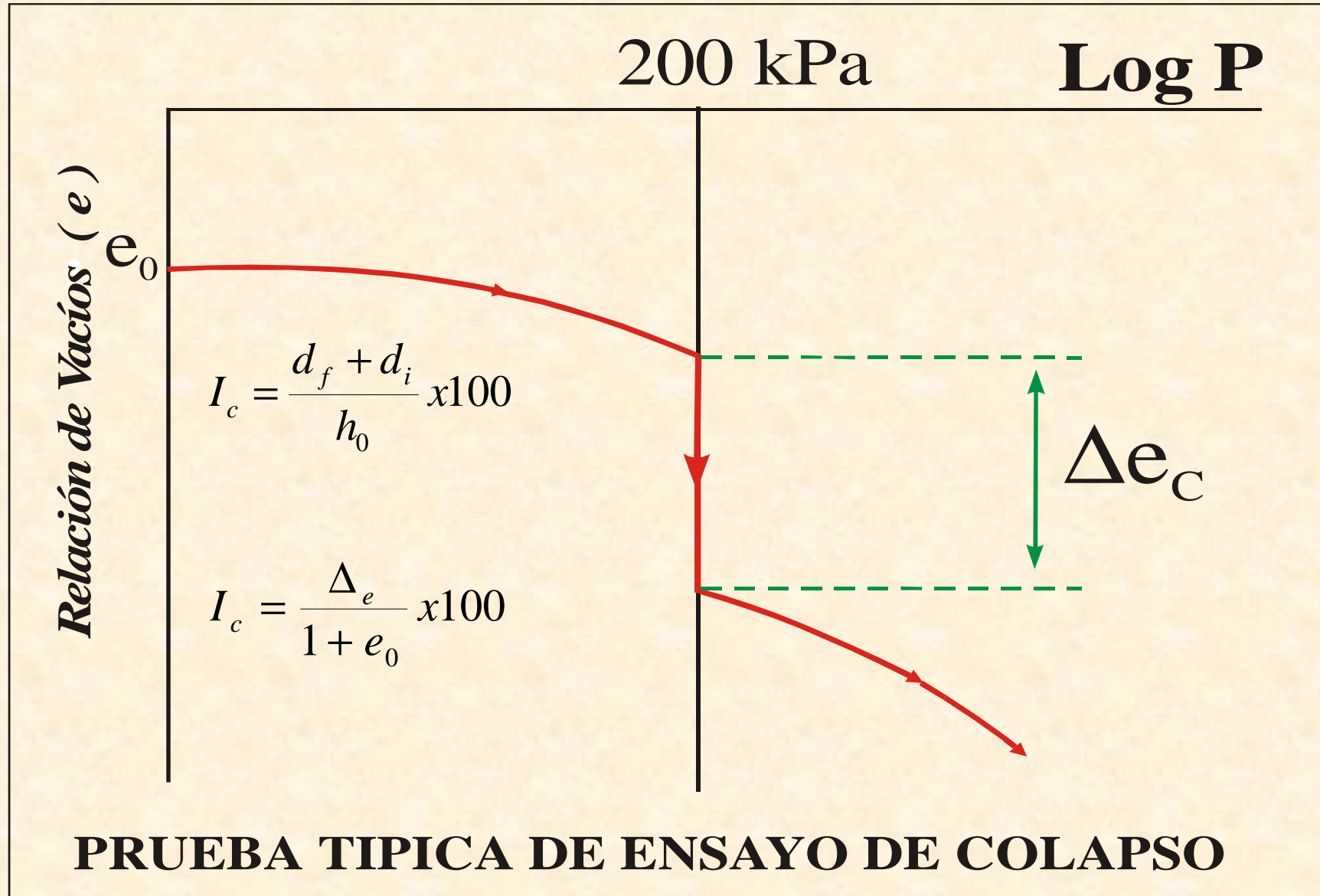


DESLIZAMIENTO PRODUCIDO POR EL COLAPSO DEL MATERIAL GRAVOSO EN LA JOYA (FERNANDEZ, E. 1996)



**CANAL DE IRRIGACION LA CANO, CRUZA SUELOS COLAPSABLES
PROTEGIDO CON GEOSINTETICOS (FERNANDEZ, E. 1996)**

Cálculos



Evaluación

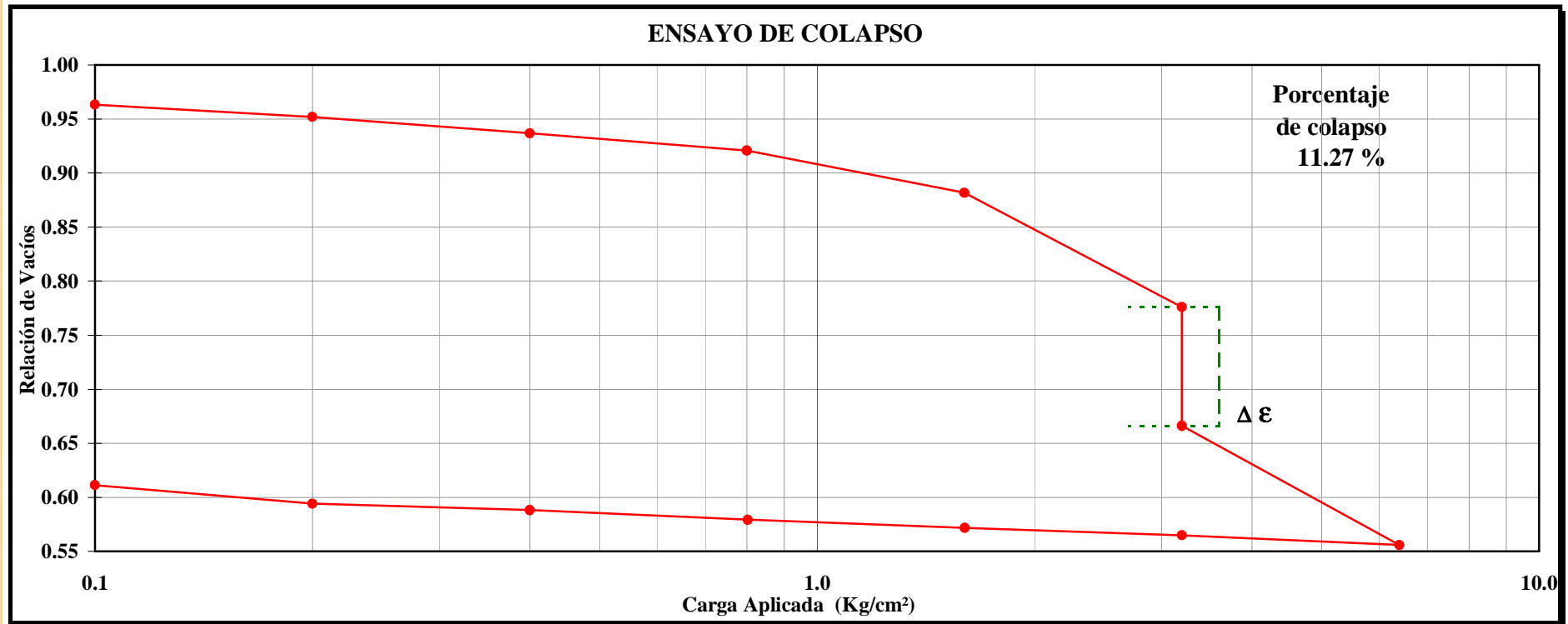
La evaluación de un suelo colapsable sera de acuerdo a la siguiente tabla, determinado con 2.0 kg/cm² de presión.

