

Anejo N° 1

Informe geotécnico

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante

ÍNDICE

1. Datos previos	Pag.2	2.2. Recomendaciones constructivas	Pag.12
1.1. Antecedentes	Pag.2	2.3. Excavaciones	Pag.13
1.2. Objeto del anejo	Pag.3	2.3. Valoración económica	Pag.14
1.3. Datos básicos del proyecto	Pag.3		
1.3.1. Datos básicos de la parcela.....	Pag.3	Apéndice 1A: Sección del sótano de una línea de metro de Manhattan....	Pag.15
1.3.2. Datos básicos del edificio.....	Pag.3	Apéndice 1B: Ubicación de los sondeos y catas.....	Pag.17
2. Caracterización geológica	Pag.4	Apéndice 1C: Registro de sondeos y calicatas.....	Pag.19
2.1. Introducción	Pag.4	Apéndice 1D: Registro de estación geomecánica.....	Pag.27
2.2. Antecedente histórico	Pag.4	Apéndice 1E: Resultados de los ensayos de laboratorio.....	Pag.29
2.3. Mapa geológico de Manhattan	Pag.4	Apéndice 1F: Caracterización del macizo rocoso mediante la herramienta informática Roclab®.....	Pag.33
2.4. Formaciones geológicas existentes en la isla de Manhattan	Pag.6	Apéndice 1G: Perfil geológico.....	Pag.35
2.4.1. Gneis de Fordham.....	Pag.6		
2.4.2. Esquisto de Manhattan.....	Pag.7		
2.4.3. Mármol de Inwood.....	Pag.7		
2.5. Análisis geológico de la parcela	Pag.8		
2.6. Sismicidad	Pag.X		
3. Campaña de investigación geotécnica	Pag.9		
3.1. Descripción	Pag.9		
3.2. Trabajos realizados	Pag.11		
3.2.1. Trabajos de campo.....	Pag.11		
3.2.2. Nivel freático.....	Pag.11		
3.2.3. Trabajos de laboratorio.....	Pag.11		
4. Caracterización geotécnica	Pag.12		
2.1. Caracterización geotécnica de los materiales	Pag.12		

1. Datos previos

1.1. Antecedentes

El presente anejo geológico-geotécnico ha sido realizado para la construcción de un edificio en una parcela ubicada en el estado de Nueva York, en su ciudad homónima, concretamente en la isla de Manhattan. La dirección es el número 334 East 26th Street, en las siguientes imágenes se describe detalladamente la situación de la parcela:



Figura 1.1. Estados Unidos. Estado de Nueva York



Figura 1.2. Estado de Nueva York



Figura 1.3. Ciudad de Nueva York (5 Distritos)

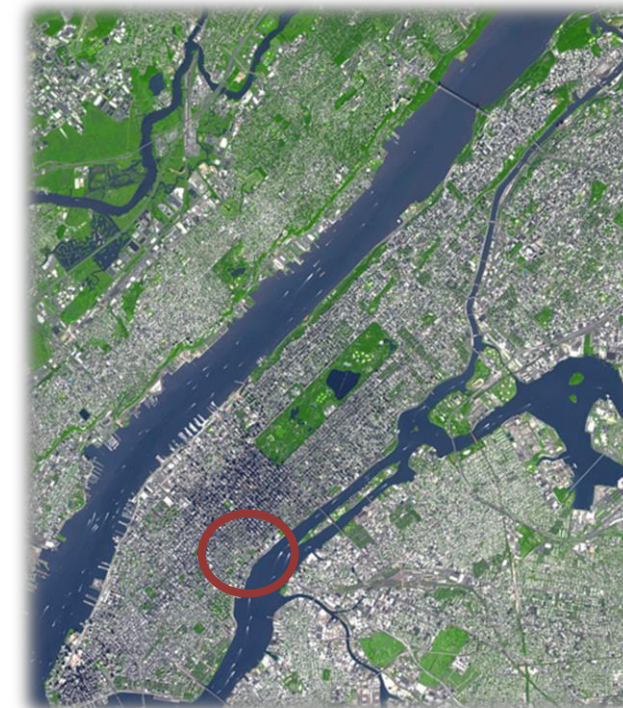


Figura 1.4. Manhattan, localización parcela



Figura 1.5. Parcela. 334 East 26th Street

1.2. Objeto del anejo

El objetivo fundamental del estudio ha sido reconocer e identificar las distintas formaciones geológicas y establecer las características geotécnicas que permitan definir la cimentación de la estructura proyectada, así como las condiciones en las que debe ejecutarse la misma.

A falta de un estudio geotécnico realizado en el lugar:

- Se definirá la campaña geotécnica a realizar.
- Los datos necesarios relativos al terreno que conforma la zona de estudio, los propondrá el alumno con el asesoramiento de los tutores, con el fin de llevar a cabo la caracterización geotécnica de cada estrato.

Por lo tanto, el estudio se ha dividido principalmente en tres partes: anejo geológico, planificación de la campaña geotécnica y anejo geotécnico.

El anejo geológico ha tenido por objeto determinar la naturaleza del terreno de la zona estudiada, características y condiciones de las formaciones existentes en la zona.

En la planificación de la campaña geotécnica se define principalmente la metodología geotécnica a seguir, los trabajos de campo y laboratorio realizados, y el perfil geológico de la parcela.

En el anejo geotécnico se caracteriza el terreno, además de por su naturaleza y espesor de las distintas capas que lo componen, por los parámetros geotécnicos definidos en los ensayos de la campaña geotécnica.

1.3. Datos básicos del proyecto

Como se observa en la figura siguiente, la parcela objeto de estudio tiene una geometría cuadrada, de la cual se han obtenido los siguientes datos básicos:

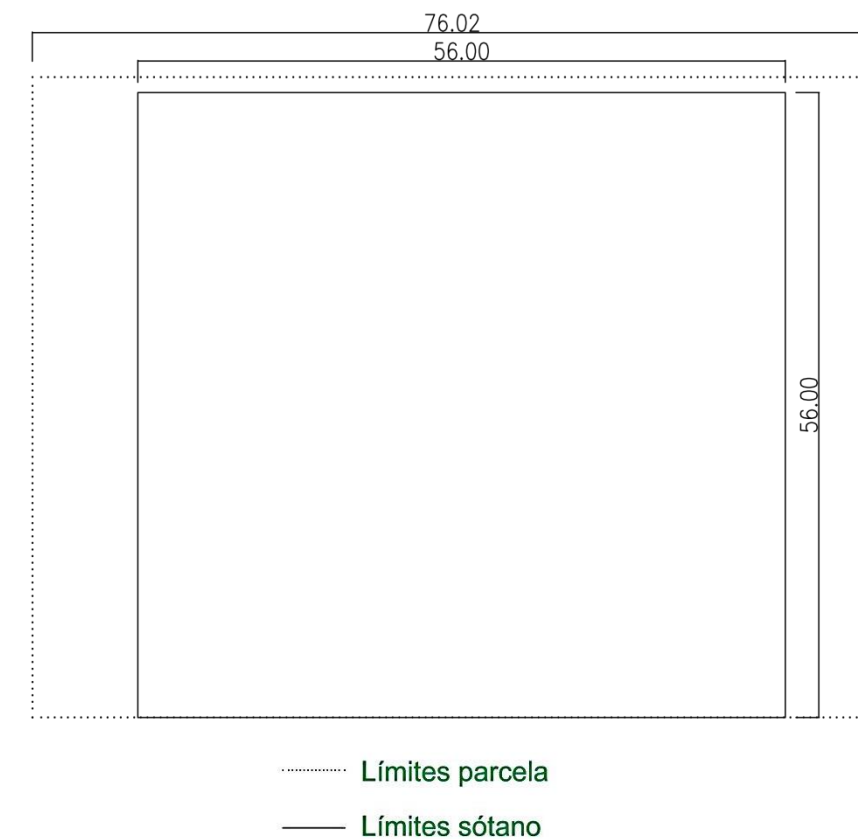


Figura 1.6. Dimensiones de la parcela y el sótano

1.3.1. Datos básicos de la parcela

Localidad: Manhattan - Nueva York
Dimensiones de la parcela (m): 76 x 58 aprox.
Superficie de la parcela (m²): 4408
Límites de la parcela: dos edificios de viviendas y dos calles, en sus laterales respectivamente.

1.3.2. Datos básicos del edificio

Tipo de Obra: Edificio
Número de plantas: 30
Superficie ocupada del edificio (m²): 1016
Número de plantas de Sótano: 1
Dimensiones del sótano (m): 56.6 x 56.6 aprox.
Superficie ocupada del sótano (m²): 3203.6

2. Caracterización geológica

2.1. Introducción

En el presente anejo geológico se procederá a realizar un análisis detallado de la geología general y local de la zona de estudio. Trataremos los antecedentes históricos de la isla de Manhattan, el mapa geológico, los tres tipos de formaciones geológicas: esquisto de Manhattan, mármol de Inwood y Gneis de Fordham, y además, conoceremos de manera detallada el suelo que conforma nuestra parcela de estudio.

2.2. Antecedente Histórico

La isla de Manhattan, situada en la ciudad de Nueva York, las rocas de debajo de la ciudad de Nueva York registran más de mil millones de años de historia geológica desde la era del Proterozoico (hace 2500 m.a.) al presente. "Vieron" a través del tiempo geológico tanto el montaje y rotura de dos supercontinentes Rodinia y Pangea. La isla de Manhattan consta de tres estratos: gneis de Fordham, esquisto de Manhattan, y mármol de Inwood. Vamos a realizar un breve recorrido histórico de cada uno de los estratos, para obtener una visión general de la geología que conforma la isla de Manhattan.

El Gneis de Fordham es la roca más antigua del sótano de Nueva York, que se extiende por todo el sótano de Nueva York se formó hace alrededor de 1,1 millones de años. En ese momento, el continente de América del Norte estaba sumergido en un antiguo mar poco profundo, sedimentos (arena y limo) fueron cubriendo la parte oriental de América del Norte, formando rocas sedimentarias. Durante un desplazamiento continental, una masa de tierra no identificada chocó con América del Norte, empujando la roca sedimentaria hacia arriba y formando una cordillera. El impacto de la colisión y las altas presiones provocaron que la roca sedimentaria se cristalizara de nuevo, formando la roca metamórfica bandeadada en blanco y negro: Gneis de Fordham.

Más adelante, hace alrededor de 450 millones, los continentes empezaron a desplazarse (formación de Pangea), estos movimientos de placas tectónicas generaron enormes presiones y temperaturas bajo la corteza terrestre, provocando la erupción de volcanes y la formación de un arco de islas volcánicas. Los vientos soplaban las cenizas volcánicas sobre los sedimentos acumulados que gradualmente se fueron comprimiendo formando pizarras. A medida que la corteza oceánica cargada de sedimento se deslizaba debajo de la corteza oceánica, durante un proceso de subducción, la pizarra rica en mica se veía sometida al intenso calor y se recrystalizaba, transformándose en esquisto.

En un proceso similar, un poco anterior a la formación de los esquistos, los arrecifes de piedra caliza y dolomita que se habían formado durante millones de años se fueron aplastando bajo el intenso calor y presión, formando un blanco mármol metamórfico conocido como mármol de Inwood. Las vetas de mármol, en el pasado conectaban Manhattan con el continente, pero con el tiempo, el mármol fue arrastrado, dando

lugar a la creación de las vías para los ríos Hudson, Harlem y East River y finalmente dando forma a la isla de Manhattan.

2.3. Mapa geológico de Manhattan

Previo al análisis de los mapas geológicos se va a realizar una observación en lo referente a la delimitación de los tipos de roca, ya que en los mapas geológicos aparecen dos opiniones al respecto.

Una de las opiniones muestra una separación del estrato de esquistos provocada por la Línea de Cameron, Figura 2.1. y 2.2. (extensa zona de falla que se produjo por movimientos de las placas tectónicas), a un lado de la Línea de Cameron se encuentra lo que los geólogos llaman la Formación Hartland y al otro lado de la línea se encuentra la Formación Manhattan, la posición de la línea en Manhattan y está sujeta a mucho debate y datos contradictorios, debido a la naturaleza violenta de los movimientos de placas tectónicas, la línea se ha erosionado y el material de alrededor está altamente estratificado y mimetizado. Por lo tanto, la Formación Hartland y Manhattan, no dejan de ser formaciones geológicas de gneis y diferentes tipos de esquistos separados por una línea de falla.

