

**Universidad de los Andes  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Geológica  
Mérida – Edo. Mérida**

**Mapas Geotécnicos**

**Integrantes:**

**Nohely Angulo Hurtado.**

**C.I:18.125.202**

**Juan Manuel Martos Oviedo.**

**C.I: 15.296.861**

**Vicmary Uribe López.**

**C.I: 18.125.501**

**Agosto de 2010**

### **Mapas Geotécnicos:**

Los mapas geotécnicos constituyen un método en la Ingeniería Geológica para presentar cartográficamente información geológico – geotécnica con fines de planificación y usos del territorio y para el proyecto, construcción y mantenimiento de obras de ingeniería; aportan datos sobre las características y propiedades del suelo y del subsuelo de una determinada zona para evaluar su comportamiento y prever los problemas geológicos y geotécnicos.

Los datos incluidos en los mapas geológicos (topografía, relieve, litología, estructura, etc.) permiten deducir información valiosa sobre las propiedades de los materiales, pero las descripciones geológicas no son suficientes para su aplicación en la ingeniería geológica.

En la realización de este tipo de mapas se debe trabajar en base a la escala y extensión, técnicas de representación, información disponible, datos, importancia de los factores geológicos, así como también los geotécnicos y sus relaciones.

#### **Los mapas geotécnicos deben considerar:**

- Descripción y clasificación geotécnica de suelos y rocas.
- Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.
- Condiciones hidrogeológicas y distribución del agua.
- Condiciones y procesos geomorfológicos.
- Procesos dinámicos.

#### **Tipos de Mapas:**

De manera general los mapas geotécnicos pueden clasificarse en:

##### **- MAPAS DE EVALUACION GEOTECNICA DEL TERRENO:**

Mapas cualitativos con clasificaciones generales, zonas problemáticas, aptitud del terreno para diversos usos, etc; los mas habituales incluyen: interpretación de la cartografía geológica, leyenda de origen geológico, limitada utilidad, características geotécnicas de formaciones superficiales, caracterización cualitativa (a veces cuantitativa) y zonificación somera.

##### **- MAPAS DE CARACTERIZACION GEOTECNICA:**

Incluyen: Caracterización global del terreno con datos de propiedades e indicadores de calidad, zonificación geotécnica para proyectos de ingeniería con información cuantitativa según su aplicación (cimentaciones, taludes, excavaciones, etc.), cartografía geotécnica a detalle con datos geotécnicos para una obra concreta.

## **Contenido de los Mapas Geotécnicos:**

Los mapas geotécnicos, en general, deben incluir:

- Topografía y Toponimia.
  - Distribución y descripción litológica de las unidades geológicas.
  - Espesor de suelos, formaciones superficiales y rocas alteradas.
  - Discontinuidades y datos estructurales.
  - Investigaciones previas existentes.
  - Riesgos Geológicos.
- 
- Clasificación y propiedades geotécnicas de suelos y rocas.

La delimitación y cartografía de unidades de rocas o suelos en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, como la resistencia, deformabilidad, permeabilidad, durabilidad, etc, se realiza en base a las propiedades geológicas de mayor relación con las propiedades geotécnicas. La composición mineralógica y la litología están directamente relacionadas con la densidad y plasticidad de los suelos. En las rocas, la composición determina la dureza, resistencia, alterabilidad, etc. La textura y estructura mineralógica son también aspectos que ayudan a definir el comportamiento mecánico de los materiales, en función de la porosidad y la densidad.

Los parámetros geotécnicos a representar en las cartografías geotécnicas, en función de la finalidad, escala del mapa, información y datos disponibles son: densidad, porosidad, consistencia y actividad, permeabilidad, resistencia a la compresión simple y a la tracción, deformabilidad, etc.

Las clasificaciones geotécnicas de suelos según el sistema unificado USCS (Carta de Plasticidad de Casa Grande; y rocas, así como la aplicación de expresiones, correlaciones e índices de campo permiten evaluar propiedades geotécnicas, proporcionando datos cuantitativos en el momento de la realización del mapa.

