



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
FACULTAD REGIONAL CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL
GRUPO GIMAR**

**“Elaboración de un Mapa con características
geotécnicas orientado a la construcción civil para la
ciudad de Concepción del Uruguay”**

Proyecto financiado por el Fondo de Promoción a la Investigación Científica,
el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (FONIN) de la
Municipalidad de Concepción del Uruguay

Becarias alumnas de la carrera de Ingeniería Civil

Ailén Magalí Charrier

Ariadna Berenice Rojas

Directora

Dr. Ing. Pamela Yohana Fank

Co-Directora

Ing. Lorena Broche

Colaborador

Ing. Fabio Calvo

Año 2022

AGRADECIMIENTOS

Un profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de alguna forma han colaborado con el desarrollo de este proyecto, en particular a las becarias del grupo GIMAR:

- Diz Florencia
 - Garelli Mariana
 - Guazzoni Gimena
-

RESUMEN

Este proyecto nace por la inquietud de conocer la tipología de los suelos reinantes en la ciudad de Concepción del Uruguay. En primera instancia se buscaron y organizaron todos los informes históricos existentes sobre estudios de suelos llevados a cabo por parte de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional.

Con la información geotécnica disponible de cada sondeo se generó una base de datos digital adecuadamente estructurada, la cual fue empleada para elaborar el mapa de características geotécnicas de Concepción del Uruguay, objetivo principal del presente proyecto. Teniendo en cuenta que se detectaron suelos con capacidad de expandir, además de las fallas en las construcciones que se vienen registrando a lo largo de los años, al mapa también se incorporó un sistema con alertas para detectar aquellos puntos problemáticos donde podrían aparecer suelos potencialmente expansivos.

Para la correcta interpretación de los resultados, previo a la metodología seguida para obtener el mapa y las fichas con información geotécnica, en el presente informe se incorpora una base teórica que permite tener un panorama general relacionado a tipos de suelos, sus principales características, los estudios y ensayos que se suelen llevarse a cabo junto a generalidades sobre los mapas geotécnicos. También se describen las propiedades físicas y mecánicas del suelo y la clasificación del mismo por medio del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y las normas American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Además, se abarca el estudio de la expansividad en las arcillas, estableciéndose por medio de índices, diferentes niveles de riesgos de expansividad del suelo.

En resultados se presenta el análisis de contenidos de los informes de estudios de suelo que dieron base a este proyecto, los tipos de suelos reinantes en la ciudad junto a la capacidad de carga obtenida, además de un análisis de la expansividad. Por otra parte, se indican conclusiones y recomendaciones que surgen de dicho análisis.

Finalmente, en Anexos se dispone del mapa con características geotécnicas de la ciudad de Concepción del Uruguay, en el mismo se indican de forma puntual cada perforación debidamente identificada junto a un símbolo que indica el nivel de riesgo por expansividad. Consiguientemente se presentan fichas detalladas con la información geotécnica específica de cada perforación (ubicación, perfil estratigráfico, propiedades físicas y mecánicas) y una ficha sobre expansividad donde se determina el nivel de riesgo.

ÍNDICE

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	5
1.2.1 Objetivo general.....	5
1.2.2 Objetivos específicos.....	5
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.4 METODOLOGÍA.....	8
1.5 RESULTADOS.....	9

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 MAPAS GEOTÉCNICOS.....	11
2.1.1 Definición.....	11
2.1.2 Contenido.....	12
2.1.3 Clasificación.....	12
2.1.4 Mapas de características geotécnicas.....	13
2.2 SUELOS.....	15
2.2.1 Definición.....	15
2.2.2 Tipo de suelos.....	15
2.2.3 Propiedades.....	17
2.3 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.....	18
2.3.1 Técnicas de reconocimiento.....	19
2.3.2 Ensayos de laboratorios.....	21
2.4 SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS.....	24
2.4.1 Sistema de la AASHTO.....	25

2.4.2 Sistema unificado de clasificación de suelos.....	26
2.5 INTERACCIÓN SUELO – FUNDACIÓN.....	28
2.5.1 Cimentaciones.....	29
2.5.2 Problemática -patología de cimentaciones.....	29
2.6 EXPANSIVIDAD.....	31
2.6.1 Variables que intervienen en la expansividad.....	32
2.6.2 Problemática asociada con la expansividad.....	33
2.6.3 Métodos para determinar la expansividad.....	34
2.6.4 Consideraciones para cimentación en suelos expansivos.....	35

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 INFORMACIÓN BASE.....	37
3.2 BASE DE DATOS	38
3.2.1 Codificación de los sondeos.....	39
3.2.2 Localización de los sondeos.....	39
3.2.3 Estructuración de la información geotécnica seleccionada.....	39
3.3 MAPA CON CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS.....	40
3.4 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA VINCULADA AL MAPA.....	41
3.5 SUELOS EXPANSIVOS.....	41
3.5.1 Sistema de valoración del nivel de riesgo de expansividad.....	41
3.5.2 Valoración del Nivel de Riesgo.....	42
3.5.3 Representación del Nivel de Riesgo en el mapa de la ciudad	43
3.5.4 Ficha Expansividad	44

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 INFORMES DE ESTUDIOS DE SUELOS. ANÁLISIS DE CONTENIDOS.....	45
4.1.1 A). ¿Se incluye plano de ubicación?.....	46
4.1.2 B). ¿Se presentan coordenadas geográficas?.....	47
4.1.3 C). ¿Se resume el propósito de la investigación?.....	47
4.1.4 D). ¿Qué rango de profundidad alcanzan los límites de las perforaciones?.....	47
4.1.5 E). ¿Se declara presencia del nivel freático?	48
4.1.6 F). ¿Se presenta el perfil estratigráfico?	49
4.1.7 G). ¿La clasificación de suelos corresponde a SUCS?	49
4.1.8 H). ¿La clasificación de suelos corresponde a AASHTO?	50

4.1.9 I). ¿Se recomienda tipo de cimentación a emplear?	51
4.1.10 J). ¿Se proporciona la capacidad de carga admisible del terreno?.....	51
4.2 TIPOS DE SUELOS. ANÁLISIS ESTRATIGRÁFICO.....	52
4.3 ENSAYO SPT Y CAPACIDAD DE CARGA.....	53
4.3.1 Análisis del ensayo SPT.....	53
4.3.2 Análisis de la capacidad de carga informada.....	54
4.4 ANÁLISIS DE EXPANSIVIDAD.....	55

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES.....	59
5.1.1 Informes de los estudios de suelos.....	59
5.1.2 Tipos de suelos. Perfil estratigráfico.....	60
5.1.3 Ensayo SPT y capacidad de carga.....	61
5.1.4 Análisis de expansividad.....	61
5.2 RECOMENDACIONES.....	62

CAPÍTULO VI. BIBLIOGRAFÍA

6.1 BIBLIOGRAFÍA.....	63
-----------------------	----

ANEXOS

ANEXOS.....	69
-------------	----

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

En este primer capítulo se mencionan los antecedentes relacionados al tema tratado en el presente Proyecto, se detallan los objetivos trazados y los fundamentos que justifican la realización de la investigación. También se presenta una breve descripción de la metodología utilizada y se expone una síntesis de los resultados logrados.

1.1 ANTECEDENTES

Concepción del Uruguay es un municipio de la provincia de Entre Ríos ubicado sobre la margen derecha del Río Uruguay, a 270 km al este de la capital provincial, cuyas principales vías de acceso son la Ruta Nacional 14 y la Ruta Provincial 39. En 2014 fue declarada "Capital Histórica de la Provincia de Entre Ríos" a través de la ley N° 10.314 debido a que esta ciudad concentra una parte importante de la historia política y cultural de la provincia y el país, destacándose también por la actividad educativa, turística e industrial (CEAMSE-INCOIV 2013, Savoy 2014).

Este municipio se encuentra emplazado en las terrazas aluviales del río Uruguay y abarca aproximadamente 10.799 ha, de las cuales 2.314 ha se corresponden con la planta urbana. El terreno es escasamente ondulado con pendiente general hacia el este y con depósitos sedimentarios de los cursos de agua que surcan su entorno, destacándose el río Uruguay al este, los arroyos Santa Ana, Curro y El Molino al norte de la planta urbana, y los arroyos la China y del Chanco al Sur de la misma (CEAMSE-INCOIV 2013, Savoy 2014). El radio urbano ha experimentado un crecimiento irregular limitado por los cursos

de agua antes señalados, y concentra el 98% de la población total del municipio, la cual ascendía a 73.729 habitantes de acuerdo al último censo (INDEC 2010). Para adquirir una visión más amplia de las zonas aptas para la construcción con vistas a la planificación, uso del territorio, construcción y mantenimiento de obras de ingeniería, resulta necesario conocer datos sobre las características y propiedades del suelo y subsuelo existentes.

La información sobre caracterización geotécnica puede ser presentada cartográficamente a través de mapas geotécnicos, los que suelen contener cierta información descriptiva y la clasificación geotécnica de los suelos, propiedades físicas y mecánicas de los materiales, condiciones hidrogeológicas y distribución del agua, entre otras. Este tipo de mapa resulta de utilidad al momento de estimar la mejor solución para las cimentaciones frente a un proyecto de obra civil. Por otra parte, los mapas geológicos que también consisten en una publicación científica sobre los suelos, se diferencian de los anteriores puesto que documentan la expresión superficial de la configuración geológica de una región, permitiendo la reconstrucción tridimensional de los objetos geológicos, de los que se puede extrapolar la disposición en profundidad de distintos materiales y estructuras (Centeno Reyes *et al.* 2018; Ferrizo *et al.* 2018; Robador Moreno 2017).

Actualmente el departamento Uruguay cuenta con un mapa geológico ambiental (Muñoz y Blanc 1998), cartas de productividad de los suelos (Bedendo *et al.* 2011), mapa de riesgo de uso de aguas subterráneas para riego (Francia L. 2017), entre otros; pero no existen reportes de mapas geotécnicos. Contar con un mapa de características geotécnicas de Concepción del Uruguay constituiría un recurso valioso para la ciudad porque podrá servir de referencia para conocer el tipo de suelo existente en diferentes puntos junto a sus características, información de inestimable utilidad como base para la planificación de distintos proyectos civiles, tanto para construcciones en zonas nuevas como para aquellas ya explotadas. Es importante señalar que, sin embargo, dicho mapa no sustituye un estudio de suelos debido a la heterogeneidad propia que no descarta cambios bruscos de constitución en puntos próximos (Lomoschitz Mora-Figueroa 1995, Mauriño *et al.* 1975).

Para poder encarar la elaboración de un mapa geotécnico es necesario contar con suficiente información que permita identificar y caracterizar los materiales presentes, datos que pueden ser obtenidos a partir de diferentes estudios de suelos (Centeno Reyes *et al.* 2018). El grupo de Estudio de Suelos –que funcionó hasta el 2003- y el grupo de Investigación sobre Materiales y de Agregados Regionales (GIMAR) -que se conformó en el 2003- pertenecientes a la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional (FRCU-UTN), han llevado a cabo a través de los años un gran

número de sondeos en distintos puntos de la ciudad. Los informes de los respectivos estudios de suelo se encuentran principalmente en formato papel, organizados en carpetas y dispuestos en diferentes dependencias (Oficina GIMAR, Biblioteca, Laboratorio) de la institución educativa FRCU-UTN. Estos informes geotécnicos pueden ser utilizados como fuente principal de información para la elaboración del mapa de tipos de suelos para Concepción del Uruguay, siendo importante destacar que recabar la información técnica histórica para ponerla a disposición de la sociedad en formato digital a través de un mapeo geotécnico, es rescatar información imperecedera y valiosa para construir a futuro con mayor certeza.

El estudio del suelo de fundación donde se proyecta desarrollar una estructura sirve para conocer sus características geotécnicas y capacidad portante disponible, confeccionar recomendaciones a tener en cuenta para definir el tipo de fundación y su profundidad de apoyo, así como también para indicar ciertas condiciones que de alguna manera podrían afectar a la estructura como, por ejemplo, la presencia de suelo expansivo. El Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos (INTI-CIRSOC 401 2018) establece los requerimientos mínimos que deben cumplir los estudios geotécnicos necesarios en todo proyecto de estructuras llevadas a cabo en el país. Este reglamento especifica las investigaciones a realizar en un predio o extensión de terreno con el fin de conocer sus características geotécnicas, determinar las condiciones de utilización para una determinada construcción y los recaudos de seguridad a adoptar en relación con los terrenos y construcciones adyacentes.

Actualmente, al encarar un proyecto civil, en esta ciudad se recomienda la realización de un estudio de suelos, pero éste no es de carácter obligatorio a excepción de la ejecución de obras de más de 4 niveles altos y/o sótanos (Código de Edificación de la Ciudad de Concepción del Uruguay). Para proyectar la cimentación más funcional y económica es necesario tener en cuenta la naturaleza del terreno, de manera de lograr una seguridad suficiente y deformaciones o asentamientos compatibles con la tolerancia de la estructura (Lomoschitz Mora-Figueroa 1995). En la ciudad se han reportado una serie de daños estructurales en las construcciones, mayoritariamente por la presencia de arcillas expansivas, lo cual puede asociarse principalmente por el desconocimiento del suelo de fundación (Broche *et al.* 2021).

Los suelos expansivos son considerados como problemáticos ya que sufren aumento de volumen por absorción espontánea de agua bajo condiciones de carga constante. Por esa razón, la expansión se aprecia generalmente en suelos que clasifican como arcilla y limo de alta plasticidad y, con menos frecuencia, en arcilla de baja

plasticidad. El aumento de volumen depende de la presión de confinamiento, cuando ésta es muy reducida el material alcanza su máxima expansión, mientras que, cuando es alta se inhibe totalmente la expansión (INTI-CIRSOC 401 2018). Los problemas más comunes que provocan estas variaciones son asentamientos diferenciales de la cimentación, lo que puede llevar a la estructura a soportar esfuerzos superiores a los previstos en el cálculo y, por ende, producir patologías no admisibles. Se destacan la generación de grietas verticales e inclinadas en ambos sentidos, fisuración y rotura de elementos estructurales, rotura de la cimentación, abombamiento de la protección superficial (pisos internos, aceras, drenajes, etc.) y rotura de las redes de agua y saneamiento (ASEFA 2018, Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973, Lomoschitz Mora-Figueroa 1995).

Los daños estructurales causados por los suelos expansivos a las obras de ingeniería causan pérdidas económicas sustanciales y un inadecuado servicio de las construcciones (Ordóñez-Ruiz *et al.* 2015). Por ello el proyecto de cimentaciones sobre este tipo de suelos debe contemplar que la tipología de fundación a ser adoptada no es única, ésta dependerá de la importancia del edificio, de su rigidez, de las variaciones climáticas, entre otros. El análisis de la experiencia local de edificación y de los daños de las obras existentes, sumado a las mediciones de campo y los ensayos en laboratorio, constituyen la información más precisa sobre cómo construir en presencia de esos suelos (Braja M. 2012, Lomoschitz Mora-Figueroa 1995, Ordóñez-Ruiz *et al.* 2015).

Por lo expuesto, un plano de Concepción del Uruguay donde se indiquen aquellos sectores de la ciudad con posible existencia de suelos expansivos podría considerarse un recurso valioso. Incorporar al mismo un nivel de valoración del riesgo de expansividad e información sobre daños en edificaciones existentes (si los hubiera), sería útil para que el profesional pueda evaluar, dependiendo de la envergadura del proyecto, la necesidad de solicitar ensayos más complejos que permitan detectar la capacidad expansiva del suelo de fundación (Ayala Carcedo *et al.* 1986). Cabe destacar que el reglamento argentino CIRSOC 401 (INTI-CIRSOC 401 2018) establece los requisitos para la obtención de muestras tanto para la identificación de suelos expansivos como para evaluar el potencial de expansión.