<i>Indice de colapso I_e (%)</i>	<i>Grado de colapso</i>
<i>0.0</i>	<i>Ninguno</i>
<i>0.1 – 2.0</i>	<i>Leve</i>
<i>2.1 – 6.0</i>	<i>Moderado</i>
<i>6.1 – 10</i>	<i>Moderadamente</i>
<i>> 10</i>	<i>severo</i>
	<i>Severo</i>

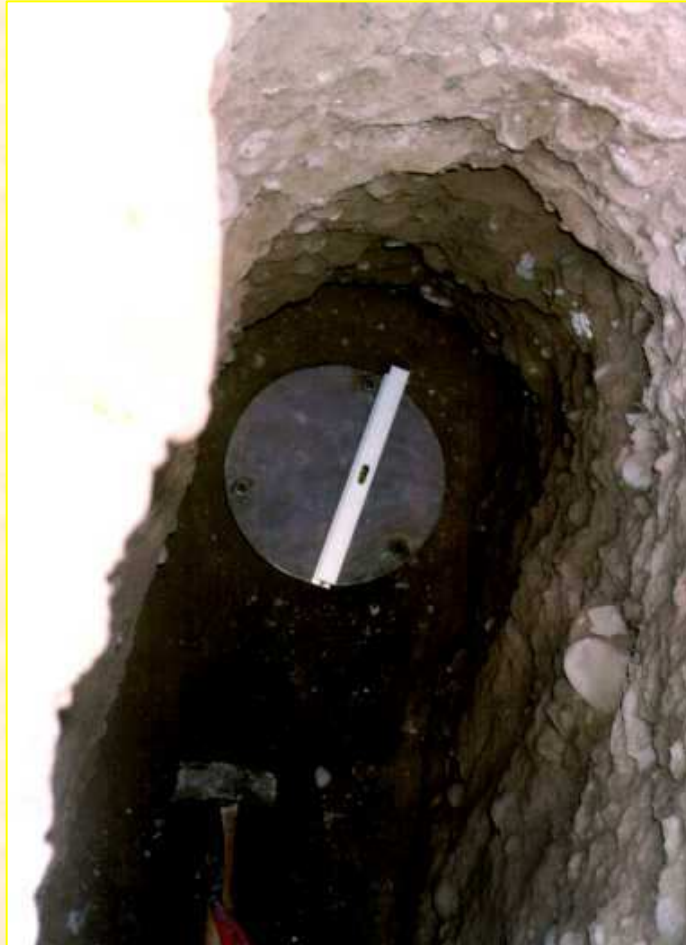
ENSAYO DE COLAPSO

INFORME : LG99-169
SOLICITANTE : G. M. I. S. A.
PROYECTO : Proyecto Chillón
UBICACION : Lima
FECHA : Septiembre, 1999

Sondaje : TB - 1
Muestra : ---
Profundidad (m) : 1.50 - 1.70
Clasificación (S.U.C.S.) : CL
Estado : Inalterado



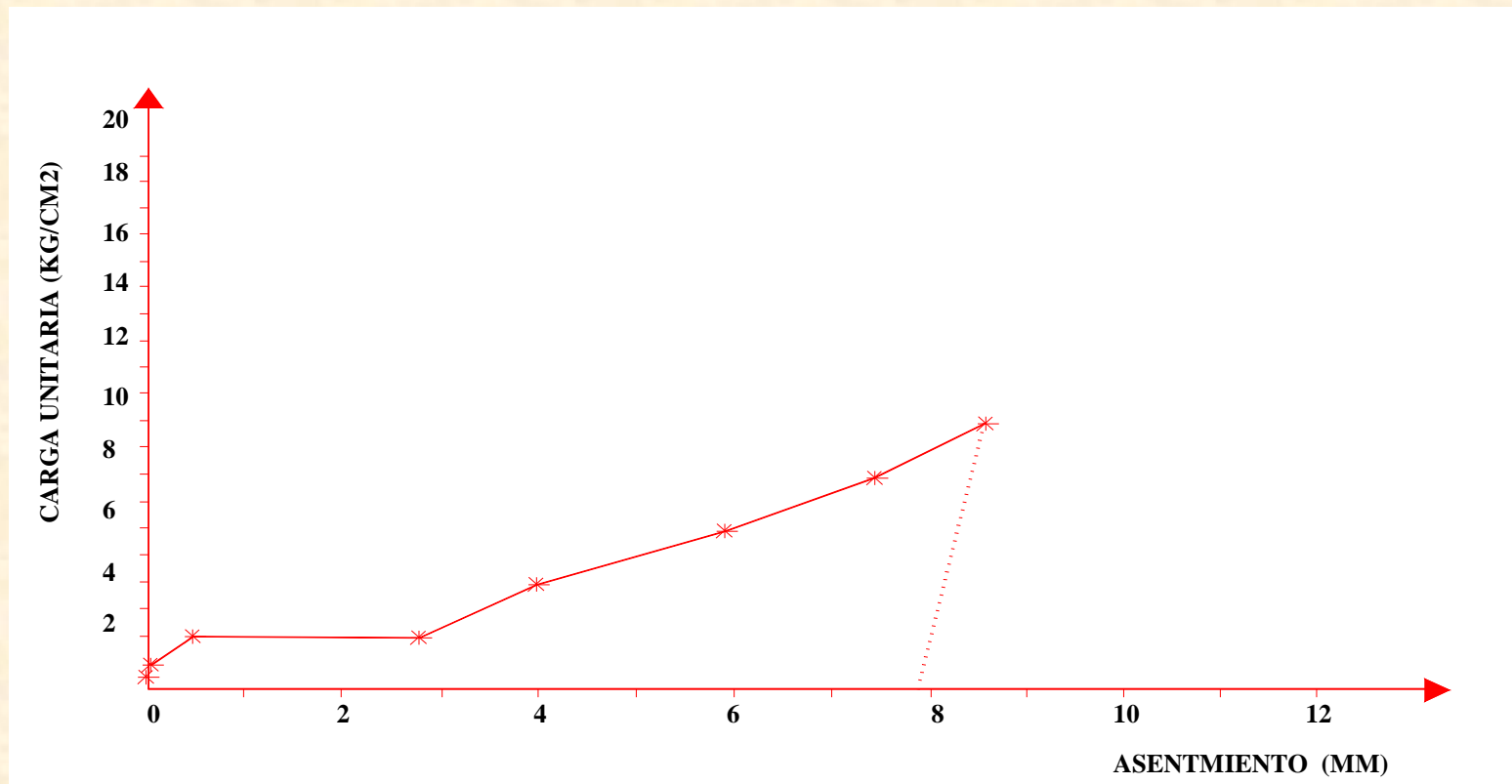
EVALUACION DEL COLAPSO IN-SITU CON PRUEBA DE CARGA SATURADA



ENSAYO ESTÁTICO DE CARGA DIRECTA

UBICACIÓN: ANTONIA MORENO DE CACERES
FECHA : 18-08-89
LUGAR : C.E.I. N°7

DIAMETRO PLACA : 30 CM
AREA PLACA : 707 CM²
PROFUNDIDAD : 1.15 M.



ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

- Generación del Colapso por Saturación
- Impermeabilización de suelos.
- Evitar la construcción de jardines, diseñando jardineras.
- Estabilización del terreno mediante procesos físicos o químicos.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

- Compactación Dinámica.
- Técnicas de vibrosustitución con gravas.
- Inyecciones de impregnación, de compactación, etc.
- Técnicas de vibración por explosivos.

