

Dynamic Probing

Part I Ensayos penetración dinámica 1

1 Equipo	4
2 Correlaciones a usar	6
3 Correspondencia litología/golpes	6
4 Datos generales	6
5 Elaboración estadística	6
6 Agregar un nuevo ensayo	7
7 Introducción datos ensayo en perforación	9
Introducción datos	9
8 Elaboración	11
9 Reelaboración	12
10 Trazar sección	12
11 Estratigrafía 3D	13
12 Presión admisible	13
13 Estimación del subsuelo	14
14 Capacidad de carga cimentaciones superficiales	15
15 Capacidad de carga cimentaciones profundas (pilotes hincados)	17
16 Oedometric modulus	18
17 Parámetros característicos con CvSoil	18
18 Referencias teóricas	22
Correlaciones Geotécnicas	22
Suelos sin cohesión.....	22
Ángulo de rozamiento interno.....	22
Densidad relativa.....	23
Módulo de Young.....	24
Módulo edométrico.....	24
Peso específico.....	25
Peso específico saturado.....	25
Velocidad ondas de corte.....	25
Módulo de deformación al corte.....	26
Coeficiente de empuje en reposo.....	26
Suelos cohesivos.....	26
Cohesión no drenada.....	26
Resistencia a la puntaza del penetrómetro estático (Qc).....	27
Módulo edométrico - confinado.....	28
Módulo de Young.....	28
Peso específico.....	29
Categorías Subsuelo	29
Licuefacción	32
Bibliografía	34
19 Geoapp	38
Sección Geoapp	39

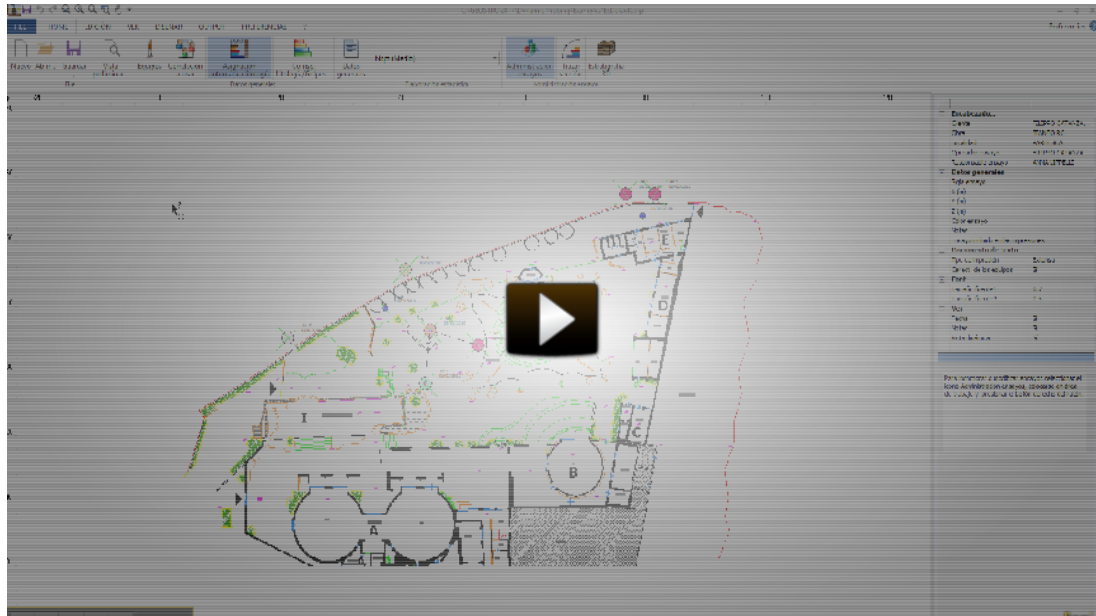
Part II Dynamic AGS 39

Part III Contactos 41

Index**0**

1 Ensayos penetración dinámica

Programa de elaboración de Pruebas Penetrométricas Dinámicas con gestión y archivos de cada tipo de sonda penetrométrica (incluso nueva o personalizada) y pruebas SPT en la perforación.



Elaboración de los ensayos para calcular la capacidad de carga de cimentaciones superficiales con numerosos métodos, de las geometrías de cimentación (zapata corrida, losa, zapata aislada, etc.) y de los asentamientos relativos; comprobación de pilotes hincados y definición del potencial de licuefacción de los suelos examinados con esquema sísmico. Los gráficos de las columnas estratigráficas se pueden exportar en Slope, LoadCap y MP. Específicamente en estos últimos dos software, se exportan también los parámetros geotécnicos resultantes de la elaboración.

El software cuenta con una base de datos con equipos de uso común:

- Borro
- DIN 4
- DPM (DL030 10) (Medium)
- DPM (DL030 16) (Medium)
- DPA
- DPL (Light)
- DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
- SCPT (Standard Cone Penetration Test)

- SPT (Standard Penetration Test)
- DPSH TG 63-X PAGANI
- TG 73-X PAGANI
- SCPT TG 63-X PAGANI
- DPM (DL 030 SUNDA)
- RAYMOND
- PENNY 30
- Geo Deep Drill (DPH50, DPSH63-73)
- Nordmeyer (LMSR-X model)

Se pueden agregar nuevos equipos penetrométricos y/o eliminar los existentes. Para cada sonda que se haya definido se calcula automáticamente el coeficiente de correlación y además es posible agregar la imagen bitmap del instrumento en uso.

EXPORTACIÓN DEL ARCHIVO EQUIPOS

La lista de los equipos se puede exportar en formato xlm o txt e importarla en puestos de trabajo separados del pc local.

ENTRADA DE DATOS Y ADMINISTRACIÓN ESTRATOS

Dynamic Probing se caracteriza por la rapidez en la inserción de los datos y en la definición de la estratigrafía.

ENTRADA DE DATOS

A medida que el usuario indica el número de golpes para cada intervalo, se calcula el coeficiente de la sonda utilizada y la resistencia dinámica reducida o no en el estrato. Se visualiza además el gráfico de barras del número de golpes y el gráfico de las variaciones de la resistencia dinámica.

ADMINISTRACIÓN ESTRATOS

La definición de los estratos es todavía más sencilla: el usuario puede definir la estratigrafía (profundidad del estrato y características litológicas) numérica o gráficamente, gracias a la interactividad entre las ventanas de diálogo.

ADMINISTRACIÓN ENSAYOS

Dynamic Probing permite una administración simple e inmediata de las pruebas realizadas en las obras: es posible introducir nuevas pruebas en cualquier punto, asignando la posición X y Y, la profundidad inicial Z y la final, así como la profundidad en la cual se ha colocado el nivel freático y la fecha. Para cada obra es posible archivar un número indefinido de pruebas y para cada una realizar la elaboración con las diferentes

correlaciones propuestas. Cada una podrá verse en vídeo fácilmente gracias a la leyenda y a la visualización de los gráficos de la resistencia dinámica y del número de golpes.

CORRELACIONES

El programa permite determinar los parámetros geotécnicos más importantes en la caracterización de los suelos. Los tipos litológicos que entran en la numerosas correlaciones propuestas, ya sea para suelos con cohesión que sin cohesión, da al usuario la posibilidad de caracterizar una grande variedad de terrenos. Sin embargo, entre las numerosas opciones, se le da al usuario la facultad de elegir las correlaciones que le parezcan más pertinentes para las litologías presentes. Los parámetros que se derivan de la elaboración de los datos son:

TERRENOS CON COHESIÓN

- Cohesión no drenada (Terzaghi-Peck, SUNDA (1983)-Benassi Vannelli, Sanglerat, TERZAGHI & PECK (1948), U.S.D.M.S.M., Schmertmann (1975), Fletcher (1965), Houston (1960), Shioi – Fukui (1982), Begemann, De Beer, Robertson (1983))
- Módulo edométrico (Stroud e Butler (1975), Vesic (1970), Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner, Buisman-Sanglerat)
- Módulo di Young (Schultze-Menzenbach, D'Appollonia ed altri 1983)
- Peso por unidad de volumen (Meyerhof ed altri)
- Clasificación (A.G.I.)
- Otros

TERRENOS SIN COHESIÓN

- Densidad relativa (Gibbs & Holtz (1957), Meyerhof (1957), Skempton (1986), Schultze & Menzenbach (1961))
- Ángulo de rozamiento (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956), Meyerhof (1956), Sowers (1961), Malcev (1964), Meyerhof (1965), Schmertmann (1977), Mitchell & Katti (1981), Shioi-Fukuni (1982), Japanese National Railway, De Mello, Owasaki & Iwasaki
- Módulo edométrico (Buisman-Sanglerat, Begemann (1974), Farrent (1963), Menzenbach e Malcev)
- Módulo de Young (Terzaghi, Schmertmann (1978), Schultze-Menzenbach, D'Appollonia ed altri (1970), Bowles (1982))
- Módulo de Poisson (A.G.I.)
- Módulo de corte (Ohsaki & Iwasaki, Robertson e Campanella (1983))
- Peso por unidad de volumen (Meyerhof ed altri)

- Clasificación (A.G.I.)
- Velocidad ondas de corte
- Potencial de licuefacción (Seed (1979))
- Módulo Ko (Navfac (1971-1982))
- Otros

CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

La determinación de la categoría de suelo (A, B,,C, D, E, S1, S2) se lleva a cabo con base en los parámetros equivalentes: Nspt, 30/Cu, 30/Vs, 30. El software cuenta con un sofisticado modelo que permite efectuar el análisis para cada intervalo del equipo, con estratigrafía del usuario, con parámetros directos e indirectos.