El riesgo de expansividad del suelo podría ser estimado de forma sencilla a través de algunos índices de referencia basados en propiedades documentadas con frecuencia en los estudios geotécnicos, como ser los límites de Atterberg para cada estado de consistencia (Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973). Como el carácter expansivo suele verse reflejado en la plasticidad del suelo, el Índice Plástico (IP) puede funcionar como un índice de actividad directo, previéndose alta actividad para aquellos suelos con un IP mayor

a 25 (ASEFA 2018). El Límite Líquido (LL) también permite clasificar la expansividad presumible en 4 grados: i) nula o baja ($LL \text{ medio} < 35$), ii) moderada ($35 < LL \text{ medio} < 50$), iii) alta ($50 < LL \text{ medio} < 65$) y iv) muy alta ($LL > 65$). Por otra parte, un estudio indica que bajo ciertas condiciones del suelo ($46 < LL < 49$ y $24 < IP < 26$), a menor humedad natural inicial el porcentaje de hinchamiento libre es mayor, registrándose valores de hinchamiento que superan al 10% para una humedad del 13%, mientras que éste no alcanza al 1% cuando la humedad es del 22% (Ayala Carcedo *et al.* 1986).

En síntesis, la elaboración de un mapa de características geotécnicas para Concepción del Uruguay resultará de utilidad para varios actores, principalmente aquellos vinculados con la construcción civil. Contar con este recurso que representa información cuantitativa del tipo de suelo y sus propiedades geotécnicas será de gran ayuda a la hora de tomar la decisión más adecuada frente a la planificación de un proyecto civil, diseñar y presupuestar las cimentaciones de una obra cuando aún no se disponen de estudios de suelo, invertir en un terreno, diseñar y presupuestar un trabajo de campaña geotécnica, entre otros. Además, disponer de información sobre puntos con riesgo de expansividad será beneficioso para tomar los recaudos necesarios al momento de proyectar cimentaciones y, de acuerdo con la envergadura de la obra, servirá para incorporar requerimientos más específicos al solicitar el estudio de suelo correspondiente, como ser la determinación de la presión de hinchamiento o el nivel de actividad del subsuelo.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Generar una base de datos digital con informes geotécnicos históricos pertenecientes a sondeos llevados a cabo en Concepción del Uruguay con el fin de elaborar un mapa de características geotécnicas para la ciudad.

1.2.2 Objetivos específicos

- A) Buscar y organizar los registros históricos de estudios de suelos llevados a cabo por parte del Grupo Estudio de Suelos y posteriormente GIMAR, ambos pertenecientes a la FRCU-UTN.
- B) Definir los parámetros necesarios a ser incorporados en la base de datos tanto en vistas de la elaboración del mapa de características geotécnicas de la ciudad en diseño asistido por ordenador (CAD), como para su empleo a futuro en un Sistema de Información Geográfica (SIG).

- C) Procesar la información geotécnica contenida en los registros en función de los parámetros definidos y generar la base de datos digital.
- D) Elaborar el mapa de características geotécnicas de Concepción del Uruguay en formato CAD.
- E) Elaborar un esquema de la columna estratigráfica de cada sondeo y vincularlas al mapa para facilitar su comprensión.
- F) Analizar los datos registrados para detectar la presencia de arcilla y limo de alta plasticidad, e indicar en el mapa los sectores donde se encuentran los mismos considerando que este tipo de suelo son propensos a la expansión.
- G) Definir un sistema de valoración del nivel de riesgo de expansividad de los suelos en función de uno o varios parámetros registrados en la base de datos. Focalizar los puntos considerados de peligrosidad y marcarlos en el mapa.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La organización del gran número de informes geotécnicos desarrollados por parte del grupo Estudio de Suelos y GIMAR -pertenecientes a la FRCU-UTN- y la posterior elaboración de una base de datos completa (localización del sondeo, límites de consistencia, granulometría, clasificación del suelo, N° de golpes SPT, perfil estratigráfico, profundidad del nivel freático, etc.), permitirá en primer lugar disponer de toda la información geotécnica estructurada y en el formato conveniente. Este recurso servirá como base para encarar diversas investigaciones y, principalmente, para la elaboración de un mapa de características geotécnicas para Concepción del Uruguay, es decir, una cartografía donde se representen las propiedades fundamentales del subsuelo en vinculación con los aspectos de la construcción civil.

Al plasmarse los datos registrados por cada sondeo en el mapa de la ciudad se podrán detectar con mayor facilidad las características relevantes de los materiales del suelo de cada zona. Esto permitirá crear una zonificación de acuerdo al tipo de suelo presente -según clasificación AASHTO y SUCS- y detectar aquellos sectores que puedan ser considerados como peligrosos desde el punto de vista de la expansividad de los suelos. Incorporar al mapa un sistema de alerta o indicadores de nivel de riesgo de expansividad a través del análisis de cada caso puntual (sondeo), resultará beneficioso teniendo en cuenta que los suelos expansivos en esta ciudad son una de las principales causas de daños en la edificación -motivados mayoritariamente por una cimentación deficiente o inadecuada para el tipo de suelo presente- causando pérdidas económicas y un inadecuado servicio de las construcciones (más notorio en viviendas por ser edificaciones

livianas). La carga admisible del subsuelo podrá ser estimada a través del uso del parámetro N° de golpes SPT.

Elaborar un mapa que reúna las características geotécnicas constituirá un instrumento valioso para la ciudad porque los datos representados aportarán información de interés para el campo de la ingeniería civil, beneficiando principalmente a todos aquellos profesionales involucrados en la construcción. A su vez, al brindar una base de datos sólida, este recurso será de utilidad para fines científicos. En contraste, beneficiará también a todas aquellas personas, no necesariamente especialistas, que por algún motivo en particular requieran de información sobre el suelo de alguna zona.

Por lo antes expuesto, se puede señalar que un mapa de características geotécnicas para la ciudad de Concepción del Uruguay:

- podrá emplearse como una herramienta en la decisión de la factibilidad de ejecutar un proyecto.
- resultará un recurso valioso frente a la licitación de una obra, instancia donde aún no se cuenta con estudios geotécnicos, así el profesional podrá estimar una cimentación más adecuada al disponer de información sobre las condiciones del suelo (tipo, capacidad soporte, etc.) de la zona.
- constituirá una base de información geotécnica disponible para ser utilizada en la planificación de proyectos de construcción y mantenimiento de obras de ingeniería. No obstante, para la determinación de las características particulares de cada lugar deberán realizarse estudios de suelo individuales.
- al aportar una noción de las características de los terrenos en la zona, será un recurso de utilidad para determinar los lineamientos para el diseño de una campaña geotécnica y la elaboración de un presupuesto acorde, teniendo en cuenta que el trabajo varía de acuerdo al tipo de suelo presente.
- al indicar la existencia de suelos expansivos, resultará de gran utilidad al proyectar las fundaciones de cualquier tipo de edificación, puesto que la cimentación sobre este tipo de terreno debe contemplar una serie de aspectos, no hay un sistema único de cimentación, sino que esta dependerá de la importancia del edificio, de su rigidez, entre otros.
- al incorporar indicadores del nivel de riesgo de expansividad del suelo, será beneficioso al momento de proyectar una obra de fundación porque en base a dicha valoración y a la envergadura de la edificación, el profesional podrá solicitar un estudio geotécnico del suelo de fundación y, si considerara conveniente, también

ensayos cuantitativos más específicos como ser el nivel de actividad y la presión de hinchamiento del subsuelo.

- brindará información sobre la ubicación de la capa freática.
- ofrecerá información de utilidad a la hora de diseñar el trazado de sistema de servicios varios.
- podrá funcionar como material de consulta para los inversionistas, al momento de tomar la decisión más adecuada conducente a la inversión en lotes de terrenos cuyas características geotécnicas preliminares sean conocidas.
- servirá de base para investigaciones posteriores, donde se podrán ir incorporando datos para enriquecer el trabajo. A su vez, quedará abierto a lecturas interpretativas planteadas desde distintas perspectivas que puedan otorgarle un valor añadido a los datos contenidos.
- será de utilidad para los estudiantes de diferentes carreras afines a la construcción ya que, al momento de encarar trabajos y proyectos durante la carrera universitaria, podrán disponer de datos fehacientes del suelo para así resolver los problemas ajustados a la realidad.
- entre otros.

Finalmente, cabe destacar que este trabajo dará las bases para una posterior representación del subsuelo de Concepción del Uruguay de modo tridimensional mediante la aplicación de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Los mapas SIG son el contenedor geográfico para las capas de datos y análisis, y se pueden compartir y embeber en aplicaciones fácilmente. Existen varios SIG en el mercado, pudiéndose señalar el software ARCGIS y el QGIS. Los parámetros de entrada consisten en los registros de exploración del subsuelo y su posición geográfica organizados en formato adecuado, tarea que se llevará a cabo en el presente proyecto. Entonces, esta base de datos generada podrá ser incorporada a futuro a un SIG para así emplear varias herramientas de procesado y representación que implicarán una optimización en el proceso de modelización y la consecuente mejor comprensión de la representación gráfica de la información geotécnica. Además, de este modo se podrán ir incorporando nuevos datos de sondeos con el fin de enriquecer el mapa de un modo más sencillo a través de los años, optimizando el tiempo de trabajo.

1.4 METODOLOGÍA

Con el propósito de aprovechar toda la información al alcance, optimizar recursos y tiempo, fue definida una guía metodológica que permitió desarrollar de manera ordenada

las actividades necesarias para la elaboración del mapa de características geotécnicas de la ciudad de Concepción del Uruguay. A continuación se expone brevemente de forma ordenada el flujo de trabajo:

- 1) Información base: Búsqueda y organización de los documentos con estudios geotécnicos llevados a cabo por parte del Grupo Estudio de Suelos y posteriormente GIMAR de la FRCU-UTN.
- 2) Base de datos: Análisis de los estudios geotécnicos disponibles y estructuración de la información geotécnica seleccionada para el proyecto en una base de datos en formato digital.
- 3) Mapa de características geotécnicas de la ciudad: Representación en el mapa el mapa de la ciudad de aquellos datos seleccionados para ser presentados.
- 4) Información adicional para facilitar la comprensión del mapa: Elaboración de la columna estratigráfica para cada sondeo registrado en la base de datos y su vinculación al mapa de la ciudad.
- 5) Suelos expansivos: Selección de un sistema de valoración del nivel de riesgo de expansividad de los suelos en función de los parámetros registrados en la base de datos. Representación en el mapa de la ciudad de los puntos que representen peligrosidad.

1.5 RESULTADOS

El desarrollo de este Proyecto permitió conocer las características de los suelos existentes en la ciudad de Concepción del Uruguay, como así también aquellos sectores que reúnen cierta peligrosidad para la fundación de construcciones debido a un posible riesgo de expansividad. En el Capítulo IV se presentan los resultados obtenidos a través de los cuales fue posible alcanzar tanto el objetivo general como los específicos, mientras que en el Capítulo V aparecen las conclusiones alcanzadas como las futuras investigaciones que derivan de este trabajo. En los anexos se incluyen el *Mapa con características geotécnicas orientado a la construcción civil para la ciudad de Concepción del Uruguay*, junto a las planillas de cada perforación las cuales incluyen información sobre el Perfil estratigráfico y clasificación del suelo, Propiedades físicas y mecánicas del suelo y la Expansividad (Nivel de riesgo).

En forma paralela al desarrollo de las actividades previstas, los avances en la obtención de resultados fueron puestos a consideración del sector académico a través de su publicación en eventos y del sector profesional al brindar datos geotécnicos de zonas específicos a aquellos interesados que lo han solicitado. A continuación se cita un artículo

publicado en un congreso de relieve para la temática abordada y la exposición de avances en jornadas de investigación:

- Artículo: *Falla estructural de una edificación educativa emplazada en la provincia de Entre Ríos. Análisis de las causas*. Autores: Broche L., Marcó Munilla L., Calvo F., Fank P. Presentado en el XXV Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica (XXV CAMSIG 2021), organizado por la Sociedad Argentina de Ingeniería Geotécnica (SAIG), en acción conjunta con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (FI-UNaM) y el Consejo Profesional de Ingeniería de Misiones (CPAIM). Lugar y fecha: Posadas, Misiones, 25 al 26 de noviembre de 2021. Disponible en Memorias (ISSN: 2796-8960). Publicación en formato electrónico con 17 pág. pdf en https://drive.google.com/drive/folders/1_5FE3lcGMa0On3PimAyETeL6U3ZPy0dK
- Conferencia: *Elaboración de un mapa con características geotécnicas para Concepción del Uruguay*. Expositores: Fank P., Charrier A., Rojas A. Presentado en las Jornadas de Difusión de las Actividades de Investigación y Posgrado 2021. (Resolución 367/2021 D). Organizador: Secretaria de Ciencia y Técnica y la Escuela de Posgrado de la Facultad Regional Concepción del Uruguay, Universidad Tecnológica Nacional. Lugar y fecha: Facultad Regional Concepción del Uruguay, UTN, 14 de setiembre de 2021.
- Artículo: *Mapa con características geotécnicas orientado a la construcción civil para Concepción del Uruguay*. Autores: Broche L., Rojas A.; Charrier A., Calvo F., Fank P. Trabajo enviado para ser presentado en el 6º Congreso Argentino de Ingeniería y 12º Congreso Argentino de enseñanza de Ingeniería. (En etapa de evaluación).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Con el objeto de ofrecer un marco conceptual amplio para poder interpretar el desarrollo de esta investigación y los resultados obtenidos junto a su importancia, en este capítulo se describen los mapas geotécnicos, los suelos y los estudios del suelo para obtener sus propiedades. También se hace referencia a los sistemas de clasificación de suelos empleados en la Ingeniería Civil y la interacción suelo-fundación. Finalmente, y teniendo en cuenta la preponderancia de arcillas expansivas en la provincia de Entre Ríos (Lorenz B. 1994), se describen este tipo de suelos, los métodos para determinar la expansividad y la problemática debido a este fenómeno.

2.1 MAPAS GEOTÉCNICOS

2.1.1 Definición

Un mapa geotécnico es un tipo de mapa geológico que brinda la representación cartográfica generalizada de aquellos componentes del ambiente que son significativos para la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de obras de Ingeniería Civil. Este tipo de mapa aporta datos sobre las características del suelo y subsuelo de una determinada zona para evaluar su comportamiento y prever problemas geológicos y geotécnicos (IAEG 1976). De acuerdo a la ingeniería geológica, estos mapas deberían considerar suelos y rocas con descripción y clasificación geotécnica, propiedades físicas y mecánicas de los materiales, condiciones hidrogeológicas y distribución del agua, condiciones y procesos geomorfológicos, entre otros (González de Vallejo *et al.* 2002).

2.1.2 Contenido

Un mapa geotécnico puede proporcionar información básica, como ser la planificación regional, o información específica para una determinada aplicación. El grado de complejidad de los mismos dependerá de la información disponible (datos y representatividad), los objetivos concretos que se busquen, la relevancia de los distintos factores geológico-geotécnico y sus relaciones, como así también la extensión, escala y las técnicas de representación (Ayala Carcedo *et al.* 1986; González de Vallejo *et al.* 2002).

En este tipo de mapas se suele incluir información descriptiva sobre los procesos geológicos y los materiales, como así también datos cuantitativos de los distintos componentes del medio geológico, propiedades físicas y mecánicas de los materiales e información interpretativa para la aplicación geotécnica o ingenieril. Estos documentos no reemplazan las investigaciones pertinentes a una obra específica, pero sirven de ayuda para prever los problemas geológico-geotécnicos en cierta zona, planificar las investigaciones a realizar in situ y lograr una mejor interpretación de los resultados de los ensayos de campo y laboratorio.

Un mapa geotécnico, teniendo en cuenta su finalidad y la información disponible, podría contener los siguientes datos (González de Vallejo *et al.* 2002):

- Clasificación y propiedades geotécnicas de los suelos: densidad, porosidad, parámetros resistentes, durabilidad, entre otros.
- Condiciones hidrogeológicas: formaciones acuíferas, niveles piezométricos, zonas y condiciones de infiltración, permeabilidad, entre otros.
- Condiciones geomorfológicas: topografía, elementos de relieve, procesos de erosión, hundimientos, etc.
- Procesos geodinámicos: localización y extensión de los procesos, edad, grado de actividad, entre otros.