Las unidades geotécnicas se definen con distinto grado de homogeneidad dependiendo de la escala del mapa y los datos disponibles. Su distribución se hace en base a la litología, características litológicas de los materiales, fotointerpretación, sondeos, etc.

La Asociación Internacional de Ingeniería Geológica (IAEG) propone una clasificación y descripción de suelos y rocas para uso de la cartografía geotécnica, incluyendo los siguientes aspectos:

- Clasificación litológica de rocas.
- Descripción y clasificación geológico – geotécnica de rocas y macizos rocosos: matriz rocosa, macizo rocoso y características de las discontinuidades.
- Clasificación y descripción geológico – geotécnica de los suelos: nombre, tipo y descripción del material.
- Información geológica adicional: nombre y edad de las formaciones geológicas.
- Rellenos y materiales antropicos, vertederos, almacenamiento subterráneos.

- Condiciones hidrogeológicas: Aportan información sobre la consistencia de los suelos y las condiciones de alteración en suelos y rocas. En el caso de macizos rocoso, la frecuencia, distribución y tipo de discontinuidades, el grado de fracturación y el grado de alteración o meteorización proporcionan información sobre la resistencia, deformabilidad y permeabilidad. Los aspectos hidrogeológicos son de gran importancia en mapas geotécnicos que se inclinan hacia la planificación y uso del territorio, explotación de recursos hídricos y otras obras que guarden relación con estas condiciones.

Los datos hidrogeológicos en los mapas geotécnicos preveen cambios hidrogeológicos y aportan información para controlar dichos cambios. Entre los más importantes se estudian: Distribución del agua y contenido de ella en los materiales, lagos, ríos, acuíferos confinados, permeabilidad, calidad del agua, etc.

- Condiciones Geomorfológicas: En la aplicación geotécnica se necesita información geomorfológica para desarrollar mapas geotécnicos, los cuales resultan de gran importancia en lo referente a la caracterización física del territorio, aportando información sobre procesos útiles en las obras de ingeniería, tales como: Topografía, Elementos del Relieve, Origen Evolución y Edad de los elementos geomorfológicos, relación con la hidrogeología, predicciones de procesos de erosión, movimiento de laderas, etc.

- Procesos Geodinámicos: En los mapas geotécnicos se debe incluir el carácter dinámico del medio geológico aportando información sobre procesos dinámicos externos e internos:

- Localización y extensión de los procesos.
- Edad.
- Límites y rasgos morfológicos y asociados.
- Condiciones, causas y factores condicionantes.
- Previsiones de procesos potenciales.

Con relación a los procesos geodinámicos, los riesgos geológicos representan un papel de gran importancia ya que pueden afectar a zonas pobladas, infraestructuras y construcciones.

## Métodos Cartográficos

Para la realización de una cartografía geotécnica se debe disponer de la información geológica básica sobre un plano topográfico. En caso de no existir base topográfica a la escala requerida, ésta debe ser realizada por métodos convencionales o a partir de fotografías aéreas.

### Zonificación geotécnica:

Se basa en la clasificación de unidades geotécnicamente homogéneas, que pueden abarcar diferentes edades geológicas. El detalle y el grado de homogeneidad dependerá de la escala, objetivo del mapa y datos disponibles.

Las unidades geotécnicas y su distribución espacial generalmente se establecen a partir de la litología, origen y características geológicas de los materiales, determinadas a partir de la información y mapas geológicos existentes, fotointerpretación, observaciones y medidas de campo. Según la escala del mapa y los datos disponibles, las unidades se definen con distinto grado de homogeneidad.

En diferentes publicaciones de la Asociación Internacional de Ingeniería Geológica IAEG y UNESCO-IAEG se propone la siguiente clasificación de rocas y suelos para cartografía geotécnica, aplicables según la escala del mapa y ordenados de mayor a menor grado de homogeneidad litológica y física:

- **Tipo Geotécnico:** uniformidad litológica y física caracterizadas por valores medios de sus propiedades geotécnicas a partir de determinaciones y medidas puntuales. Pueden realizarse para mapas geotécnicos a gran escala.