EXPORTACIÓN DE LOS RESULTADOS

Los resultados de las elaboraciones se exportan en forma tabular y gráfica. Para cada prueba se construyen las tablas donde aparecen los resultados de las elaboraciones escogidas por el usuario, precedidas por los datos de identificación de la prueba (orden de colocación, fecha, etc.) y de las características del equipo penetrométrico usado, además de los datos relativos a la obra (nombre del proyecto, localidad, técnico, etc.). A las tablas se asocian los gráficos del número de golpes y de la resistencia dinámica, además, para completar la gráfica, se da la posibilidad de construir la columna estratigráfica correspondiente a cada prueba.

CAPACIDAD DE CARGA Y LICUEFACCIÓN

Dynamic Probing realiza también el cálculo de la capacidad de carga y de los asientos de cimentaciones superficiales con diversos métodos y el cálculo del potencial de licuefacción para los estratos sin cohesión.

1.1 Equipo

Permite seleccionar el penetrómetro utilizado introduciendo los datos del equipo (características técnicas). El comando de administración de las sondas penetrométricas se encuentra en el menú Datos generales y en la barra de las herramientas.

Intervalo	Intervalo de la sonda en cm. (10-20-30)
Caída	Altura de caída de la maza en cm.

Peso	Peso maza en Kg.
Área	Área puntaza del penetrómetro en cm ²
Peso varillaje	Peso varillaje del penetrómetro en Kg al ml.
Niple	Profundidad niple varillaje sucesivo en m.
Masa Pasiva	Masa del andamio de la maza y del golpeo en Kg.
Coef. Corr. SPT	Coeficiente de correlación con el ensayo standard (éste cambia con las diferentes cotas de aplicación); generalmente viene utilizado el relativo al segundo metro.
Nota	El programa calcula la relación de las energías transmitidas (coeficiente de correlación con SPT) con las elaboraciones propuestas por Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

El estudio de la correlación entre SPT y los otros penetrómetros dinámicos fue efectuada por: Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Para agregar un **Nuevo equipo** colocarse en la voz Equipo y dar un clic con el lado derecho del mouse, después seleccionar Nuevo e introducir los datos necesarios.

Para **Eliminar un equipo** existente colocarse sobre el que se debe eliminar, activar el menú de selección rápida con el lado derecho y seleccionar el comando **Eliminar**.

Nota

Con el equipo *DPSH TG 63 200 MEARDI PAGANI* (con maza de 73 kg) se han efectuado una serie de ensayos y estudios para definir experimentalmente el coeficiente de correlación. Según estos ensayos, el coeficiente 1,66 se puede aplicar en forma segura a grava y grava con arena y llega hasta 2.

En promedio se ha establecido 1,8.

1.2 Correlaciones a usar

Permite seleccionar la correlación a usar para cada parámetro.

Véase también: [Referencias teóricas](#).

1.3 Correspondencia litología/golpes

Permite asignar un color a cada litología: para suelos cohesivos, sin cohesión o cohesivos granulares.

1.4 Datos generales

Se introducen los datos generales del encabezado (Cliente, Obra, Localidad, Operador del ensayo, Responsable ensayo, Código pedido, Número de certificados adjuntos), el coeficiente de seguridad de las presiones en el estrato (comprendido entre 20 y 22, un coeficiente de seguridad igual a 20 corresponde a un coeficiente igual a 4 de las cimentaciones superficiales), y la localización del ensayo.

 Si se introduce la localización con este formato: calle xxxx, ciudad, provincia, nación, se identifica automáticamente la zona del trabajo. Alternativamente se pueden asignar las coordenadas con el sistema WGS84 en grados decimales.

Para poder identificar la zona, el sistema requiere la conexión a internet.

1.5 Elaboración estadística

Permite la elaboración estadística de los datos numéricos de Dynamic Probing. Utilizando en el cálculo de los valores representativos del estrato un valor inferior o mayor que el promedio aritmético del estrato; los posibles valores a introducir son:

- Promedio: Promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Promedio mínimo: Valor estadístico inferior al promedio aritmético de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Máximo: Valor máximo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Mínimo: Valor mínimo de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Desviación Estándar: Valor estadístico de desviación de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Desviación media: Valor estadístico de desviación media derivado de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Media + s: Media + desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Media - s: Media - desviación (valor estadístico) de los valores del número de golpes en el estrato considerado.
- Distribución normal R.N.C.: [ver Parámetros característicos](#).
- Distribución normal R. C.: [ver Parámetros característicos](#).

1.6 Agregar un nuevo ensayo

El programa se basa en la introducción gráfica de los ensayos penetrométricos, por lo tanto para insertarlos se debe:

1. Seleccionar el comando Administración ensayos del menú Datos generales o el respectivo icono en la barra de las herramientas;
2. Colocarse en el área de trabajo;

3. Presionar el lado derecho del ratón, seleccionar el tipo de ensayo (continuo o en la perforación) e introducir los datos generales.

X, Y, Z	X,Y Individúan la posición planimétrica; Z la posición altimétrica.
Profundidad ensayo	Insertar la profundidad (en m) alcanzada por el último golpe
Profundidad nivel freático	Si se tienen, se pueden introducir las profundidades de varios niveles freáticos atravesados en el sondeo

Para los ensayos continuos se propone una lista de equipos en donde se seleccionará aquel utilizado, para los ensayos en la perforación se requieren las cotas iniciales a las cuales se realizan. Cada ensayo puede ser identificado con el color elegido por el usuario.

4. Colocarse con el ratón sobre el ensayo, activar el menú de selección rápida del lado derecho del mouse y seleccionar Introducir Datos (ver [Introducción datos](#));
5. En Introducir datos hay una serie de menús activos de selección rápida entre los cuales se debe recalcar:
 - En la columna Peso específico, con el lado derecho del ratón se activa el cálculo automático del peso;
 - En el gráfico, con la derecha del mouse, aparece una serie de funciones entre las cuales la introducción de estratos, exportaciones, etc.;
 - Para borrar un estrato seleccionar toda la línea en la tabla Estratos y presionar delete.

6. Finalizada la introducción de datos colocarse sobre el ensayo y activar Elaboración (ver Elaboración);
7. En Elaboraciones, para seleccionar los parámetros, colocarse sobre la malla en alto a la derecha y apretar el lado derecho del mouse;

* La diferencia entre [Elaboraciones](#) y [Reelaboraciones](#) es la siguiente: la primera calcula los parámetros geotécnicos y conserva los eventuales cambios en los mismos, la segunda rehace los cálculos de los parámetros sin conservar los eventuales cambios aportados por el usuario;

* Si el equipo a usar no aparece en la lista, abrir la ventana Equipo (ver Equipo), colocarse con el mouse en la voz Equipo, presionar el lado derecho del ratón y activar nuevo.

1.7 Introducción datos ensayo en perforación

Introducir en secuencia Ncolpi/15 con relación a la profundidad en que se trabaja. El programa efectúa automáticamente las elaboraciones necesarias, mientras que el usuario debe definir la profundidad de los estratos y la selección del tipo de litología (con o sin cohesión) y si se encuentra nivel freático.

 Si no se selecciona la opción "Estimación automática de peso específico", entonces el usuario debe introducir el valor del peso. Sino, seleccionando el tipo de litología, el programa lo estima automáticamente.

1.7.1 Introducción datos

Introducir en secuencia el número de golpes (datos de obra) relativos a la profundidad a la que se trabaja. El programa efectúa las elaboraciones necesarias automáticamente, mientras el usuario debe definir la profundidad de los estratos y seleccionar el tipo de litología (con o sin cohesión).

Profundidad estrato

Insertar la profundidad del estrato (número homogéneo de golpes) con el ratón o directamente en la casilla correspondiente. Para insertarla con el mouse colocarse en el gráfico, presionar el lado derecho del mouse, seleccionar el comando Incorporar estrato y digitar la cota del estrato. La casilla se actualiza automáticamente. También se puede eliminar un estrato existente seleccionándolo en la tabla numérica y apretando la tecla delete; la estratigrafía se actualizará contemporáneamente también en el modelo gráfico.

Peso específico (t/mc)

Insertar el peso específico del estrato (o calcularlo automáticamente con Meyerhof). Para calcularlo automáticamente colocarse en la columna de peso y apretar el lado derecho del mouse.

Con cohesión - Sin cohesión

En la tabla de las características del estrato, seleccionar con cohesión o sin cohesión o ambos.

Texturas

Insertar el bitmap de referencia tomándolo del archivo litológico lateral: seleccionar el bitmap y, presionando el ratón, arrastrarlo hacia la casilla donde se desea colocarlo. Para asignar un color es suficiente con colocarse en la celda y hacer clic para activar la paleta de los colores.

Descripción

Digitar el texto correspondiente a la nomenclatura de la litología.

Cálculo coef. reducción del penetrómetro

El dato representa un coeficiente de corrección que toma en cuenta la pérdida de energía debida a "la deformación del varillaje durante la hincada". Este dato está influenciado por el N° de golpes (rechazo) y por la profundidad, con efecto directo en la resistencia dinámica a la rotura y sus eventuales datos admisibles de carga (Herminier).

Resistencia dinámica

Resistencia dinámica específica del penetrómetro en el inter estrato (con efecto de reducción deformación o no) calculada según las elaboraciones de Olandesi.

Ver también [elaboración estadística](#).