Isla de Manhattan
Línea de Cameron

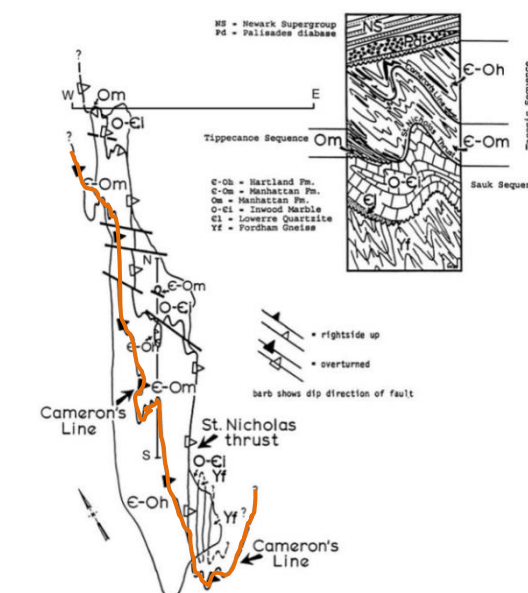


Figura 2.1. Línea de Cameron

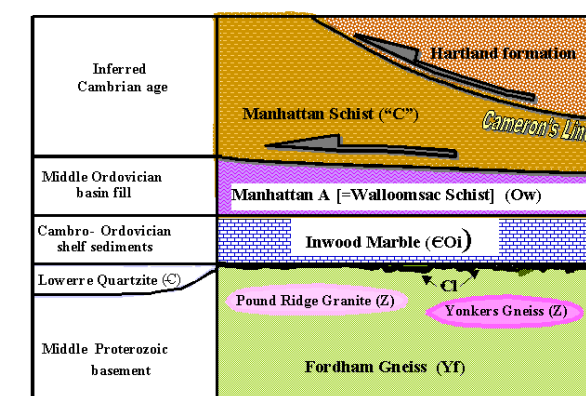


Figura 2.2. Línea de Cameron

Geologic Map of New York City

Compiled by Pamela Chase Brock & Patrick W.G. Brock, Oct 2001

From the Geologic Map of New York State (Fisher et al., 1970)

Engineering Geology Maps of New York City (Baskerville, 1992, 1994)

Field Guides to New York City Geology (Merguerian and Sanders 1990-1993)

Geology of the Brooklyn and Queens water tunnels (Chesman 1997, Schnock 1999,

Merguerian personal communication, and Brock et al., 2001)

and mapping by the authors

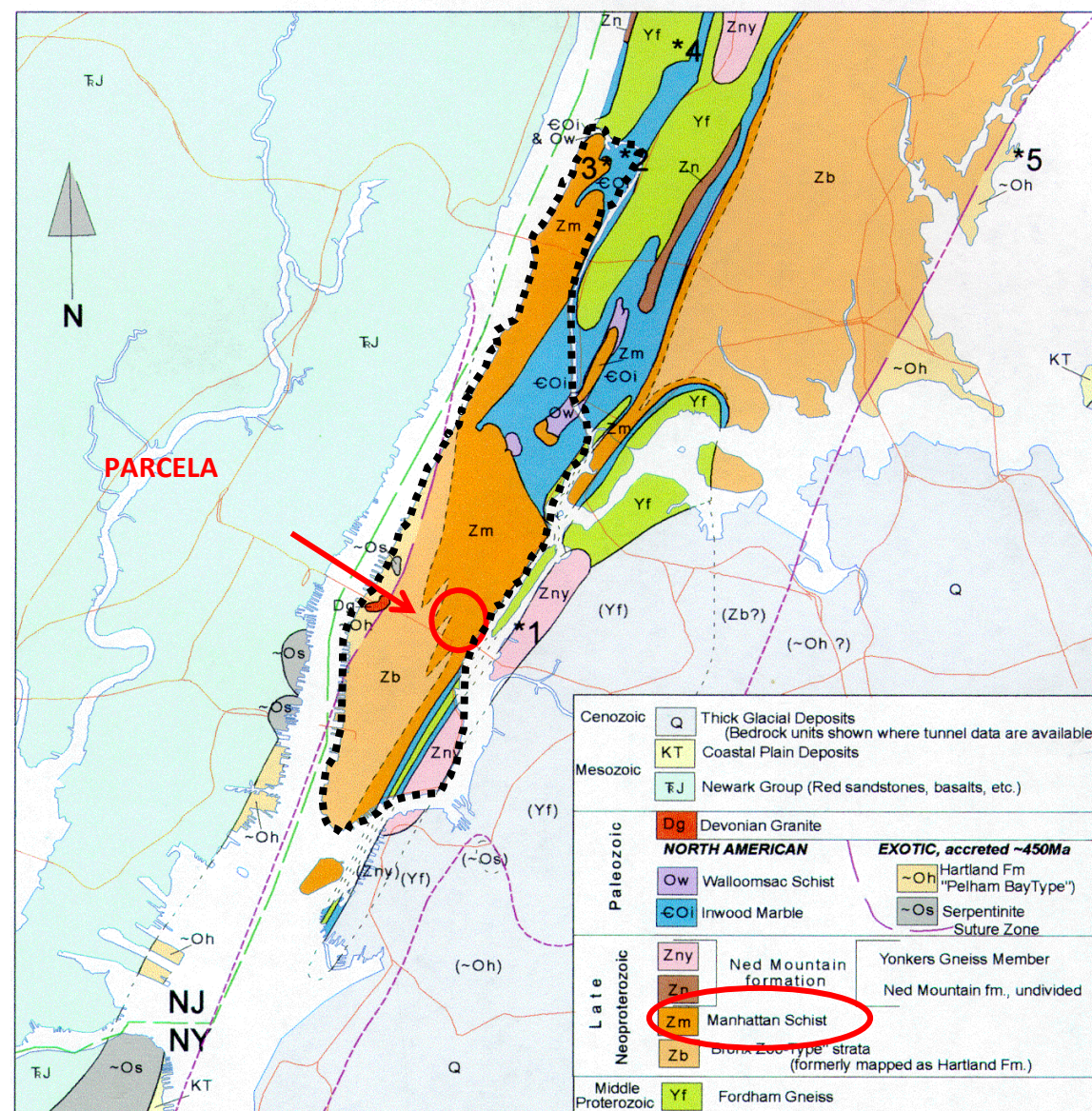


Figura 2.3 Mapa geológico de la ciudad de Nueva York

La otra de opinión geológica, muestra los tres tipos de estratos que conforman la isla de Manhattan:

Fordham Formation, conocida como gneis de Fordham, se extiende a largo de toda la base de la isla.

Inwood Formation, conocida como mármol de Inwood, se extiende principalmente en el noreste de la isla.

Manhattan Formation, conocida como esquistos de Manhattan, se extiende prácticamente a lo largo de toda la isla.