2.1.3 Clasificación

Los mapas geotécnicos pueden ser clasificados de acuerdo al objetivo, al contenido y según la escala (González de Vallejo *et al.* 2002; IAEG 1976). Teniendo en cuenta el objetivo, pueden ser: i) específico, brinda información sobre aspectos determinados de la ingeniería geológica o para un objetivo concreto (trazados de ferrocarril, condiciones del terreno para cimentación de una presa, para excavaciones subterráneas, etc); o ii) múltiple/general, proporciona información sobre los distintos tipos de aspectos de la ingeniería geológica, para variados objetivos y usos geotécnicos. Considerando el contenido, pueden ser: i) temático o analítico, contiene detalles o evalúa algún componente

determinado del medio geológico (grado de fracturación de macizos rocosos, procesos sísmicos, expansividad de los suelos, etc); ii) integrado, colabora con condiciones geotécnicas descriptivas y zonifica al territorio en unidades geotécnicamente homogéneas; iii) auxiliar, posee datos concretos de algún aspecto geológico o geotécnico; o iv) complementario, brinda información básica de algún aspecto geológico, geomorfológico, hidrogeológico, etc. Finalmente, según la escala los mapas se pueden clasificar en gran, media o pequeña escala. González de Vallejo *et al.* (2002) en su obra presentan una forma de clasificar los mapas que tiene en cuenta los parámetros antes descriptos, la misma se indica en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Clasificación de los Mapas geotécnicos (Adaptada de González de Vallejo *et al.* 2002)

<i>Mapa geotécnico</i>	<i>Contenido</i>	<i>Método de elaboración</i>	<i>Aplicaciones</i>
Regional. (Escala: <1:10.000)	Datos geológicos, estructuras geotécnicas, información general de interés geotécnico e interpretaciones, entre otros.	Fotografía aérea, mapas topográficos y geológicos previos, información existente, observaciones de campo.	Planificación y reconocimientos preliminares, información general sobre la región y tipos de materiales existentes.
Local de reconocimiento preliminar. (Escala: 1:10.000 a 1:500)	Descripción y clasificación de suelos, geomorfología, hidrogeología, localización de materiales para construcción, entre otros.	Fotografía aérea, recorridos de campo, medidas y datos de campo.	Planificación y viabilidad de obras, reconocimiento detallado.
Local de investigación in situ. (Escala: 1:5.000 a 1:500)	Propiedades de los materiales y condiciones geotécnicas, aspectos importantes para la construcción de una obra en concreta.	Datos de sondeos, geofísicos, ensayos in situ y de laboratorio.	Detalles sobre emplazamientos y problemas geotécnicos. Diseño de obras.

2.1.4 Mapas de características geotécnicas

Dentro del grupo de mapas geotécnicos clasificados como local de investigación in situ (ver Tabla 2.1), aparecen los mapas de características geotécnicas. Estos definen el

comportamiento del suelo, el cual va a estar en contacto con la estructura que se va a construir, y pueden contar con información referida a (González de Vallejo *et al.* 2002):

- Caracterización global del terreno, a escalas entre 1:25.000 y 1:50.000, valorando geotécnicamente las unidades en su conjunto, con datos de propiedades e indicadores de calidad.
- Zonificación geotécnica para proyectos de ingeniería, a escalas entre 1:5.000 y 1:25.000, con información cuantitativa según su aplicación (cimentaciones, taludes, excavaciones, etc.).
- Cartografía geotécnica de detalle, a escalas entre 1:100 y 1:2.000, con información y datos geotécnicos para una obra concreta.

También dentro de este grupo aparecen los mapas de evaluación geotécnica, los cuales son más cualitativos con clasificaciones generales, zonas problemáticas, aptitudes del terreno para diversos usos, etc.

Los mapas de caracterización y evaluación geotécnica se pueden utilizar para muchas aplicaciones, entre ellas podemos citar (González de Vallejo *et al.* 2002; Rodríguez Serquén 2013):

- Planificación del terreno: aportan información sobre distintos aspectos geotécnicos para variadas aplicaciones de la ingeniería, como la planificación regional, local o urbana. Incluyen información sobre factores de incidencia constructiva, las cuales se requieren para conocer problemas relacionados con cimentaciones, excavaciones, reservas de agua, emplazamiento de residuos, etc.
- Ingeniería: estudios de viabilidad y selección de alternativas para el trazado y construcción de obras lineales como carreteras, vías de ferrocarril, etc. También para el diseño de las cimentaciones de diferentes tipos de estructuras.

Cabe destacar que los mapas suelen contener una leyenda donde se detalla la simbología utilizada, mientras que los contenidos del mismo se exponen en memorias. En éstas se indican los resultados de las investigaciones, los datos que se han obtenido y los criterios empleados en la elaboración del mapa. También resulta importante señalar que estos documentos no pueden reemplazar una investigación para una obra concreta, pero son una ayuda insustituible para la planificación de investigaciones in situ e interpretación de los resultados de ensayo de campo y laboratorio que permitan realizar un diseño racional de la cimentación.

Los parámetros que afectarán el diseño de las cimentaciones (Rodríguez Serquén 2013) son el tipo de suelo, la variación de los estratos, las propiedades físicas y mecánicas,

la ubicación del nivel freático, la capacidad portante y la expansibilidad del suelo, entre otros, por lo que serán desarrollados con mayor profundidad en los próximos apartados, siendo fundamental su inclusión en el mapa de características geotécnicas.

2.2 SUELOS

2.2.1 Definición

En ingeniería, se define suelo como aquel material no consolidado y compuesto de distintas partículas sólidas, pudiendo contener gases o líquidos, que provienen de la desintegración y/o alteración física y/o química de las rocas y de los desechos de las actividades de los seres vivos. El suelo contiene una amplia variedad de materiales, pudiendo señalar la grava, la arena, las mezclas arcillosas depositadas por los glaciares, arenas, limos y arcillas aluviales, escorias, rocas meteorizadas de los trópicos y cenizas de los vertederos de las ciudades, entre otros (Crespo Villalaz 2004; Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973; Whitlow 1999).

El suelo, un perfil con amplia aplicación, es considerado como un conjunto con organización definida y propiedades que varían, por lo general, mucho más rápidamente en dirección vertical que en horizontal. Es importante también, destacar el papel fundamental del agua contenida en el comportamiento mecánico, por lo que debe considerarse como parte integral del mismo (Juárez Badillo y Rico Rodríguez 2005).

2.2.2 Tipos de suelos

Los suelos se clasifican según diferentes criterios, como por ejemplo de acuerdo al origen de sus elementos, su composición, capacidad de uso, textura, entre otros (Terzaghi y Peck 1973).

De acuerdo al origen de sus elementos, los suelos se dividen en dos grandes grupos: inorgánicos y orgánicos (Crespo Villalaz 2004). Los primeros son el resultado de la descomposición física y/o química de las rocas, y son denominados suelo residual si permanecen en el sitio donde se formaron, y suelo transportado, en caso contrario. Por otra parte, los suelos orgánicos surgen de la descomposición de restos vegetales y animales, y casi siempre son formados in situ. La materia orgánica proporciona grandes beneficios a los suelos ya que contribuye a que las partículas minerales individuales formen agregados estables, mejorando así la estructura del suelo, favorece una buena porosidad, mejorando así la aireación y la penetración del agua, entre otros (Terzaghi y Peck 1973).

Para su identificación, en ingeniería los suelos inorgánicos pueden clasificarse de acuerdo a la composición y textura en (Leiva Olea 2018; Terzaghi y Peck 1973; Whitlow 1999):

- Gravas (ver Figura 2.1): son agregados sin cohesión de fragmentos granulares o redondeados de rocas y minerales con partículas mayores a 2mm hasta 200mm, las que brindan gran resistencia, durabilidad y dureza.



Figura 2.1. Grava (Leiva Olea 2018)

- Arenas (ver Figura 2.2): son agregados sin cohesión de fragmentos granulares o redondeados de rocas y minerales con partículas de grano fino de diámetro variable entre 2mm y 0,5mm. Contienen poca materia orgánica, un alto nivel de porosidad y no retienen el agua.

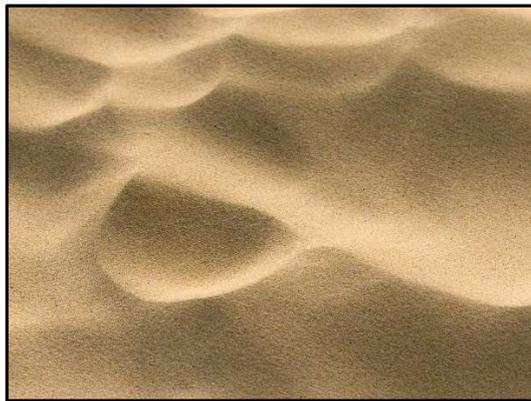


Figura 2.2. Arena (Leiva Olea 2018)

- Limos (ver Figura 2.3): son suelos de grano fino y color variable desde gris claro a muy oscuro con baja o nula plasticidad, y diámetro de partículas entre 0,05mm y 0,005mm.



Figura 2.3. Limo (Leiva Olea 2018)

- Arcillas (ver Figura 2.4): son agregados de partículas con diámetro menor de 0,005mm derivadas de la descomposición química que sufren los constituyentes de las rocas. Son suelos plásticos, con permeabilidad baja y son más difíciles de romper.



Figura 2.4. Arcilla (Leiva Olea 2018)

2.2.3 Propiedades

Los suelos también se diferencian o clasifican de acuerdo a sus propiedades, pudiéndose destacar las físicas y mecánicas.

Las propiedades físicas son las necesarias para definir el estado físico del suelo. Para el análisis y diseño en la ingeniería, es necesario cuantificar las tres fases, sólida, líquida y gaseosa, y las relaciones entre ellas en términos numéricos. Se pueden señalar las siguientes propiedades físicas del suelo (Jiménez Salas y de Justo Alpañes 1975b; Terzaghi y Peck 1973):

- Textura: proporción de componentes inorgánicos de diferentes formas y tamaños, influye como factor en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica, entre otras.

- Color: depende de sus componentes y varía con el contenido de humedad, la cantidad de materia orgánica presente y el grado de oxidación de los minerales presentes.
- Consistencia: firmeza con que se unen los materiales que lo componen.
- Porosidad: porcentaje del volumen del suelo no ocupado por sólidos.
- Densidad: peso por volumen del suelo.

Las propiedades mecánicas de un suelo permiten al ingeniero de cimentaciones llegar a un diseño de la obra civil en la etapa de estudio. Se pueden señalar las siguientes propiedades mecánicas del suelo (Terzaghi y Peck 1973):

- Resistencia al corte: nivel de fuerzas cortantes que un material puede resistir sin fracturarse.
- Presión lateral: presión que ejerce la tierra horizontalmente.
- Consolidación: proceso mediante el cual el volumen del suelo disminuye bajo la aplicación de una carga.
- Capacidad de carga: capacidad de la tierra en torno a una estructura para soportar las cargas aplicadas.
- Permeabilidad: facilidad con la cual el agua puede fluir a través de los poros en el suelo.
- Estabilidad de taludes: resistencia de una pendiente al fallo o colapso.

Las propiedades físico-mecánicas de los suelos son obtenidas a través los estudios geotécnicos, los que se describen a continuación.

2.3 ESTUDIOS GEOTECNICOS

El objetivo de la investigación geotécnica es obtener información que sea relevante para el proyecto bajo adecuadas pautas de calidad, economía y seguridad (INTI-CIRSOC 401 2018). Se pueden considerar los siguientes estudios (Rodríguez Ortiz *et al.* 1989):

- Evaluación geotécnica: utilizado para determinar las características geotécnicas generales en áreas extensas, detectar posibles problemas de cimentación y zonificar el territorio respecto a su calidad geotécnica.
- Estudio geotécnico para la construcción: es realizado previo al proyecto de un edificio, su objetivo es establecer la naturaleza y propiedades del terreno necesarias para definir el tipo y las condiciones de cimentación. Posee tres niveles de reconocimiento: i) Nivel reducido: consiste en la adaptación de una experiencia local positiva y es aplicado en edificios de menor magnitud; ii) Nivel normal: es el más

utilizado, son sondeos profundos que dependen de la variabilidad y naturaleza del terreno, como también de la importancia de la obra; y iii) Nivel intenso: consiste en la ampliación del anterior en casos de terrenos problemáticos, como suelos orgánicos, colapsables, expansivos, inestables, etc.

El estudio geotécnico es la prospección y reconocimiento del terreno, se toman muestras para los ensayos de laboratorio, de forma tal de definir los parámetros geotécnicos característicos (Rodríguez Ortiz *et al.* 1989). En general, los estudios de suelo se llevan a cabo en tres etapas (INTI-CIRSOC 401 2018; Pacheco Rivas 2016):

1. Técnicas de reconocimiento (exploración en campo): se inspecciona y toman muestras de terreno, las que luego se llevan al laboratorio. Las técnicas usuales son calicata, penetrómetro y sondeo.
2. Trabajo de laboratorio: las muestras de suelo son sometidas a ensayos de laboratorio de acuerdo con las propiedades físicas y mecánicas que se quieran obtener.
3. Informe geotécnico: debe resumir de forma clara toda la información recopilada, los análisis y determinaciones realizadas, y las recomendaciones aportadas por personas capacitadas -como geólogos, ingenieros civiles, etc.

2.3.1 Técnicas de reconocimiento

Las técnicas a aplicarse en el terreno dependerán de los objetivos del estudio, pudiéndose destacar calicatas y sondeos (Rodríguez Ortiz *et al.* 1989). Las calicatas son las excavaciones de mediana profundidad (menor a 4m) y de diversas formas, como pozos, zanjas, etc., las cuales permiten la observación directa del terreno, como así también la toma de muestras y ensayos in situ. Esta técnica se emplea preferentemente en terrenos cohesivos que pueden ser excavados con pala o manualmente, y que requieran poca entibación, también en terrenos poco permeables con agua moderada y en aquellos gruesos en los cuales perforaciones de pequeño diámetro no serían representativas.

Los sondeos son perforaciones de pequeño diámetro que permiten detectar la presencia del nivel freático y conocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno a través de la extracción de muestras, como así también por medio de ensayos in situ. Los sondeos pueden ser:

- Manuales: utilizan barrena o cucharas de tipos diversos, cuando las condiciones del agua freática y la profundidad alcanzable con el equipo permiten una caracterización adecuada del terreno, considerando su la muestra extraída es alterada o no, para identificar y determinar la humedad natural. No son utilizados

cuando los terrenos son granulares flojos que puedan fluir al extraer el equipo, ni cuando existan gravas de tamaño superior a la mitad del diámetro de la cuchara.

- Mecánicos: consisten en perforaciones que se realizan a presión en suelos blandos, percusión en suelos compuestos de gravas o materiales cementados, o rotación cuando estamos en presencia de rocas y suelos duros. Los diámetros comunes son entre 65 y 140 mm, conformando los llamados testigos, que sirven para extraer y reconocer el terreno.

En los sondeos se pueden realizar diferentes ensayos como el de penetración estándar (S.P.T), de corte con molinete, presiométrico y -en el fondo de la excavación- el ensayo de carga con placa. En la Tabla 2.2 se detallan los métodos utilizados frecuentemente.

Tabla 2.2. Tipo de pruebas in situ y sus características (Adaptada Rodríguez Ortíz. et al. 1989)

Tipo	Descripción	Utilización para determinar	Interpretación o aplicaciones		
Ensayo de penetración estándar (S.P.T)	N° de golpes N para hincar 30 cm un cilindro hueco de dimensiones normalizadas.	Compacidad de suelos granulares	N	Compacidad	Φ (arenas)
			<4	Muy floja	<29
			4-10	Floja	29-30
			10-30	Media	30-36
			30-50	Alta	36-41
			>50	Muy alta	>41
		Resistencia de arcillas preconsolidadas por encima el N.F.	Sólo es orientativo		
Ensayo de corte con molinete	Medida del par de giro M necesario para romper el terreno haciendo girar dos aspás en cruz introducidas verticalmente	Resistencia al corte son drenaje de suelos cohesivos blandos	$c_u = \frac{2M}{\pi D^2 \left(H + \frac{D}{3}\right)}$ H: altura de las aspás D: diámetro del molinete		
Ensayo presiométrico	Dilatación por gas a presión de una célula cilíndrica contra las paredes de un sondeo midiendo la deformación volumétrica correspondiente a cada presión hasta llegar eventualmente a la rotura del terreno	Presión límite p_L y deformabilidad E_p de suelos granulares, arcillas duras, etc.	Numerosas fórmulas para calcular la capacidad portante y el asiento de cimentaciones a partir de p_L y E_p		

El ensayo normal de penetración (S.P.T) reviste gran importancia para el estudio geotécnico porque a través del mismo se determina la máxima tensión que se puede transmitir al terreno sin que la estructura que se sustenta sufra daños. Este ensayo tiene como objetivo determinar la compacidad de los suelos mediante la hinca dinámica de un sacatestigo de punta abierta, y como se ejecuta normalmente a intervalos regulares en una perforación, se obtiene información discontinua del terreno (INTI-CIRSOC 401 2018). Este ensayo se encuentra normalizado en la norma IRAM 10517 (2015) y consiste básicamente en dejar caer libremente una maza -de 63,5 kg desde una altura de 762 mm- sobre la cabeza de golpe de las barras de sondeo, para que el sacamuestras penetre 30 cm. Se registra el número de golpes necesarios para alcanzar la profundidad de 15 cm y 30 cm, denominado hinca de asiento y resistencia normal a la penetración, respectivamente.