Gráfico

Cuando se introduce un nuevo ensayo los datos se muestran en un modelo gráfico donde se presentan los datos del ensayo, el gráfico de barras que reproduce el número de golpes en cada intervalo, los movimientos de la resistencia dinámica a la puntaza, el nivel freático y la litoestratigrafía. El modelo base propuesto interactúa

contemporáneamente con el número de golpes introducido en cada intervalo y con la tabla donde se administra la estratigrafía, o sea que cada dato modificado en la columna de introducción del número de golpes se actualiza también en el modelo gráfico y cada cambio hecho en la tabla de administración de la estratigrafía se reproduce en el gráfico en la columna litoestratigráfica.

El modelo gráfico es accesible desde el menú de selección rápida que se activa con el lado derecho del mouse; los comandos son: exportar en DXF y en EXCEL, imprimir, copiar, mover, página entera y opciones.

Las opciones de colores, líneas y escala se encuentran también en el menú **Preferencias**, comando **Opciones elaboración gráfico**.

Observaciones

Las funciones **Copiar-Pegar** permiten copiar y pegar la secuencia de datos (N° golpes) de una hoja de Excel en el programa Dynamic Probing: éstas se activan en el menú de selección rápida mostrado al colocar el ratón sobre la tabla de introducción de los datos (n° golpes) y apretando el lado derecho del mouse.

Cómo incorporar un estrato con el teclado

Digitar las profundidades de los estratos en la tabla que se ve debajo del modelo gráfico (debajo a la derecha en la ventana de introducción de datos).

Cómo incorporar un estrato con el mouse

Activar en el gráfico el menú de selección rápida, seleccionar el comando Incorporar estrato, dar un click e insertar la cota correspondiente.

Borrar un estrato

Seleccionar una línea entera de la tabla estratigrafía y pulsar **canc** en el teclado.

1.8 Elaboración

Permite la elaboración automática de los datos penetrométricos con N_{spt} medio en el estrato considerado o seleccionado. Para iniciar la elaboración seleccionar el comando **Elaboración** del menú de selección rápida que aparece colocándose sobre el ensayo a elaborar y apretando el lado derecho del ratón. Las correlaciones (opciones preliminares "Correlación a usar ") propuestas están diferenciadas por tipología de terreno (con o sin cohesión) y, en función del parámetro, se cita el autor correspondiente. Las correlaciones se eligen en el menú **Datos generales** o activando con un click del mouse el comando que se encuentra en la barra de las herramientas.

Observaciones

Correlaciones a usar

Las correlaciones seleccionadas por el usuario para la elaboración se evidencian con rojo en la lista situada a la izquierda de la pantalla. Cuando se quiera cambiar correlaciones es suficiente seleccionar la actual con un clic del mouse y, automáticamente, se propone en la malla de elaboración el nuevo parámetro.

Enviar correlación a la hoja de impresión

Permite cambiar el parámetro calculado automáticamente en función de la correlación seleccionada y enviarlo (con la tecla derecha del mouse sobre la malla de elaboración) a la hoja de impresión correspondiente.

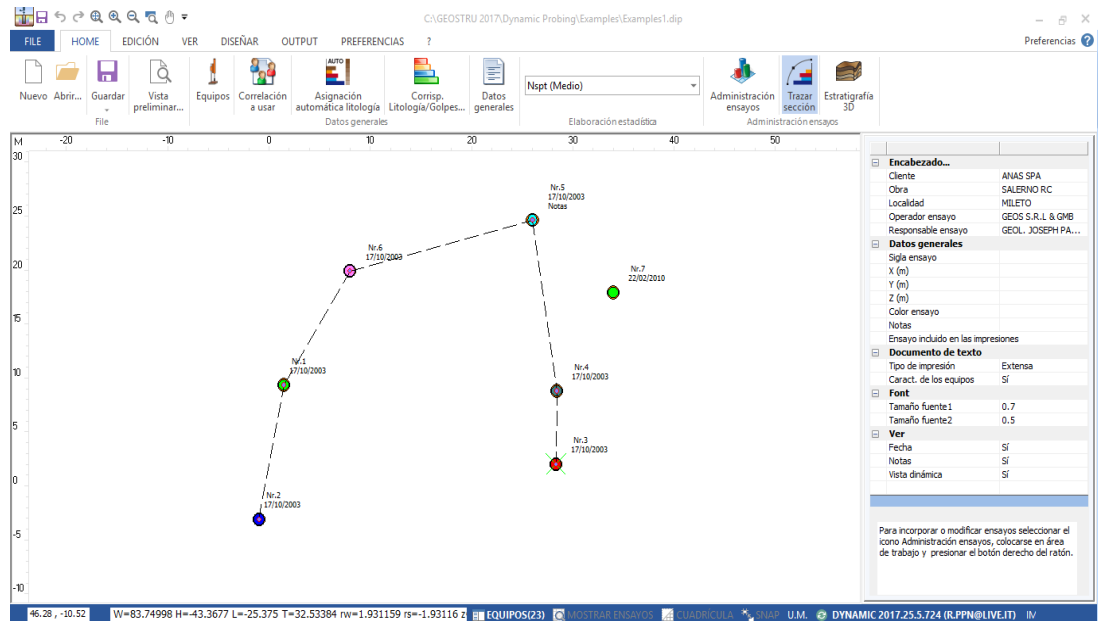
1.9 Reelaboración

La reelaboración permite obtener de nuevo los parámetros obtenidos con las correlaciones seleccionadas por el usuario (en rojo), si las mismas han sido modificadas (Ver Correlaciones a usar en [Elaboraciones](#)).

1.10 Trazar sección

Se pueden crear secciones geológicas uniendo varios ensayos con el mouse, haciendo clic con el lado derecho sobre la hoja de trabajo y seleccionando "Crear sección".

La sección creada se puede leer directamente en Slope, el cual se puede usar en modalidad secciones directamente desde el programa Dynamic, o sino hay que usar un módulo para la creación de secciones.



1.11 Estratigrafía 3D

Cabe recordar que la reconstrucción automática de la estratigrafía en 3D se basa en los nombres asignados a los estratos.

Por ejemplo: si el sondeo 1 está compuesto por tres estratos llamados: A, B, C; el sondeo 2 debe contar con el mismo número de estratos con el mismo nombre: A, B, C y así sucesivamente para los otros sondeos.

Para obtener una vista óptima del 3D se aconseja además asignar los mismos colores o texturas a estratos pertenecientes a sondeos diferentes pero con el mismo nombre.

1.12 Presión admisible

Presión admisible específica en el inter estrato (con efecto de reducción o no) calculada según las elaboraciones propuestas por Herminier, aplicando un coeficiente de seguridad (generalmente = 20-22) que corresponde a un coeficiente standard de las cimentaciones igual a 4, con una geometría standard de 1 m de ancho y empotramiento $d = 1$ m.

1.13 Estimación del subsuelo

En fase de definición de la categoría del suelo, el software carga los datos del ensayo corriente. Si dicho ensayo contiene ya una estratigrafía definida, automáticamente serán individualizados los siguientes datos: Profundidad, Descripción, Coeficiente de Correlación, Tipo (con cohesión, sin cohesión o cohesivo-incoherente), NSPT.

Sin embargo, los datos que han sido cargados automáticamente se podrán modificar en forma independiente de los datos del ensayo en curso.

Nota sobre ID Tipo

ID Tipo: No es necesario asignar este dato puesto que el programa lo hace directamente en el momento en que se elige el tipo (con cohesión, sin cohesión o ambos).

ID Tipo asume los siguientes valores: 2 Con cohesión, 1 sin cohesión, 3 ambos.

Se debe asignar cuando se importan datos a través del comando "Pegar" (el mismo se activa sobre la tabla con el lado derecho del mouse).

Parámetros Geotécnicos:

El programa calcula los parámetros geotécnicos necesarios para la clasificación de los suelos usando el comando señalado con la flecha en la imagen.

Dichos parámetros también pueden ser asignados por el usuario. En tal caso el programa se basa en los mismos para estimar la categoría de suelo.

La estimación de la categoría del suelo se puede realizar con base en NSPT,30 – VS,30, Cu,30.

En la tabla Range Categoría Suelo es posible configurar los valores mínimos y máximos de los parámetros geotécnicos que individúan la clase del suelo.

Categoría suelo

Signa ensayo: N-1

Parámetros geotécnicos dados por el usuario

Profundidad (m)	Descripción	Nº de golpes	Coef. Correlación	Tipo	Coeficiente función de la composición granulométrica (%)	Edad del depósito	Nspt (N/30)	Vs (cm/s)	Nombre Autor	Cu (kPa)
1.0	Sablia	12.73	0.761	Sin cohesión	Arcofilas limosas y	Depósitos recientes	5.69	90.29	Terzaghi	---
1.8	Sablia arenosa	21.29	0.761	Sin cohesión	Arcofilas limosas y	Depósitos recientes	16.2	90.46	Terzaghi	---
3.2	Sablia	16.29	0.761	Sin cohesión	Arcofilas limosas y	Depósitos recientes	12.39	98.7	Terzaghi	---
4.2	Sablia arenosa	26.4	0.761	Sin cohesión	Arcofilas limosas y	Depósitos recientes	20.09	100.58	Terzaghi	---
30	Sablia arenosa	18.57	0.761	Sin cohesión	Arcofilas limosas y	Depósitos recientes	14.13	177.19	Terzaghi	---

Vs,30 (m/s): 158.18 Nspt,30: 13.98 Cu,30: (kPa) (kPa)

☐ Suelo con espesor no superior a 20 m ubicado en un sustrato de referencia con $v_s > 800$ m/s
☐ Depósitos de suelos susceptibles a licuación, de arcillas sensitivas o cualquier otro tipo de sub suelo
 indicados en las categorías anteriores.