SUELOS DISPERSIVOS

■ Definición

Las arcillas dispersivas son aquellas que por la naturaleza de su mineralogía y química del agua en los suelos, son susceptibles a la separación de las partículas individuales y a la posterior erosión a través de grietas en el suelo bajo la filtración de flujos.



EJEMPLO DE FALLA POR TUBIFICACIÓN EN UNA PRESA DEBIDO A LA PRESENCIA DE SUELOS DISPERSIVOS (SOIL CONSERVATION SERVICE OF NSW).



EROSIÓN PROFUNDA DE TUBIFICACIÓN EN SUELOS DISPERSIVOS (SOIL CONSERVATION SERVICE OF NSW).

ENSAYOS

- ✚ **Químicos**

 - Proporción de Absorción de Sodio (SAR), y el Porcentaje Intercambiable de Sodio (ESP).**

 - Determinados por el análisis químico del agua de poros del suelo.**

- ✚ **Crumb Test (USBR 5400-89)**

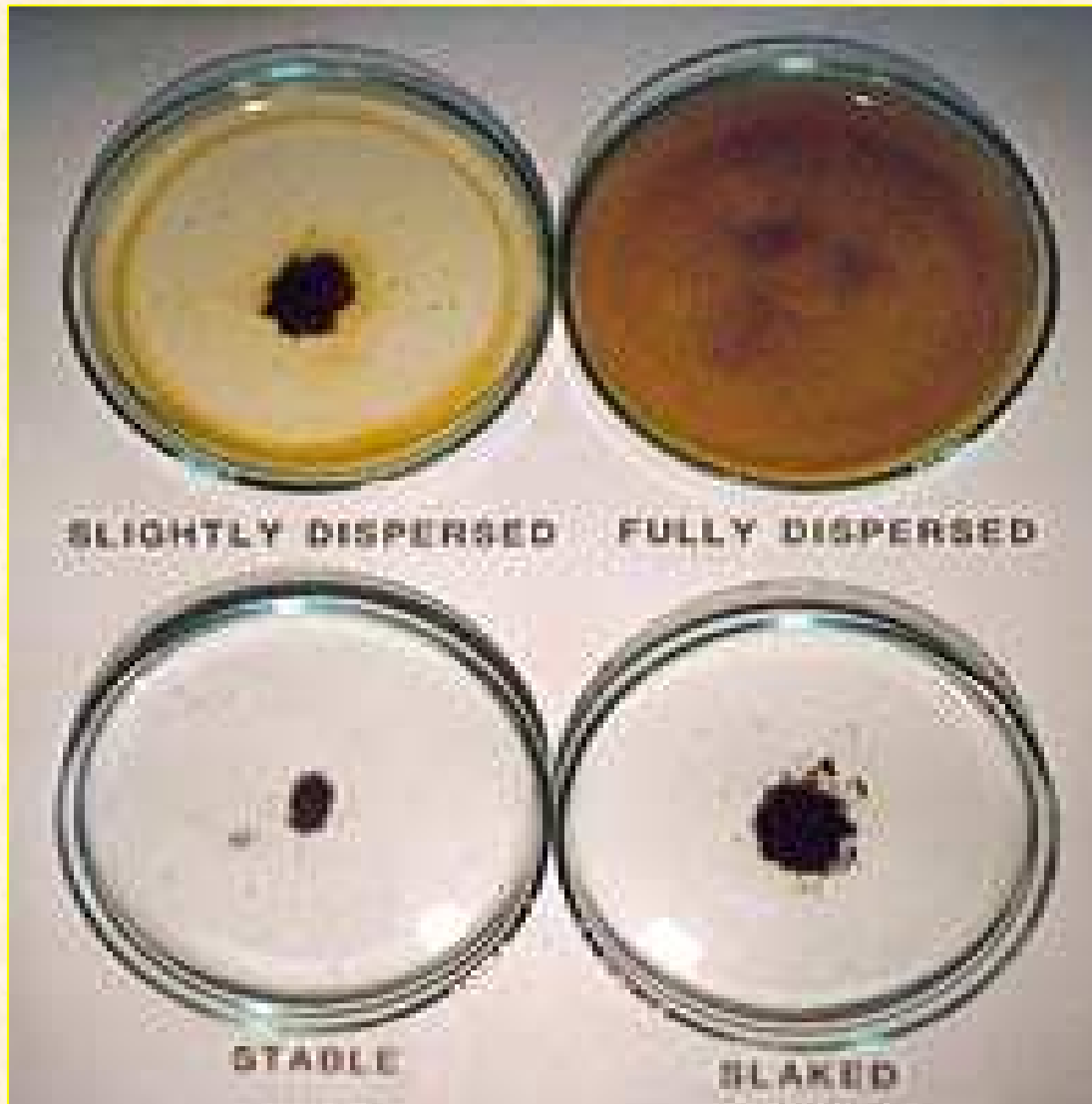
- ✚ **Doble Hidrómetro (ASTM D 4221-90, USBR 5405-89)**

- ✚ **Pinhole Test (ASTM D 4647-93, USBR 5410-89)**

Ensayo de Crumb

El ensayo de Emerson Crumb (Emerson,1967) fue desarrollado como un procedimiento simple para identificar el comportamiento dispersivo en campo. El ensayo consiste en colocar un terrón de suelo en agua y la dispersión es observada como el grado de turbidez del agua, con el siguiente parámetro:

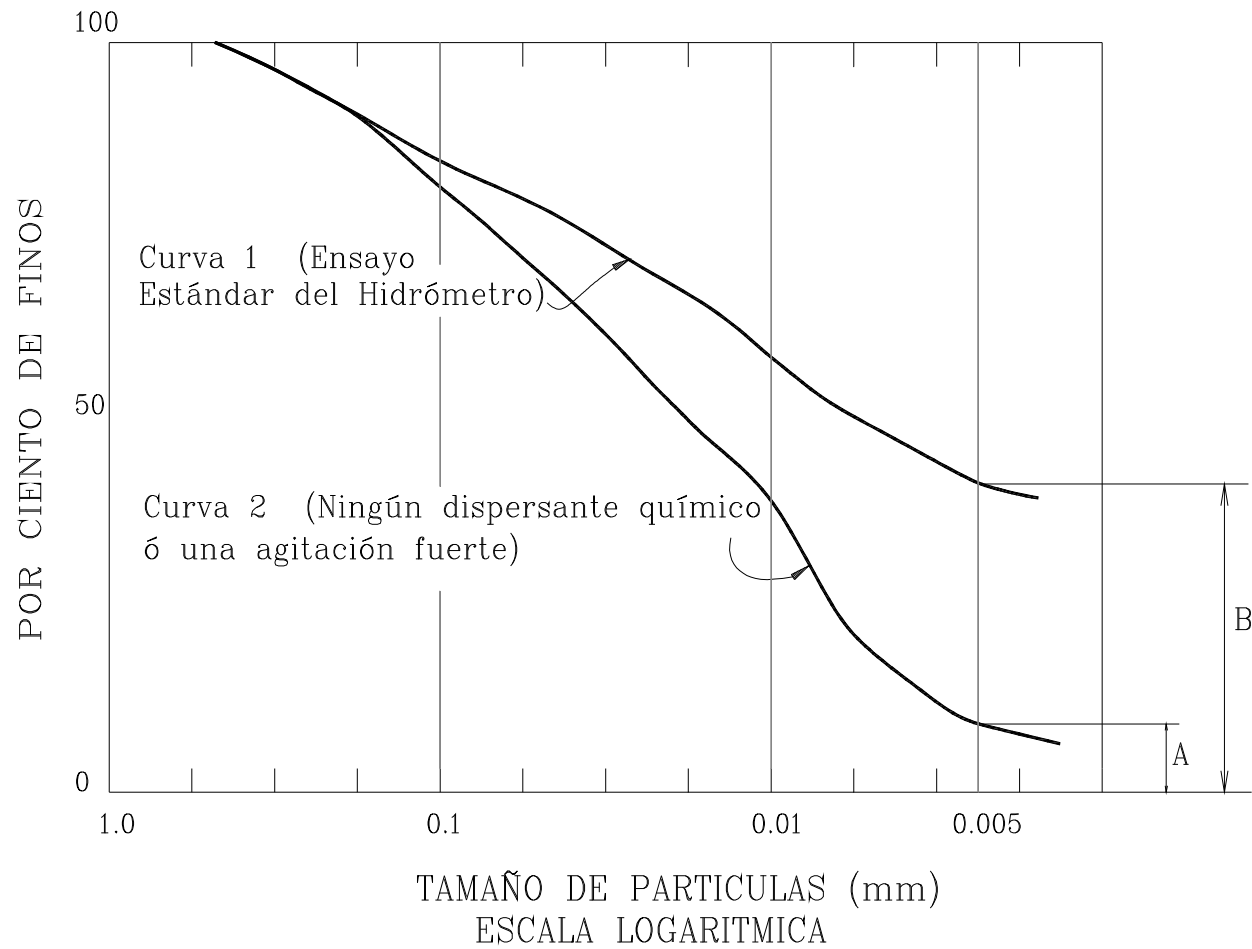
- **Grado 1: Ninguna reacción**
- **Grado 2: Reacción Ligera**
- **Grado 3: Reacción Moderada**
- **Grado 4: Reacción Fuerte**