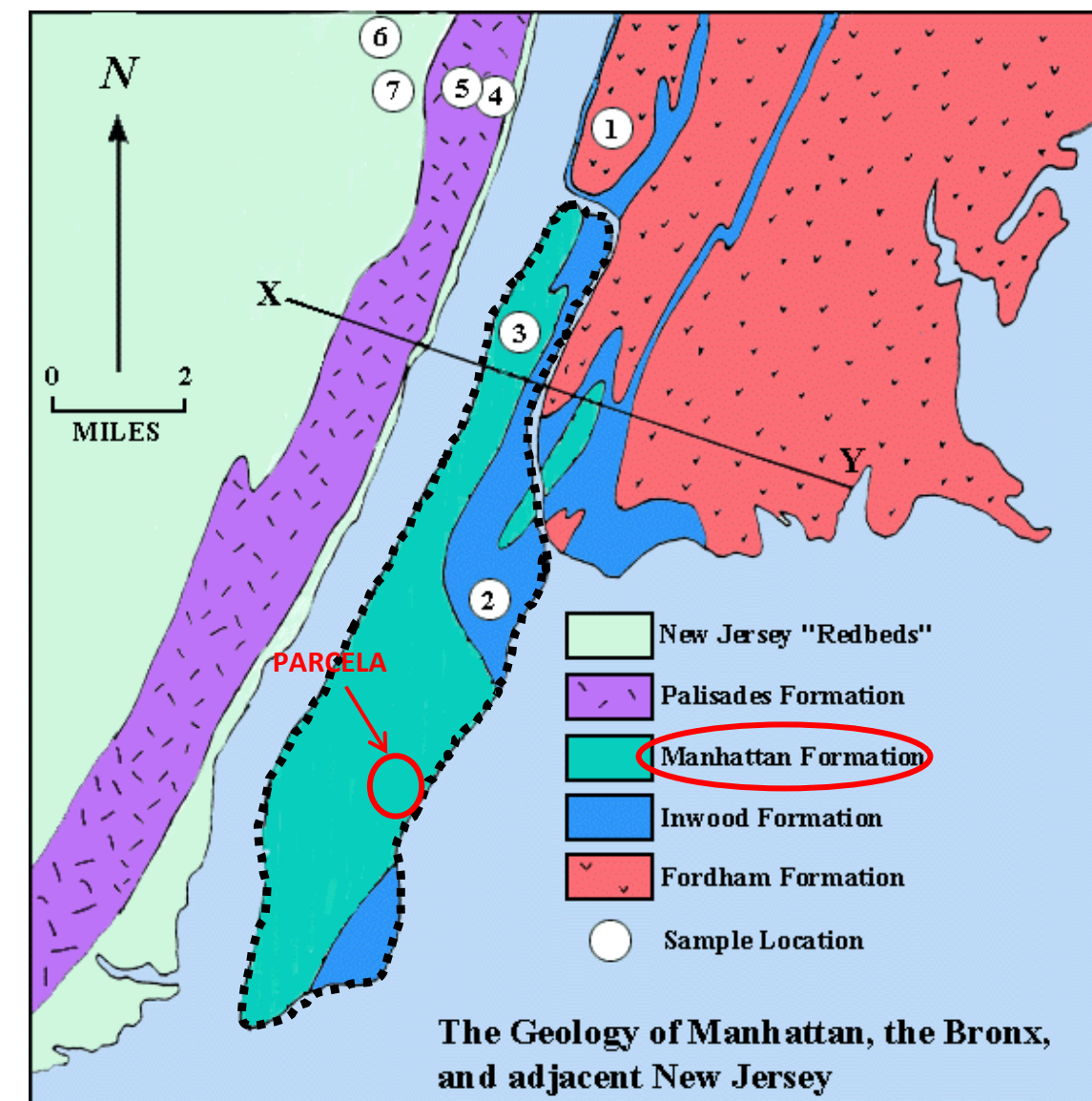


Figura 2.4. Mapa geológico de la ciudad de Nueva York

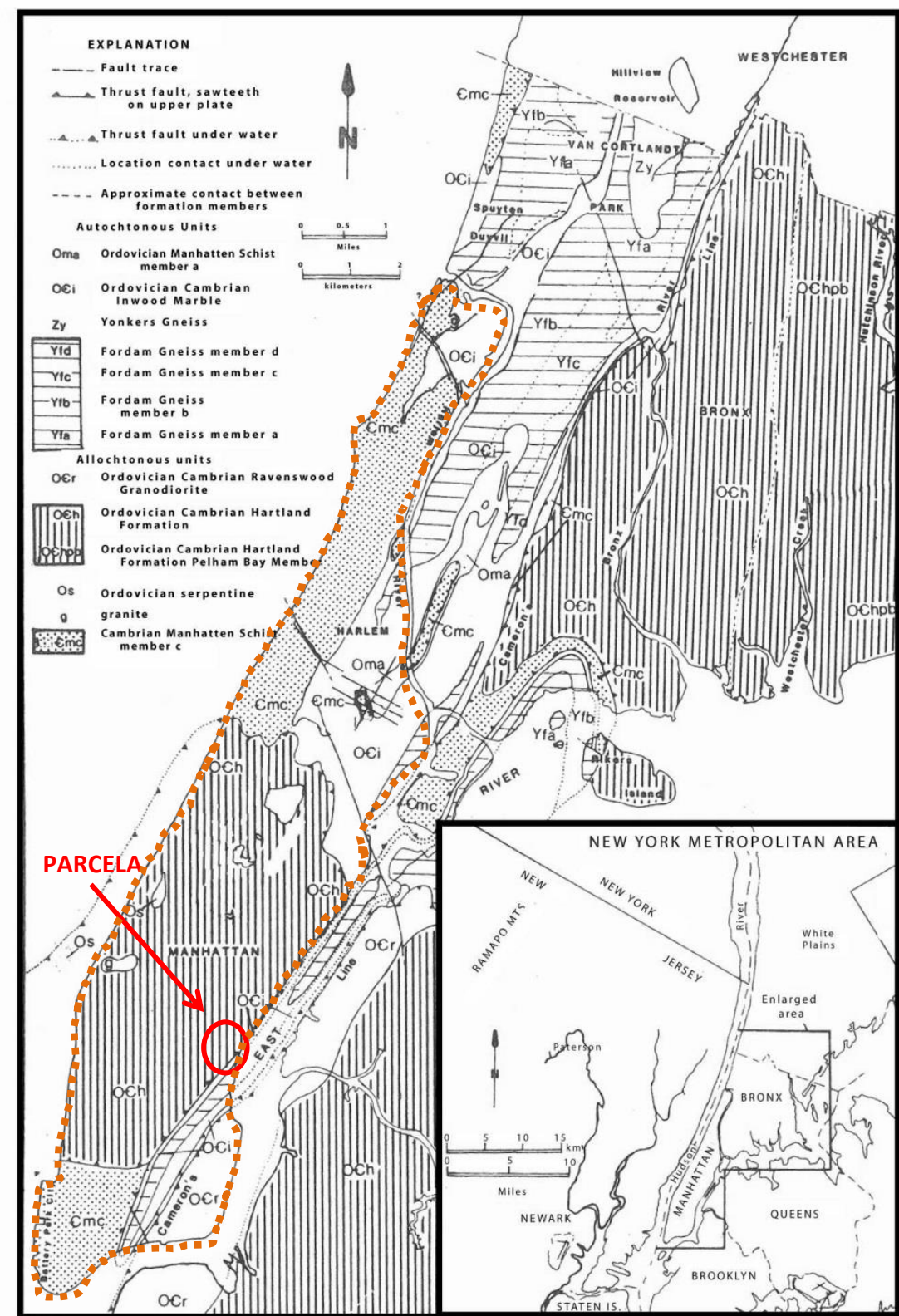


Figura 2.5. Mapa geológico de la ciudad de Nueva York

2.4. Formaciones geológicas existentes en la isla de Manhattan

Manhattan se encuentra sobre una base compuesta de tres estratos diferentes que no están dispuestos por capas simples como las hojas de un libro, los estratos se encuentran completamente engarzados, puesto que a lo largo de cientos de millones de años se han ido plegando intensamente.

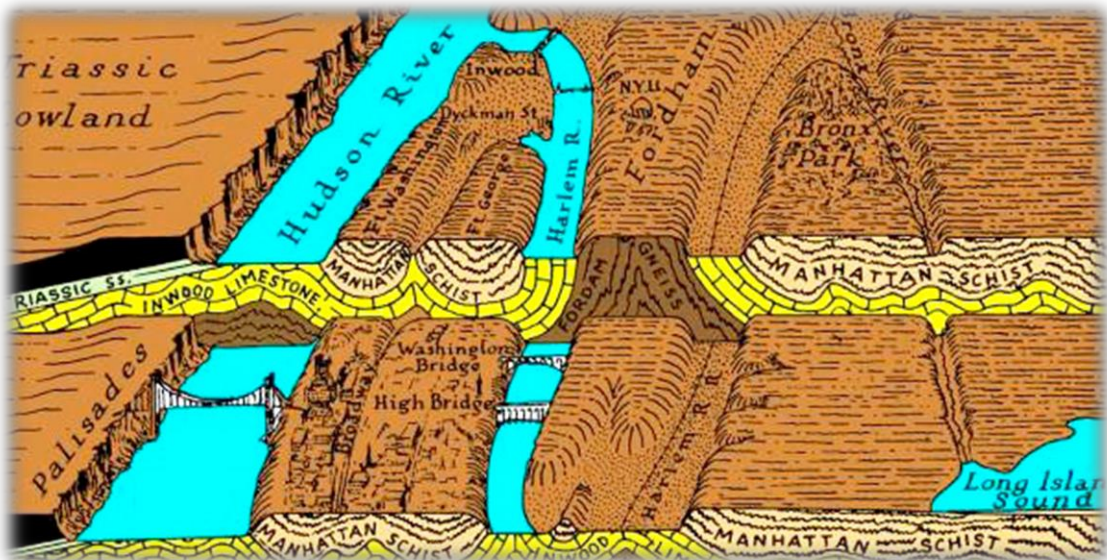


Figura 2.6. Estratos que conforman la isla de Manhattan

2.4.1. Gneis de Fordham



Figura 2.7. Gneis de Fordham



Figura 2.8. Gneis de Fordham

Se trata de la roca metamórfica más antigua de Manhattan, los minerales más comunes en el gneis son el cuarzo, el feldespato y la plagioclasa.

Es una roca muy resistente, que se caracteriza por tener un bandas alternas de zonas claras (ricas en feldespatos blancos y rojizos) y en capas oscuras (minerales ferromagnesianos), estas bandas indican las altas tensiones a las q se ha visto sometida.

En cuanto a la resistencia a compresión simple de estas rocas, los gneises presentan valores de 50-250 MPa. El peso específico de estas rocas de metamorfismo de alto grado es de 2,7-3,0 g/cm³. La porosidad, al igual que la permeabilidad, en general, es baja a muy baja, aunque puede incrementarse con la fracturación de la roca (porosidad y permeabilidad secundaria).

2.4.2. Esquisto de Manhattan



Figura 2.8 Esquisto de Manhattan



Figura 2.9. Esquisto de Manhattan

La parcela objeto de estudio se encuentra situada sobre este tipo de estrato. Se trata de la roca metamórfica más joven de la isla, al menos hay dos tipos diferentes de esquistos en la isla, un esquisto con presencia de anfíboles que le confiere un color verde o azul, y un esquisto con un alto grado de mica que le da un aspecto rojizo brillante. Los dos tipos tienen un alto grado de foliación.

El esquisto de Manhattan, es el lecho de roca más frecuente en Manhattan, que hace posible el famoso perfil de la ciudad, puesto que se encuentra a varias profundidades, desde los 5.50 m hasta los 79 m por debajo de la superficie. Cuando el esquisto se encuentra muy por debajo de la superficie, la construcción de rascacielos no resulta algo práctico porque es difícil llegar a esta roca que proporciona estabilidad estructural y apoyo. En consecuencia, hay pocos edificios altos en algunas zonas de Manhattan, pero en otras zonas los rascacielos destacan debido a que el esquisto se encuentra cerca de la superficie.

El peso específico de las rocas esquistosas varía entre 2,5 y 2,8 g/cm³. La porosidad, al igual que la permeabilidad, en general, es baja a muy baja (10^{-7} - 10^{-12} m/s), aunque puede incrementarse con la fracturación de las rocas (porosidad y permeabilidad secundaria).

En cuanto a la resistencia a compresión simple de estas rocas, presentan valores variables comprendidos entre 20 y 160 MPa.

2.4.3. Mármol de Inwood



Figura 2.10. Mármol de Inwood



Figura 2.11. Mármol de Inwood

El mármol es una roca metamórfica que se distingue por su aspecto blanco cristalino, es mucho más suave que el gneis y el esquisto. Se erosiona con facilidad, por eso es el responsable de gran parte de la geografía de Manhattan.

Es una roca compuesta principalmente por calcita y/o dolomita. El peso específico de los mármoles es de 2,6-2,8 g/cm³. La porosidad, al igual que la permeabilidad, en general, es baja muy baja, aunque puede incrementarse con la fracturación de la roca (porosidad y permeabilidad secundaria).

En cuanto a la resistencia a compresión simple de estas rocas, presentan valores de 60-250 MPa.

2.5. Análisis geológico de la parcela

Como ya se ha visto anteriormente, nuestra parcela de estudio se encuentra ubicada sobre la formación geológica de esquisto de Manhattan.

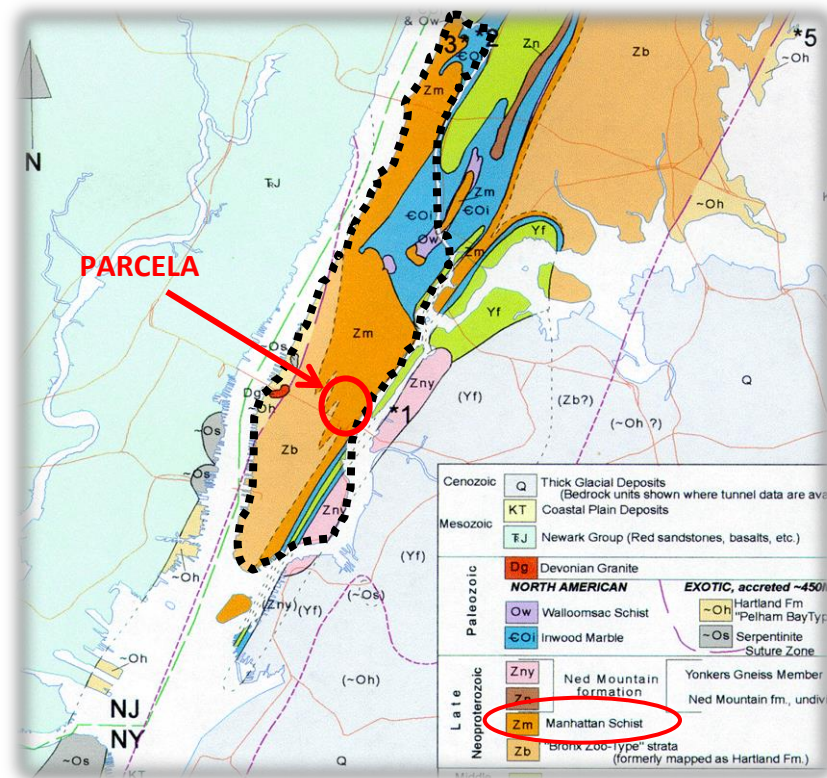


Figura 2.11. Situación de la parcela sobre la formación geológica Esquisto de Manhattan

En el **Apéndice 1A: "Sección del sótano de una línea de metro de Manhattan"**, disponemos de información sobre el terreno que tenemos cerca de la parcela, pues dicha sección corresponde a una línea de metro que se sitúa a dos calles de la parcela, como se observa en las siguientes figuras:



Figura 2.12. Línea de metro cerca de la parcela



Figura 2.13. Línea de metro cerca de la parcela

En la sección del **Apéndice 1A**, vemos que entre las calles 25th y 26th midiendo a partir de la superficie de la calle, los 3.30 m de profundidad son de relleno, entre los 3.30 - 7.30 m nos encontramos con arena media y desde los 7.30 m en adelante tenemos roca. En resumen, esta sección nos da la idea del terreno con el que nos encontraremos en nuestra parcela, llegando a la conclusión que la cimentación del edificio se realizará sobre la formación geológica de Esquisto de Manhattan.