2.3.2 Ensayos de laboratorios

En la Tabla 2.3 se indican los ensayos de laboratorio más usuales llevados a cabo para la determinación de las propiedades del suelo.

La humedad natural es una de las propiedades índices más importantes de los suelos finos, y se define como la relación entre el peso de agua contenida en el suelo y el peso de suelo seco, expresado en porcentaje (Peck *et al.* 1982; Sowers y Sowers 1972). El contenido de humedad puede determinarse siguiendo el procedimiento de ensayo de la norma IRAM 10519 (1970), que indica utilizar una tara vacía, la cual se pesa, posteriormente se le coloca la muestra de suelo y se pesa el conjunto. Se lleva la misma a un horno durante un período de 24 horas a una temperatura entre los 105°C y 115°C, la muestra se extrae del horno y se vuelve a obtener su masa en seco.

La distribución granulométrica de un suelo es un criterio fundamental para la clasificación descriptiva de éste, la variedad en el tamaño de las partículas es ilimitada en cualquier masa de suelo. La distribución granulométrica de un suelo de grano grueso es determinada mediante un análisis de tamices con mallas, el cual se realiza tomando una cantidad determinada de suelo seco y haciéndolo pasar por un juego de tamices cuya malla va disminuyendo en tamaño, para finalmente medir la cantidad de suelo retenido en cada una de ellas (Braja M. 2012; Sowers y Sowers 1972). La distribución granulométrica de un suelo de grano fino se lleva a cabo mediante el tamizado por vía húmeda empleando tamices N°10, N°40 y N°200, como lo expone la norma IRAM 10507 (1986). El suelo que ha sido arrastrado por el agua al tamiz N°200 es analizado por métodos basados en la ley de Stokes y consideran la velocidad a la que la partícula esférica de diámetro dado sedimenta en un líquido en reposo, midiéndose a intervalos de tiempo establecidos la densidad de la suspensión por medio de un hidrómetro especial (Terzaghi y Peck 1973).

Tabla 2.3. Ensayos de laboratorio (Adaptada Rodríguez Ortíz et al. 1989)

<i>Propiedad</i>	<i>Ensayo</i>
<i>Estado y clasificación</i>	
Humedad natural	Contenido de humedad
Pesos específicos	Peso específico de las partículas
	Peso específico aparente
	Peso específico aparente del suelo seco
Granulometría	Análisis granulométrico por tamizado o sedimentación
Plasticidad	Límites de Atterberg
<i>Resistencia</i>	
Resistencia al corte	Compresión simple
	Corte directo
	Corte triaxial
	Molinete
<i>Cambio de volumen</i>	
Deformabilidad	Ensayo endométrico
Expansividad	Presión de hinchamiento
	Hinchamiento libre
	Ensayo de Lambe
Colapsabilidad	Inundación en el edómetro
<i>Varios</i>	
Componentes secundarios	Contenido de sulfatos
	Contenido en carbonatos
	Contenido de materia orgánica
Permeabilidad	Permeámetro de carga constante
	Permeámetro de carga variable
Análisis del agua freática	pH, sales solubles y elementos contaminantes

Los Límites de Atterberg son expresiones empíricas del agua absorbida y la habilidad para absorberla por parte de los suelos que contienen arcilla. Cada límite es definido por el contenido de humedad que genera una consistencia determinada en cada suelo, la diferencia entre los límites, representa la variación en el contenido de agua o humedad dentro de la cual el suelo se mantiene en un cierto estado. Los límites varían con la proporción de arcilla, el tipo de mineral arcilloso, y con la naturaleza de los iones adsorbidos en la superficie de arcilla. Cuando se mezcla un suelo arcilloso con grandes cantidades de agua, puede fluir. Si el suelo se seca gradualmente, será definido como un material plástico, semisólido o sólido, dependiendo del contenido de humedad (Jiménez Salas y de Justo Alpañes 1975b).

El contenido de humedad porcentual en el que el suelo cambia de: i) un estado líquido a uno plástico se define como límite líquido (LL), ii) de un estado plástico a uno semisólido límite plástico (LP) y iii) de un estado semisólido a uno sólido se define como límite de contracción (LC). La diferencia entre el LL y el LP da como resultado el índice de plasticidad (IP) y representa la variación de humedad que puede tener un suelo que se conserva en estado plástico. El LL y el IP constituyen una medida de la plasticidad de un suelo, donde altos valores de ellos corresponden a suelos muy plásticos, y bajos a ligeramente plásticos (Braja M. 2012; Peck *et al.* 1982; Sowers y Sowers 1972). La norma IRAM 10501 (2007) expone el procedimiento para la determinación de los Límites de Atterberg. Utilizando el aparato mecánico normalizado de Casagrande se obtiene el LL, que es el contenido de humedad en por ciento del peso de suelo seco para el cual dos secciones de una pasta de suelo apenas alcanzan a tocarse sin unirse cuando la taza que las contiene es sometida al impacto de un número fijo de golpes verticales secos. El LP, por su parte, se obtiene como el contenido de humedad para el cual el suelo comienza a fracturarse cuando es amasado en pequeños cilindritos, haciendo rodar la masa de suelo entre la mano y la superficie lisa.

La expansividad de un suelo es evaluada a través de la presión de hinchamiento, el hinchamiento libre y/o el ensayo de Lambe. La norma IRAM 10520 (1971) indica los métodos de determinación del hinchamiento de los suelos para los dos primeros casos, en ambos se utiliza un consolidómetro con la diferencia que en el primero la expansión es impedida mientras que en el segundo, es libre. Por su parte, el ensayo de Lambe es utilizado para evaluar la susceptibilidad de un suelo a hincharse o retraerse a través del equipo Lambe (Calero Santos *et al.* 2016). Cabe destacar que para que un suelo sea considerado con comportamiento expansivo, se requiere que su presión de confinamiento sea suficientemente baja y que el contacto con el agua libre de origen subterráneo o superficial, sea suficientemente prolongado. El aumento del volumen dependerá de la presión de confinamiento: i) muy baja, el material alcanza la máxima expansión (expansión libre), ii) muy alta, también llamada presión de hinchamiento, se inhibe totalmente la expansión (INTI-CIRSOC 401 2018).

En síntesis, los ensayos de laboratorio a llevarse a cabo en cada caso dependerán de las propiedades de los suelos a determinar, las que surgen del tipo de suelo y del objetivo del estudio. En la Tabla 2.4 se señalan los ensayos a realizarse para cada tipo de terreno teniendo en cuenta el problema geotécnico a resolver.

Tabla 2.4. Propiedades a determinar en el estudio de geotécnico (Rodríguez Ortiz et al. 1989)

<i>Tipo de terreno</i>	<i>Identificación</i>	<i>Estructuras de contención y excavaciones</i>	<i>Cimentaciones superficiales</i>	<i>Cimentaciones profundas</i>
Suelos arenosos	Granulometría	Peso específico aparente Ángulo de rozamiento Permeabilidad	Compacidad Ángulo de rozamiento interno Deformabilidad	Compacidad Ángulo de rozamiento interno
Suelos arcillosos	Plasticidad Mineralogía Humedad natural	Peso específico aparente Resistencia a compresión simple Resistencia al corte Expansividad	Resistencia a compresión simple Resistencia al corte Deformabilidad Expansividad	Resistencia a compresión simple Resistencia al corte Deformabilidad Expansividad
Suelos de transición	Granulometría Plasticidad	Combinación de lo indicado para suelos arenosos y arcillosos, según la proporción relativa de cada uno de ellos		
Suelos granulares y gruesos	Tamaño medio % de finos Uniformidad	Compacidad Permeabilidad	Deformabilidad	Estimar compacidad
Rocas blandas	Mineralogía Identificación del material triturado	Alterabilidad Expansividad Estructura Resistencia al corte Ripabilidad	Resistencia a compresión simple Deformabilidad (caso de grandes cargas) Expansividad	Resistencia a compresión simple (posición profunda)
Rocas duras	Litología Estructura	Estructura, en grandes excavaciones Permeabilidad el macizo Ripabilidad	Resistencia a compresión simple	Resistencia a compresión simple (posición profunda)

2.4 SISTEMAS DE CLASIFICACION DE LOS SUELOS

Un sistema de clasificación de suelos se puede resumir como el ordenamiento de los diferentes tipos de suelos en grupos o clases que reúnen propiedades similares. Cada sistema se basa en aquellas propiedades que son más importantes de acuerdo con el carácter particular por el cual se ha desarrollado la clasificación (Sowers y Sowers 1972). En Ingeniería Civil, donde es vital conocer el tipo de suelo sobre el cual se realizará cualquier obra, son comúnmente usados dos sistemas de clasificación: i) American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) y ii) Sistema unificado de clasificación de suelos (Unified Soil Classification System). Ambos sistemas toman en

cuenta la distribución del tamaño de las partículas y los límites de Atterberg, y su campo de aplicación varía según la necesidad que los ha fundamentado.

2.4.1 Sistema AASHTO

El Sistema de Clasificación de la AASHTO es uno de los más antiguos, su aplicación principal es en el análisis de suelos para la construcción de subrasantes de carreteras y terraplenes. Como puede observarse en la Tabla 2.5, este sistema clasifica a los suelos en ocho grupos principales (A-1 al A-8) teniendo en consideración valores límites para la distribución granulométrica, el límite líquido y el índice de plasticidad los suelos se clasifican.

Tabla 2.5. Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO (Adaptada de Braja M. 2012)

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1		A-3	A-2			
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por malla (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx						
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación general	Material de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
Clasificación de grupo							A-7
Análisis por mallas (% que pasa)	A-4		A-5	A-6		A-7-5 ¹ A-7-6 ²	
Malla núm. 10							
Malla núm. 40							
Malla núm. 200	36 mín		36 mín	36 mín			36 mín
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite Líquido (LL)	40 máx		41 mín	40 máx			41 mín
Índice de plasticidad (IP)	10 máx		10 máx	11 mín			11 mín
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos			Principalmente suelos arcillosos			
¹ Si $IP \leq LL - 30$, la clasificación es A-7-5							
² Si $IP > LL - 30$, la clasificación es A-7-6							

Los suelos listados en los grupos A-1, A-2 y A-3 presentan materiales de grano grueso, y aquellos en los grupos A-4, A-5, A-6 y A-7, materiales de grano fino. La turba, el fango y otros suelos altamente orgánicos se clasifican en el grupo A-8 y se identifican mediante inspección visual (Braja M. 2012).

2.4.2 Sistema Unificado de Clasificación de Suelos

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos fue desarrollado por Casagrande como un método rápido para identificar y agrupar los suelos para construcciones militares, hoy en día es el de uso más extendido en la práctica geotécnica.

Como puede observarse en la Tabla 2.6, este sistema divide a los suelos en dos clases principales (Sowers y Sowers 1972), como se indica a continuación:

- Suelos granulares gruesos

El 50% o más queda retenido en el tamiz N° 200 (0,075mm).

Estos suelos se dividen dependiendo de su tamaño en i) Grava (G), cuando menos del 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz N°4 (4,75mm) y ii) Arena (S) cuando más del 50% de la fracción gruesa pasa el tamiz N° 4 (4,75mm). Para describir la graduación de los suelos mencionados, se agrega una segunda letra como símbolo del grupo: W (buena graduación con poco o ningún fino), P (graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino), M (contiene limo o limo y arena) o C (contiene arcilla o arena y arcilla).

- Suelos de grano fino

más del 50% de la muestra pasa el tamiz N°200 (0,075mm).

Los suelos de grano fino, se dividen a su vez en tres grupos que se distinguen con: i) Arcillas (C), ii) Limos (M) o iii) Limos y arcillas orgánicas (O). Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que denota el límite líquido o la compresibilidad relativa, donde para un límite líquido menor que 50 se asigna L y cuando el límite líquido excede los 50 la letra H. La gráfica de plasticidad de Casagrande (Figura 2.5) es la base para clasificar este tipo de suelos, aquellos ubicados sobre la línea límite se los designa con una clasificación dual, ejemplo CL – CH.

Tabla 2.6. Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Adaptada Peck et al. 1982)

Divisiones principales		Símbolos del grupo	Nombres típicos	Clasificación según % de finos	
Suelos de partículas gruesas Más del 50% es retenido en la malla N° 200	Gravas 50% o más de la fracción gruesa se retiene en malla N° 4	Gravas limpias	GW Gravas bien graduadas, mezclas de grava y arena, con poco o nada de finos	Pasa menos del 5% por la malla N° 200	
			GP Gravas mal graduadas, mezclas de grava y arenas, con poco o nada de finos		
		Gravas con finos	GM Gravas limosas, mezclas de grava, arena y limo	Pasa menos del 12% por la malla N° 200	
			GC Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla		
	Arenas Más del 50% de la fracción gruesa pasa la malla N° 4	Arenas limpias	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos	Pasa menos del 5% por la malla N° 200	
			SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos		
		Arenas con finos	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo	Pasa menos del 12% por la malla N° 200	
			SC Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla		
	Divisiones principales		Símbolos del grupo	Nombres típicos	
	Suelos de grano fino 50% o más pasa la malla N° 200	Limos y arcillas con límite líquido de 50% o menor	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos	
CL			Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas dobles		
Limos y arcilla con límite líquido mayor de 50%		OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad		
		MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos		
		CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas		
	OH	Arcillas inorgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad			
Suelos con elevada proporción de materia orgánica		Pt	Turba y otros suelos altamente orgánicos		

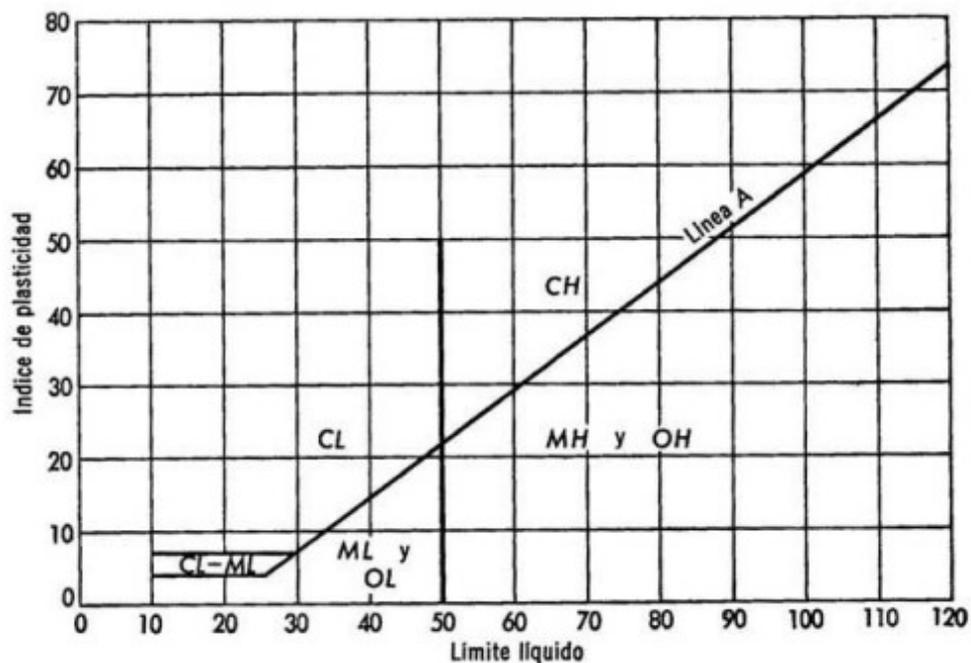


Figura 2.5. Gráfica de plasticidad (Adaptada de Sowers y Sowers 1972)

2.5 INTERACCIÓN SUELO – FUNDACIÓN

Siempre que se analice un cuerpo en equilibrio dentro de un campo gravitatorio, estará la necesidad de que exista otro sobre el cual este se apoye. Si el cuerpo en equilibrio es una estructura, el apoyo será el suelo y entre ambos existirá una zona de transición superestructura-suelo denominada cimentación, cuya función es transferir las cargas que recibe hacia el suelo de fundación, conformando el último y más importante eslabón (Delaloye 2003).