OBSÉRVESE LOS DIFERENTES RESULTADOS EN EL ENSAYO DE CRUMB.



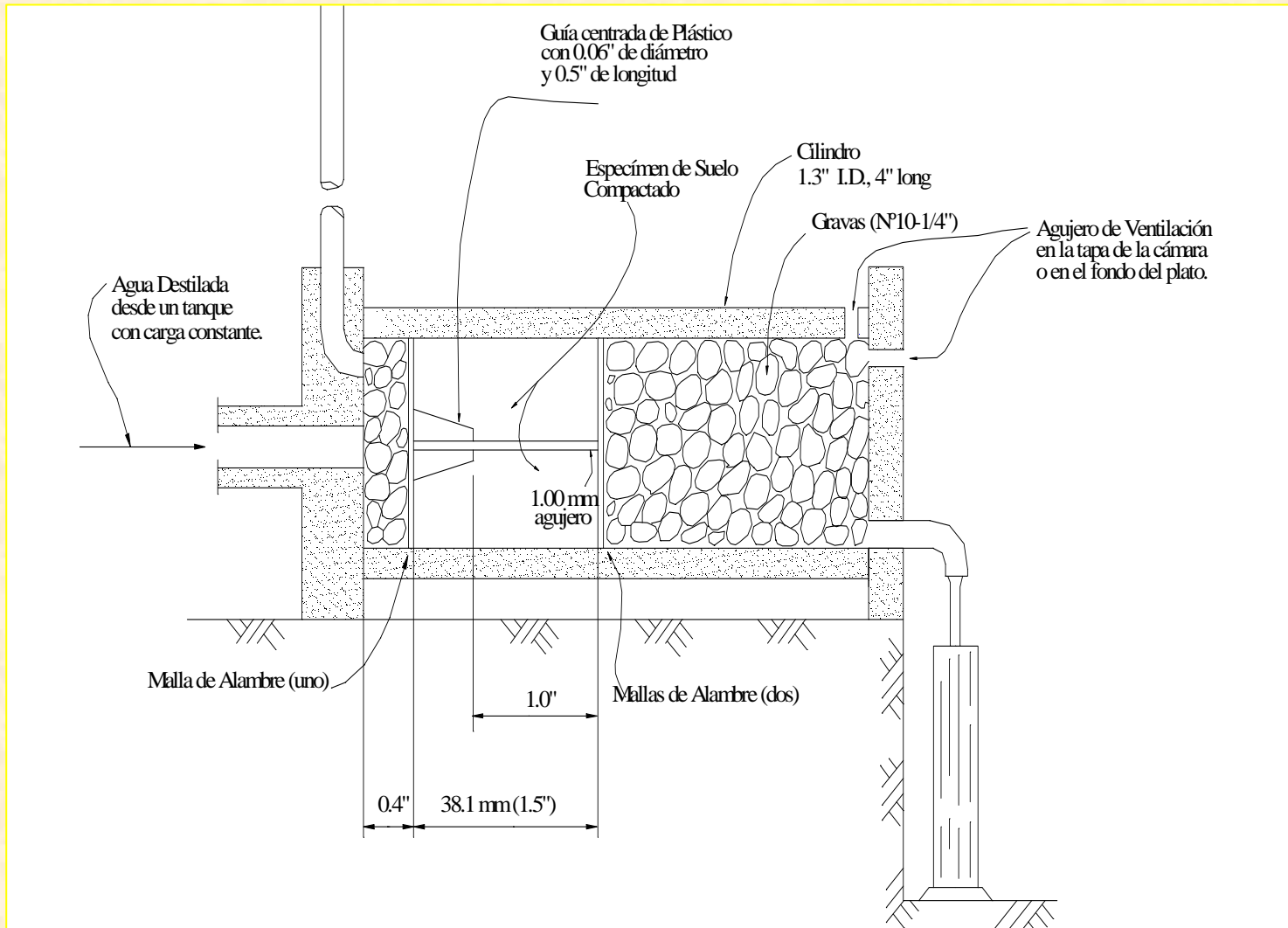
ENSAYO DEL DOBLE HIDRÓMETRO, EQUIPO UTILIZADO EN ESTE ENSAYO.