2.6. Sismicidad

De acuerdo con la vigente Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02, los parámetros de cálculo de la estructura proyectada, estimados de la experiencia de la zona, son los siguientes:

- Clasificación de la construcción: De importancia normal.
- Coeficiente de Riesgo $\rho = 1,0$ (construcción de importa normal)
- Aceleración Sísmica Básica, $a_b = 0.15\text{ g}$
- Coeficiente de contribución $K = 1$
- Coeficiente de terreno $C = 1,3$ (Terreno tipo II: Roca muy fracturada, suelos granulares densos o cohesivos duros. Velocidad de propagación de las ondas elásticas transversales o de cizalla, $750\text{ m/s} \geq V_s > 400\text{ m/s}$)
- Coeficiente de amplificación del terreno (como este caso se cumple $0,1\text{g} < \rho \cdot a_b < 0,4\text{g}$)

$$S = \frac{C}{1,25} + 3,33 \cdot \left(\rho \cdot \frac{a_b}{g} - 0,1 \right) \left(1 - \frac{C}{1,25} \right) = 1,03$$

- Aceleración Sísmica de Cálculo $a_c = 0.15\text{ g}$

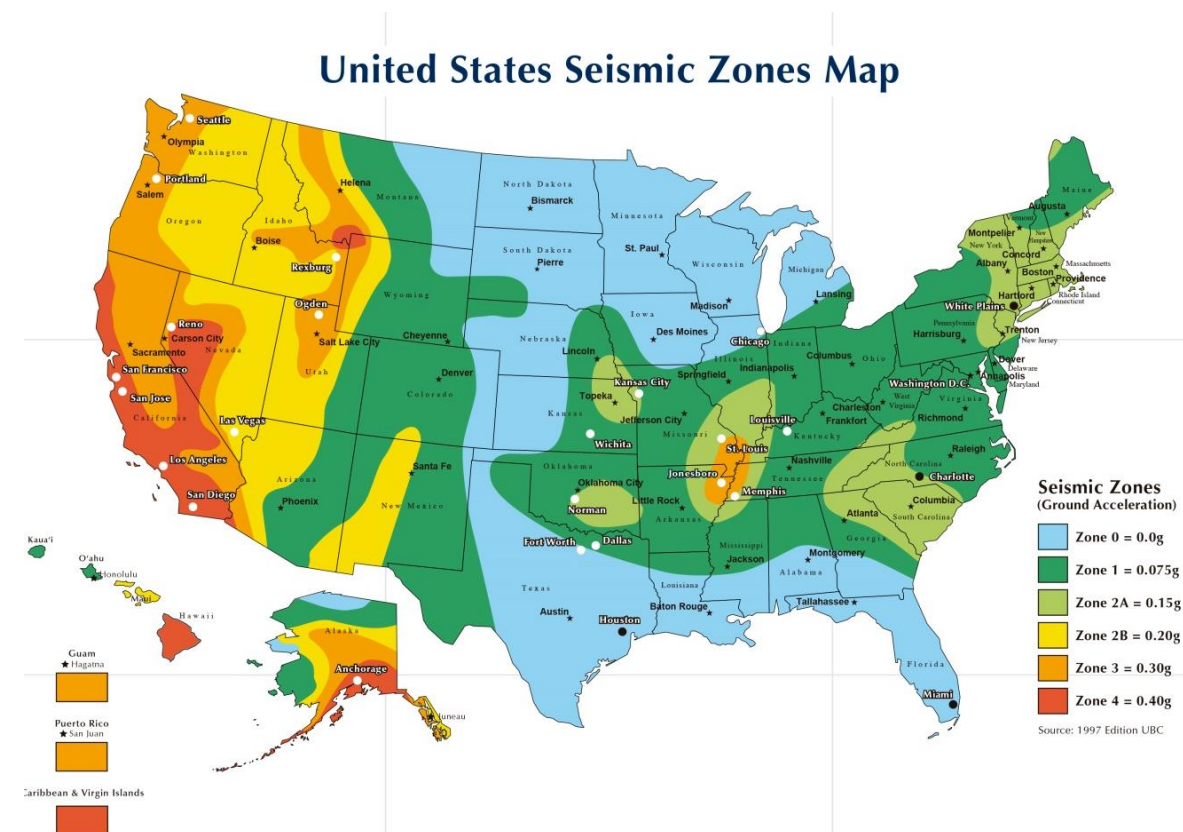


Figura 2.14. Mapa de aceleración sísmica de Estados Unidos

3. Campaña de investigación geotécnica

3.1. Descripción

Como ya hemos dicho anteriormente a falta de un estudio geotécnico del lugar, se va a proponer una campaña de investigación geotécnica, además el alumno con el asesoramiento de los tutores propondrá los datos necesarios de cada estrato que conforma la parcela para poder llevar a cabo la caracterización geotécnica de los materiales.

En primer lugar se ha llevado a cabo una campaña de investigación geotécnica teniendo en cuenta lo que se establece en el Documento Básico SE-C (Seguridad estructural Cimientos) del Código Técnico de la Edificación.

El Documento Básico SE-C define la programación del reconocimiento del terreno atendiendo tanto a las características de la obra, como a su morfología y tipología del terreno. De este modo, se establece:

- Nº mínimo y tipo de puntos de investigación (sondeos, penetraciones, otro).
- Distancias máximas admisibles entre puntos de reconocimiento.
- Profundidad orientativa de la investigación.

De acuerdo con las características de la obra descritas anteriormente y la tipología del terreno atravesado, que se desarrolla en el Anejo geológico y las recomendaciones del CTE pueden resumirse en las tablas siguientes:

TIPO DE CONSTRUCCIÓN: C-4

Tipo	Descripción ⁽¹⁾
C-0	Construcciones de menos de 4 plantas y superficie construida inferior a 300 m ²
C-1	Otras construcciones de menos de 4 plantas
C-2	Construcciones entre 4 y 10 plantas
C-3	Construcciones entre 11 a 20 plantas
C-4	Conjuntos monumentales o singulares, o de mas de 20 plantas.

(1) En el cómputo de plantas se incluyen los sótanos.

Tabla 3.1. Tipo de construcción

GRUPO DE TERRENO: T-1

Grupo	Descripción
T-1	Terrenos favorables: aquellos con poca variabilidad, y en los que la práctica habitual en la zona es de cimentación directa mediante elementos aislados.
T-2	Terrenos intermedios: los que presentan variabilidad, o que en la zona no siempre se recurre a la misma solución de cimentación, o en los que se puede suponer que tienen rellenos antrópicos de cierta relevancia, aunque probablemente no superen los 3,0 m.
T-3	Terrenos desfavorables: los que no pueden clasificarse en ninguno de los tipos anteriores. De forma especial se considerarán en este grupo los siguientes terrenos: <div><div>a) Suelos expansivos</div><div>b) Suelos colapsables</div><div>c) Suelos blandos o sueltos</div><div>d) Terrenos kársticos en yesos o calizas</div><div>e) Terrenos variables en cuanto a composición y estado</div><div>f) Rellenos antrópicos con espesores superiores a 3 m</div><div>g) Terrenos en zonas susceptibles de sufrir deslizamientos</div><div>h) Rocas volcánicas en coladas delgadas o con cavidades</div><div>i) Terrenos con desnivel superior a 15°</div><div>j) Suelos residuales</div><div>k) Terrenos de marismas</div></div>

Tabla 3.2. Grupo de terreno

Teniendo en cuenta que el Tipo de construcción es C-4 y el Grupo de terreno es T1, en la siguiente Tabla 3.3 se recogen las distancias máximas ($d_{máx}$) entre puntos de reconocimiento que no se deben sobrepasar y las profundidades orientativas (P) bajo el nivel final de la excavación.

Tipo de construcción	Grupo de terreno			
	T1		T2	
	$d_{máx}$ (m)	P (m)	$d_{máx}$ (m)	P (m)
C-0, C-1	35	6	30	18
C-2	30	12	25	25
C-3	25	14	20	30
C-4	20	16	17	35

Tabla 3.3. Distancias máximas entre puntos de reconocimiento y profundidades orientativas

Distancia máxima entre los puntos de reconocimiento: 20 m
Profundidad orientativa bajo el nivel de la excavación: 16m.

En la siguiente tabla se establece el número mínimo de sondeos mecánicos y el porcentaje total de puntos de reconocimiento que pueden sustituirse por pruebas continuas de penetración cuando el número de sondeos mecánicos exceda el mínimo especificado en dicha tabla.

	Número mínimo		% de sustitución	
	T-1	T-2	T-1	T-2
C-0	-	1	-	66
C-1	1	2	70	50
C-2	2	3	70	50
C-3	3	3	50	40
C-4	3	3	40	30

Tabla 3.4. Número mínimo de sondeos y porcentaje de sustitución por pruebas continuas de penetración

Número mínimo de sondeos mecánicos: 3
Porcentaje de puntos que pueden sustituirse por pruebas de penetración: 40%

Teniendo en cuenta que la $d_{máx}$ entre puntos de reconocimientos es 20 m, se han trazado círculos de radio 20 m en los diferentes puntos de reconocimiento del terreno para asegurarse de que queda cubierta toda el área de la parcela, con 9 puntos de reconocimiento se cubre toda la parcela.

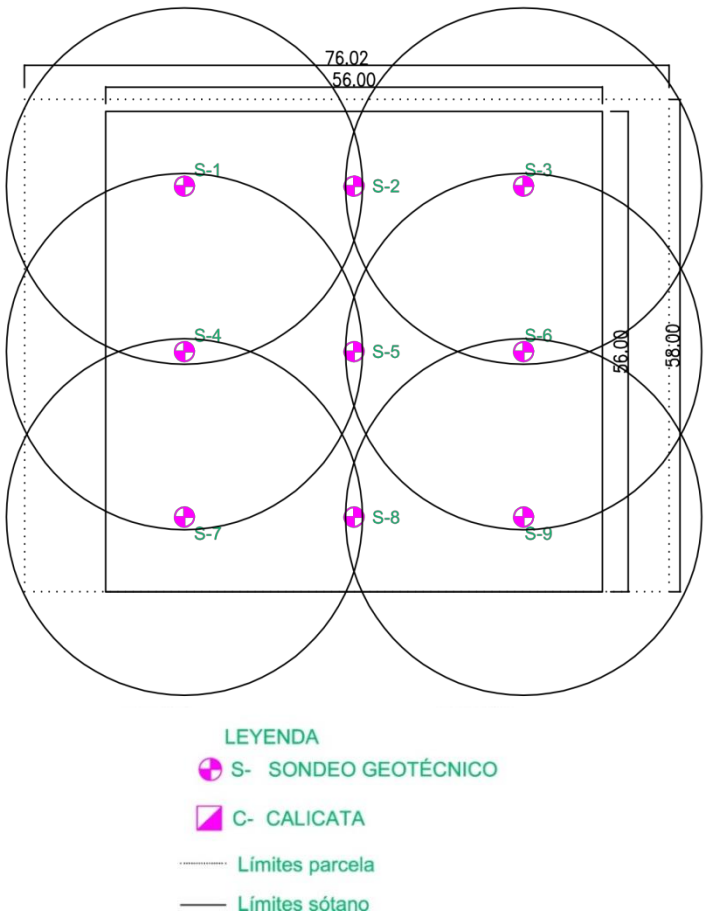


Figura 3.1. Puntos de reconocimiento que cubren el área total de la parcela

3.2. Trabajos Realizados

3.2.1. Trabajos de Campo

La campaña geotécnica consistirá en la realización de 9 sondeos mecánicos, 4 calicatas, ensayos de penetración dinámica (SPT) y el levantamiento de una estación geomecánica. En este caso, se propuso alcanzar una profundidad en los sondeos de 16 m como nos recomienda la normativa, pero los rechazos se alcanzaron a profundidades comprendidas 6 y 6.5m, por lo que solo se alcanzarán los 16 metros en dos de los sondeos, de esta manera se cumplirá la normativa.

A continuación se detallan las profundidades alcanzadas en los sondeos y las calicatas:

TRABAJO DE CAMPO	
SONDEO	PROFUNDIDAD (m)
1	10
2	10.2
3	11.7
4	16
5	11
6	16
7	10.2
8	9.5
9	11.7
total	106.3

Tabla 3.5. Profundidad de sondeos

TRABAJO DE CAMPO	
CALICATAS	PROFUNDIDAD (m)
1	2.3
2	2.1
3	2.4
4	2
total	8.8

Tabla 3.6. Profundidad de calicatas

La localización de los sondeos y las calicatas puede observarse en el **Apéndice 1B: "Ubicación de los sondeos y las calicatas"**.

Durante los trabajos de perforación se realizaron 42 Ensayos de Penetración Estándar, que nos facilitan una idea de la competencia del terreno a la vez que recuperan muestras para identificarlo.

TRABAJO DE CAMPO		
ENSAYO	NORMATIVA	Nº DE UNIDADES
SPT	UNE-EN ISO 22476-3/2006	42

Tabla 3.7. Ensayos de penetración

Los registros de los sondeos, las calicatas y las penetraciones se han recogido en el **Apéndice 1C: "Registro de sondeos y calicatas"**.