- **Tipo litológico:** unidad homogénea en la composición, textura y estructura, pero generalmente no uniforme en sus características físicas; no pueden aportarse propiedades mecánicas medidas para todo el conjunto, sino un rango de valores. Se emplean en mapas a gran escala y, si es posible, a media escala.

- **Complejo litológico:** un grupo de tipos litológicos relacionados, de iguales condiciones genéticas y tectónicas, no uniformes en litología ni propiedades físicas. Se aportan datos sobre los tipos litológicos individuales y sobre el comportamiento general de la unidad. Se aplican a escalas medias y a veces pequeñas.

- **Conjunto litológico:** varios complejos litológicos desarrollados bajo iguales condiciones genéticas (paleogeográficas) y tectónicas; presentan ciertas características litológicas comunes que lo diferencian de otras unidades o conjuntos litológicos; sólo pueden aportarse propiedades geotécnicas muy generales. Se emplean en mapas a pequeña escala.

Una vez caracterizadas y establecidas las diferentes unidades o zonas y delimitadas en el mapa, éstas se pueden clasificar en la leyenda de forma interpretativa o, en cartografías generales y específicas, en base a los problemas de tipo geotécnico, geológico, geomorfológico, hidrogeológico, etc. que se pueden presentar para diversos usos o aplicaciones.

### Representación de datos

La información sobre las características y propiedades geotécnicas de los suelos y rocas deben representarse en el mapa:

- a) Asignando propiedades geológico – geotécnicas a los diferentes conjuntos litológicos o unidades establecidas.
- b) Delimitando las unidades homogéneas respecto de alguna propiedad (resistencia, densidad, plasticidad, grado de fracturación, grado de alteración, etc.)
- c) Zonificando en unidades geotécnicamente homogéneas y asignando valores cuantitativos.
- d) Mediante isolíneas de valores cuantitativos.

Los mapas geotécnicos con sus correspondientes leyendas deben constituir documentos independientes, sin necesidad de recurrir a la memoria para su interpretación.

La representación de algunos parámetros geotécnicos, datos de sondeos o ensayos puede realizarse mediante pequeños gráficos o diagramas que incluyen sectores acordes con la información contenida, situándose en el mapa sobre a las unidades a las que se refieren y explicando en la leyenda su significado.

## Representación gráfica de los elementos básicos en mapas geotécnicos

Escala	Clasificación de suelos y rocas	Propiedades geológico – geotécnicas	Condiciones hidrogeológicas	Condiciones geomorfológicas	Procesos dinámicos
Pequeña	- Colores y tramas	- Colores y tramas	-Símbolos y valores numéricos	- Curvas de nivel -Símbolos puntuales para electos geomorfológicos	- Símbolos
Media			- Contornos y líneas - Valores numéricos	- Curvas de nivel Límites y rasgos morfológicos de detalle	
Grande		- Colores y tramas - Valores numéricos -Diagramas y gráficos	- Líneas de isovalores - Valores numéricos		- Contornos y líneas

## Cartografía automática

Las aplicaciones informáticas y de los sistemas de información geográfica (SIG) a la cartografía geotécnica permiten:

- El tratamiento y análisis automático de los datos.
- La obtención de mapas de elementos o factores individuales o combinados entre ellos.
- La preparación de bases de datos.
- La actualización continua de los mapas en cuanto a datos e información.
- La preparación de modelos tridimensionales y la simulación de actuaciones sobre el terreno.

La cartografía automática contribuye a eliminar errores o interpretaciones subjetivas en el proceso de caracterización de las unidades geotécnicas. La aplicación de los SIG para el tratamiento y análisis automático de la información disponible tiene por finalidad la zonificación y clasificación del territorio en base a determinados criterios según objetivos de los mapas; esto se lleva a cabo

generalmente mediante técnicas de superposición de capas de información o mapas temáticos previamente preparados.

### **Cortes geotécnicos**

Los datos geotécnicos y la información de interés de subsuelo pueden representarse en cortes a lo largo de perfiles de interés, éstos constituyen un complemento de los mapas geotécnicos, y presentan la variación con la profundidad de las propiedades de los materiales, los límites de zonas meteorizadas, profundidad de sustratos rocosos, etc. La realización de sondeos y otras investigaciones del subsuelo son de gran ayuda para la preparación de los cortes geotécnicos, permitiendo las correlaciones con diferentes propiedades medidas o estimadas de forma indirecta.