De la fundación de las estructuras depende la seguridad, es por ello, que desconocer el tipo de suelo puede poner en peligro la superestructura. Los defectos y fallas generalmente no aparecen en lo inmediato, suelen apreciarse recién cuando la obra ya está en uso, aumentando así los costos de reparación. Debemos considerar una adecuada relación entre el suelo presente y el sistema estructural encargado de transmitir las cargas. Cuando una obra se inicia sin haberse realizado un estudio geotécnico y se detectan condiciones diferentes a las que se han asumido, dicha situación puede llevar a la interrupción de las tareas y/o fallas estructurales, ocasionando pérdidas económicas y de tiempo. Por ello, realizar un informe de las condiciones del suelo debería ser un requisito imprescindible en cualquier proyecto de cierta magnitud (Guardo Polo 1999).

2.5.1 Cimentaciones

Una cimentación se define como el elemento de una estructura que transmite las cargas mediante una superficie de contacto al suelo de apoyo, lo cual origina presiones que producen asentamientos. El objeto del estudio y dimensionado de las cimentaciones, es diseñarlas para que dichos asentamientos resulten admisibles para la estructura que los resiste (Aiassa Martínez *et al.* 2020; Whitlow 1999). A su vez, el cimientado debe ser colocado a una profundidad adecuada para que los daños producto de levantamientos, socavaciones o futuras construcciones cercanas puedan evitarse, también debe ser seguro contra cualquier falla del suelo. La capacidad de carga del suelo varía con la resistencia del mismo y la magnitud y distribución de la carga actuante. En arena compacta y en arcilla no sensible, generalmente la falla se produce de forma brusca y definida, en cambio, en arena suelta y arcilla sensible, la falla suele ser más gradual (progresiva).

Variados son los tipos de cimentaciones que han sido creados para poder solucionar las necesidades particulares de cada proyecto, que comprende atender las características estructurales y las condiciones locales del suelo. Los criterios que se utilizan para seleccionar el modelo adecuado abarcan desde el tipo de proyecto y de estructura, el perfil geotécnico, la tecnología constructiva disponible, las construcciones linderas y las condiciones económicas, entre otros. Como clasificación general de las cimentaciones se pueden señalar: i) superficiales (zapatas individuales, zapatas corridas, zapatas vinculadas, losas y plateas); ii) profundas (pilotes excavados e hincados, pilotes inyectados y/o precargados, micropilotes); iii) intermedias, son sistemas no incluidos en los dos grupos anteriores (pozos, pilotes cortos y cimentaciones en bloque) (Aiassa Martínez *et al.* 2020; Moreno Cansado 2013).

2.5.2 Patologías asociadas a las cimentaciones

Las patologías que aparecen en las estructuras como consecuencia de problemas originados en las cimentaciones provocan daños que afectan la servicialidad de la construcción y/o pueden concluir en problemas estructurales mayores e incluso en colapsos, lo que conlleva a pérdidas económicas.

Las causas más frecuentes de fallos en las cimentaciones son variadas y pueden deberse a cuestiones propias de la cimentación (deficiencias en el proyecto o en la ejecución), propias del terreno (desconocimiento de las características intrínsecas del suelo o alteraciones del mismo en el entorno inmediato) y por actuaciones inadecuadas en el entorno, como ser fallas inducidas por obras próximas. De manera particular se pueden indicar las siguientes causas (Basset Salom 2015; López Rodríguez *et al.* 2004):

- Daños producidos por desconocimiento del terreno y su comportamiento ante una cimentación, se relaciona con las presiones ejercidas por las cimentaciones y los eventuales asientos diferenciales.
- Daños producidos por el agua, varían de acuerdo al tipo de suelo presente. En suelos: i) limosos, pueden aparecer asientos con incremento de tensiones sobre muros y pantallas de contención; ii) arenosos, disminuye la capacidad portante del terreno y se puede producir el arrastre de finos con la consecuente socavación bajo la cimentación; iii) arcillosos blandos saturados, se asocia a una consistencia blanda o fluida con la disminución de la resistencia, generando problemas de estabilidad de taludes y asientos-deformaciones importantes en los edificios; iv) arcillosos duros y consolidados, pueden aparecer caudales de agua hacia las excavaciones a través de lisos y fisuras, de manera que el nivel freático marca una zona de alteración en la consistencia del suelo; v) colapsables, presentan asentamientos bruscos.
- Daños producidos por heladas. Si el terreno es de grano fino, éste se esponja al helarse (aumenta su volumen por el agua intersticial), mientras que ocurre el fenómeno contrario frente al deshielo. Entonces una cimentación ligera que esté dentro de la zona de influencia de la helada tendrá movimientos que tenderá a levantarla durante las heladas y a descender con el deshielo.
- Daños producidos por terrenos agresivos al hormigón. Las cimentaciones de hormigón armado pueden ser atacadas por numerosos productos contenidos en la tierra o disueltos en el agua, descomponiendo el cemento y corroyendo las armaduras. Los efectos de la agresividad dependerán de la existencia y presión del agua, su composición, la permeabilidad del terreno, las características del hormigón y el tipo de cimentación utilizada.
- Patologías debidas a excavaciones y ejecución de sótanos. Cuando se realiza una excavación, se provoca una alteración de tensiones en el terreno contiguo, provocándose deformaciones horizontales y verticales. Se pueden presentar descalces de cimentaciones superficiales, movimientos horizontales y verticales, variaciones del nivel freático con reducción de la capacidad portante, aumento temporal de presiones intersticiales, erosión interna del terreno por arrastre de finos y creación de grandes bulbos de presiones que afectan a las estructuras próximas.
- Patología debida a rellenos. Cuando se dispone de un relleno sobre el suelo, este incremento de carga provocará asientos del terreno, que dependerá del peso del relleno y de la compresibilidad del suelo. El asiento afectará a los solares colindantes, viéndose afectadas las cimentaciones próximas, provocando asientos diferenciales en las zapatas y un incremento de cargas verticales debido al

rozamiento negativo en los pilotes, donde también suelen aparecer esfuerzos horizontales que pueden conducir a la falla del sistema.

- Deficiencias en la ejecución de las cimentaciones. Los errores de ejecución son más comunes en pilotaje, sobre todo cuando la excavación se ejecuta a rotación y el terreno no es suficientemente coherente y/o existe nivel freático, lo que puede producir cortes en el hormigonado.
- Daños debido a suelos problemáticos, como es el caso de los suelos expansivos. Se caracterizan por ser suelos de grano muy fino (arcillas), cuanto menores son los granos de su estructura mineral, mayor se acusa el fenómeno. La expansividad y retracción de las arcillas expansivas se manifiestan en todas las direcciones, dando lugar a movimientos horizontales, que provocan empujes horizontales sobre las cimentaciones, lo que puede conducir al agrietamiento en vertical de los edificios y al vuelco de muros. Teniendo en cuenta que en la ciudad de Concepción del Uruguay existen evidencias que indican la presencia de suelos expansivos (Broche *et al.* 2021; Lorenz B. 1994), en el siguiente apartado se desarrollará con mayor profundidad las particularidades de este fenómeno.

2.6 EXPANSIVIDAD

El mecanismo de expansión se encuentra relacionado con el equilibrio de la concentración de cationes del agua en los poros que rodean a las partículas de suelo, por lo que la expansión suele estar presente en arcillas y limos de alta plasticidad. Los suelos expansivos sufren un aumento del volumen debido a la absorción espontánea de agua bajo condiciones de carga constante y disminuyen su volumen o se contraen si la pierden (Caicedo Hormaza y Patarroyo Mesa 2017; INTI-CIRSOC 401 2018; Jiménez Salas y de Justo Alpañes 1975b).

Juárez Badillo y Rico Rodríguez (1973) sostienen que este cambio de volumen no es uniforme y tampoco constante, además que responde a las condiciones físicas, ambientales y esfuerzos que muchas veces no se pueden predecir. Por su parte Lopez Rodríguez *et al.* (2004) señalan que la expansividad dependerá del tamaño de las partículas, composición mineralógica de las mismas, variación de la humedad (estado de humedad inicial), del clima (variaciones estacionales, lluvias, inundaciones) y del terreno (permeabilidad). También Ayala Carcedo *et al.* (1986) indican que para que un suelo pueda exhibir expansividad son necesarios dos requisitos fundamentales: i) deben existir y entrar en funcionamiento ciertos mecanismos que a nivel microescalar produzcan la inestabilidad volumétrica del suelo y ii) deben estar presentes unas fuerzas capaces de transferir la humedad de un punto a otro del suelo, lo que implica un desequilibrio de la humedad natural

del entorno. Por su parte Llorca Aquesolo (1980) indica que las condiciones medio ambientales vinculadas básicamente al clima, a la posición del nivel freático, vegetación, profundidad, estratos, etc., actuando en mayor o menor proporción, controlan el equilibrio de humedad del suelo, del que en definitiva dependen sus cambios de volumen.

En síntesis, el hecho de que un suelo arcilloso se reconozca como potencialmente expansivo por su composición mineralógica sólo constituye una parte del problema, pues para que efectivamente se produzca un cambio en su volumen, éste necesariamente debe experimentar cambios de humedad. Es por ello que las variaciones del potencial expansivo, aún dentro de una zona calificada como de muy alta expansividad, pueden ser importantes (Ayala Carcedo *et al.* 1986; Peck *et al.* 1982).

2.6.1 Variables que intervienen en la expansividad

En el fenómeno de la expansividad, como lo señalado anteriormente, intervienen varias variables, las cuales son descritas a continuación (Ayala Carcedo *et al.* 1986; Chen 1975; Patrone y Perfumo 2005; Peck *et al.* 1982):

- Granulometría: el contenido de material fino (material pasante del tamiz N° 200) es un indicador inicial de que puede llegar a expandir.
- Naturaleza de la arcilla: la composición mineralógica (illita, caolinita y montmorillonita) es un factor intrínseco del mecanismo de expansión y cumple un rol fundamental, siendo por excelencia expansivos aquellos que tienen altos porcentajes de montmorillonita.
- Humedad: la variación del contenido de humedad es el elemento “catalizador” del fenómeno de expansión y se define como un factor extrínseco vinculado a la expansividad. Los cambios de humedad, pueden deberse a las variaciones climáticas a lo largo del año y en el paso de las diferentes estaciones o modificaciones de la humedad natural del terreno por la acción humana. Un suelo puede contener elevado porcentaje de montmorillonita, pero si no hay variación del contenido de humedad, no habrá cambios volumétricos. El contenido de humedad inicial del suelo controla la magnitud del asentamiento. Arcillas “secas” que presentan un contenido de humedad inferior al 15% indican un riesgo de expansión alto, ya que pueden con facilidad llegar a absorber contenidos de humedad de 35% con los consecuentes daños estructurales. Por el contrario, arcillas cuyo contenido de humedad sea superior al 30% indican que la mayoría de la expansión ya ha ocurrido y sólo se espera algún leve hinchamiento remanente.
- Peso específico del suelo seco: al igual que la humedad inicial, es una variable fundamental en el proceso expansivo. La densidad seca de una arcilla corresponde

a altos valores en el ensayo de penetración estándar. Un número de golpes SPT de 15 o inferiores indican densidades secas a bajas y riesgo expansivo bajo, lo cual va aumentando a medida que se incrementan los números de golpes.

- Características plásticas del suelo: consisten en indicadores primarios de la expansividad de las arcillas. Dependiendo de los valores que adopten los límites de Atterberg, se pueden establecer diferentes grados de potencial expansivo. Cabe destacar que, si bien todos los suelos altamente expansivos tienen plasticidades altas, no es cierto que los suelos con elevada plasticidad sean necesariamente expansivos.

2.6.2 Problemática asociada con la expansividad

Los problemas más comunes que provocan las variaciones volumétricas de un suelo son asentamientos diferenciales de la cimentación, lo que puede llevar a la estructura a soportar esfuerzos superiores a los previstos en el cálculo y por ende producir patologías no admisibles, como ser la generación de grietas verticales e inclinadas en ambos sentidos, fisuración y rotura de elementos estructurales, rotura de la cimentación, abombamiento de la protección superficial (pisos internos, aceras, drenajes, etc.) y rotura de las redes de agua y saneamiento (ASEFA 2018; Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973), algunas de las cuales puede observarse en la Figura 2.6. La inspección cuidadosa de las deformaciones y daños que afectan a una construcción, en general, permite definir su origen con suficiente claridad. No obstante, cada uno de estos detalles por separado puede ser debido a otras causas ajenas a la expansividad.



Figura 2.6. Izq.: Fisuras a 45° en muros. Centro: Grietas en esquinas. Der.: Rotura de veredas.

2.6.3 Métodos para determinar la expansividad

Como lo analizado en el Apartado 2.3.2, con ensayos de laboratorio se busca la definición de las propiedades expansivas de un suelo. Los límites de Atterberg -para cada estado de consistencia- pueden considerarse el punto de partida para la estimación de la expansividad (ASEFA 2018), previéndose una alta actividad en suelos con un Índice Plástico mayor a 25. El contenido de arcilla y limo también es un indicador de actividad (mayor contenido de arcilla equivale a una mayor expansividad) y se lo determina a través del método del Hidrómetro. El ensayo de expansión libre unidimensional, por su parte, sirve para corroborar la expansión del suelo en presencia de agua, éste varía de acuerdo al porcentaje de humedad inicial. El estudio de la mineralogía se utiliza para clasificar el grupo de arcilla presente en el suelo (caolinita, illita o montmorillonita-esmectita) por lo que constituye otro indicador de expansividad, siendo el ensayo de difracción de Rayos X (método directo) y la técnica de azul de metileno (método indirecto) los usualmente empleados (Jiménez Salas y de Justo Alpañes 1975a).

Si nos focalizamos exclusivamente en los estudios geotécnicos usuales, el riesgo de expansividad del suelo podría ser estimado de forma sencilla a través de la aplicación de criterios que utilicen índices de referencia basados en propiedades documentadas usualmente en los informes geotécnicos, como ser el tamaño de las partículas (granulometría), el índice de plasticidad (IP) y el límite líquido (LL) (González de Vallejo *et al.* 2002; IS 1498 1970; Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973; Sridharan y Prakash 2000). Estos criterios podrían resultar de gran utilidad como alerta ante un posible suelo expansivo porque proporcionan información directamente relacionada, pero sin recurrir a ensayos específicos de expansividad. No obstante, cabe destacar que para que un suelo efectivamente ocasione problemas de hinchamiento deben presentarse varios factores simultáneamente, como ser presencia de esmectitas en la composición mineralógica, baja presión de confinamiento y ciclos de variación la humedad (Ayala Carcedo *et al.* 1986; Llorca Aquesolo 1980; López Rodríguez *et al.* 2004).

En las tablas que se presentan a continuación se resumen algunos criterios propuestas por diversos autores (Calero Santos *et al.* 2016; Chen 1975; Delgado Trujillo 1986; González de Vallejo *et al.* 2002; IS 1498 1970; Orjuela Ortiz y Pérez Rojas 2018; Sridharan y Prakash 2000), los mismos vinculan parámetros sencillos de identificación del suelo con el grado de expansión probable. Específicamente la Tabla 2.7 contempla el índice de plasticidad, la Tabla 2.8 el límite líquido y el porcentaje de finos (pasante tamiz N°200).