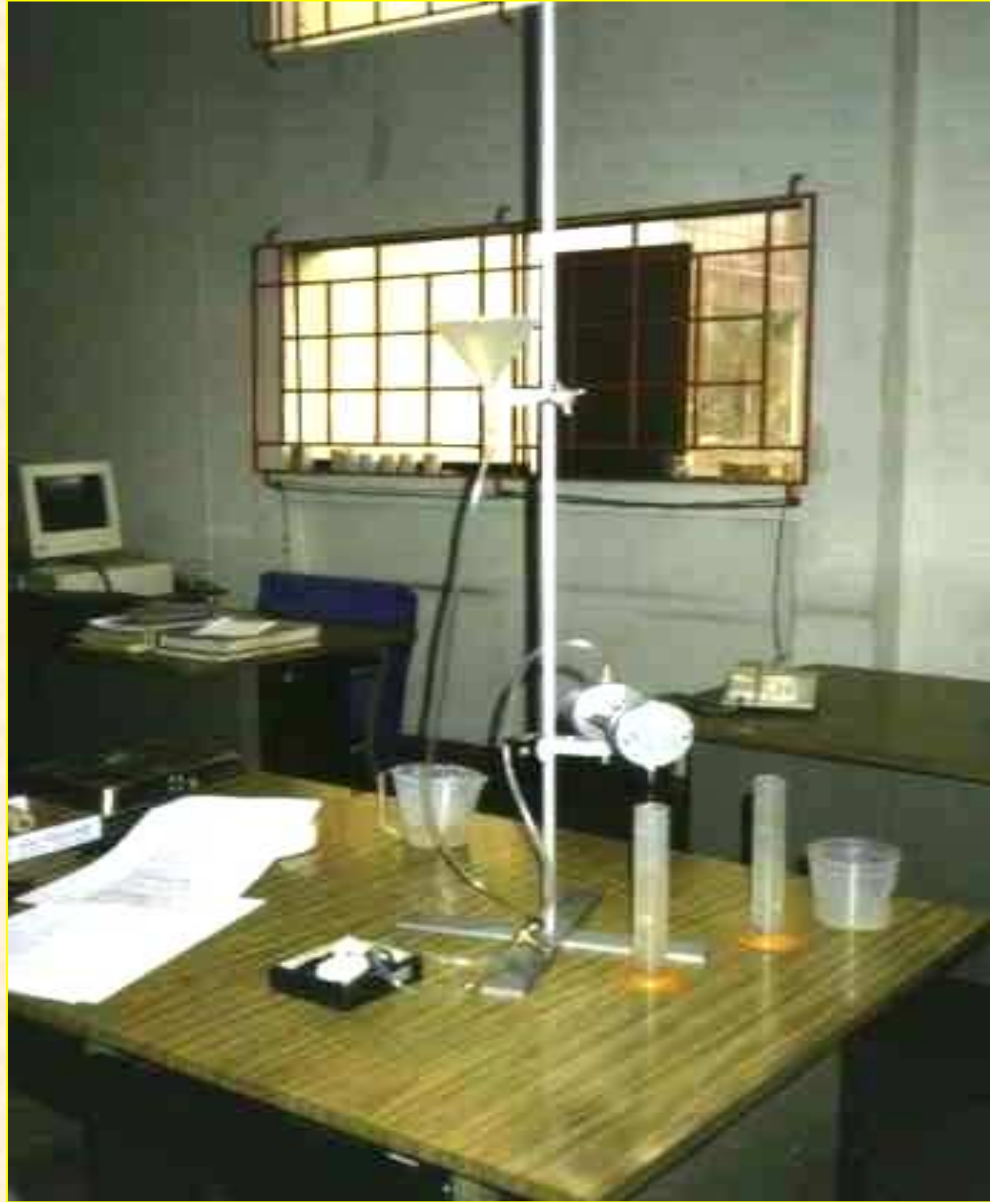


DEFINICION: PORCENTAJE DE DISPERSION = $A(100)/B$

Ensayo de Pinhole

Fue desarrollado por Sherard (1976), con el propósito de tener una medida directa de la erodibilidad. Es así como un orificio de 1.0 mm de diámetro es perforado en el suelo a ser ensayado y a través del cual se pasa agua bajo diferentes cargas y tiempos, simulando una fisura en el terraplén de una presa.





ENSAYO DE PINHOLE, OBSÉRVESE EL COLOR DEL EFLUENTE A TRAVÉS DE LOS CILINDROS Y LA CARGA A LA CUAL ESTÁ SOMETIDA; ESTO ES TÍPICO EN UN SUELO LIGERAMENTE DISPERSIVO.

Algunos Casos Vistos:

Lagunas de Oxidación de San José

Las canteras utilizadas provienen de canteras ubicadas en Ciudad de Dios, provincia de Lambayeque.

En la Laguna ya construída, se observó la presencia de suelos sódicos, realizándose ensayos de dispersión.

Cantera	Clasificación SUCS	Ensayos de Dispersión		
		Crumb	Doble H.	Pinhole
1	SC	Grado 2	Dispersivo	ND 3 ¹
				ND 4 ²
				ND 1 ³
2	SC	Grado 1	No Dispersivo	ND 1 ¹

1 Ensayo realizado sin ningún tiempo de curado

2 Ensayo realizado a 24 horas de curado

3 Ensayo realizado a 07 días de curado.



Laguna de San José en Chiclayo, conformadas con suelos moderadamente dispersivos

Algunos Casos Vistos:

Presa Tinajones

Ubicada en el distrito de Chongoyape. Es una presa de tierra zonificada que provee el cierre principal a las aguas embalsadas. Construída entre los años de 1965 y 1968. La presa ha presentado varias fisuras en diferentes años, realizándose varias reparaciones. El material investigado fue de la corona de la presa principal en la progresiva Km 2+100.

Muestra	Clasificación SUCS	Ensayos de Dispersión		
		Crumb	Doble H	Pinhole
Núcleo Presa Tinajones	CL	Grado 1	Intermedia	ND3 ¹
			Dispersión	ND1 ²
				ND1 ³



Deslizamiento producido en el talud aguas arriba de la Presa Tinajones



Grieta producida en el talud aguas arriba de la Presa Tinajones

DENSIFICACIÓN DE SUELOS

- **Definición:** Este fenómeno se produce por efecto del reacomodo de las partículas de suelo, ocasionando de esta manera asentamientos en las estructuras.
- **Características de suelos densificables:**
 - Suelo friccionante no cohesivo.
 - Baja compacidad.
 - Sin nivel freático cercano.
 - Suelos pobremente gradados.



ASENTAMIENTOS PRODUCIDO POR DENSIFICACIÓN

MÉTODOS DE IDENTIFICACIÓN

- **Ensayos de campo:**
 - SPT, nos permite determinar si el suelo esta suelto, semicomacto o compacto.
 - Densidad natural “in situ” y densidad relativa.
 - Cono Peck.
 - Métodos geofísicos.
 - Con equipos de penetración ligera.

MEJORAMIENTO DE SUELOS

- Compactación dinámica.
- Técnicas de vibroflotación.
- Técnicas de vibrosustitución con grava
- Inyecciones de impregnación, de compactación, etc.
- Técnicas de vibración por medio de explosivos.

SISTEMA DE MEJORA DEL TERRENO



Técnica de vibrosustitución



Mejoramiento del terreno por el método de compactación dinámica

Compactación de los suelos

1. Definiciones
2. Proceso de Compactación
3. Método de compactación
4. La Energía de Compactación
5. Tipos de Curvas de Compactación
6. Efectos de la Compactación del Suelo
7. Aplicaciones de la Compactación
8. Equipo de Compactación para el Campo