Estimar categoría suelo: Vs: Categoría suelo tipo: D

Imprimir... Ok F

1.14 Capacidad de carga cimentaciones superficiales

Cálculo de la capacidad portante y de los asentos de cimentaciones superficiales según los autores a continuación mencionados:

Terzaghi & Peck (1948)

Sobreestima los asentos, cimentaciones de ancho B (forma no especificada), toma en cuenta la profundidad del nivel freático (coef. C_w) y del empotramiento cimentación (coef. C_d).

Meyerhof (1965)

El método sobreestima la capacidad de carga para plateas, cimentaciones de ancho B (forma no especificada), no toma en cuenta la profundidad del nivel freático, toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d).

Bazaraa (1967) – Peck y Bazaraa (1969)

Este método es válido para terrenos laterales sin remover, cimentaciones de ancho B (forma no especificada), toma en cuenta la profundidad del nivel freático C_w con un método propio, toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d) y las tensiones eficaces (N_{spt} corregido con tensión litoestática).

Peck, Hanson y Thornburn (1974)

El método es válido para terreno lateral sin remover, cimentación de ancho B (forma no especificada), toma en cuenta la profundidad del nivel freático C_w , no toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d) pero sí las tensiones eficaces (N_{spt} corregido con tensión litoestática).

Meigh y Hobbs (1975)

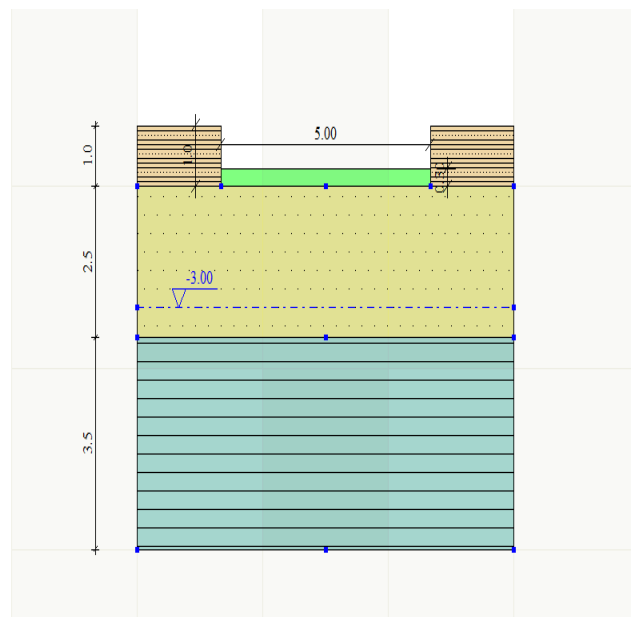
Cimentación de ancho B (forma no especificada) (Hipótesis de base Terzaghi), el método es válido para varios tipos litológicos, no toma en cuenta la profundidad del nivel freático C_w (siempre valor 1), toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d) y la granulometría a través de la relación N_{spt}/Q_c .

Burland y otros (1977)

El método es válido sobretodo para cimentaciones con $B > 3$ m, representa un método estadístico en casos históricos (50 - 75% cobertura límite verificada por Burland), no toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d).

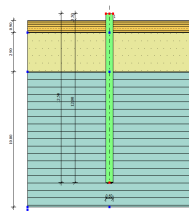
De Beer - Martens (1957)

Este método es válido para terrenos granulares gruesos (arenas-gravas), cimentaciones de ancho B (forma no especificada), toma en cuenta la profundidad del nivel freático C_w , no toma en cuenta el empotramiento cimentación (coef. C_d) pero sí las tensiones eficaces (N_{spt} corregido con tensión lito estática).



1.15 Capacidad de carga cimentaciones profundas (pilotes hinchados)

Permite calcular la capacidad de carga cimentaciones profundas (pilotes hinchados) en toneladas, a través de la relación de Meyerhof, utilizando la similitud de penetración de la sonda penetrométrica con los pilotes hinchados con el martillo (los datos a introducir son el diámetro del pilote, el valor promedio del n° de golpes (N_{spt}) medio lateral (fuste pilote) y e de la puntaza (N_{spt} medio)).



1.16 Oedometric modulus

G.3 Example of establishing the stress-dependent oedometer modulus from DP results

(1) This is an example of the derivation of the vertical stress dependent oedometer settlement modulus (E_{oed}), frequently recommended for settlement calculation of spread foundations, defined as follows:

$$E_{\text{oed}} = w_1 p_a \left(\frac{\sigma'_v + 0,5 \Delta \sigma'_v}{p_a} \right)^{w_2}$$

where

w_1 is the stiffness coefficient;

w_2 is the stiffness exponent;

for sands with a uniformity coefficient $C_U \leq 3$: $w_2 = 0,5$;

for clays of low plasticity ($I_p \leq 10$; $w_L \leq 35$): $w_2 = 0,6$;

σ'_v is the effective vertical stress at the base of the foundation or at any depth below it due to overburden of the soil;

$\Delta \sigma'_v$ is the effective vertical stress caused by the structure at the base of the foundation or at any depth below it;

p_a is the atmospheric pressure;

I_p is the plasticity index;

w_L is the liquid limit.

(2) Values for the stiffness coefficient (w_1) can be derived from DP tests using for example the following equations, depending on the soil type:

poorly-graded sands ($C_U \leq 3$) above groundwater

$$w_1 = 214 \lg N_{10L} + 71 \quad (\text{DPL; range of validity: } 4 \leq N_{10L} \leq 50)$$

$$w_1 = 249 \lg N_{10H} + 161 \quad (\text{DPH; range of validity: } 3 \leq N_{10H} \leq 10)$$

low-plasticity clays of at least stiff consistency ($0,75 \leq I_c \leq 1,30$) and above groundwater (I_c is the consistency index)

$$w_1 = 4N_{10L} + 30 \quad (\text{DPL; range of validity: } 6 \leq N_{10L} \leq 19)$$

$$w_1 = 6N_{10H} + 50 \quad (\text{DPH; range of validity: } 3 \leq N_{10H} \leq 13).$$

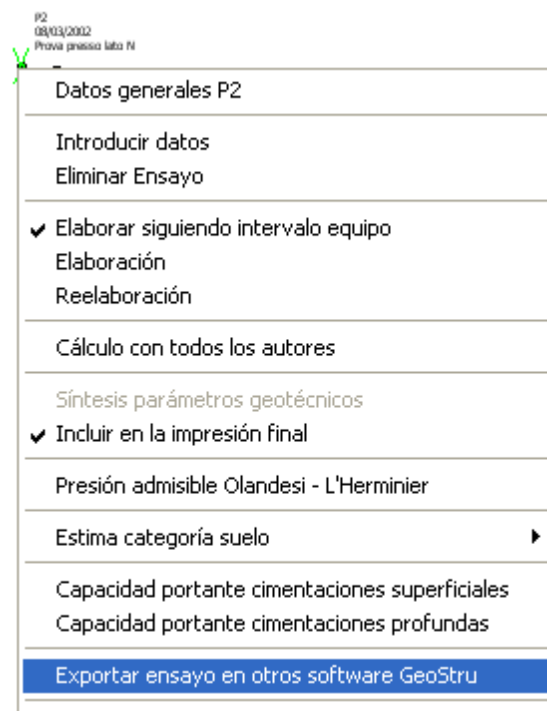
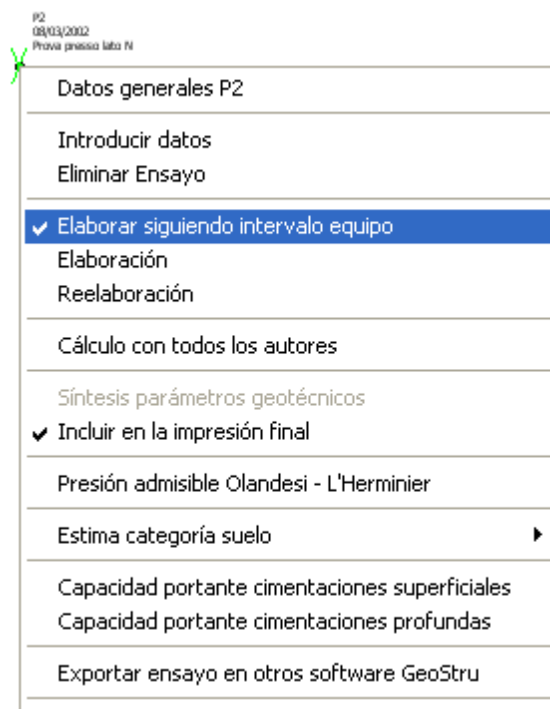
NOTE These examples were published by Stenzel et al. (1978) and Biedermann (1984) and in DIN 4094-3:2002. For additional information and examples, see X.3.4.

1.17 Parámetros característicos con CvSoil

Parámetros característicos con CVsoils

Con Dynamic se pueden definir dos estratigrafías: una que establece el usuario con base en el número de golpes y otra con base en el intervalo propio del equipo.

Esta última es muy útil ya que para el intervalo específico se presentan los parámetros geotécnicos, los cuales se pueden exportar con el comando **Exportar ensayo en otros software GeoStru**, seleccionando archivo xlm para CVsoils.