Además, cerca de la parcela, hay un afloramiento rocoso de esquistos, donde se ha podido realizar el levantamiento de una estación geomecánica.



Figura 3.2. Afloramiento rocoso



Figura 3.3. Afloramiento rocoso

Los resultados del levantamiento geomecánico se recogen en el **Apéndice 1D: "Registro de estación geomecánica"**. Estos resultados nos servirán más adelante de ayuda para caracterizar el macizo rocoso.

3.2.2. Nivel Freático

Durante la campaña de investigación geotécnica se controló la posición del nivel freático en los sondeos.

El nivel freático se ha encontrado entre 14.30 m y 14.50 m durante la realización de los sondeos.

3.2.3. Trabajos de Laboratorio

En cuanto a los trabajos de laboratorio, las muestras de terreno obtenidas en los sondeos han sido sometidas a los siguientes ensayos de laboratorio:

ENSAYOS DE LABORATORIO			
Nº DE UNIDADES	GRUPO	ENSAYO Y NORMATIVA	NORMATIVA
53	IDENTIFICACIÓN Y ESTADO	Determinación de la Humedad. Método de secado en estufa	UNE 103.300/93
63		Determinación de la densidad de un suelo.	UNE 103.301/94
44		Análisis granulométrico de suelos por tamizado	UNE 103.101/95
44		Análisis granulométrico de suelos finos por sedimentación	UNE 103.102/95
53		Determinación de los Límites de Atterberg	UNE 103.103/94, UNE 103.104/93
44		Clasificación de suelos	ASTM D 2487
9		Identificación y clasificación de rocas	UNE-EN ISO 14689-1/05
62	RESISTENCIA	Ensayo de Corte Directo	UNE 103.401/98
31		Ensayo de Resistencia a Compresión Simple	UNE 103.400/93
9		Ensayo de Resistencia a Compresión Simple en roca	UNE 22950-90
9		Ensayo de resistencia a tracción	UNE 22950-90
58	QUÍMICOS	Contenido cuantitativo de sulfatos	ANEJO 5 EHE/98

Tabla 3.8. Ensayos de laboratorio

Los resultados obtenidos de cada ensayo se adjuntan en el **Apéndice 1E: “Resultados de los ensayos de laboratorio”**.

4. Características geotécnicas

4.1 Caracterización geotécnica de los materiales

Considerando las características geológicas generales de la zona, expuestas anteriormente en el Anejo geológico, los análisis de los testigos y muestras obtenidas en los sondeos y los reconocimientos in-situ realizados, se han establecido 5 niveles geotécnicos cuya distribución se refleja a continuación:

NIVEL	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR MEDIO (m)
1	Relleno antrópico	0.0	1.2
2	Arena fina a media, con restos de limo	0.8-2.05	2.8
3	Gravas con resto de arena	3.3-5.1	1.88
4	Roca alterada, mica esquisto	6.0-6.4	1.94
5	Roca inalterada, mica esquisto	7.3-8.4	7.3-16 (fin de sondeo)

Tabla 4.1. Niveles geotécnicos

Además, se aportan los valores medios más representativos de los parámetros geotécnicos calculados y estimados para cada uno de los niveles, se resumen en las siguientes tablas:

Material	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	W (%)	Em (MPa)	q_u (MPa)
Relleno	18	26	0.002			
Arena limosa	19.1	28.1	0.004	22.29		0.038
Grava	21.0	34.1	0.003	13.74		
Esquisto alterado	27.0	30.4	5.11	13.41	34580.11	10.17
Esquisto inalterado	28.0	36	6.39		31342.22	20.79

Tabla 4.2. Parámetros geotécnicos más representativos

Material	q_t (Mpa)	RQD (%)	GSI	RMR ₈₉	RMR	SO ₄ ⁻² (mg/kg)
Relleno						157.33
Arena limosa						171.05
Grava						188.75
Esquisto alterado	0.665	82	64	69	67	175.89
Esquisto inalterado	1.42	88	80	85	83	

Tabla 4.3. Parámetros geotécnicos más representativos

Como no se disponen de los resultados de los ensayos que se deberían de realizar sobre la roca alterada e inalterada, estos se han estimado con la ayuda del programa informático Roclab®, la estación geomecánica y la supervisión de los tutores.

La caracterización del macizo rocoso se detalla en el **Apéndice 1F: “Caracterización del macizo rocoso mediante la herramienta informática Roclab®”**, tomando como ayuda los datos obtenidos con el levantamiento de la estación geomecánica **Apéndice 1D: “Registro de la estación geomecánica”**.

Con los datos aportados en la campaña, se ha propuesto para la zona de actuación del proyecto un perfil estratigráfico que se adjunta en el **Apéndice 1G: “Perfil estratigráfico”**.

4.2. Recomendaciones constructivas

A la vista de la columna litológica de los sondeos realizados, los ensayos de penetración dinámica, así como los ensayos de laboratorio y teniendo en cuenta la tipología de la edificación proyectada, se llega a la siguiente solución de cimentación.

La parcela se proyecta con una planta de sótano con lo cual se prevé una excavación del orden de 3.50 m aproximadamente de profundidad. El terreno, a partir del nivel de la base de la excavación para el sótano previsto, admite cimentación de tipo superficial o directa, mediante losa y zapatas corridas y/o aislada.

Debido a que el nivel freático se encuentra a una profundidad de 14.5 m aproximadamente, profundidad mayor que la profundidad de excavación, no será necesario un sistema de reducción del nivel freático, pero si será necesario una adecuada impermeabilización y drenaje del sótano.

4.3. Excavaciones

Se tiene previsto la construcción de una planta de sótano en el edificio, con una profundidad de excavación de unos 3.5 m aproximadamente (más el canto de la cimentación). Por lo tanto, será necesario excavar los 3 primeros estratos. A continuación, se resume en una tabla los parámetros necesarios de cada nivel.

NIVEL	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)
1	18	26	0.002
2	19	28	0.004
3	21	34	0.003

Tabla 4.4. Parámetros geotécnicos

Al realizar la excavación se tendrá en cuenta la estabilidad de los taludes, para ello se propone la excavación por bataches alternos de esta forma minimizamos los riesgos de inestabilidad de taludes.

Los materiales que componen los tres niveles, pueden ser retirados empleando una retroexcavadora convencional sin que se vean los trabajos dificultados por la presencia de agua, debido a que el nivel freático se encuentra a una profundidad bastante mayor que la profundidad de excavación.

La cohesión y ángulo de rozamiento interno de los materiales que constituyen los niveles deben permitir la apertura de las zanjas de cimentación con taludes verticales estables para cortos periodos de tiempo.

Por tanto, deben realizarse los trabajos de excavación de la cimentación en el menor plazo posible, minimizando el tiempo de exposición a los agentes ambientales y evitando periodos lluviosos que puedan saturar o producir inestabilidad de taludes. Además, resulta aconsejable inspeccionar los frentes excavados para identificar y asegurar cualquier inestabilidad que se detecte, verificando un plano de apoyo limpio y óptimo.

Se considerará una sobrecarga exterior por viales de 10 KN/m³.

4.3. Valoración económica

Se ha realizado una valoración económica del informe geotécnico, que servirá para futuros trabajos y presupuesto.

Se ha utilizado la base de precios de la dirección general de carreteras.

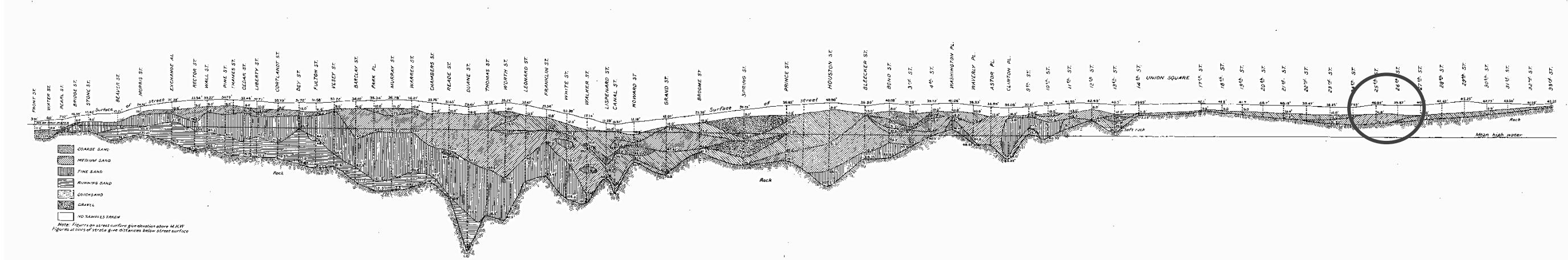
Valoración económica					
		Unidades	Cantidad	Precio unitario, €	Valoración, €
Trabajos topográficos, transporte y emplazamiento de	Georreferencia de punto de prospección con tres coordenadas.	ud	9	5	45
	Abono fijo por transporte al área de trabajo de los equipos de sondeo.	ud	1	638.5	638.5
	Abono fijo por transporte al área de trabajo del conjunto de penetrómetro, equipo de placa de carga,	ud	1	351.02	351.02
	Traslado entre puntos a reconocer de penetrómetro, equipo de placa de carga, presiómetro,	ud	8	6	48
Sondeos	Perforación a rotación en rellenos o suelos, con diámetros comerciales $\phi < 120$ mm con extracción	m	58.3	56	3264.8
	Perforación a rotación en rocas de resistencia a compresión simple ≤ 100 Mpa, con diámetros	m	53.8	72	3873.6
	Toma de muestra inalterada con tomamuestras de tipo abierto, cualquier profundidad.	ud	53	65	3445
	Testigo parafinado de longitud $L > 35$ cm de $\phi > 70$ mm, a cualquier profundidad.	ud	53	16	848
	Ensayo de penetración estándar SPT, a cualquier profundidad y en cualquier tipo de terreno.	ud	42	32.38	1359.96
	Calicata manual o mecánica, incluso fotografías en color y reposición, testificación "in situ" a cargo de	ud	4	115.7	462.8
	Toma de testigos en roca "in situ" con máquina sacatestigo o tallado de bloque.	ud	9	159.59	1436.31
Ensayos de laboratorio	Análisis granulométrico de suelos por tamizado	ud	41	41.36	1695.76
	Análisis granulométrico de suelos por sedimentación	ud	41	43	1763
	Determinación de los límites líquido y plástico de un suelo (límites de atterberg)	ud	44	40.05	1762.2
	Determinación de la humedad de un suelo	ud	53	8	424
	Determinación de la densidad de un suelo	ud	53	8	424
	Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo	ud	54	41.92	2263.68
	Ensayo de corte directo en suelos consolidado y drenado	ud	51	172.9	8817.9
	Ensayo de rotura a compresión simple en probetas de suelo	ud	28	30.88	864.64
	Determinación de la resistencia a compresión simple de probetas de roca	ud	9	38	342
	Determinación indirecta de la resistencia a tracción de las rocas	ud	9	40	360
				Total	34490.17

Anejo N° 1

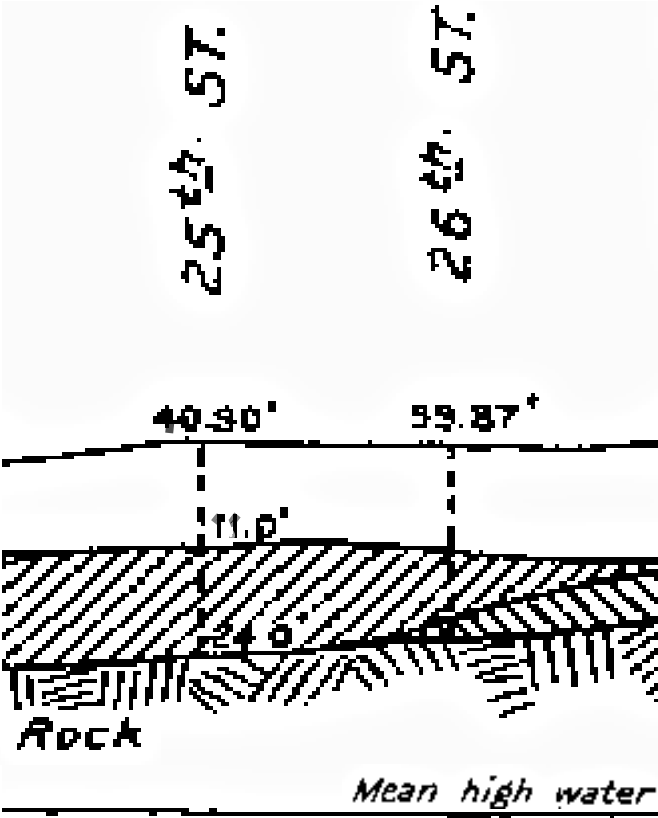
Apéndice A: Sección del sótano de una línea de metro de Manhattan