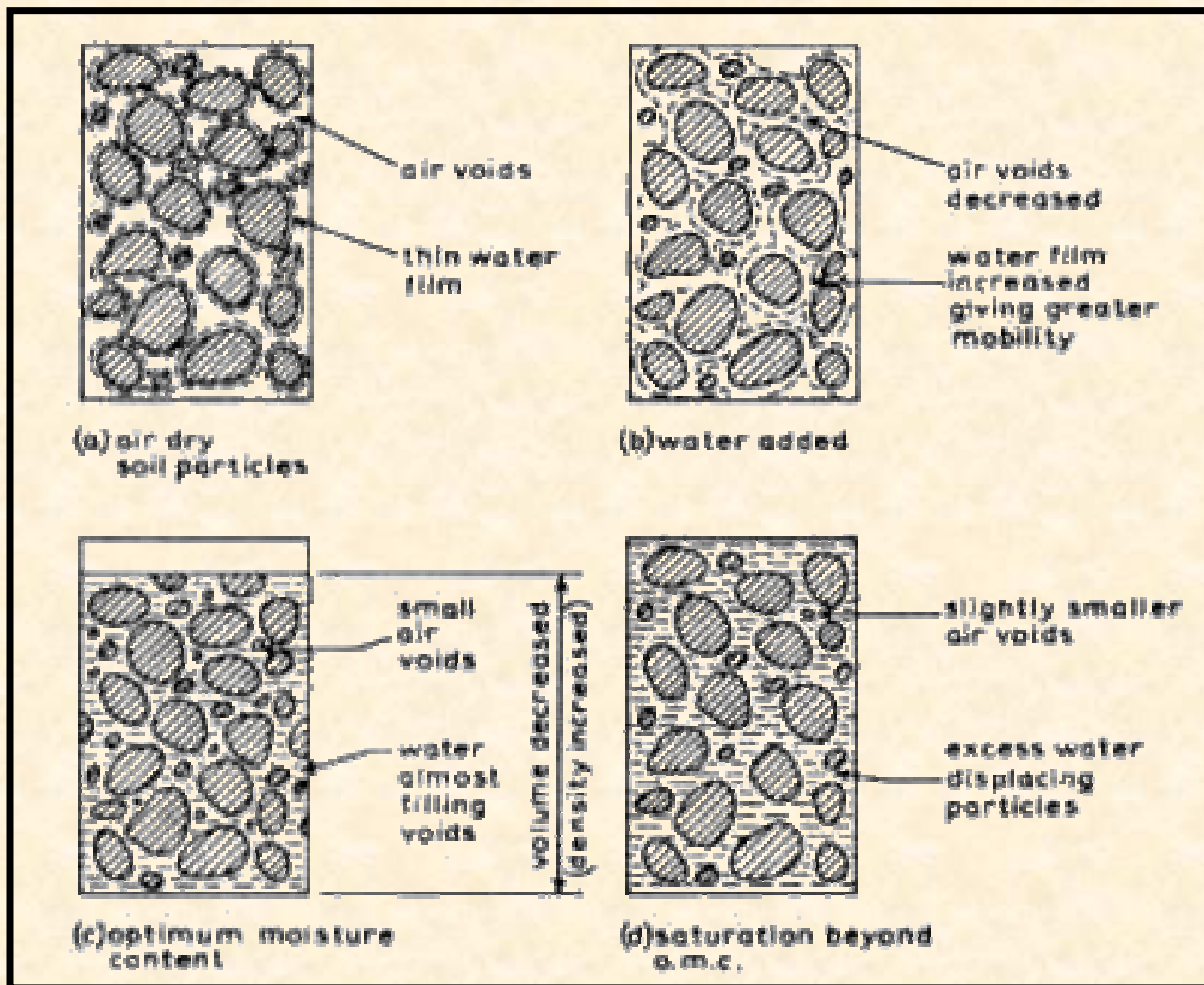


Fig 1. Representación de la compactación de los granos de suelo.

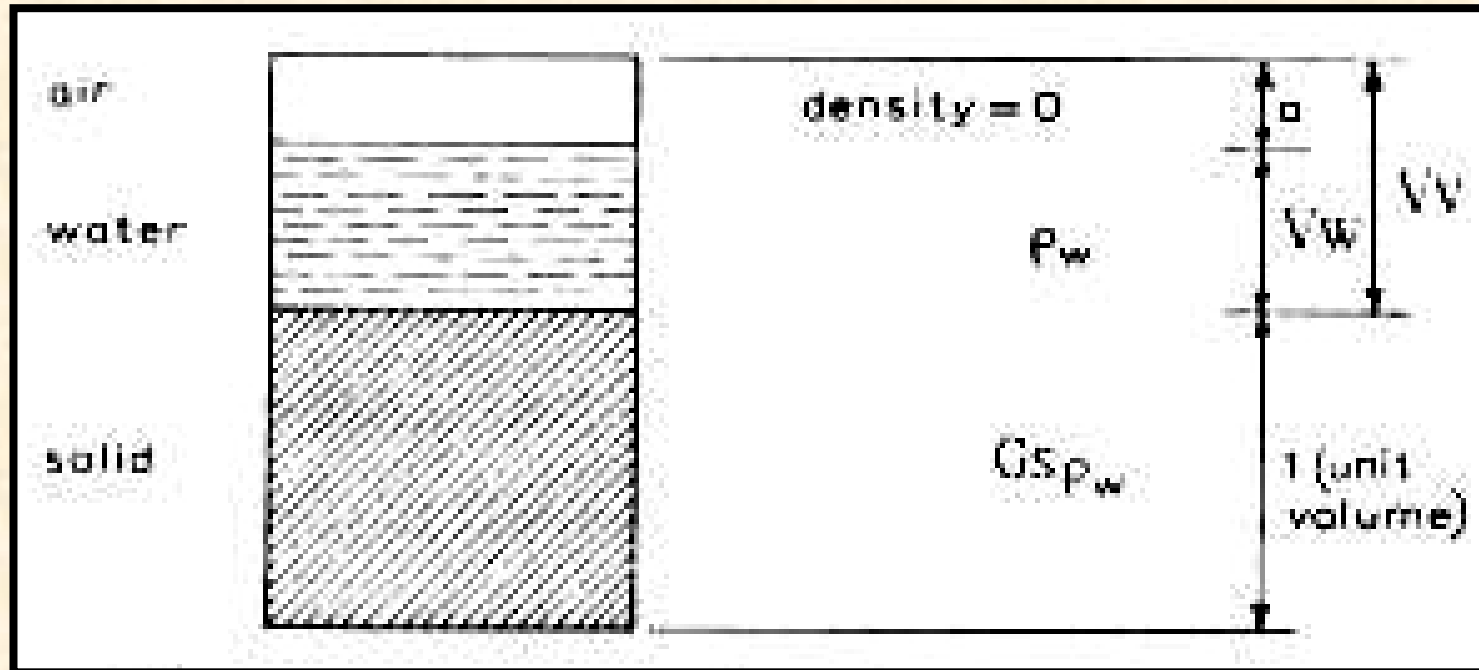


Fig. 3. Representación del suelo con la relación de vacíos.