Para exportar en CVsoil seleccionar en el menú exportar el formato XLM CVsoil

Parámetros característicos con Dynamic

En el menú Datos generales, Cálculo N_{spt}, se puede elegir cómo calcular N_{spt} en el estrato. Además se pueden seleccionar muchas otras opciones, entre las cuales una particular aclaración a:

Distribución normal R.N.C.

El valor de N_{spt, k}, se calcula con base en una distribución normal o gaussiana, estableciendo una probabilidad de no más de un 5%, según la siguiente ecuación:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}})$$

donde $\sigma_{N_{spt}}$ es la desviación estándar de N_{spt}

Distribución Normal R.C.

El valor de N_{spt, k}, se calcula con base en una distribución normal o gaussiana, estableciendo una probabilidad de no más de un 5% y tratando los valores promedio de N_{spt} como distribuidos normalmente:

$$N_{spt,k} = N_{spt,medio} - 1.645 \cdot (\sigma_{N_{spt}}) \sqrt{n}$$

donde n es el número de muestras.

La primera distribución da valores cercanos a los mínimos, mientras que con la segunda son cercanos a los promedios

1.18 Referencias teóricas

1.18.1 Correlaciones Geotécnicas

1.18.1.1 Suelos sin cohesión

1.18.1.1.1 Ángulo de rozamiento interno

Peck et al. (1974) e Meyerhof (1956)

Válida para suelos que no sean blandos en prof. < 5 m; correlación válida para **arenas y gravas** representa valores medios. - Correlación histórica muy usada, válida para prof. < 5 m para suelos sobre nivel freático y < 8 m para terrenos en nivel freático (tensiones < 8-10 t/mq)

$$\varphi = 27 + \left(10 \cdot \frac{NSPT_{corr}}{35} \right)$$

Meyerhof, 1956

Correlación válida para suelos **arcillosos y arcillosos-margosos** fracturados y terrenos sueltos en variación experimental de datos.

$$\varphi = a + b \cdot NSPT - c \cdot NSPT^2$$

Sowers, 1962

Ángulo de rozamiento interno en grados válido para **arenas** en general (cond. óptimas para prof. < 4 mt. sobre nivel freático y < 7 m para terrenos en nivel freático) $\sigma > 5$ t/mq.

$$\varphi = 25 + 0.28 \cdot NSPT$$

De Mello, 1967

Correlación válida para suelos predominantemente **arenosos** con ángulo de rozamiento interno < 38° a profundidades mínimas de 2 m.

$$\varphi = 19 - 3.8 \cdot \sigma_{pv0} + 8.73 \log(NSPT)$$

Malcev, 1964

Ángulo de rozamiento interno en grados válido para **arenas** en general (cond. óptimas para prof. > 2 m y para valores de ángulo de rozamiento interno < 38°).

$$\varphi = 25 - 5 \cdot \log(\sigma_{v0}) + 3.73 \cdot \log(NSPT_{corr})$$

Schmertmann, 1977

Ángulo de rozamiento interno (grados) para varios tipos litológicos (valores máximos).

Nota: valores a menudo demasiado optimistas ya que se deducen de correlaciones indirectas de Dr %.

$$\varphi = a + b \cdot Dr$$

Arenas finas uniformes: a= 28; b=0.14

Sands uniforme medio: a=31.5; b=0.115

Sands Gradata medio, Grandes arenas uniformes: a= 34.5, b= 0.1

Arenas, Grava poco limosa, Grava : a=38, b=0.08

Gravas: a=34.5, b=0.1

Dr=densidad relativa [%]

(ROAD BRIDGE SPECIFICATION)

Ángulo de rozamiento interno en grados (**Shioi-Fukuni 1982**) válido para **arenas - arenas finas o limosas** a profundidades mínimas de 2 m del p.c. (cond. óptimas para prof. > 8 m sobre nivel freático y > 15 m para terrenos en nivel freático) $\sigma > 15$ t/mq.

(JAPANESE NATIONALE RAILWAY)

Shioi-Fukuni 1982 Ángulo de rozamiento interno (grados) para Limos orgánicos arenosos.

$$\varphi = 0.3 \cdot NSPT_{corr} + 27$$

Ángulo de rozamiento interno en grados (Owasaki & Iwasaki) válido para arenas - arenas medias y gruesas-gravosas (cond. óptimas para prof. > 8 m sobre nivel freático y > 15 m para terrenos en nivel freático) $\sigma > 15$ t/mq.

1.18.1.1.2 Densidad relativa

Gibbs & Holtz (1957)

Correlación válida para cualquier presión eficaz, para **gravas** Dr se sobrestima, para limos subestimado.

Skempton, 1986

Elaboración válida para limos y **arenas y arenas de finas a gruesas** NC en cualquier presión eficaz, para gravas el valor de Dr % se sobrestima, para limos subestimado.

Schultze & Menzenbach (1961)

Para **arenas finas** y gravosas NC, método válido para cualquier valor de presión eficaz en depósitos NC, para gravas el valor de Dr % se sobrestima, para limos subestimado.

$$Dr = 2.718282^{0.478 \cdot \log NSPT_{corr} - 0.262 \cdot \log \sigma_{pvo} + 2.84}$$

1.18.1.1.3 Módulo de Young

Terzaghi and Peck (1948)

Elaboración válida para **arena limpia y arena con grava** sin considerar la presión eficaz.

$$E_y = (7 \cdot \sqrt{NSPT_{corr}}) \cdot 10.197$$

Schmertmann et al. (1978)

Elaboración válida para varios tipos litológicos.

$$E_y = a \cdot b \cdot NSPT_{corr} - c$$

Los parámetros **a**, **b** y **c** suponen valores diferentes y dependen de la litología y de la presencia de material fino.

1.18.1.1.4 Módulo edométrico

Begemann (1974)

Elaboración derivada de experiencias en Grecia.

$$E_d = a + NSPT_{corr} + b$$

Limo con arena: a=2.05403, b=27,46451

Grava con arena: a=9.1, b=93

1.18.1.1.5 Peso específico

Meyerhof, 1965(t/mc)

Elaboración válida para arenas, gravas, limos, limos arenosos.

$$P.U.V. = 1.29968 + 0.05291 \cdot NSPT_{corr} - 0.00106 \cdot (NSPT_{corr}^2 + 7.58 \cdot 10^{-6} \cdot NSPT_{corr}^3)$$

1.18.1.1.6 Peso específico saturado

Correlación Peso específico saturado (Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967)

Terrenos con cohesión (correlación válida para peso específico del material igual a cerca $G=2,70$ t/mc) y para índices de los vacíos variables de 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$).

Terrenos sin cohesión (correlación válida para peso específico del material igual a cerca $G=2,65$ t/mc) y para peso de volumen seco variable de 1,33 ($N_{spt}=0$) a 1,99 ($N_{spt}=95$).

$$P.V.S_{sat} = a + b \cdot NSPT_{corr}$$

$NSPT_{corr} \leq 50$: $a=1.8559$, $b=0.0062$

$NSPT_{corr} > 50$: $a=2.0414$, $b=0.0021$

1.18.1.1.7 Velocidad ondas de corte

V_s (m/sec) Correlación válida solamente para suelos sin cohesión arenosos y gravosos.

$$V_s = \sqrt{\cdot NSPT_{corr}} \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \left(\frac{z}{0.303} \right)^{0.193}$$

Alfa = coeficiente que depende de la edad del depósito

Beta = función del coeficiente de la composición granulométrica

z = profundidad en metros

1.18.1.1.8 Módulo de deformación al corte

G (kg/cm²) (Ohsaki & Iwasaki)

Elaboración válida para arenas con **finos plásticos** y **arenas limpias**.

$$G = \frac{a \cdot NSPT_{corr}^b}{10}$$

Arenas con acabado plástico: $a = 1182$, $b = 0.76$

Arena limpia: $a = 650$, $b = 0.94$

Robertson y Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)

Elaboración válida sobretodo para **arenas** y para tensiones litostáticas comprendidas entre 0,5 - 4,0 kg/cm².

$$G = 125 \cdot NSPT_{corr}^{0.611}$$

1.18.1.1.9 Coeficiente de empuje en reposo

K_0 (Kg/cm²) (Navfac 1971-1982)

Elaboración válida para **arenas, gravas, limos, limos arenosos** $k_0 = \sigma'_h / \sigma'_v$

1.18.1.2 Suelos cohesivos

1.18.1.2.1 Cohesión no drenada

C_u (Kg/cm²) (Benassi & Vannelli)

Correlaciones provenientes de experiencias de la empresa constructora Penetrometri SUNDA 1983.

Sanglerat C_u (Kg/cm²) de datos Penetr. Estático para **suelos cohesivos saturados**

Tal correlación no es válida para arcillas sensitivas con sensibilidad >5 , para **arcillas sobre consolidadas fracturadas** y para limos de baja plasticidad.

$$C_u = \frac{\frac{2.5 \cdot NSPT_m \cdot 0.5 - 1}{0.8}}{15}$$

Sanglerat C_u (Kg/cm²) (para arcillas limo-arenosas con poca cohesión)

Valores válidos para resistencias penetrométricas < 10 golpes. Para resistencias penetrométricas > 10 la elaboración válida es siempre la de las "**arcillas plásticas**" de Sanglerat.

$$C_u = \frac{a \cdot NSPT_m \cdot 0.1}{2}$$

a=1.33 para arcilla de arcilla baja

(U.S.D.M.S.M.) U.S. Design Manual Soil Mechanics Cohesión sin drenaje C_u (Kg/cmq)

Para **arcillas limosas y arcillas de baja, media y alta plasticidad**, (C_u -Nspt-grado de plasticidad).

Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valores medios)

Válida para **arcillas y limos arcillosos** con $N_c=20$ y $Q_c/N_{spt}=2$.

$$C_u = 0.7 \cdot NSPT \cdot 0.1$$

Schmertmann 1975 C_u (Kg/cmq) (valores mínimos)

Válida para **arcillas NC**.

$$C_u = 0.0954 \cdot NSPT_m^{1.01187}$$

(Fletcher 1965) (Arcilla de Chicago)

Cohesión sin drenaje C_u (Kg/cmq), columna valores válidos para **arcillas** de media-baja plasticidad.

$$C_u = \frac{0.1844 \cdot NSPT_m - 0.00074 \cdot NSPT_m^2}{2}$$

1.18.1.2.2 Resistencia a la puntaza del penetrómetro estático (Q_c)

Robertson 1983 Q_c (Kg/cmq)

Correlaciones para determinar la resistencia específica estática para suelos cohesivos.

1.18.1.2.3 Módulo edométrico - confinado

Stroud y Butler (1975) Mo (Eed) (Kg/cmq) para litotipos de media plasticidad
 Válida para litotipos **arcillosos de media-medio-alta plasticidad** - de experiencias con arcillas glaciales.

$$E_d = 4.588 \cdot NSPT$$

Stroud y Butler (1975), para litotipos de media-baja plasticidad (IP < 20)
 Válida para litotipos **arcillosos de media-baja plasticidad** (IP < 20) - de experiencias con arcillas glaciales.

$$E_d = 6.118 \cdot NSPT$$

Vesic (1970)
 Correlación válida para **arcillas blandas** (valores mínimos y máximos).

Máximos

$$E_d = 10.1993 \cdot NSPT + 1.7919$$

Mínimos

$$E_d = 10 \cdot 1.5 \cdot NSPT_m$$

Trofimenkov (1974), Mitchell y Gardner Módulo Confinado Mo (Eed) (Kg/cmq)
 Válida para litotipos **arcillosos y limosos-arcillosos** (relación Qc/Nspt = 1.5-2.0).

1.18.1.2.4 Módulo de Young

Schultze-Menzenbach Ey (Kg/cmq) (Mín. y Máx.)
 Correlación válida para **limos coherentes y limos arcillosos** con IP > 15

$$E_y = 4 + 11.5 \cdot NSPT + 24.4$$

(D'Appollonia y otros 1983) E Young (Kg/cmq)
 Correlación válida para **arcillas saturadas-arcillas fracturadas**.

1.18.1.2.5 Peso específico

(Meyerhof y otros) (t/mc)

elaboración válida para **arcillas, arcillas arenosas y limosas** preferiblemente con cohesión.

$$P.U.V. = 1.3936 + 0.0918 \cdot NSPT_m - 0.004 \cdot NSPT_m^2 + 6.2 \cdot 10^{-5} \cdot NSPT_m^3$$

1.18.2 Categorías Subsuelo

Para la definición de la acción sísmica del proyecto, es necesario evaluar el efecto de la respuesta sísmica local, mediante análisis específicos.

En ausencia de dichos análisis, se puede tomar como referencia una aproximación que se basa en la individualización de categorías del subsuelo de referencia (Tab. 3.2.II e 3.2.III).

Tabla 3.2.II – Categoría de subsuelo

Categoría	Descripción
A	Aglomeración rocosa emergente o terrenos muy rígidos caracterizados por valores de $V_{s,30}$ superiores a 800 m/s, que eventualmente comprendan un estrato de alteración con espesor máx. de 3m en la superficie.
B	Rocas blandas y depósitos de terrenos de granulado grueso muy densos o terrenos de granul. fino muy consistentes sup. a 30 m de espesor, caracterizados por una mejora gradual de las propiedades mecánicas con profundidad y valores $V_{s,30}$ comprendidos entre 360 m/s e 800 m/s (o $N_{SPT,30} > 50$ terrenos de granul. grueso y $c_{u,30} > 250$ kPa terrenos de granul. fino)
C	Depósitos de terrenos de granulado grueso poco densos o terrenos de granul. fino poco consistentes con espesores sup. a 30m, caracterizados por una mejora gradual de las propiedades mecánicas con profundidad y valores de $V_{s,30}$ comprendidos entre 180 m/s e 360 m/s (o bien $15 < N_{SPT,30} < 50$ terrenos de granul. grueso e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa en terrenos de granul. fino).
D	Depósitos de terrenos de granulado grueso escasamente densos o de terrenos de granul. fino escasamente consistentes con espesores superiores a 30m, caracterizados por una mejora gradual de las propiedades mecánicas con profundidad y valores de

	$V_{s,30}$ inferiores a (o bien $N_{SPT,30} < 15$ en terrenos de granul. grueso e $c_{u,30} < 70$ kPa en los terrenos de granul. fino).
E	Terrenos con subsuelos tipo C o D, espesor no superior a 20m, en el subestrato de referencia (con $V_s > 800$ m/s).

Excepto cuando se hace necesaria la caracterización geotécnica de los terrenos en el volumen significativo (o sea en la parte del subsuelo influenciada directamente o indirectamente por una construcción y que influencia la construcción misma); a fines de identificar la categoría de subsuelo la clasificación se efectúa con base en los valores de la velocidad equivalente $V_{s,30}$ de propagación de las ondas de corte (*la cual se definirá sucesivamente*) en los primeros 30 m de profundidad. Para las cimentaciones superficiales, tal profundidad se refiere al plano de colocación de la misma, mientras que para las cimentaciones sobre pilotes se refiere a la cima de los pilotes. En el caso de obras de contención de terrenos naturales, la profundidad se refiere a la cabeza de la obra. Para muros de contención en terraplenes, la profundidad se refiere al plano de colocación de la cimentación.

La medida directa de la velocidad de propagación de las ondas de corte es muy aconsejable. En el caso en que tal denominación no esté disponible, la clasificación puede ser efectuada con base en los valores del número equivalente de golpes de la prueba penetrométrica dinámica (*Standard Penetration Test*)

$N_{SPT,30}$ (definida sucesivamente) en terrenos en su mayor parte de granulado grueso y de la resistencia sin drenaje equivalente $c_{u,30}$ (definida sucesivamente) en los terrenos con prevalencia de granulado fino.

Para estas cinco categorías de subsuelo, las acciones sísmicas se definen en el punto 3.2.3 de las normas presentes.

Para subsuelos pertenecientes a las otras categorías S1 y S2, indicadas a continuación, (Tab. 3.2.III) es necesario un análisis específico para la definición de las acciones sísmicas, sobretodo para los casos donde la presencia de terrenos susceptibles a licuefacción y/o de arcillas de alta sensibilidad pueda comportar fenómenos de colapso en el terreno.

Tabla 3.2.III – Categorías adicionales del subsuelo.

Categoría	Descripción
S1	Depósitos de terrenos caracterizados por valores de $V_{s,30}$ inferiores a 100 m/s (o $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), que incluyen un estrato de por lo menos 8 m de terrenos de granul. fino de poca consistencia, o que incluyen mín. 3 m de turba o de arcilla altamente orgánica.
S2	Depósitos de terrenos susceptibles a licuefacción, de arcillas delicadas o cualquier otra categoría de subsuelo sin clasificar anteriormente.

La velocidad equivalente de las ondas de corte $V_{s,30}$ se define con la siguiente expresión:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}} [m/s]$$

La resistencia penetrométrica dinámica equivalente $N_{SPT,30}$ se define con la siguiente expresión:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1}^M h_i}{\sum_{i=1}^M \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

La resistencia sin drenaje equivalente $c_{u,30}$ se define con la siguiente expresión:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1}^K h_i}{\sum_{i=1}^K \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Las expresiones anteriores han sido indicadas con:

h_i = espesor (en metros) del i-ésimo estrato contenido en los primeros 30 m de profundidad;

$V_{s,i}$ = velocidad de las ondas de corte en el i-ésimo estrato;

$N_{SPT,i}$ = número de golpes NSPT en el i-ésimo estrato;

$c_{u,i}$ = resistencia sin drenaje en el i-ésimo estrato;

N = número de estratos comprendidos en los primeros 30 m de profundidad;

M = número de estratos de terrenos con granulado grueso comprendidos en los primeros 30 m de profundidad;

K = número de estratos de terrenos con granulado fino comprendidos en los primeros 30 m de profundidad.

En el caso de subsuelos formados por estratificaciones de terreno de granulado grueso, distribuidos con espesores comparables en los primeros 30 m de profundidad, de las categorías de A a E, cuando no se tenga a disposición la medida directa de la velocidad de las ondas de corte, se puede proceder de la siguiente manera:

- determinar $N_{SPT,30}$ limitadamente a los estratos de terreno de granulado grueso comprendidos entre los primeros 30m de profundidad;

- determinare $c_{u,30}$ limitadamente a los estratos terreno con granulado fino comprendido entre los primeros 30 m de profundidad;
- identificar las categorías correspondientes a los parámetros $N_{SPT,30}$ y $c_{u,30}$;
- atribuir el subsuelo a la peor categoría de entre las identificadas en el punto precedente.

1.18.3 Licuefacción

El método de **Seed y Idriss** (1982) es el más conocido y utilizado de los métodos simplificados y requiere conocer solamente algunos parámetros geotécnicos: la granulometría, el número de golpes del ensayo SPT, la densidad relativa, el peso específico.