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante

Cotas en pies



SECTION OF THE BASEMENT OF MANHATTAN ALONG THE LINE OF BROADWAY
FROM THE BATTERY TO THIRTY-THIRD STREET

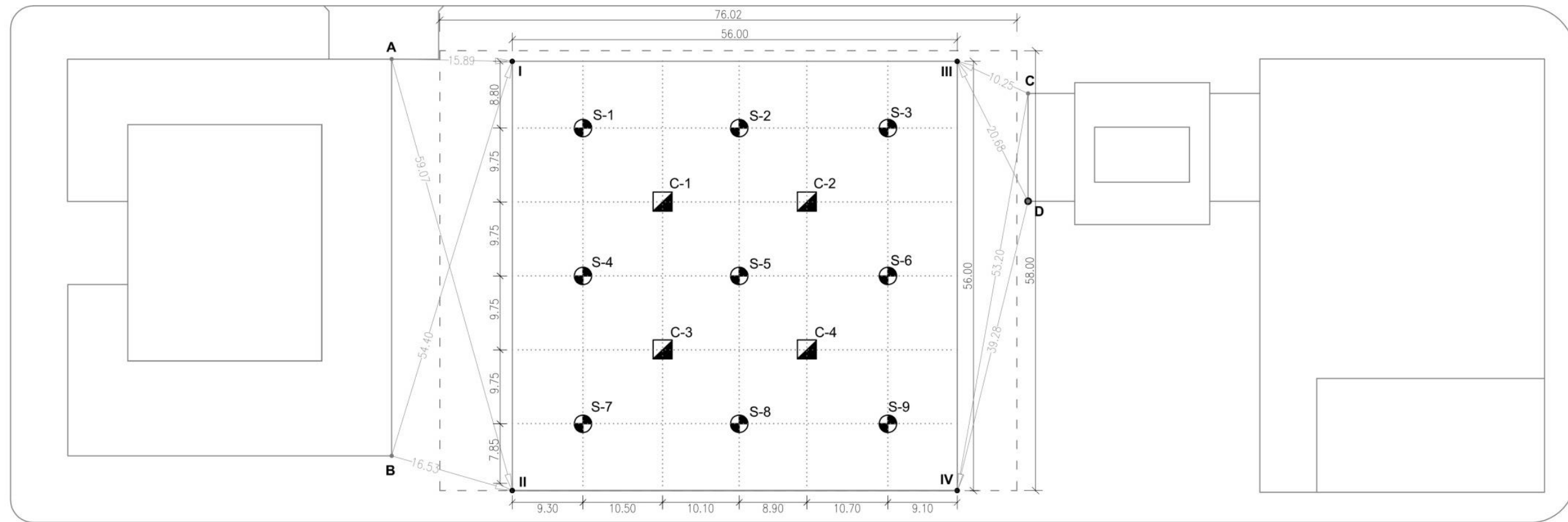


Nota: Las cifras sobre la superficie de la calle dan la elevación respecto el M.H.W (nivel medio de pleamar). Los datos en las líneas de estratos dan las distancias por debajo de la superficie de la calle.



Anejo N° 1

Apéndice B: Ubicación de sondeos y catas

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante



LEYENDA

-  S- Sondeo
-  C- Calicata
- Límites parcela
- Límites sótano

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TRABAJO FINAL DE GRADO	ALUMNOS XIMENA JACQUELINE CAMINO CRIOLLO	TUTORES: CARLOS MAHUEL LÁZARO FERNÁNDEZ JUAN JOSÉ MORAGUES TERRADES JOSÉ BERNARDO SERÓN GÁÑEZ	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE UN EDIFICIO EN ALTURA EN NUEVA YORK (USA)	DESIGNACIÓN: UBICACIÓN DE LOS SONDEOS Y CATAS	FIRMA: 	PLANO N.º 1 FECHA: 01/09/2015
--	------------------------	---	--	--	--	---	--

Anejo N° 1

Apéndice C: Registro de sondeos y calicatas

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO										
SONDEO		S-1								
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York								
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO	N° de Golpes	
									15 cm	15 cm
									15 cm	N/30
1		1	1.2		Rellenos antrópicos					
2		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		1.5	SPT	9	12
3							2.7	SPT	11	14
4			4.2						17	31
5		3			Gravas con restos de arena		4.5	SPT	17	23
6			6.0				5	SPT	23	33
7									30	53
8		4			Roca alterada, mica esquisto	80	6.5	SPT	28	37
9			8.2						45	R
10		5			Roca inalterada, mica esquisto	84				
11						86				

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO										
SONDEO		S-2								
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York								
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	PROFUNDIDAD (m)	TIPO	N° de Golpes	
									15 cm	15 cm
									15 cm	N/30
1		1			Rellenos antrópicos					
2			2.05							
3		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		2.5	SPT	9	13
4			3.3						16	29
5		3			Gravas con restos de arena		4	SPT	25	28
6							5	SPT	23	31
7			6.2						38	69
8		4			Roca alterada, mica esquisto	82	7.5	SPT	28	34
9			8.3						41	R
10		5			Roca inalterada, mica esquisto	85				

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO												
SONDEO		S-3										
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York										
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	15 cm	15 cm	N/30
1		1	1.8		Rellenos antrópicos							
2		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		2.5	SPT	8	14	16	30
3			4				SPT	12	14	17	31	
4		3	5.0		Gravas con restos de arena							
5			6.0				5.5	SPT	24	33	35	68
6		4			Roca alterada, mica esquisto	83						
7			7.5				SPT	28	34	41	R	
8		5	8.4		Roca inalterada, mica esquisto	86						R
9												
10												
11			11.5			87						

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO												
SONDEO		S-4								PAG		1 de 2
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York										
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	15 cm	15 cm	N/30
<div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div>												

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO												
SONDEO		S-4							PAG		2 de 2	
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York										
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	15 cm	15 cm	N/30
10	N.F. 14.3	5	10.3		Roca inalterada, mica esquisto	85						
11												
12												
13			13.3									
14												
15												
16												

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO										
SONDEO		S-5								
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York								
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes	
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	N/30
1		1	0.80		Rellenos antrópicos					
2		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		1.3	SPT	7	10
3							2.7	SPT	8	12
4			4.0						17	29
5		3			Gravas con restos de arena		4.5	SPT	27	35
6							5.5	SPT	30	39
7		4	6.1		Roca alterada, mica esquisto	81	6.1	SPT	30	39
8										
9										
10		5	10.4		Roca inalterada, mica esquisto	83				R
11						86				

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO												
SONDEO		S-6								PAG		1 de 2
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York										
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	15 cm	15 cm	N/30
1 <												

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO												
SONDEO		S-6								PAG		1 de 2
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York										
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	15 cm	15 cm	N/30
12	N.F. 14.5	5	14.0		Roca inalterada, mica esquisto	86						
13												
14												
15												
16												

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO										
SONDEO		S-7								
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York								
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	N° de Golpes
									15 cm	N/30
1		1			Rellenos antrópicos					
2			2.05							
		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		2.5	SPT	9	13
3			3.3						16	29
4							4	SPT	25	28
		3			Gravas con restos de arena				31	59
5							5	SPT	23	31
									38	69
6			6.2							
		4			Roca alterada, mica esquisto	83				
7							7.5	SPT	28	34
			8.3						41	R
8										
		5			Roca inalterada, mica esquisto	85				R
9										
10										

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO										
SONDEO		S-8								
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York								
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS			
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	15 cm	N° de Golpes
									15 cm	N/30
1		1			Rellenos antrópicos					
			1.8							
2							2.5	SPT	8	14
		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo				16	30
3										
							4	SPT	12	14
4									17	31
5			5.0							
		3			Gravas con restos de arena		5.5	SPT	24	33
6			6.0						35	68
7		4			Roca alterada, mica esquisto	84				
							7.5	SPT	28	34
8									41	R
			8.4							R
9		5			Roca inalterada, mica esquisto	86				

DESCRIPCIÓN DEL SONDEO									
SONDEO		S-9							
OBRA		Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York							
COTAS (m)	NIVEL FREÁTICO (m)	NIVEL	PROFUNDIDAD (m)	CORTE LITOLÓGICO	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	RQD (%)	MUESTRAS		N° de Golpes
							PROFUNDIDAD (m)	TIPO	
1		1	1.3		Rellenos antrópicos				
2		2			Arena marrón, fina a media, con restos de limo		1.5	SPT	7 11 13 24
3							3	SPT	11 13 16 29
4							4	SPT	13 14 17 31
5			5.1						
6		3			Gravas con restos de arena		5.5	SPT	22 30 35 65
7			6.2						
8		4			Roca alterada, mica esquisto	81	7.5	SPT	26 35 43 R
9			8.3						
10		5			Roca inalterada, mica esquisto	83			R
11			11.0			85			

CATA	C-1			
Cotas (m)	Profundidad (m)	Espesor capa (m)	Corte litológico	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
1		1.85		Rellenos antrópicos
2	1.85	0.45		Arena marrón, fina a media, con restos de limo
	2.3			

CATA	C-2			
Cotas (m)	Profundidad (m)	Espesor capa (m)	Corte litológico	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
1		1.5		Rellenos antrópicos
2	1.5	1.2		Arena marrón, fina a media, con restos de limo
	2.1			

CATA	C-3			
Cotas (m)	Profundidad (m)	Espesor capa (m)	Corte litológico	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
1	1.53	1.53		Rellenos antrópicos
2	2.4	0.87		Arena marrón, fina a media, con restos de limo

CATA	C-4			
Cotas (m)	Profundidad (m)	Espesor capa (m)	Corte litológico	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO
	0.58	0.58		Rellenos antrópicos
1		1.82		Arena marrón, fina a media, con restos de limo
2	2			

Anejo N° 1

Apéndice D: Registro de estación geomecánica

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante



Registro realizado por familias

Registro realizado aleatoriamente

CLAVES	Génesis	Espaciamiento	Continuidad	Rugosidad	Apertura	Relleno	Flujo de agua	Alteración	Sí
	E Estratificación	ES Extremadam . (> 6 m)	P Persistente	M Muyrugosa	C Cerradas	P Puentes roca	S Seca	Ia Sano o fresco 0	No
	V Volcánicas	MS Muyseparadas (6 - 2 m)	S Subpersistente	R Rugosa	S 0	C Cementación	M Manchada	Ib Sano o fresco decolo.	X
	J Juntas	S Separadas (2 - 0,6 m)	N No persistente	A Algo rugosa	< 0,1 mm	F Brecha de falla	H Húm eda	II Lig. alterado < 10 %	
	Dc Decompresión	X Medianam . (0,6 - 0,2 m)		S Suave	0,1 - 0,25	A Arenoso	J Mojada	III Mod. alterado 10 - 50	
	Fx Flexión	P Próxim as (0,2 - 0,06 m)		P Señales de pulido	0,25 - 0,5	I Silicatos	S Seco	IV Altamente 50 - 90	
	Tr Tracción	MP Muypróx. (0,06 - 0,02 m)				M Mica / Clorita	H Húm edo	V Completamente > 90	
	Cr Corte	EP Extrem adam . (< 0,06 m)				L Solubles	Sa Saturado	VI Residual 100%	
Cs Compresión			E Escalonada	0,5 - 2,5	aA	Se Sem ilavado			
Et Estilolitos			O Ondulada	2,5 - 10	bA	L Lavado		F Roca sana o fresca	
S Esquistosidad		Inicio y terminación:	P Plana	> 10 mm	mA	CH LL < 30	N No	D Roca decolorada	
F Foliación		Los extremos están:				CL LL > 30	A Alguna gota	C Roca descompuestas	
DL Disolución		Sale del afloramiento s	R Rugosa	1 - 10 cm	Ma	CE Expansiv.	G Goteo	S Roca desintegrada	
SL Slickensides		En discontinuidad d	L Lisa	10 - 100	Ea	CS Arenoso	C Continuo	Otro:	
		En roca matriz r	P Pulida	> 1 00 cm	CV	O Otros:			
						Ar Arcilloso			
						Flujo			