Los perfiles y cortes geotécnicos son imprescindibles en los proyectos de cimentaciones, presas, obras subterráneas, etc.

### **Obtención de datos.**

Las características y propiedades geotécnicas de los suelos y rocas se evalúan a partir de medidas directas e indirectas o mediante la aplicación de clasificaciones geotécnicas, índices y correlaciones empíricas, que permiten obtener datos cuantitativos.

Los métodos de investigación directa e indirecta (sondeos ensayos, geofísica) se emplearán según el tipo y objetivo del mapa, de la complejidad de la zona de estudio, del presupuesto y tiempo disponibles para su realización: en función de la cantidad, calidad y representatividad de los datos, la clasificación o descripción de las unidades geológico – geotécnicas se realizará con mayor o menor grado de homogeneidad y detalle.

Previamente deben recopilarse los mapas topográficos, geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos, etc. disponibles, así como, la información de proyectos existente sobre la zona de trabajo (informes, proyectos, publicaciones, etc.) Esta información previa ayuda a un diseño más racional de los trabajos de caracterización geotécnica.

## Métodos de obtención de datos para cartografía geotécnica.

Método	Datos
Fotointerpretación y teledetección	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cartografía de suelos y rocas.</li> <li>- Estructuras geológicas.</li> <li>- Hidrología y redes de drenaje.</li> <li>- Procesos dinámicos.</li> </ul>
Reconocimientos y toma de datos de campo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Detalles geológicos y geomorfológicos.</li> <li>- Datos y medidas geológico – geotécnicas.</li> </ul>
Métodos geofísicos	<p>Resistividad Eléctrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Porosidad, fracturación, saturación, salinidad.</li> <li>- Profundidad del nivel freático.</li> <li>- Profundidad del sustrato rocoso.</li> </ul> <p>Sísmica:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Densidad, módulos de deformación.</li> <li>- Grado y profundidad de zonas alteradas.</li> <li>- Profundidad del sustrato rocoso.</li> </ul>
Sondeos, calicatas y muestreos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aportan muestras representativas.</li> <li>- Permiten la observación directa de los materiales.</li> <li>- Propiedades físicas y características del terreno.</li> <li>- Condiciones hidrogeológicas.</li> </ul>
Ensayos <i>in situ</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades resistentes y deformacionales.</li> <li>- Tensiones naturales.</li> <li>- Permeabilidad, presión de agua.</li> <li>- Datos de ensayos en sondeos,</li> </ul>
Ensayos de laboratorio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades físicas y mecánicas de los materiales.</li> </ul>