Para determinar el valor del coeficiente reductivo r_d se utiliza la fórmula empírica propuesta por **Iwasaki et al.** (1978):

$$r_d = 1 - 0.015z$$

mientras que para el factor correctivo MSF se debe ver la Tabla 1 donde aparecen los valores de dicho factor obtenido por varios investigadores, entre los cuales **Seed H. B. y Idriss I. M** (1982).

Tabla 1 - Magnitudo Scaling Factor

Magnitudo	Seed H. B. & Idriss I. M. (1982)
5.5	1.43
6.0	1.32
6.5	1.19
7.0	1.08
7.5	1.00
8.0	0.94
8.5	0.89

La resistencia a licuefacción **CRR**, se calcula en función de la magnitud, del número de golpes, de la presión vertical efectiva, de la densidad relativa. Se obtiene un gráfico (Fig. 1) seleccionando los casos de suelos donde se dió o no la licuefacción durante los terremotos.

Inicialmente se calcula el número de golpes corregido en la cota deseada para tomar en cuenta la presión litostática mediante la siguiente expresión:

$$(N_{1.60}) = C_N \cdot N_m$$

donde:

N_m es el número promedio de golpes en el ensayo penetrométrico standard SPT;

C_N es un coeficiente correctivo que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$C_N = \left(\frac{Pa}{\sigma'_{v0}} \right)^{0.5}$$

donde:

σ'_{v0} es la presión vertical efectiva;

Pa la presión atmosférica expresada en las mismas unidades de σ'_{v0} ;

n un exponente que depende de la densidad relativa del suelo (Fig. 2).

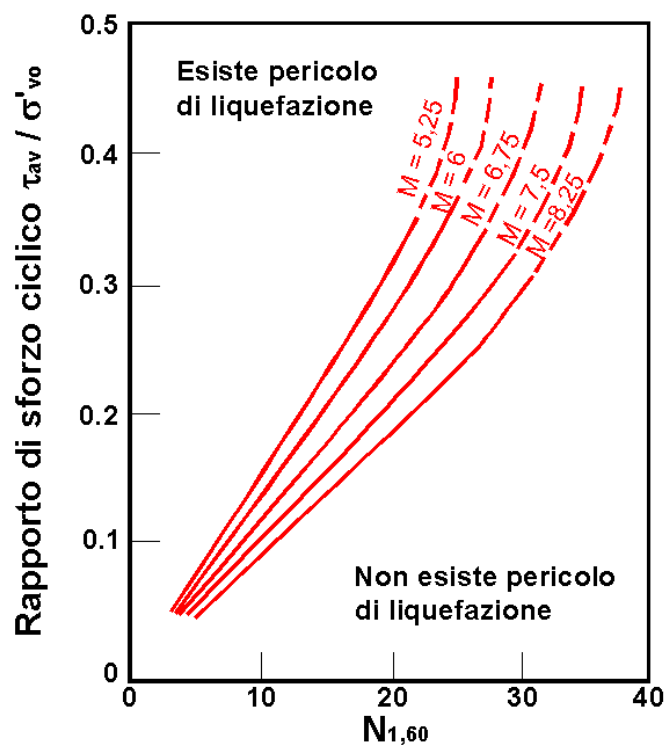


Figura 1 – Correlación entre CSR y $N_{1,60}$.

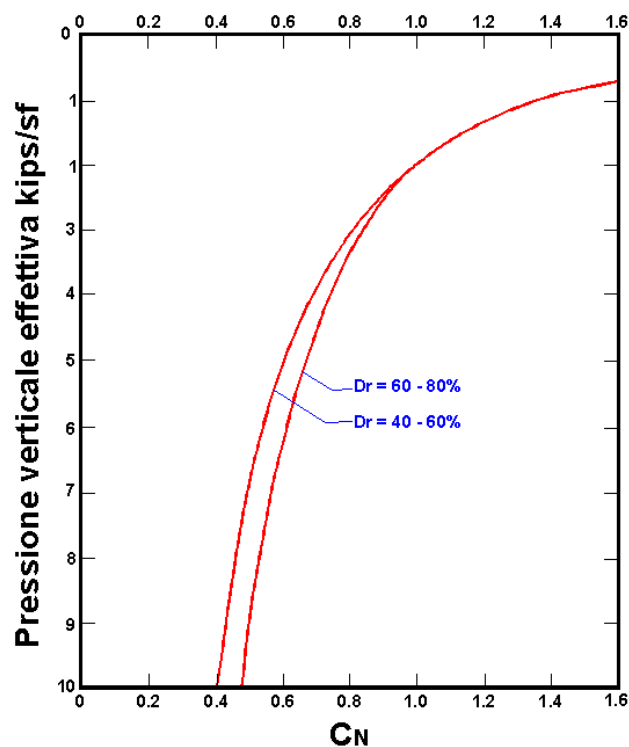


Figura 2 – Coeficiente correctivo C_N

Se ha demostrado que para un terremoto de magnitud igual 7,5 CRR es:

$$CRR \approx \frac{N_{1,60}}{90}$$

Por lo tanto se aplica:

$$F_S = \frac{CRR}{CSR}$$

si $F_S > 1,3$ el depósito no es licuefactible.

Los autores no han precisado que este procedimiento sea válido para arenas con $D_{50} > 0,25$ mm; para arenas limosas y limos sugieren corregir ulteriormente el valor de $N_{1,60}$:

$$(N_{1,60})_{CS} = N_{1,60} + 7.5$$

1.18.4 Bibliografia

A.G.I., 1977. Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – AGI - Roma

Advanced Engineering Geology & Geotechnics STANDARD PENETRATION TEST

- Bazaraa, A.R., 1967.** "Use of the Standard Penetration Test For Estimating Settlement of Shallow Foundations on Sand." Ph.D. Dissertation, Department of Civil Engineering, University of Illinois, Urbana, Ill.
- Begemann H.K.S., 1974.** The Delft Continuous Soil Sampler. Bull. Int. Ass. Eng. Geol. 10:35-37.
- Bowles, J.E., 1982.** Foundation Analysis and Design. 3rd Ed., McGraw-Hill, Inc., New York.
- Burland, J.B., Broms, B. and DeMello, V.F.B., 1977.** "Behavior of Foundations and Structures." Proceedings of the 9th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 3, pp. 495-546.
- Carter M., 1983.** Geotechnical engineering-Handbook-Pentech Press-London
- Colleselli-Soranzo F., 1980.** Esercitazioni di Geotecnica – Ed. Cleup – Padova
- Craig R.F., 1985.** Soil mechanics – Van Nostrand Reinhold (UH) Co.Ltd
- D'Appolonia, D.J., D'Appolonia, E., and Brissette, R.F., 1970.** closure of "Settlement of Spread Footings on Sand." Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol. 96, No. SM2, pp. 754-761.
- David Rogers J., Subsurface Exploration Using the Standard Penetration Test and the Cone Penetrometer Test** Department of Geological Sciences & Engineering, 125 McNutt Hall, University of Missouri–Rolla, Rolla, MO 65409-0230.
- De Mello V.F.B., 1967.** Consideracoes Sobre os Ensalos de Penetracao e sua Problemas de Fundacoes Rasas. Thesis University Sao Paulo.
- De Mello V.F.B., 1971.** The standard penetration test. State of the art, session I) Panam. Conf. Soil Mech. Found. Eng., 7th, Mexico, 1:49-125.
- DeBeer, E. and Martens, A., 1957.** "Method of Computation of an Upper Limit for the Influence of Heterogeneity of Sand Layers on the Settlement of Bridges." Proceedings of the 4th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 1, pp. 275-282.

Eurocode 7 - Geotechnical design - Part 2 - Ground investigation and testing

Fletcher, G.F.A., 1965. "Standard Penetration Test: It's Uses and Abuses." *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE*, Vol. 91, No. SM4, pp. 67-75.

Gibbs H.J. and Holtz W.G., 1957. Research on determining the density of sands by spoon penetration testing. *Proc. Of the 4th Internal Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol.1*, pp.35-39.

Hunt R.E., 1986. *Geotechnical engineering techniques and practices* – McGraw- Hill – Inc. USA.

Imai T. and Tonouchi K., 1982. Correlation of N-value with S-wave velocity and shear modulus. In: *Proceedings of the 2nd European symposium on penetration testing*; p. 57-72.

Iwasaki T., Tatsuoka F., Saheki M., 1977. An example of correlation between SPT N-value and strain dependent S wave velocity. In: *Proceedings of the 12th Japan national conference on geotechnical engineering, JGS, Tokyo*, pp 477-780 (in Japanese).

Malcev A.T., 1964. Interpretation of standard spoon penetration testing. *Symp. Econ. Use Soil Testing in Site Investigation, Birmingham*, 3, 11-16.

Meigh A.C. and Hobbs N.B., 1975. *Soil Mechanics. Section 8, Civil Engineer's Reference Book*, 3rd Ed.

Meyerhof G.G., 1965. Shallow Foundations. *Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, American Society of Civil Engineers*, Vol.91, No.SM2, pp.21-31.

Meyerhof, G. G., 1956. "Penetration Tests and Bearing Capacity of Cohesionless Soils." *Journal of the Soil Mechanics Division, ASCE*, Vol. 82, SM1, pp. 1-12.

Mitchell, J.K. and Gardner; W.S., 1975. "In Situ Measurement of Volume Change Characteristics," *State-of-the-Art Report, Proceedings of the Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, Specialty Conf. of the Geotechnical Div., North Carolina State University, Raleigh*, Vol. II, pp. 279-345.