Tabla 2.7. Grado de expansión en función del Índice de Plasticidad

Grado de expansión	Límites para el Índice de Plasticidad según						
	Chen 1975	Chen 1988	Kansas Highway Commission 1974	Raman 1967	Holtz 1959	Indian Standards	Seed y Lambe
Bajo	< 18	< 15	< 15	< 12	< 18	< 12	<18
Medio	15 – 28	10 – 35	15 – 35	12 – 33	15 – 28	12 – 23	15 – 28
Alto	25 – 41	20 – 55	> 35	23 – 32	25 – 41	23 – 32	25 – 40
Muy alto	> 35	> 35		> 32	> 35	> 32	>35

Tabla 2.8. Grado de expansión en función del Límite Líquido y del Porcentaje de finos

Grado de expansión	Límites para el Límite Líquido según		Porcentaje de finos
	Indian Standards	Holtz 1959	
Bajo	20 - 35	20 - 35	< 30
Medio	35 - 50	35 - 50	30 – 60
Alto	50 - 70	50 - 70	60 – 95
Muy alto	70 - 90	> 70	> 95

2.6.4 Consideraciones para cimentación en suelos expansivos

Si el suelo en el que se va a cimentar, posee un potencial de expansión bajo, se pueden seguir las prácticas de la construcción estándar. De lo contrario, si el suelo tiene un potencial de expansión alto o muy alto, será necesario aplicar alguna de las técnicas constructivas que se señalan a continuación (Braja M. Das 2012, Peck *et al.* 1982):

- Reemplazar el suelo expansivo. Cuando este se encuentre a poca profundidad, se puede optar por removerlo y reemplazarlo por otro tipo de suelo, contemplar una compactación adecuada.
- Cambiar la naturaleza del suelo expansivo. Esto puede llevarse a cabo mediante la compactación, instalación de barreras verticales contra la humedad y estabilización del suelo, con una mezcla química que puede ser 3 al 8% de cal junto con cemento.
- Reforzar las estructuras para soportar el levantamiento. Construir estructuras que sean lo suficientemente flexibles para soportar el levantamiento diferencial del suelo sin fallar o construir cimentaciones profundas aisladas debajo de la profundidad de la zona activa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

En el presente capítulo se describe la guía metodológica que permitió desarrollar de manera ordenada las actividades necesarias para la elaboración del mapa de características geotécnicas de la ciudad de Concepción del Uruguay. Con el propósito de aprovechar toda la información al alcance, optimizar recursos y tiempo, las actividades fueron organizadas en etapas. Dicho flujo de trabajo es expuesto a continuación.

3.1 INFORMACIÓN BASE

En primer lugar, se realizó la búsqueda y recolección en las dependencias de la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional (FRCU-UTN) de los informes de estudios geotécnicos (ver Figura 3.1) realizados por parte del Grupo Estudio de Suelos y posteriormente Grupo de Investigación de Materiales y Agregados Regionales (GIMAR).

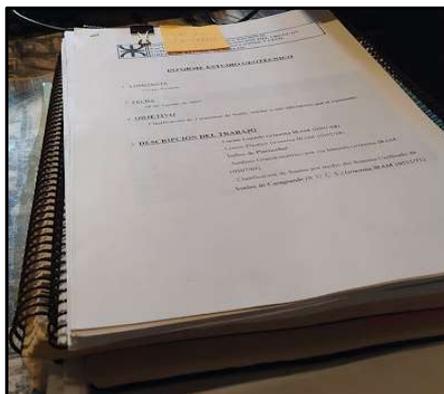


Figura 3.1. Estudios geotécnicos impresos

Todos los documentos disponibles en formato papel fueron escaneados a través de un scanner portátil como se aprecia en la Figura 3.2. El estudio de suelo de cada perforación fue registrado con un número de identificación en archivos independientes con formato PDF, de esta forma se generó un soporte en formato digital de los informes disponibles, los cuales fueron almacenados en un disco externo especial destinado para tal fin. La documentación fue organizada en carpetas según el año de realización, registrándose un total de 94 estudios.

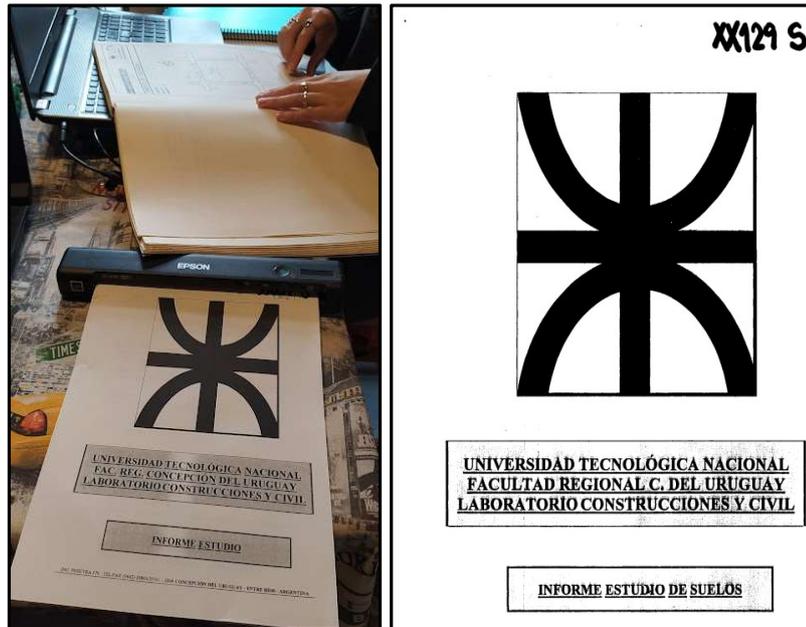


Figura 3.2. Escaneo de los estudios geotécnicos

3.2 BASE DE DATOS

El objetivo de la base de datos fue estructurar toda la información disponible. Por ello se analizaron los informes de cada uno de los estudios geotécnicos recolectados con el fin de identificar aquellos parámetros que aportaban datos representativos para la posterior elaboración del mapa.

Los parámetros seleccionados e incorporados en la base de datos son los enunciados a continuación:

- Ubicación del sondeo
- Límite de la perforación
- Nivel freático
- Perfil estratigráfico
- Clasificación del suelo
- Límite líquido

- Límite plástico
- Índice de plasticidad
- Pasante de los tamices #4, #10, #40 y #200
- Humedad natural
- Ensayo S.P.T. (N° de golpes)
- Tensión admisible del suelo
- Coeficiente de seguridad
- Fundación recomendada

3.2.1 Codificación de los sondeos

Cada perforación se identificó con un código alfanumérico formado por la letra "P" y seguido por un número de tres cifras (Ejemplo: P001), con la finalidad de poder en un futuro seguir incorporando nuevos ensayos y dar continuidad al sistema de identificación.

3.2.2 Localización de los sondeos

Según la información de base proporcionada por los informes, se determinó la ubicación de cada sondeo en coordenadas geográficas utilizando la herramienta Google Maps.

3.2.3 Estructuración de la información geotécnica seleccionada

Fue estructurada toda la información geotécnica seleccionada para el proyecto en una base de datos en formato digital (planilla Microsoft Excel) de manera tal que permitió su clasificación, ordenación y manipulación de forma ágil y cómoda.

Los parámetros seleccionados y digitalizados en la planilla Excel se agruparon en las siguientes categorías:

- Generalidades: información general de cada uno de los sondeos. Cada perforación fue identificada a través de un código (Ej. P01). La ubicación/localización de cada punto se realiza a través de las coordenadas geográficas y la dirección, indicando cuartel, sección y manzana de la ciudad.
- Límite de la perforación: profundidad máxima que ha alcanzado el estudio geotécnico realizado y de la cual se han obtenido las propiedades del suelo.
- Nivel freático: profundidad, en el caso de encontrarse presente, de la napa freática dentro del límite de la perforación.

- Estratigrafía: descripción vertical del perfil de suelo según clasificación AASHTO y SUCS. Cabe destacar que en aquellos sondeos donde no se contaba con tales clasificaciones, las mismas fueron llevadas a cabo según lo indicado en el Apéndice 2.4.
- Propiedades físicas: Límites de Atterberg, pasante de los tamices #4, #10, #40 y #200, humedad natural para las diferentes profundidades de muestra.
- Propiedades mecánicas: número de golpes en el ensayo S.P.T, capacidad de carga del suelo y coeficiente de seguridad, además del tipo de fundación con el cual se recomienda fundar.

3.3 MAPA CON CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS

El mapa en formato CAD de la ciudad de Concepción del Uruguay fue facilitado por parte del Municipio, el mismo fue georreferenciado según las coordenadas geográficas de un punto fijo ubicado en el centro de la plaza General Francisco Ramírez. Cada perforación fue ubicada en el mapa de acuerdo a las coordenadas latitud y longitud, verificando su ubicación con la información contenida en cada uno de los informes.

Cabe destacar que cada una de las perforaciones fue identificada en el mapa de la ciudad a través del código asignado en la base de datos, con el fin de vincular cada punto con las características geotécnicas registradas. En la Figura 3.3 se puede observar un sector del mapa de características geotécnicas elaborado para la ciudad de Concepción del Uruguay, donde se aprecian el modo de identificar las perforaciones.

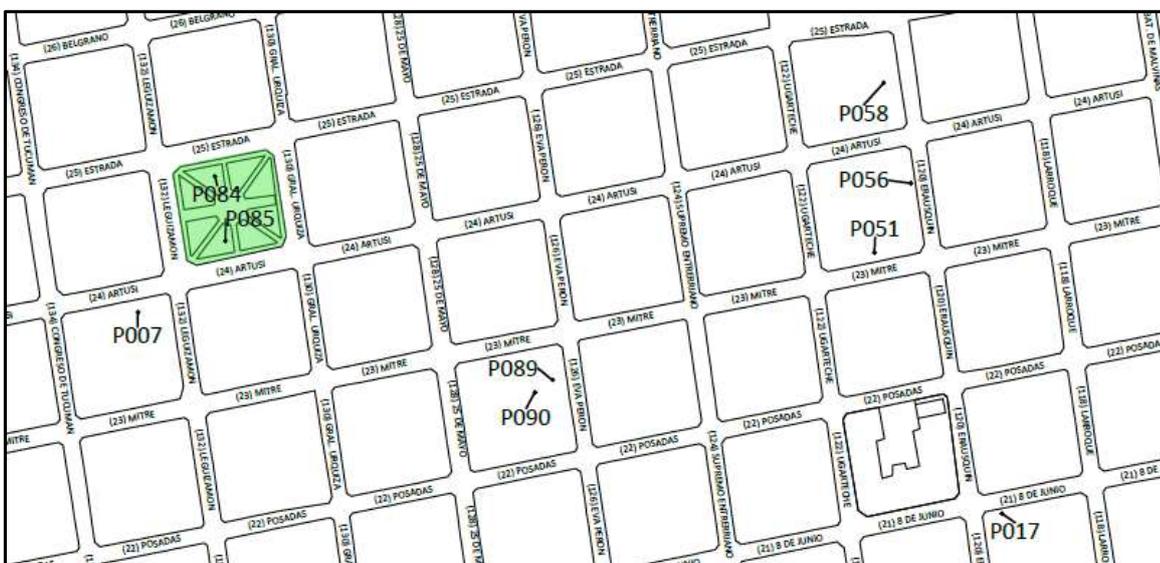


Figura 3.3. Representación gráfica de las perforaciones en el mapa de la ciudad de Concepción del Uruguay

3.4 INFORMACIÓN GEOTÉCNICA VINCULADA AL MAPA

Como en el mapa de la ciudad fueron únicamente representados los puntos debidamente identificados de cada perforación, los datos geotécnicos correspondientes son incorporados a través de fichas individuales (ver Anexo) que incluye la información geotécnica completa, la misma fue organizada en cuatro partes:

1. Identificación
 - Código de la perforación, el cual se encuentra representado en el Mapa de la ciudad.
 - Ubicación: dirección, cuartel, sección y manzana, coordenadas latitud y longitud.
2. Perfil estratigráfico
 - Columna estratigráfica, profundidad y espesor de cada estrato junto a la clasificación de los suelos según SUCS y AASHTO, más una descripción.
 - Fin de la perforación y profundidad del nivel freático.
3. Propiedades físicas del suelo.
 - Límites de Atterberg (LL, LP e IP) en función de la profundidad.
 - Pasante de los tamices N° 4, 10, 40 y 200 en función de la profundidad.
 - Humedad natural del suelo en función de la profundidad.
4. Propiedades mecánicas del suelo
 - Número de golpes en el ensayo SPT en función de la profundidad
 - Capacidad de carga informada (tensión admisible y coeficiente de seguridad) en función de la profundidad
 - Fundación recomendada

3.5 SUELOS EXPANSIVOS

3.5.1 Sistema de valoración del nivel de riesgo de expansividad

Los suelos con plasticidad fueron analizados en el Apartado 2.6. Básicamente están constituidos por partículas finas, con ciertas características de plasticidad (alto IP), por

tanto, se realizó el análisis de expansividad en los estratos donde aparecen arcillas y limos, identificándose el número de cada perforación involucrada.

El riesgo de expansividad del suelo fue estimado de forma sencilla a través de la selección de ciertos criterios analizados en el Apartado 2.6.3 (González de Vallejo *et al.* 2002; IS 1498 1970; Juárez Badillo y Rico Rodríguez 1973; Sridharan y Prakash 2000), los mismos emplean índices de referencia basados en el tamaño de las partículas (granulometría), el índice de plasticidad (IP) y el límite líquido (LL), valores documentadas en los estudios geotécnicos analizados.

En la Tabla 3.1 se presentan los límites seleccionados para definir el grado de expansión para cada sondeo, los mismos se basan específicamente en lo establecido por González de Vallejo *et al.* (2002), la norma india IS 1498 (1970) y Sridharan y Prakash (2000).

Tabla 3.1. Límites para definir el grado de expansión

<i>Grado de expansión</i>	<i>Límite líquido</i>	<i>Índice de Plasticidad</i>	<i>Porcentaje de Finos</i>
Bajo	20-35	< 12	< 30
Medio	35-50	12-23	30-60
Alto	50-70	23-32	60-95
Muy alto	70-90	> 32	> 95

3.5.2 Valoración del Nivel de Riesgo

Para hallar el nivel de riesgo se realizó una ponderación teniendo en cuenta que el poder de expansión de un suelo está directamente condicionado a la cantidad de finos. Una alta expansividad establecida por los criterios de LL e IP junto a un alto porcentaje de finos (pasante tamiz N° 200), implica un suelo con grado de expansión Alto; si en cambio el contenido de finos es bajo, el grado de expansión también es Bajo puesto que, a pesar de que el poder de expandir sea alto (LL, IP), sólo una pequeña proporción del suelo puede experimentar dicho fenómeno.

En la Tabla 3.2 se indican las combinaciones empleadas para definir el grado de expansión y el nivel de riesgo asociado.

Tabla 3.2. Valoración del Nivel de Riesgo

<i>LL-IP</i>	<i>Finos (%)</i>	<i>Grado de expansión</i>	<i>Nivel de Riesgo</i>
Baja	Baja	Baja	No crítico
Baja	Media	Baja	No crítico
Baja	Alta	Baja	No crítico
Baja	Muy alta	Baja	No crítico
Media	Baja	Baja	No crítico
Media	Media	Media	Marginal
Media	Alta	Media	Marginal
Media	Muy alta	Media	Marginal
Alta	Baja	Baja	No crítico
Alta	Media	Media	Marginal
Alta	Alta	Alta	Crítico
Alta	Muy alta	Alta	Crítico
Muy alta	Baja	Baja	No crítico
Muy alta	Media	Alta	Crítico
Muy alta	Alta	Muy alta	Severo
Muy alta	Muy alta	Muy alta	Severo

3.5.3 Representación del nivel de riesgo por expansividad en el mapa de la ciudad

En primer lugar, se le designó un grado de expansividad a los suelos de los distintos estratos en función de los límites establecidos para los parámetros seleccionados en la Tabla 3.1. Posteriormente se reconocieron aquellos estratos considerados de peligrosidad a través del número de identificación de la perforación y el nivel de riesgo fue determinado de acuerdo a lo establecido en la Tabla 3.2. Cabe destacar que, entre los criterios de LL e IP se adoptó el más desfavorable, y el nivel de riesgo fue definido por el estrato más comprometido de cada sondeo (Sridharan y Prakash 2000).