Anejo N° 1

Apéndice E: Resultados de los ensayos de laboratorio

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante



SONDEO	S-1													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
0.80					18	25.8	0.0018						159	
1.50	25	19	6	22.1	19.4	27.7	0.004		0.039				174	SW-ML
2.50	22	17	5	23.4	19.1	27.9	0.0038		0.038				165	SW-ML
3.00	30	24	6	25.1	18.7	28.3	0.0037		0.039					SW-ML
4.50	31	22	9	15.8	20.4	34.2	0.0028						186	GW-ML
5.00	32	24	8	16.3	21.1	33.9	0.0029						180	GW-ML
6.50	27	22	5	13.3	27.3	29.9	4.9	34587	10.26	0.649	64	69	175	
8.20					28.1	35.8	6.39	31341	20.78	1.43	81	86		

SONDEO	S-2													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
1.00					17.7	26.2	0.0023						170	
1.50														
2.50	21	16	5	21.4	18.7	27.6	0.0041		0.037				141	SW-ML
3.00	20	16	4	23.9	18.9	27.9	0.0042		0.037				184	SW-ML
4.50	22	15	7	14.1	19.4	28.1	0.0039		0.039					SW-ML
5.00	28	20	8	13.8	21.6	34.1	0.0029						205	GW-ML
5.50	31	24	7	14.8	21.2	33.8	0.0028						187	GW-ML
6.50	27	22	5	12.9	27	30.4	5	34579	10.09	0.671	64	69	183	
8.30					28.1	36.1	6.4	31342.5	20.8	1.41	80	85		

SONDEO	S-3													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
1.00					17.7	26.4	0.0022						162	
1.50														
2.50	21	16	5	22.9	18.7	28.2	0.0044		0.039				133	SW-ML
3.00	25	20	5	24.3	18.9	28.4	0.0038		0.04				186	SW-ML
4.50	20	15	5	13.1	19.4	27.9	0.0039		0.038				197	SW-ML
5.00	28	20	8	12.9	21.6	33.8	0.0028						200	GW-ML
5.50	31	24	7	14.7	21.2	33.9	0.003						173	GW-ML
6.50	27	22	5	12.9	27	30.8	4.8	34579	10.11	0.669	65	70	175	
8.40					28.3	36.2	6.39	31343	20.79	1.39	80	85		

SONDEO	S-4													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
0.50					17.8	25.6	0.0018						150	
1.00	22	19	3	22.1	18.4	28.2	0.0039		0.035				180	SW-ML
2.80	23	18	5	23.4	19.1	28.6	0.0037		0.038					SW-ML
3.00	28	24	4	25.1	19	27.9	0.0041		0.039				190	SW-ML
4.50	20	16	4	12.8	21.2	33.8	0.0028						200	GW-ML
5.50	32	24	8	15.3	20.3	34.2	0.0029						188	GW-ML
6.50	28	22	6	12.9	26.7	30.3	5.2	34584	10.21	0.675	64	69	170	
7.50					28.3	35.9	6.34	31341	20.71	1.45	80	85		

SONDEO	S-5													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
0.60					18.5	25.8	0.0017						162	
1.50	29	21	8	23.4	18.3	28.3	0.0039		0.04					SW-ML
2.00	30	22	8	24.6	18.6	28.4	0.0041		0.038				132	SW-ML
3.00	32	25	7	26.1	19.2	28.1	0.0042		0.037				185	SW-ML
4.50	19	16	3	13.5	19.8	34.2	0.0028						190	GW-ML
5.00	25	20	5	13.9	21.4	34.9	0.0029						183	GW-ML
6.50	27	21	6	13.4	27.2	30.4	5.3	34581	10.25	0.675	64	69	174	
7.40					28.1	35.8	6.36	31342	20.73	1.4	79	84		

SONDEO	S-6													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m ³)	ϕ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificación USCS
0.50					17.9	26.2	0.002						158	
1.20	27	22	5	22.2	19.2	27.8	0.0048		0.041					SW-ML
2.00	31	23	8	23.9	18.9	27.7	0.0046		0.04				145	
3.00	28	21	7	25.4	19.3	28.1	0.0041		0.042				169	SW-ML
4.50	32	22	10	14.1	20.4	28.2	0.004		0.039				193	SW-ML
5.50	34	25	9	14.9	21.5	34.2	0.0032						177	GW-ML
6.70	29	23	6	13.5	26.8	30.3	5.12	34571	10.09	0.656	65	70	178	
8.10					27.8	36.1	6.4	31343	20.77	1.41	80	85		

SONDEO	S-7													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m³)	φ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q_u (MPa)	q_t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificació USCS
0.50					17.8	25.6	0.002						155	
1.50														
2.50	21	16	5	22.1	18.6	28.1	0.0049		0.037				135	SW-ML
3.00	25	20	5	27.9	18.8	27.8	0.0042		0.038				187	SW-ML
4.00	20	16	4	12.9	21.2	34.6	0.0032						205	GW-ML
5.00	33	24	9	13.5	21.5	34.1	0.0029						188	GW-ML
6.50	26	21	5	13.9	26.6	30.3	5.3	34588	10.18	0.668	65	70	180	
8.30					28.2	35.8	6.38	31342	20.78	1.44	79	84		

SONDEO	S-8													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m³)	φ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificació USCS
0.80					18	26.3	0.0024						149	
1.50	25	19	6	21.3	19.4	27.8	0.0039		0.042				174	SW-ML
2.50	22	17	5	23.3	19.1	27.6	0.0037		0.043					SW-ML
3.00	30	25	5	24.9	18.7	28.4	0.004		0.04				198	
4.50	32	23	9	16.1	20.4	34.2	0.0031						201	GW-ML
5.00	32	24	8	15.8	21.1	33.8	0.0029						187	GW-ML
6.50	28	22	6	13.7	27.3	30.1	5.2	34580	10.16	0.664	64	69	173	
8.30					28.2	36.3	6.38	31342	20.79	1.42	80	85		

SONDEO	S-9													
Profundidad (m)	LL	LP	IP	W (%)	γ (KN/m³)	φ' (°)	c' (MPa)	Em (MPa)	q _u (MPa)	q _t (Mpa)	GSI	RMR ₈₉	SO ₄ ⁻² (mg/kg)	Clasificació USCS
1.00					18.3	26.5	0.002						151	
1.50	22	17	5	21.9	19.2	28.2	0.0045		0.04				183	SW-ML
2.00	24	18	6	22.5	19.2	28.5	0.0035		0.041				170	SW-ML
3.00	31	24	7	24.8	19.1	28.4	0.0039		0.039					
4.00	32	25	7	14.7	20.3	28.1	0.0032		0.041				207	SW-ML
5.50	34	26	8	16.8	21.6	34.3	0.003						170	GW-ML
6.70	25	21	4	14.2	27.4	30.7	5.13	34572	10.15	0.661	64	69	175	
8.20					27.9	36	6.37	31340	20.74	1.42	80	85		

Anejo N° 1

Apéndice F: Caracterización del macizo rocoso mediante la herramienta informática Rocklab[®]

Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante



1. Introducción

Por ausencia de datos que caractericen el macizo rocoso del presente estudio, se ha decidido utilizar la herramienta informática Roclab® con la supervisión de los profesores tutores. Además, estos datos se verán complementados con los datos obtenidos de la estación geomecánica.

RocLab® es un programa de informática de libre distribución desarrollado por Rocscience Inc, que permite determinar los parámetros de resistencia del macizo rocoso, de acuerdo al criterio de rotura generalizado de Hoek-Brown.

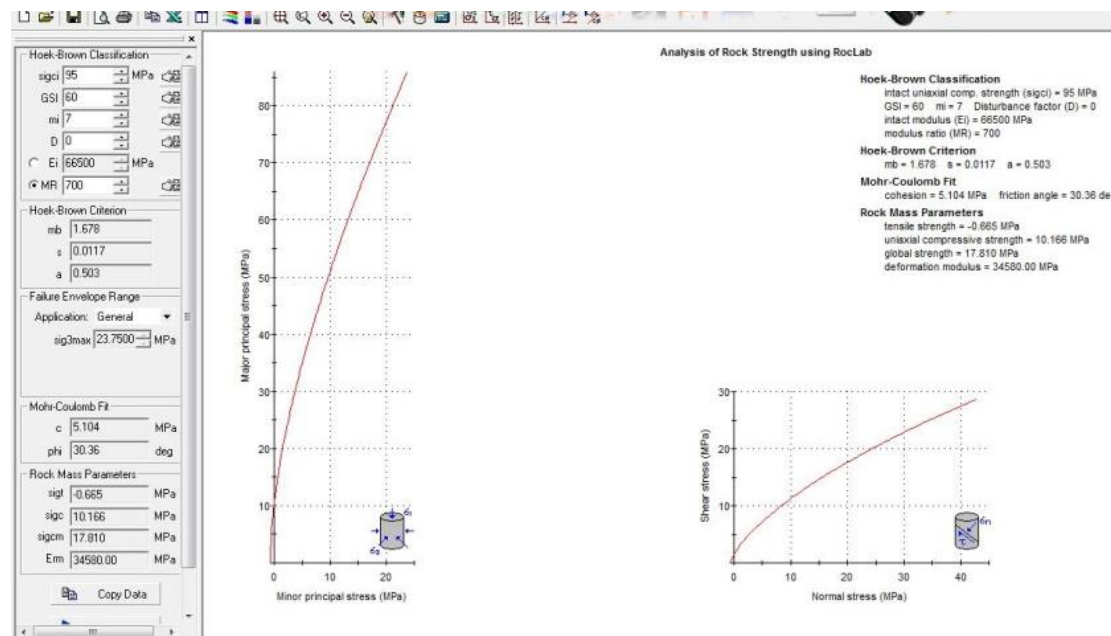


Figura 1.1. Herramienta informática Roclab®

2. Datos de entrada

La estimación de los 4 parámetros de entrada (**sigci**, **mi**, **GSI** y **D**), pueden ser convenientemente estimados mediante ábacos y tablas de datos integrados, a partir del tipo de roca, condiciones geológicas, etc.

A continuación, veremos de manera detallada la entrada de datos:

- **sigci**: Resistencia a la compresión no confinada de la roca intacta. Valor adoptado para el esquisto.
sigci=95 MPa
- **GSI**: Índice Geológico de Resistencia (GSI). Valor obtenido con los datos de la estación geomecánica.
GSI= 60

- **mi**: Parámetro de la roca.
mi=7
- **D**: Factor de perturbación.
D=0

Parámetro	Valor	Unidades
sigci	95	MPa
GSI	60	
mi	7	
D	0	

Tabla 2.1. Parámetro de entrada

Hoek-Brown Classification

sigci 95 MPa

GSI 60

mi 7

D 0

Tabla 2.2. Parámetro de entrada

3. Datos obtenidos

Una vez estimados los 4 datos de entrada más relevantes, el programa nos da como resultado los siguientes parámetros:

- **sigt, qt**: resistencia a tracción del macizo rocoso
- **sigc, qu**: resistencia compresiva uniaxial del macizo rocoso
- **Em**: módulo de deformación del macizo rocoso
- **c'**: cohesión
- **phi, φ'**: ángulo de rozamiento interno

Parámetro	Valor	Unidades
qt	0.665	MPa
qu	10.17	MPa
Em	34580	MPa
c'	5.11	MPa
φ'	30.36	°