Peck, R.B. and Bazaraa, A.R., 1969. Discussion of "Settlement of Spread Footings on Sand by D'Appolonia et al.," *Journal of the Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE*, Vol. 95, SM3, pp. 905-909.

- Peck, R.B., Hanson, W.E. and Thombum, T.H., 1974.** Foundation Engineering. John Wiley & Sons, N.Y.
- Pellegrini M., 1982.** Geologia Applicata – Ed. Pitagora – Bologna
- Pilot G., 1982.** Foundation engineering – Ecole national des ponts et chausees – Paris
- Robertson P.K. and Campanella R.G., 1983.** "Interpretation of Cone Penetration Tests-Part I (Sand)." Canadian Geotechnical Journal, Vol. 20, No.4, pp. 734-745.
- Sanglerat, G. 1972.** The Penetrometers and Soil Exploration. Elsevier, Amsterdam, 488p.
- Schmertmann, J., H. 1978.**
- Schmertmann J.H., 1970.** "Static cone to compute static settlementoversand." J Soil Mech Found Div, Vol.96(3):1011-1043.
- Schmertmann, J.H. (1975)** "In-Situ Measurement of Shear Strength," State-of-the-Art Paper, Session III, Proceedings of the Conf. on InSitu measurement of Soil Properties, Specialty Conf. of the Geotechnical Div., ASCE, North Carolina State University, Raleigh, Vol. I, pp. 57-138.
- Schmertmann, J.H., Hartman, J.D. and Brown, P.R., 1978.** "Improved Strain Influence Factor Diagrams." Journal of the Geotechnical Division, ASCE, Vol. 104, No. GT8, pp. 1131-1135.
- Schultze, E. and Menzenbach, E., 1961.** "Standard Penetration Test and Compressibility of Soils." Proceedings of the 5th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Vol. 1, pp. 527-531.
- Seed H.B. and Idriss I.M., 1971.** Simplified Procedure for Evaluating Soil Liquefaction Potential. J. Geotech. Egrg. Div, ASCE, 97(9), 1249-1274.
- Shioi Y. And Fukuy J., 1982.** Application of N-Value to Design of Foundations in Japan. In: Proceedings of the Second European Symposium on Penetration Testing, Amsterdam.
- Skempton, A.W., 1986.** "Standard Penetration Test Procedures and the Effects in Sands of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Ageing and Overconsolidation." Geotechnique, Vol. 36, No.3, pp. 425-447.
- Sowers, G.F., 1962.** Shallow Foundations, Chapter 6 in Foundation Engineering, ed. by G.A. Leonards, McGraw-Hill, Inc., New York.
- Stroud M.A. and Butler F.G., 1975.** The standard penetration test and the engineering properties of glacial materials. Proc. Symp.

Engineering Properties of Glacial Materials. Midlands Soil Mechanics and Foundations Society.

Terzaghi, K. and Peck, R.B. (1948) Soil Mechanics in Engineering Practice. John Wiley & Sons, Hoboken.

Trofimenkov, J.G., 1974. "Penetration Testing in Eastern Europe," Proceedings of the European Symposium on Penetration Testing, Stockholm, June 5-7, 1974, Published by National Swedish Building Research, 1975, Vol. 2.1, pp. 24-28.

Vesic, A.S., 1970. "Tests on Instrumented Piles, Ogeehee River Site," Journal of the Soil Mechanics and Foundations Division, ASCE, Vol. 96, No. SM2, pp. 561-584.

1.19 Geoapp

Geoapp: la suite más grande de la web para cálculos en línea

Las aplicaciones que componen [Geostru Geoapp](#) han sido diseñadas para brindar soporte profesional en la solución de múltiples casos técnicos. Geoapp comprende más de 40 [aplicaciones](#) para: Ingeniería, Geología, Geofísica, Hidrología e Hidráulica.

La mayoría de las aplicaciones son gratuitas, mientras algunas requieren suscripción mensual o anual.

Suscribirse en Geoapp significa:

- usar aplicaciones profesionales en cualquier momento, lugar y dispositivo;
- guardar los archivos en la nube y en el propio PC;
- abrir los archivos para elaboraciones sucesivas;
- servicios de impresión de los informes y las elaboraciones gráficas;
- información sobre nuevas aplicaciones e inclusiones automáticas en la propia cuenta de usuario;
- disponibilidad de versiones siempre actualizadas;
- servicios de asistencia técnica por medio de Tickets.

1.19.1 Sección Geoapp

General e Ingeniería, Geotecnia y Geología

Entre las aplicaciones presentes, se puede utilizar una amplia gama para **Dynamic**. Para este propósito, se recomiendan las siguientes aplicaciones:

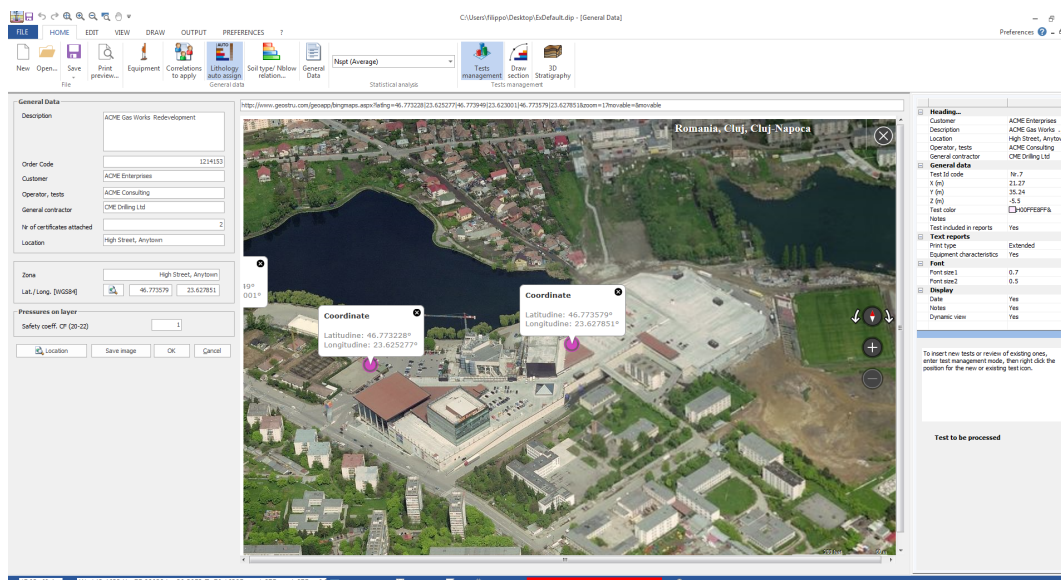
- [Micropilotes](#)
- [Fórmulas NSPT](#)
- [Tensiones litostáticas](#)
- [Coeficiente de reacción horizontal de pilotes de cimentación](#)
- [Licuefacción \(Boulanger 2014\)](#)
- [Tierras reforzadas](#)

2 Dynamic AGS

AGS Data

The Association of Geotechnical and Geoenvironmental Specialists (**AGS**) is a non-profit making trade association established to improve the profile and quality of geotechnical and geoenvironmental engineering. The AGS Format is for the electronic transfer of data in the geotechnical and geoenvironmental industries. The newest version is known as "**AGS4**" which contains an updated Data Dictionary and revised rules for AGS Format files.

The **AGS** format exports data from ASCII text files in a specified format. This format is divided into a series of data groups that represent different types of geotechnical and environmental data. Some of these data groups must be present in all files and the rest are optional.



For a complete description of the data dictionary click on the web site below or contact us at **GEOSTRU**.

<http://www.ags.org.uk/data-format/>

Below is a list of the data groups currently supported by **GEOSTRU**. If there is data in a group not currently supported please contact us and we will do our best to add support for that group in the next update.

Require	Group	Description
d	Name	
Yes	PROJ	Project Information
Yes	ABBR	Abbreviation Definitions
Yes	TRAN	Data Transmission Information
Yes	TYPE	Definition of Data Types
Yes	UNIT	Definition of Units
No	DICT	User Defined Groups and Headings
No	CORE	Coring Information
No	DCPG	Dynamic Cone Penetration - General
No	DCPT	Dynamic Cone Penetration - Data
No	DREM	Depth Related Remarks
No	ERES	Environmental Contaminant Testing
No	GEOL	Geological Descriptions

No	HORN	Hole Orientation and Inclination
No	IDEN	Density Tests
No	IFID	Volatile Headspace Testing (Flame Ionization)
No	IPID	Volatile Headspace Testing (Photo Ionization)
No	IPEN	Hand Penetrometer Tests
No	ISPT	Standard Penetration Tests
No	IVAN	Vane Tests
No	LOCA	Boring and Well Location Data
No	SAMP	Sample Information
No	SCPG	Static Cone Penetration - General
No	SCPT	Static Cone Penetration - Data
No	WSTD	Water Strike General
No	GRPH	Graph Data

Exporting AGS Data

Before any data can be exported the project must first be opened. After a project has been opened boring and well data can be exported to an AGS file by selecting File > Export AGS4...

3 Contactos



Ofrecemos un servicio completo y de gran calidad de asistencia en las compras. Para información gratuita en español sobre nuestros

productos y servicio
llamar
al número +506
83094208 (*horario de
nuestra sede en Costa
Rica*)
de las **9 AM a las 4
PM**, de **lunes a
viernes**, o bien
escribimos a
info@geostru.eu.
En Europa (+39) 06 90
28 90 85.