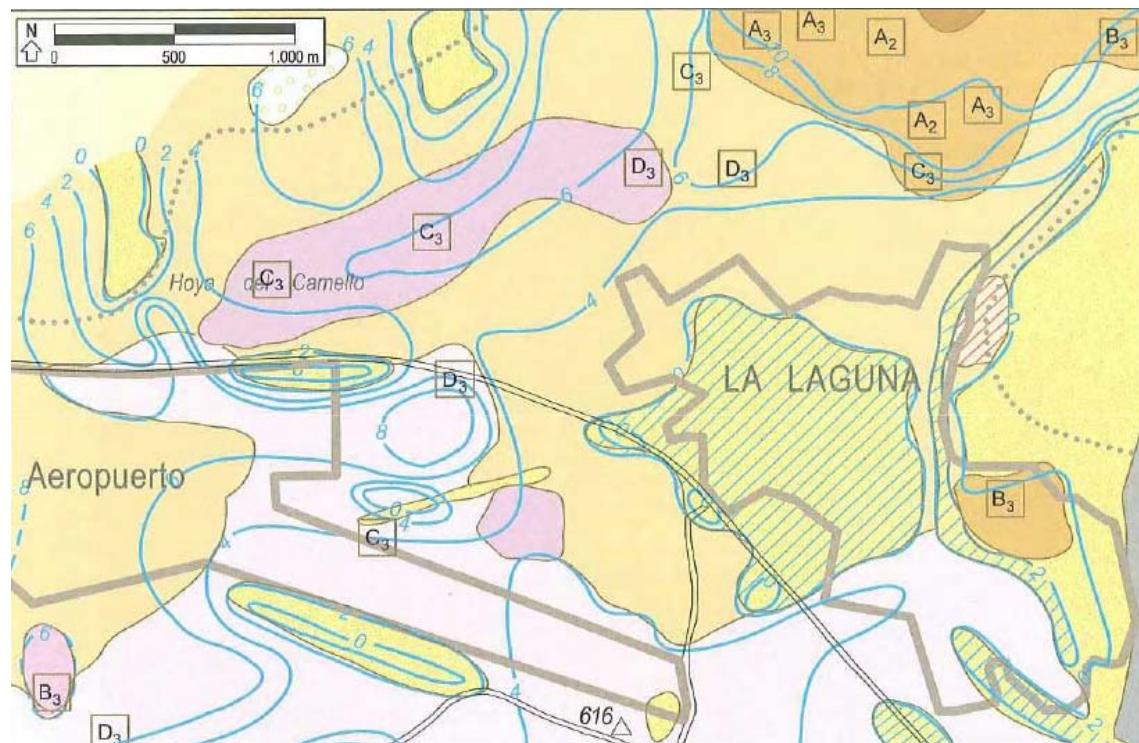
## Aplicaciones

### - Planificación

Los mapas realizados para planificación del territorio son mapas generales integrados que aportan información sobre diversos aspectos geológico – geotécnicos para variadas aplicaciones de la ingeniería geológica y usos geotécnicos, como planificación regional, local o urbana.

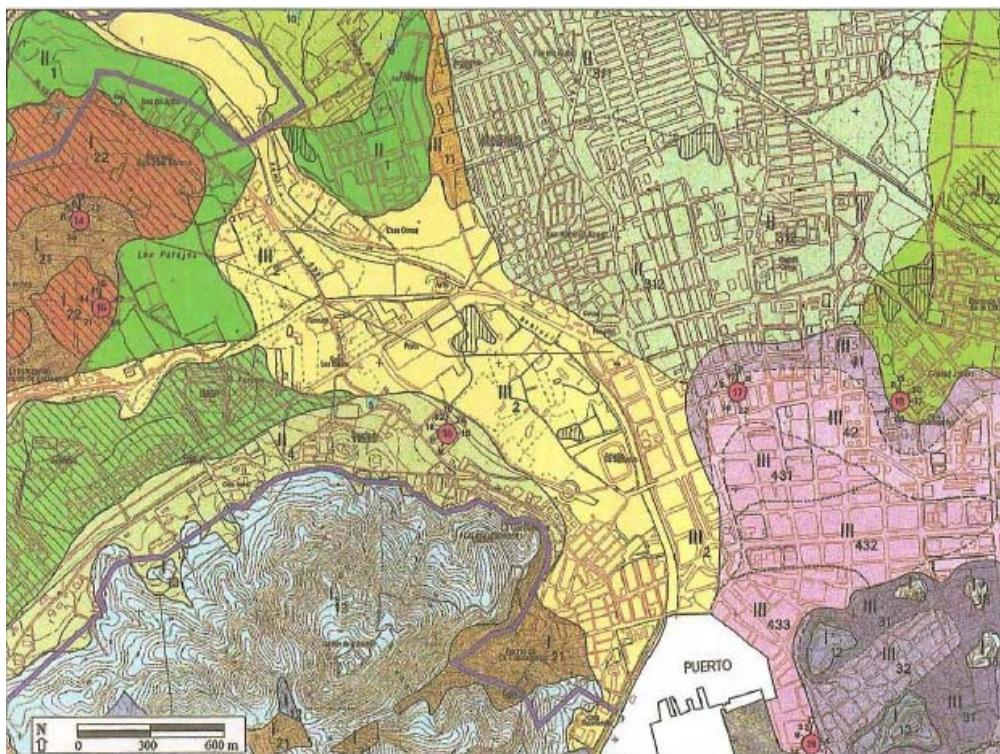
Las cartografías para planificación y desarrollo urbano contribuyen a (González de Vallejo, 1977):

- La selección de asentamientos y áreas de desarrollo urbano ambientalmente favorables o sostenibles.
- La solución de compromisos entre aspectos tectónicos, económicos y ambientales.
- La solución de problemas durante las fases de desarrollo, diseño y construcción.