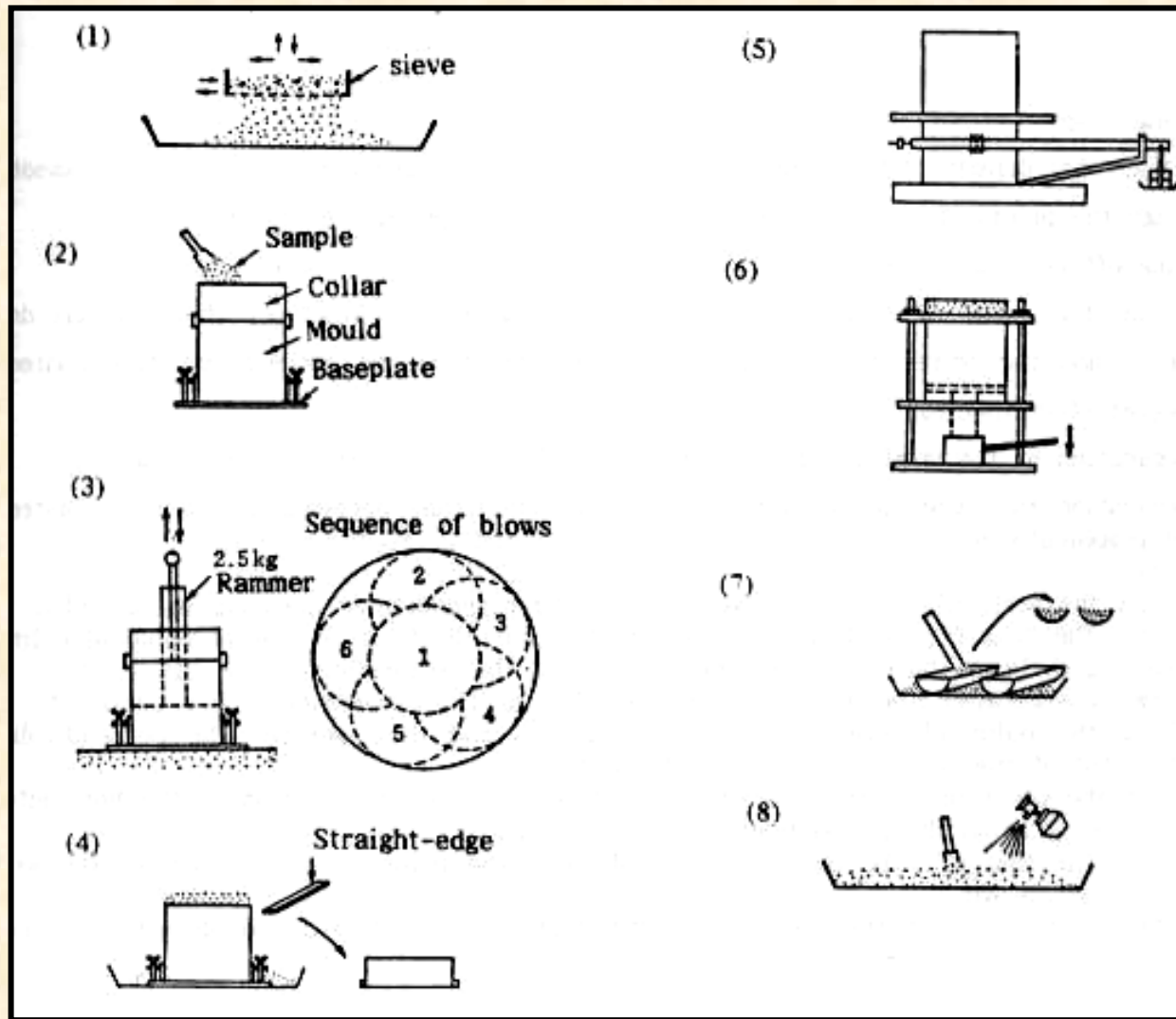
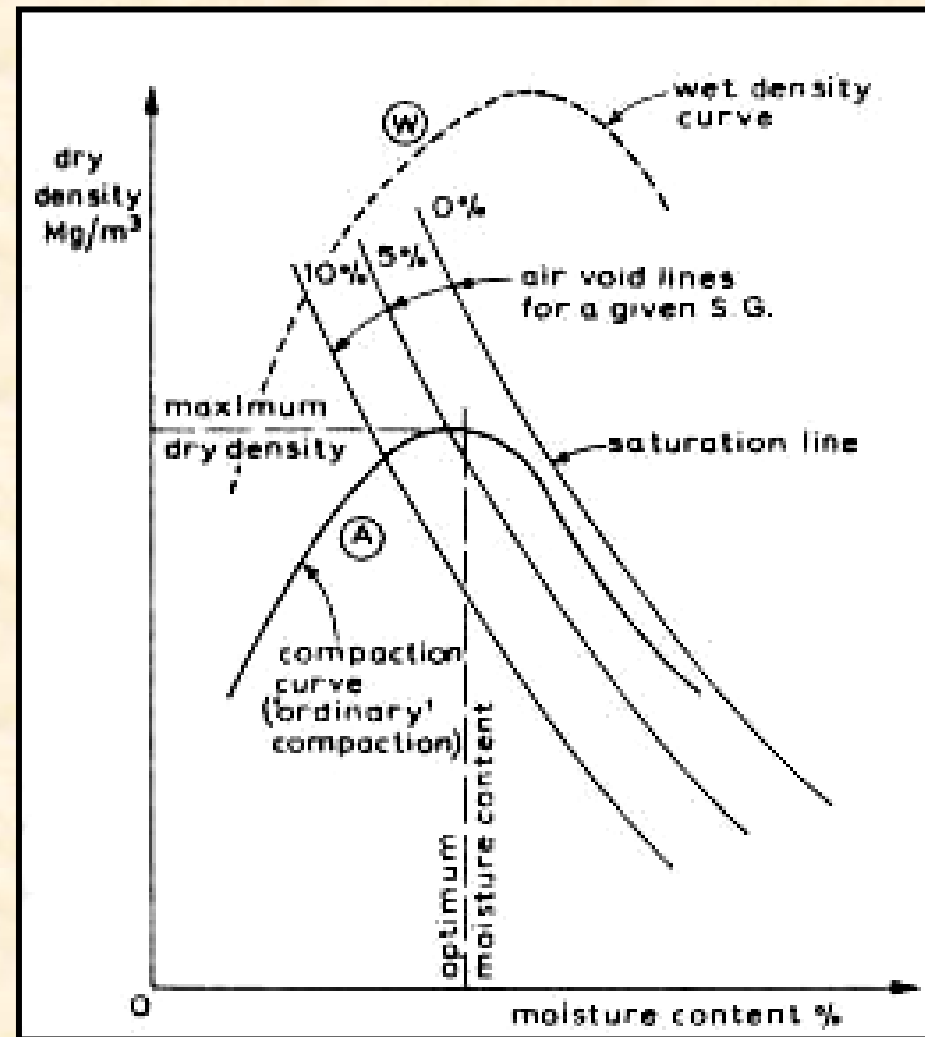


Fig. 4. Procedimiento de compactación.

Fig. 5. Relaciones entre la Densidad Seca y la Humedad de un suelo sujeto a un esfuerzo de compactación.