Finalmente, cada una de las perforaciones identificadas en el mapa de la ciudad fue asociada a un símbolo que representa el nivel riesgo por expansividad, la simbología empleada se presenta en la Figura 3.4.



Figura 3.4. Simbología adoptada para el nivel de riesgo por expansividad

3.5.4 Ficha Expansividad

Para complementar al mapa, se elaboró una ficha resumen de la expansividad del suelo de cada uno de los sondeos, indicando el código de identificación de la perforación, la profundidad de análisis, la caracterización de expansividad según LL, IP y granulometría (pasante tamiz N°200), y por último, el nivel de riesgo determinante de la perforación. Esta ficha es presentada en el Anexo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de la base de datos generada con los informes geotécnicos desarrollados por la FRCU-UTN. De forma ordenada se indica un análisis del contenido de los estudios de suelo que dieron origen al presente estudio, los tipos de suelos reinantes en la ciudad, la estratigrafía, ensayo SPT y capacidad de carga de los suelos estudiados y, finalmente, consideraciones sobre expansividad.

4.1 INFORMES DE ESTUDIOS DE SUELOS. ANÁLISIS DE CONTENIDOS

Durante el proceso de digitalización de los informes geotécnicos, se observó que no todos contenían la misma información y que, a su vez, variaba la forma de representarla. Por lo que se consideró necesario analizar el contenido a través de una lista de preguntas orientadas a indagar sobre diferentes aspectos generales de los sondeos, tales como, localización y propósito de la perforación, y otras específicas como el registro del nivel freático, perfiles de suelo, clasificación, además de información sobre tensión admisible del suelo y cimentación recomendada.

Los 94 informes geotécnicos fueron analizados a través de los interrogantes que se indican a continuación, los cuales hacen foco en 9 aspectos puntuales.

- A). ¿Se incluye plano de ubicación?
- B). ¿Se presentan coordenadas geográficas?
- C). ¿Se resume el propósito de la investigación?

D). ¿Qué rango de profundidad alcanzan los límites de las perforaciones?

E). ¿Se declara la presencia o no del nivel freático?

F). ¿Se presenta el perfil estratigráfico?

G). ¿La clasificación de suelo corresponde a SUCS?

H). ¿La clasificación de suelo corresponde a AASHTO?

I). ¿Se recomienda tipo de cimentación a emplear?

J). ¿Se proporciona la capacidad de carga admisible recomendada del suelo?

Cabe destacar que las opciones de respuesta fueron: i) “0” cuando no se presentaba ninguna información acerca del requerimiento analizado; ii) “1” cuando la información del aspecto a indagar se encontraba de forma completa. Seguidamente se analizan los resultados obtenidos en cada caso.

4.1.1 A). ¿Se incluye plano de ubicación?

La mayor parte (69%) de los informes geotécnicos, como se puede ver en la Figura 4.1, presentan croquis de ubicación en la manzana, referenciando la misma con las calles que la rodean. Las perforaciones se acotan en general a línea municipal de la cuadra. Sin embargo, un importante número de informes contiene estos datos incompletos, ya sea porque tiene solo mencionadas las calles paralelas y no se puede establecer la dirección exacta, o porque el punto al cual se referenció la boca de pozo no se puede asegurar que siga vigente.

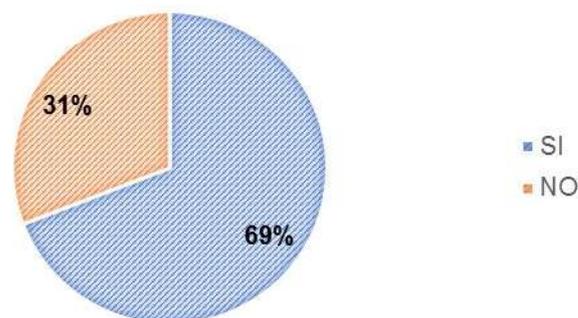


Figura 4.1. A ¿Se incluye plano de ubicación?

Cabe destacar que, conocer la ubicación de la perforación es de suma importancia para que el estudio tenga validez, por lo tanto, esta información debería estar siempre clara y con la mayor precisión posible.

4.1.2 B). ¿Se presentan coordenadas geográficas?

El 88% de los informes geotécnicos no presentan la ubicación referenciada con coordenadas geográficas, ver Figura 4.2. Cabe destacar que para poder georreferenciar las perforaciones en el mapa de la ciudad en formato CAD, las coordenadas faltantes fueron determinadas con la herramienta de Google Maps a partir del plano de ubicación del informe. Disponer de sondeos georreferenciados facilitaría el trabajo en softwares de Sistemas de Información Geográfica (GIS).

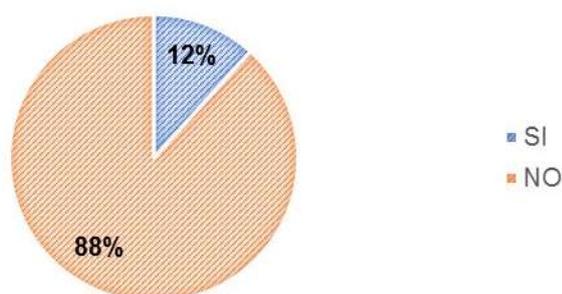


Figura 4.2. B ¿Se presentan coordenadas geográficas?

4.1.3 C). ¿Se resume el propósito de la investigación?

Un 62% de los informes geotécnicos presenta el objetivo por el cual se solicita la investigación por parte de los comitentes, como se muestra en la Figura 4.3. Por lo general en los informes, al propósito se lo identifica con el título de "objetivo".

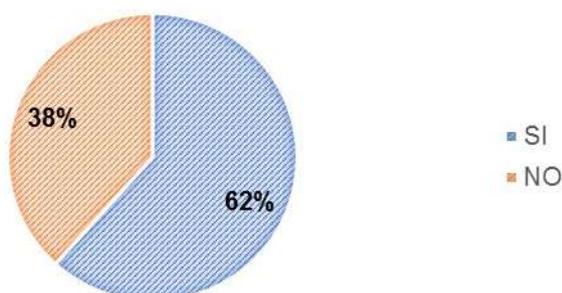


Figura 4.3. C ¿Se resume el propósito de la investigación?

4.1.4 D). ¿Qué rango de profundidad alcanzan los límites de las perforaciones?

La profundidad a la que se decide realizar el estudio de suelos tiene relación directa con el tipo de edificio que se busca fundar, muchas veces es informado al laboratorista y el mismo recomienda la profundidad teniendo en cuenta el bulbo de tensiones que estas puedan generar; pero otras veces es el cliente el quien decide llegar a profundidades

específicas, como lo son para obras viales, en donde las profundidades de los sondeos son superficiales, o también obras de alcantarillado que se caracterizan por generar bajas tensiones.

Las profundidades de las 94 perforaciones analizadas en este estudio se presentan en la Figura 4.4 organizadas en 3 rangos (0m-2m; 2m-4m; >4m); como puede observarse en la misma, en la ciudad la mayoría (63%) de los sondeos llevados a cabo por la FRCU-UTN alcanzaban una profundidad entre 2 y 4m, lo que se asocia a una arquitectura urbana donde predominaban las construcciones de baja a media altura (2 plantas). Cabe destacar que el período en el que se realizaron los ensayos es muy amplio (1996-2013), pero excluye los últimos 9 años donde el sector inmobiliario ha desarrollado una cantidad significativa de edificios de vivienda de más de 3 plantas. Otro aspecto a destacar es que en el rango >4m la máxima profundidad registrada es de 7.2m, en la perforación P007.

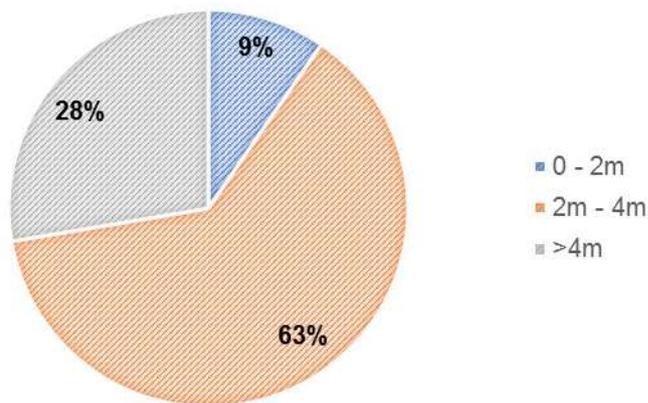


Figura 4.4. D ¿Qué rango de profundidad alcanzan los límites de las perforaciones?

4.1.5 E). ¿Se declara presencia del nivel freático?

La mayor parte (89%) de los informes geotécnicos declaran presencia o no del nivel freático, ver Figura 4.5, indicándose la profundidad en los casos en los que el mismo se detecte.

Es de recalcar que el nivel freático y la humedad natural en un estudio de suelos no son parámetros fijos, sino producto de las condiciones hidrometeorológicas, de infiltración y de confinamientos específicos del momento, no tiene porqué mantenerse en el tiempo ni esperarse una progresión de los mismos hacia otros valores; por ejemplo: si el día del ensayo el nivel freático se encontró a 2m de profundidad es solo indicador de que es probable encontrar la primera napa en esa profundidad, pero de ningún modo lo asegura,

ni tampoco descarta el hecho de que en otro momento se encuentre más superficial aún, lo mismo aplica para la humedad natural.

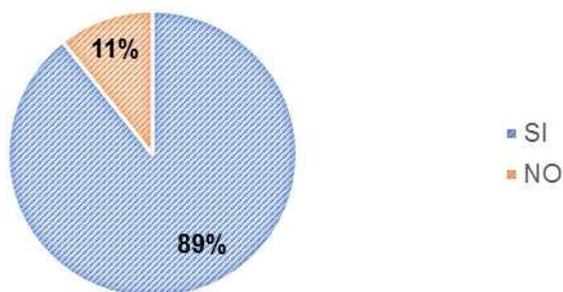


Figura 4.5. E ¿Se declara presencia del nivel freático?

4.1.6 F). ¿Se presenta el perfil estratigráfico?

Del 89% de los estudios que presentan el perfil estratigráfico (ver Figura 4.6), algunos sólo indican número de golpes provenientes del ensayo SPT en conjunto con el tipo de suelo, mientras que otros incluyen también los valores de las propiedades físicas y mecánicas obtenidas en laboratorio.

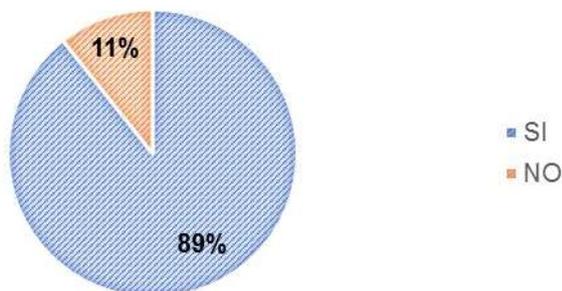


Figura 4.6. F ¿Se presenta el perfil estratigráfico?

4.1.7 G). ¿La clasificación de suelos corresponde a SUCS?

La clasificación SUCS aparece en 72% de los estudios realizados (ver Figura 4.7), generalmente acompañadas con una descripción del suelo en base a dicho sistema. En el porcentaje restante (28%) se presenta únicamente una descripción del suelo dada por el laboratorista.

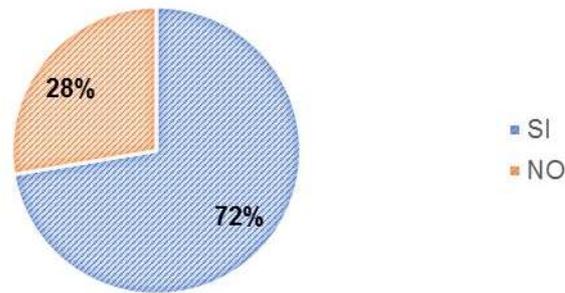


Figura 4.7. G ¿La clasificación de suelos corresponde a SUCS?

4.1.8 H). ¿La clasificación de suelos corresponde a AASHTO?

La clasificación AASTHO aparece en 63% de los estudios realizados (ver Figura 4.8), siendo un porcentaje menor al obtenido por el criterio SUCS (ver Figura 4.7), lo que puede deberse a que los objetivos perseguidos por el estudio geotécnico mayormente hacen referencia fundaciones de edificios y no viales.

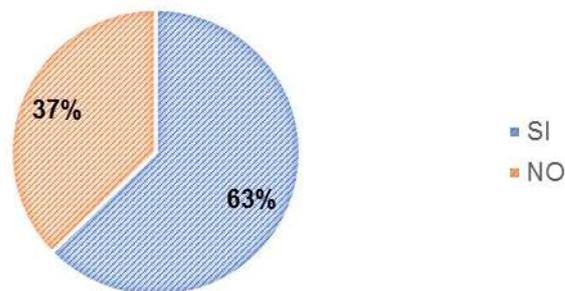


Figura 4.8. H ¿La clasificación de suelos corresponde a AASHTO?

Según las indagaciones G y H antes expuestas, se desprende que todos los informes que cuentan con clasificación AASTHO también disponen de clasificación SUCS, destacando que un 28% de perforaciones que no presentan los suelos clasificados por ningún sistema normalizado, ver Figura 4.9.

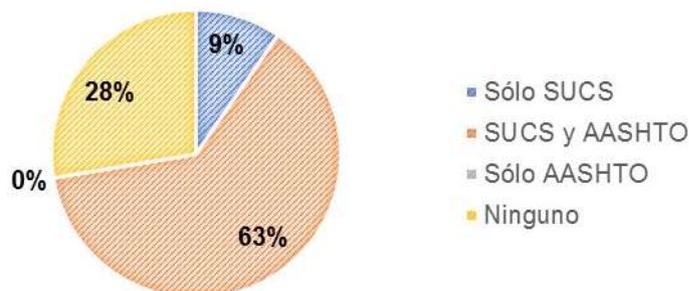


Figura 4.9. ¿Se clasifica por AASHTO, SUCS, ambos o ninguno?

4.1.9 I). ¿Se recomienda tipo de cimentación a emplear?

Como se observa en la Figura 4.10, el tipo de cimentación recomendada es un dato poco frecuente (35%) en los informes, cabe señalar que en todos los casos la tipología de fundación recomendada fue zapata aislada.

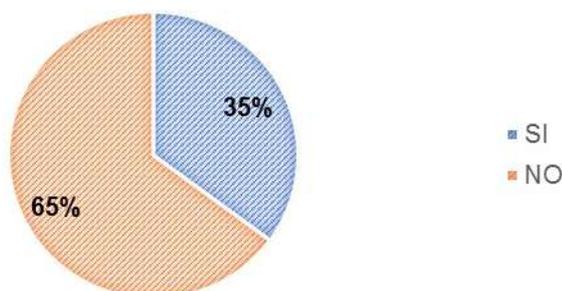


Figura 4. 10. I ¿Se recomienda tipo de cimentación a emplear?

4.1.10 J). ¿Se proporciona la capacidad de carga admisible del terreno?

La capacidad de carga admisible es un parámetro frecuente en los informes analizados, lo que resulta lógico puesto que un estudio de suelo se solicita para predecir el comportamiento de este, y poder diseñar de forma adecuada las cimentaciones. Como se indica en la Figura 4.11, el 88% de los informes presenta la capacidad de carga, ya sea tensión admisible o capacidad de carga última, y el factor de seguridad recomendado.

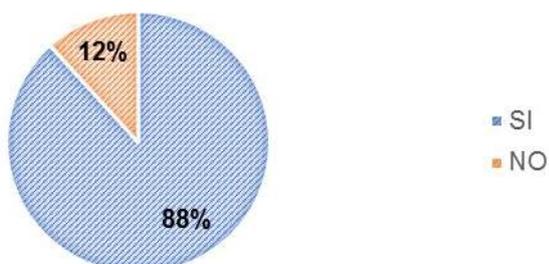


Figura 4.11. J ¿Se proporciona la capacidad de carga admisible del terreno?

Para finalizar, del total de informes analizados se observó que la mayoría (60%) presenta más del 66% de los elementos contemplados (A hasta I), mientras que ningún informe reúne el 100% de los elementos, ver Figura 4.12.