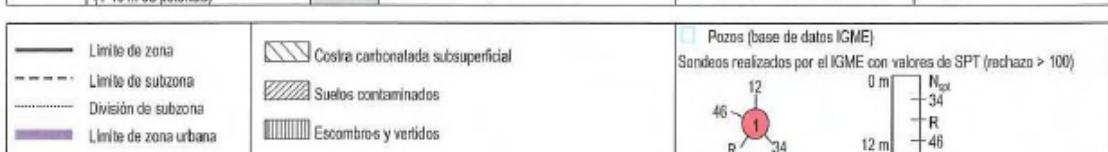


CLASIFICACIÓN GEOTÉCNICA		CARACTERÍSTICAS DE HINCHAMIENTO Expansividad y presiones de hinchamiento
ZONA	DESCRIPCIÓN	
1	Arcillas arenosas de baja plasticidad (CL), marrón oscuro y rojizas, firmes, con esporádicos cantos de basalto y lapillis	A Muy expansivo
2	Arcillas limosas de baja plasticidad (CL-ML), marrón oscuro, firmes, con gravillas de piroclastos y cantos de basalto en laderas	B Expansivo
3	Arcillas arenosas de baja plasticidad (ML), marrón rojizo, firmes	C Ligeramente expansivo
4	Arcillas limosas de alta plasticidad (MH), marrón rojizo y gris azulado, firmes a blandas, con intercalaciones de finas vetas de arenas amarillentas	D No expansivo  Subíndice 1 ≈ < 2,3 kg/cm <sup>2</sup> > 1,6 kg/cm <sup>2</sup> Subíndice 2 ≈ < 1,6 kg/cm <sup>2</sup> > 0,8 kg/cm <sup>2</sup> Subíndice 3 ≈ < 0,6 kg/cm <sup>2</sup> > 0,2 kg/cm <sup>2</sup>
5	Arcillas limosas y arenosas de alta plasticidad (MH), marrón rojizo, firmes y ocasionalmente blandas, con algunas gravas	
6	Arcillas de alta plasticidad (CH), marrón oscuro, firmes a blandas con cantos de basalto	
7	Cantos y bloques con arenas, llimos y arcillas limosas (GM, GP, GC, ML, CL) en barrancos	Zona de aflojamientos rocosos o con recubrimientos máximos de 2 m  2 Isopaca
8	Alternancia de basaltos inalterados, muy fisurados y escorias en coladas de 1 a 2 m de espesor, con cqedades de tamaño variable	Equidistancia entre isopacas: 2 m
9	Lapillis de tamaño entre 20 y 3 mm, debidamente soldados y cenizas, acumulados en conos de Zinder	OBSERVACIONES  El presente mapa no deberá ser empleado como sustitución de las investigaciones geotécnicas que los proyectos de construcción requieran en cada caso.

Mapa geotécnico general correspondiente a una zona de Tenerife (leyenda simplificada, escala original 1:25.000)(González de Vallejo, 1977).