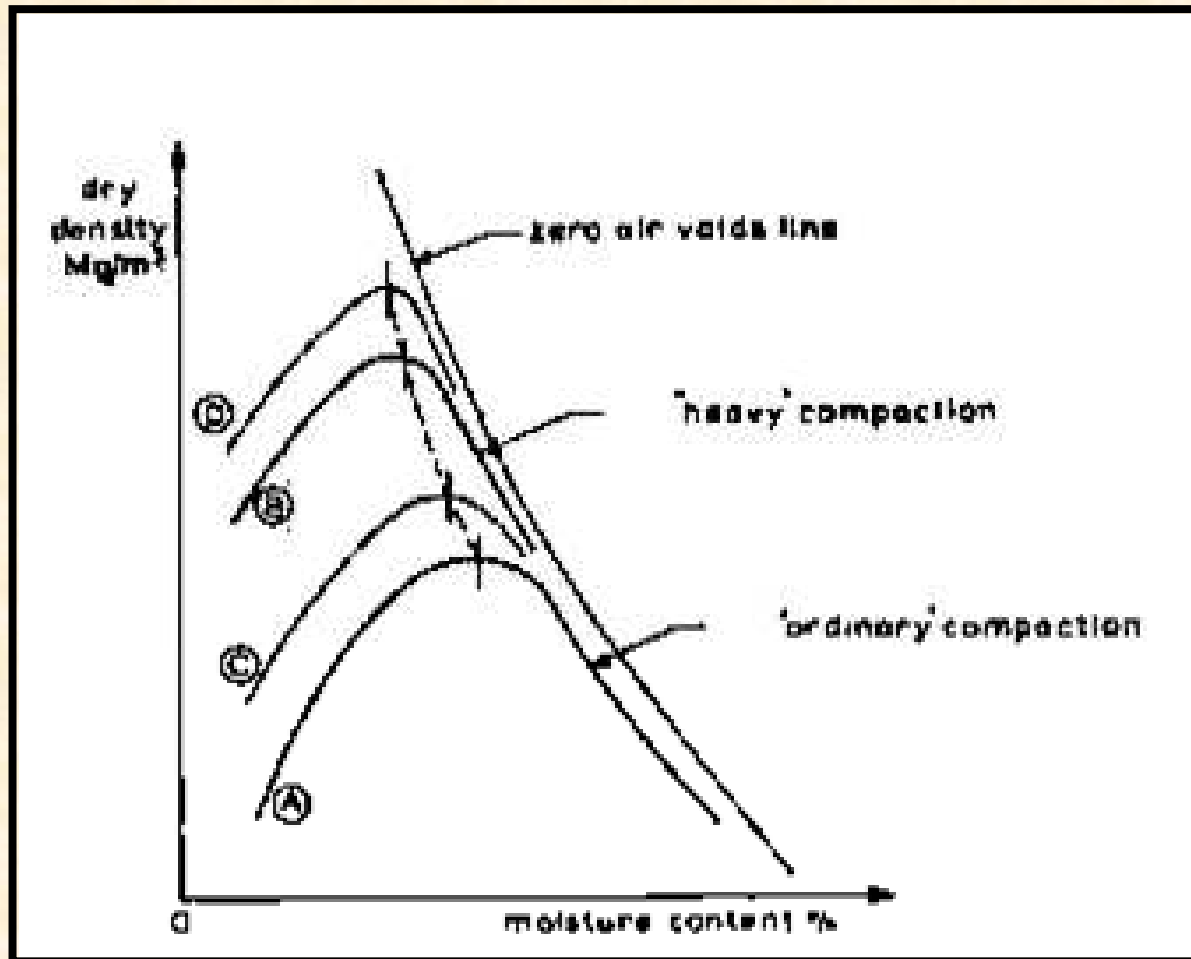


Fig. 6. Curvas Densidad Seca – Humedad para varios esfuerzos de compactación.

**Vibratory Plates
AT**



**Vibratory Plates
AV**



**Rapid Blow
Tampers**



Fig. 12. Equipo de Compactación Manual.



Fig. 15. Rodillo liso



Fig. 16. Rodillo Pata de Cabra en Pasto Grande (Moquegua).



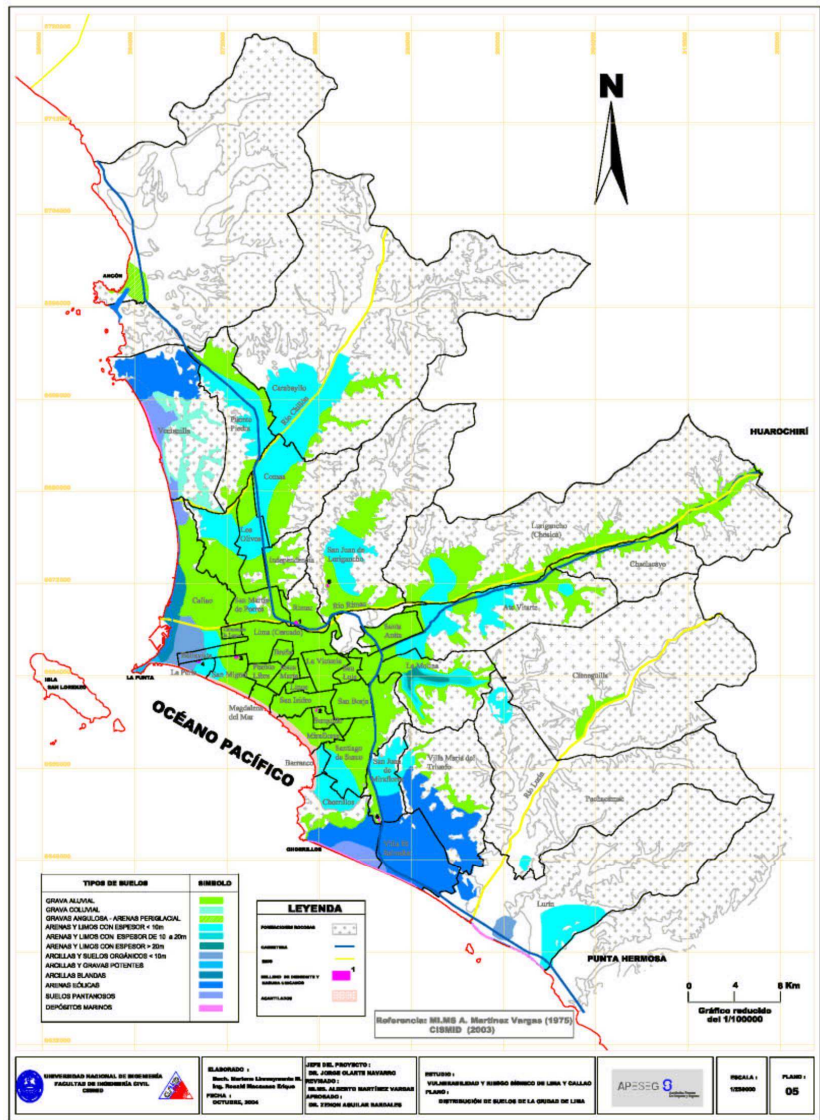
Fig. 17. Rodillo Pata de Cabra con Cuchara.



Fig. 18. Huellas de compactación de un rodillo Pata de Cabra.

ALGUNOS ESTUDIOS REALIZADOS

- * Estabilidad de Taludes Canal Huamajalso- Moquegua
- * Verificación del Estudio y asesoría para la Presa Pasto Grande-Moquegua
- * Riesgo Sísmico de Trujillo Chao Viru- La Libertad
- * Encimamiento de la Presa de Enrocado para contención de Relaves, Empresa Minera Tintaya.- Cusco
- * Rehabilitación de la Central hidroeléctrica María Jiray Huari, hidroandina S.A. – Ancash
- * Control de Desplazamiento de Taludes Críticos de la Zona de Bocatoma, Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato
- Diseño de Embalse Regulador N°2 Atarjea, Lima SEDAPAL
- * Estudio del Depósito de Relaves para las obras de Abandono en Casapalca, centromin Perú.
- * Zonificación Geotécnica Sísmica – 42 distritos Lima y Callao



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
CIBSEB

ELABORADO POR:
ING. JORGE OLIVERA SANCHEZ
REVISADO POR:
ING. ROBERTO MARTINEZ VARGAS
FECHA: OCTUBRE, 2004

JEFE DEL PROYECTO:
DR. JORGE OLIVERA SANCHEZ
AUTORIZADO POR:
ING. ROBERTO MARTINEZ VARGAS
ING. JORGE ADRIAN SANCHEZ

OBJETIVO:
VALORACIÓN Y SERVICIO TÉCNICO DE LIMA Y CALLAO
PLANO:
DISTRIBUCIÓN DE SUELOS DE LA GRUPO DE LIMA

APRESEG

FECHA:
2004

PLANO:
05



Deslizamiento de Santa Tecla, en la Cordillera del Bálsamo, San Salvador (2001)



CENTRO PERUANO JAPONÉS DE INVESTIGACIONES
SÍSMICAS Y MITIGACIÓN DE DESASTRES FIC - UNI