Tabla 3.1. Parámetros de salida

Mohr-Coulomb Fit

c 5.104 MPa

phi 30.36 deg

Rock Mass Parameters

sigt -0.665 MPa

sigc 10.166 MPa

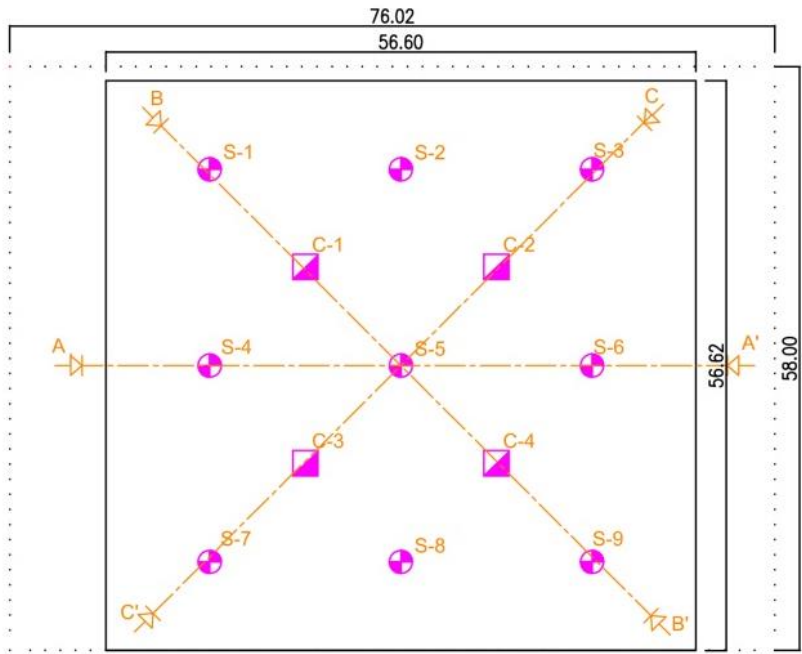
Em 34580.00 MPa

Tabla 3.2. Parámetros de salida

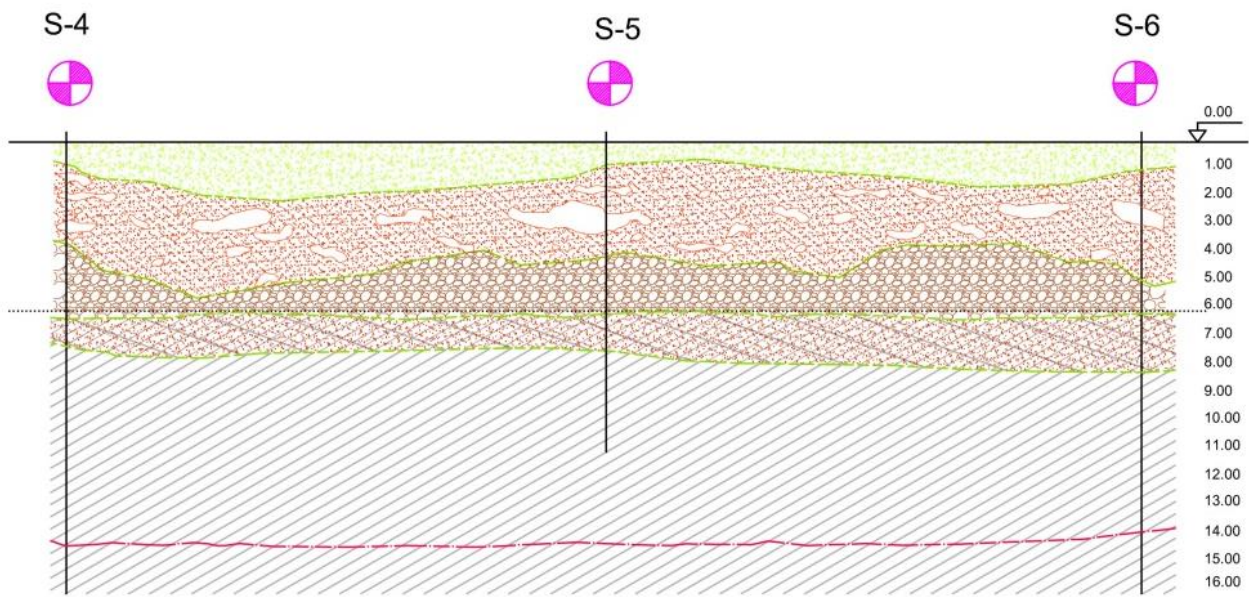
Anejo N° 1

Apéndice G: Perfil geológico

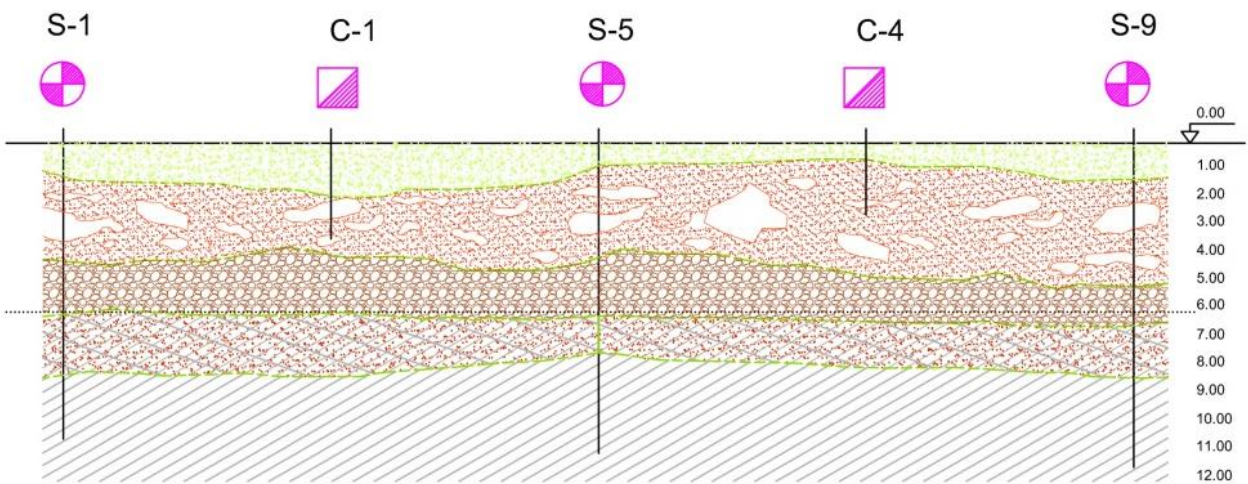
Estudio estructural y constructivo de un edificio en altura en Nueva York
Concepción y diseño de la cimentación y construcción bajo rasante



PERFIL GEOLÓGICO A-A'

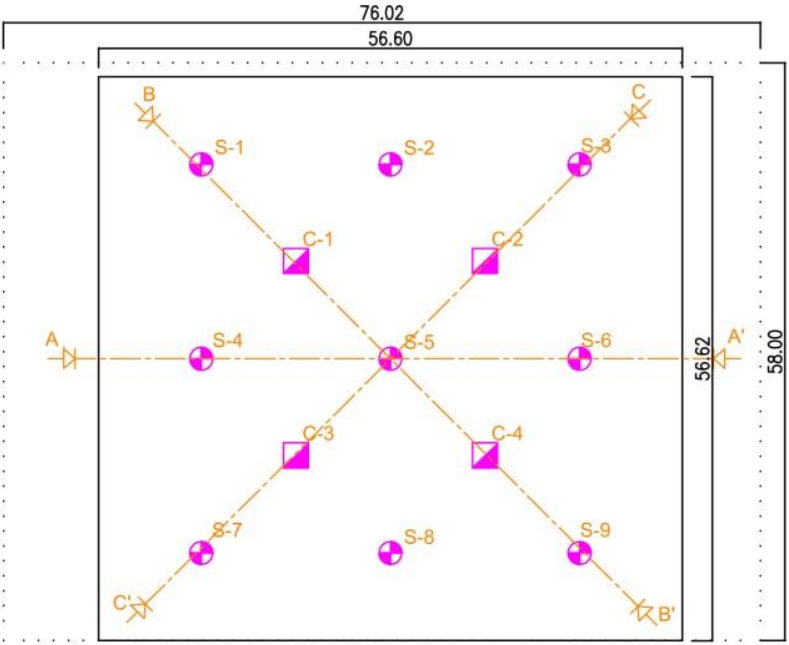


PERFIL GEOLÓGICO B-B'

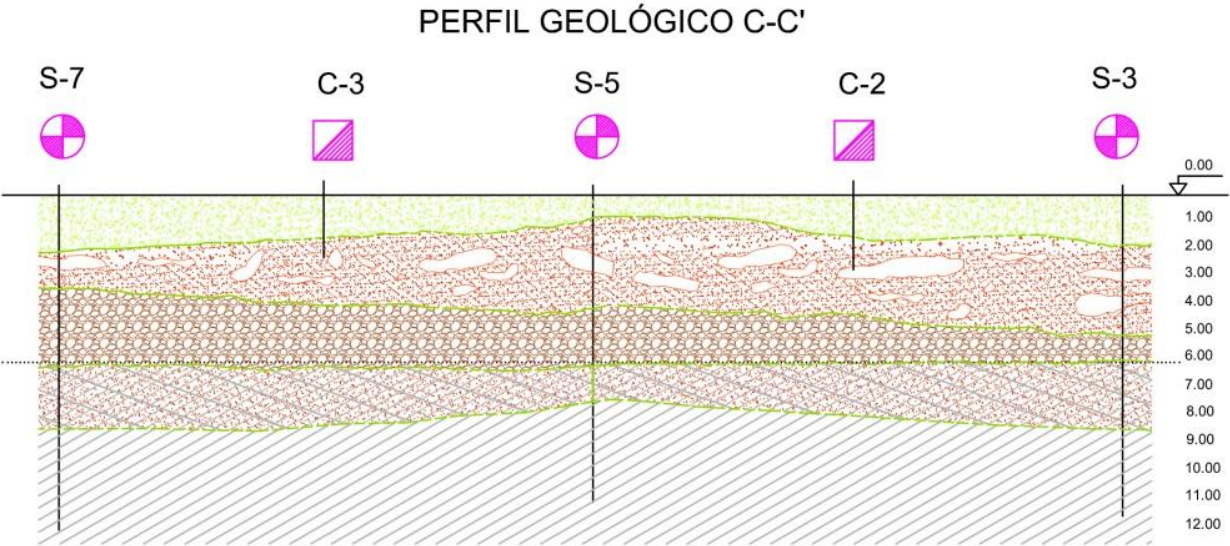


- LEYENDA
- S- SONDEO GEOTÉCNICO
 - C- CALICATA
 - RELLENO ANTRÓPICO
 - ARENA CON LIMOS
 - GRAVA
 - ESQUISTO ALTERADO
 - ESQUISTO INALTERADO
 - NIVEL FREÁTICO
 - LÍMITES PARCELA
 - LÍMITES SÓTANO
 - PERFIL GEOLÓGICO

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TRABAJO FINAL DE GRADO	ALUMNOS XIMENA JACQUELINE CAMINO CRIOLLO	TUTORES: CARLOS MANUEL LÁZARO FERNÁNDEZ JUAN JOSÉ MORAGUES TERRADES JOSÉ BERNARDO SERÓN GÁÑEZ	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE UN EDIFICIO EN ALTURA EN NUEVA YORK (USA)	DESIGNACIÓN: PERFILES GEOLÓGICOS	FIRMA: 	PLANO Nº: 1 FECHA: 01/09/2015
--	------------------------	---	--	--	-------------------------------------	------------	----------------------------------



- LEYENDA
- S- SONDEO GEOTÉCNICO
 - C- CALICATA
 - RELLENO ANTRÓPICO
 - ARENA CON LIMOS
 - GRAVA
 - ESQUISTO ALTERADO
 - ESQUISTO INALTERADO
 - NIVEL FREÁTICO
 - LÍMITES PARCELA
 - LÍMITES SÓTANO
 - PERFIL GEOLÓGICO



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA E.T.S.I. CAMINOS, CANALES Y PUERTOS	TRABAJO FINAL DE GRADO	ALUMNOS XIMENA JACQUELINE CAMINO CRIOLLO	TUTORES: CARLOS MANUEL LÁZARO FERNÁNDEZ JUAN JOSÉ MORAGUES TERRADES JOSÉ BERNARDO SERÓN GÁÑEZ	TÍTULO DEL PROYECTO ESTUDIO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE UN EDIFICIO EN ALTURA EN NUEVA YORK (USA)	DESIGNACIÓN: PERFILES GEOLÓGICOS	FIRMA: 	PLANO Nº 2 FECHA: 01/09/2015
--	------------------------	---	--	--	-------------------------------------	------------	---------------------------------------