ZONIFICACIÓN GEOTÉCNICA				
	ZONAS. Descripción litológica	SUBZONAS. Descripción litológica	Nivel freático	Resistencia a la penetración
ROCAS DURAS I <sub>1</sub>	Rocas subvolcánicas, metamórficas y carbonatadas	I <sub>1</sub>	No se ha detectado nivel freático	Roca
ROCAS BLANDAS I <sub>2</sub>	Rocas sedimentarias	I <sub>21</sub> Margas y areniscas limíciecas y calcáreas I <sub>22</sub> Calizas, costras carbonatadas, cantos, arenas, conglomerados	No se ha detectado nivel freático No se ha detectado nivel freático	Roca o rellenos con potencia > 0 a 2 m
SUELOS Duros II	Cantos calcáreos con matriz limo-arenosa carbonatada	II <sub>1</sub>	Nivel detectado: 3-10 m	Suelos granulares muy densos o arcillosos duros con $N_{60} > 50$
	Limos arenosos y arcillas limosas con niveles de costras y cantos	II <sub>21</sub> Gravas poligénicas cementadas y arcillas II <sub>22</sub> Arcillas limo-arenosas con niveles de costras y gravas	No se ha detectado nivel freático Nivel al S de la zona: 10-20 m Nivel al N de la zona: 30-50 m	Suelos intermedios con $N_{60} < 50$ o granulares muy densos o arcillosos duros con $N_{60} > 50$
	Limos y arcillas arenosas y carbonatadas. Niveles de cantos, arenas y costras	II <sub>31</sub> Arcillas arenosas con potencia > 6 m II <sub>32</sub> Arcillas y limos arenosos con potencia < 6 m	Nivel próximo a superficie (0,5-5 m) Nivel al NO de la zona: 30-50 m Nivel próximo a superficie (2-6 m)	Rellenos o suelos granulares muy densos o arcillosos duros con $N_{60} > 50$ o roca
SUELOS BLANDOS Y RELLENOS III	Arcilla areniloiosa con niveles de arenas y gravas Arcilla limosa con cantos, gravas y arenas	III <sub>11</sub> Potencia del aluvial < 6 m III <sub>12</sub>	Nivel profundo al N de la zona (> 30 m) Nivel próximo a superficie al S (2-5 m) Nivel próximo a superficie (0-3 m)	Rellenos o suelos intermedios con $N_{60} < 50$
	Rellenos: arcilla, grava y escombros sobre suelo y sustrato rocoso	III <sub>31</sub> Potencia de 1 a 3 m, dispuestos sobre filtas y esquistos III <sub>32</sub> Potencia de 1 a 3 m, dispuestos sobre filtas y esquistos	No se ha detectado nivel freático Nivel próximo a superficie (2,7 m)	Rellenos o suelos intermedios con $N_{60} < 50$
	Materiales de colmatación y relleno del Almajar: escombros, arcillas, limos, arenas, fangos y gravas sobre suelos duros o sustrato rocoso	III <sub>41</sub> Rellenos y arcilla arenosa muy floja sobre arcillas duras. Potencia < 6 m III <sub>42</sub> Rellenos, arcilla arenosa y fangos sobre areniscas y margas. Potencia 12-20 m III <sub>43</sub> Rellenos, arcilla, limos, fangos y gravas sobre sustrato margoso o esquistoso. Potencia 12-20 m	Nivel próximo a superficie (1-5 m)	Rellenos o suelos granulares sueltos o suelos arcillosos blandos con $N_{60} > 50$ o roca
	Rellenos compactados y escombros (4-16 m de potencia)	III <sub>5</sub>	Nivel próximo a superficie (1-2,5 m)	Rellenos



Fragmento del mapa geotécnico de la ciudad de Cartagena (leyenda simplificada; escala original 1:15.000) (IGME-COPOT, Región de Murcia, 2000)

- **Ingeniería**

Los mapas geotécnicos para aplicaciones específicas de la ingeniería geológica tienen diferente finalidad:

- Estudio previos o de visibilidad para selección de emplazamientos o trazados.
- Información y datos para el proyecto y construcción de una obra.

En ambos casos la información debe complementarse con cortes o perfiles geotécnicos.

Una de las principales aplicaciones de la cartografía geotécnica son los estudios de viabilidad y la selección de alternativas para el trazado y construcción de obras lineales (carreteras, vías de ferrocarril, etc.), túneles, presas, etc.

## **Bibliografía**

- González de Vallejo, Luis. INGENIERÍA GEOLÓGICA, PEARSON EDUCACIÓN, Madrid 2002.

## Referencias Electrónicas

- <http://www.scribd.com/doc/14579442/Presentacion-de-Datos-Geologicos>
- <http://www.monografias.com/trabajos-pdf4/ensayos-y-mapas-geotecnicos/ensayos-y-mapas-geotecnicos.pdf>