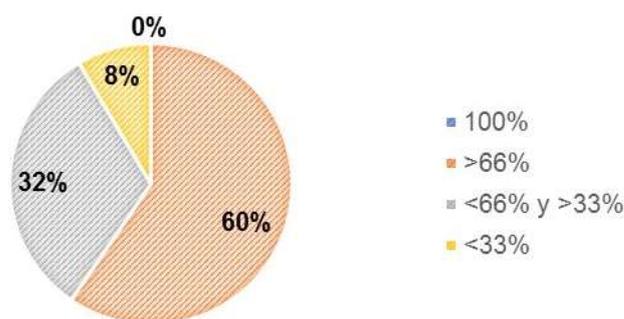


Figura 4.12. Porcentaje de información que se presenta en los informes geotécnicos

4.2 TIPOS DE SUELOS. ANALISIS ESTRATIGRÁFICO

Se realizó un análisis de los tipos de suelos, clasificados según SUCS, asociados a 3 profundidades respecto a la boca de pozo: 1,5m, 2,5m, 3,5m, 4,5m, 5,5m y 6,5m. La primera se asocia a la cota de fundación más usual en la ciudad para viviendas de una o dos plantas, mientras que las restantes a edificios de 3 o más pisos.

En la Figura 4.13 se presentan los resultados obtenidos. Cabe destacar que para el análisis se despreciaron las calicatas o estudios muy superficiales dado que generalmente son suelos de relleno, alterados o simplemente, suelo vegetal no apto para fundar. El número de perforaciones involucradas a 1,5m, 2,5m, 3,5m, 4,5m, 5,5m y 6,5m de profundidad ascienden a un total de 85, 81, 59, 25, 7 y 2, respectivamente. Como la cantidad de perforaciones asociadas a 2 las últimas profundidades son insuficientes para hacer juicios de valor, fueron descartadas para el análisis siguiente.

De la información expuesta (Figura 4.13) se puede observar que predominan los suelos conformados por partículas finas. Arcillas y limos abarcan un 90%, 78%, 68% y 72% a profundidades de 1,5m, 2,5m, 3,5m y 4,5m, respectivamente. Se observa una tendencia decreciente de finos con la profundidad, inversamente a lo que ocurre con el material granular, siendo mayor la presencia de arenas (10%, 20%, 32% y 28% asociadas a 1,5m, 2,5m, 3,5m y 4,5m respectivamente) puesto que gravas únicamente fueron registradas a 2,5m de profundidad y en un porcentaje muy reducido (2%).

Estos resultados se condicen con los estudios de las planicies de inundación del Río Uruguay (Muñoz y Blanc 1998), donde se indica que los suelos, litológicamente están comprendidos por un paquete heterogéneo de limos arcillosos, arenas y gravas intercaladas, muy disectados, de unos 5 a 10 metros de espesor, frecuentemente depositados como aluvio sobre un lecho labrado sobre rocas calcáreas de consistencia y cementación variables.

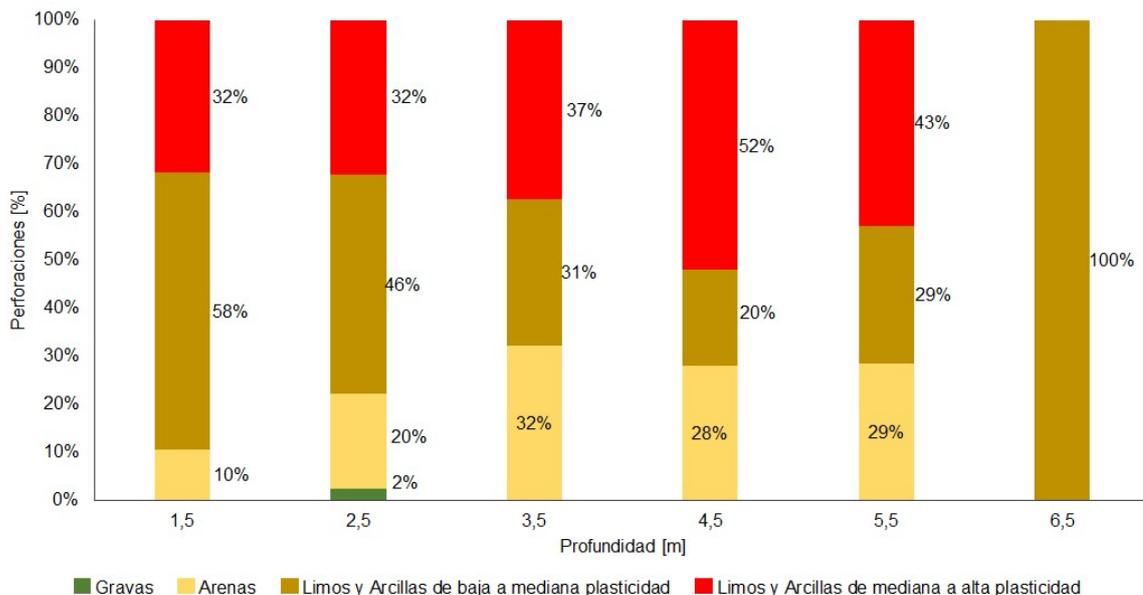


Figura 4.13. Tipos de suelos según SUCS a distintas profundidades

Es de recalcar que las profundidades de sondeos normalmente son referidas a la boca de pozo, por lo que no debe confundirse con cota de nivel.

4.3 ENSAYO SPT Y CAPACIDAD DE CARGA

4.3.1 Análisis del ensayo SPT

En el siguiente análisis se consideraron 85 perforaciones dado que las restantes no contaban con este estudio. Considerando que el número de golpes del ensayo SPT determina la compacidad en un suelo granular y la consistencia en un suelo cohesivo, se presentan los resultados discriminados en la Tabla 4.1 y en la Tabla 4.2, respectivamente. En estas se indica para cada profundidad, el número total de ensayos y el porcentaje de los mismos asociados a cada rango (N° de golpes SPT).

Tabla 4.1. Análisis del ensayo SPT en estratos granulares

Profundidad de ensayo	Total Ensayos	N° de golpes SPT		
		Suelta - muy suelta	Compacta	Densa - muy densa
		< 8	8 a 25	> 25
1,5m	5	0%	100%	0%
2,5m	8	0%	50%	50%
3,5m	11	0%	45%	55%
5,0m	9	0%	33%	67%

Tabla 4.2. Análisis del ensayo SPT en estratos cohesivos

Profundidad de ensayo	Total Ensayos	N° de golpes SPT		
		Blanda a mediana	Consistente a muy consistente	Dura
		< 8	8 a 30	> 30
1,5m	74	12%	86%	1%
2,5m	58	7%	90%	3%
3,5m	43	5%	88%	7%
5,0m	9	11%	78%	11%

De los valores presentados, se puede observar que el total de ensayos en la Tabla 4.1 es marcadamente inferior a los involucrados en la Tabla 4.2, lo cual está en línea con los resultados del análisis estratigráfico (ver apartado 4.2), donde los suelos cohesivos son los predominantes

Por otra parte, es de notar que la compacidad en los suelos granulares, como la consistencia en los suelos cohesivos, tiende a incrementarse con la profundidad. Estos resultados infieren que los suelos granulares estudiados de Concepción del Uruguay son compactos o densos, mientras que los suelos cohesivos son en su mayoría, consistentes a muy consistentes, registrándose bajo porcentaje de consistencia dura y blanda.

En los sondeos analizados existe la tendencia de que el número de golpes SPT se incremente con la profundidad (ver Tabla 4.1 y Tabla 4.2). No obstante, se han detectado casos en los que esto no sucede, es decir, la presencia de un estrato blando entre dos consistentes, como por ejemplo la perforación P30 (ver Anexo), o viceversa, un estrato consistente entre dos estratos blandos como el ejemplo de la P71 (ver Anexo). Por ello existe la recomendación respecto del límite de la perforación, dado que explorar el suelo por debajo de la cota de fundación prevista es muy importante. El CIRSOC 401 (INTI-CIRSOC 401 2018) recomienda un mínimo de 6m o en su defecto al utilizar bases aisladas o pilotes proporciona una fórmula para determinarla, siendo tomada en base al bulbo de tensiones provocado.

4.3.2 Análisis de la capacidad de carga informada

La capacidad de carga se calcula a una determinada profundidad y con un coeficiente de seguridad de 3, siendo explicitado en el informe geotécnico. En la Figura 4.14 se grafica la tensión admisible en función de la profundidad, el primer parámetro se obtiene de la razón entre la carga última y el coeficiente de seguridad.

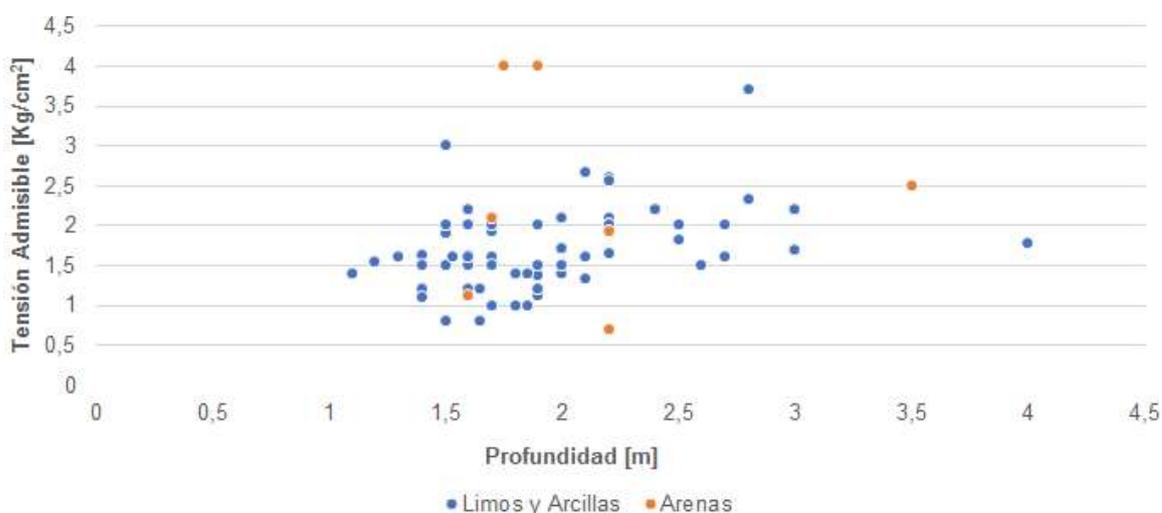


Figura 4.14. Tensión Admisible de los suelos en función de la profundidad

En la gráfica anterior se puede observar que los suelos presentan tensiones en un espectro bastante amplio, evidenciándose estratos superficiales que ofrecen una excelente capacidad de carga, como por ejemplo la perforación P080 (ver Anexo), arcilla de baja a mediana plasticidad que a 1,5m de profundidad acusa una tensión admisible de 3kg/cm²; y en contraposición suelos a mayor profundidad pero con menor capacidad portante, como por ejemplo la P10 y P11 (ver Anexo), arenas donde la tensión admisible es de 0,7kg/cm² a 2,2m de profundidad. También se puede observar que la mayoría de los puntos se asocian a una tensión admisible entre 1kg/cm² y 2kg/cm², ubicados en un rango de profundidad entre 1,4m y 2,2m. Cabe destacar que debido a la heterogeneidad que caracteriza a los suelos, este resultado es meramente indicativo, con lo que no debería ser usado en otro punto.

4.4 ANALISIS DE EXPANSIVIDAD

El análisis de expansividad fue llevado a cabo en 87 perforaciones de las 94 estudiadas, debido a que, como este fenómeno no es propio de los suelos granulares, únicamente fueron analizados aquellos estratos que presentaron suelo plástico. Solo 7 sondeos fueron excluidos de este análisis, dado que a lo largo de la perforación siempre se hallaba al menos un estrato con plasticidad que lo demandaba. Las perforaciones meramente granulares con perfiles estratigráficos de suelos sin plasticidad, no alcanzaron al 10% como puede verse en la Figura 4.15.

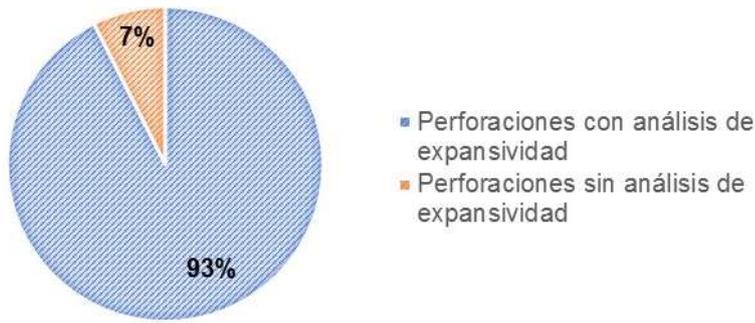


Figura 4.15. Análisis de expansividad

El nivel de riesgo por expansividad fue evaluado según lo indicado en la Tabla 3.2 del Capítulo III (Metodología) y su distribución se presenta en la Figura 4.16. Como puede observarse en la misma, la mitad de los sondeos analizados acusan un Nivel de Riesgo Crítico o Severo, lo cual valida la preocupación de los profesionales respecto a la existencia de suelos potencialmente expansivos en la ciudad de Concepción del Uruguay.

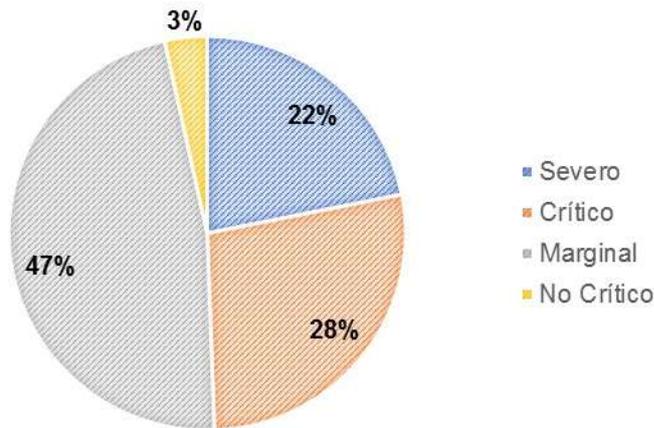


Figura 4.16. Nivel de riesgo por expansividad

Una particularidad hallada en el estudio de la estratigrafía de los sondeos, es que los suelos catalogados como peligrosos por expansividad pueden estar ubicados a diferentes profundidades, incluso en más de un estrato dentro de un mismo sondeo. Esto podría asociarse a los depósitos aluviales (Muñoz y Blanc 1998). También se encontró que un 47% de los casos con nivel de riesgo Severo y Crítico se dan en los estratos superficiales (1,5m) (ver Figura 4.17). Los resultados obtenidos, por otra parte, no evidencian que el Nivel de Riesgo disminuya con la profundidad.

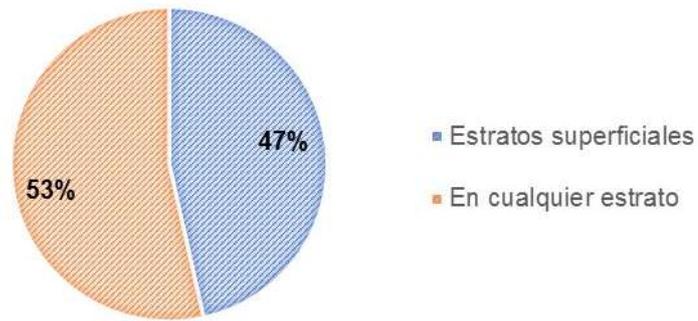


Figura 4.17. Ubicación del estrato con nivel de riesgo Severo y Crítico

En el mapa geotécnico de la ciudad de Concepción del Uruguay (ver Anexo) también fue representado el nivel de riesgo por expansividad de las 87 perforaciones analizadas empleando la simbología adoptada en el Apéndice 3.5.3.

En la Figura 4.18 se presenta una imagen del mapa donde únicamente se indican las perforaciones por medio de la simbología de nivel de riesgo, cabe destacar que no aparecen todos los puntos por cuestiones de escala, pero resulta útil para vislumbrar que no existe una tendencia clara para zonificar áreas problemáticas por expansividad.

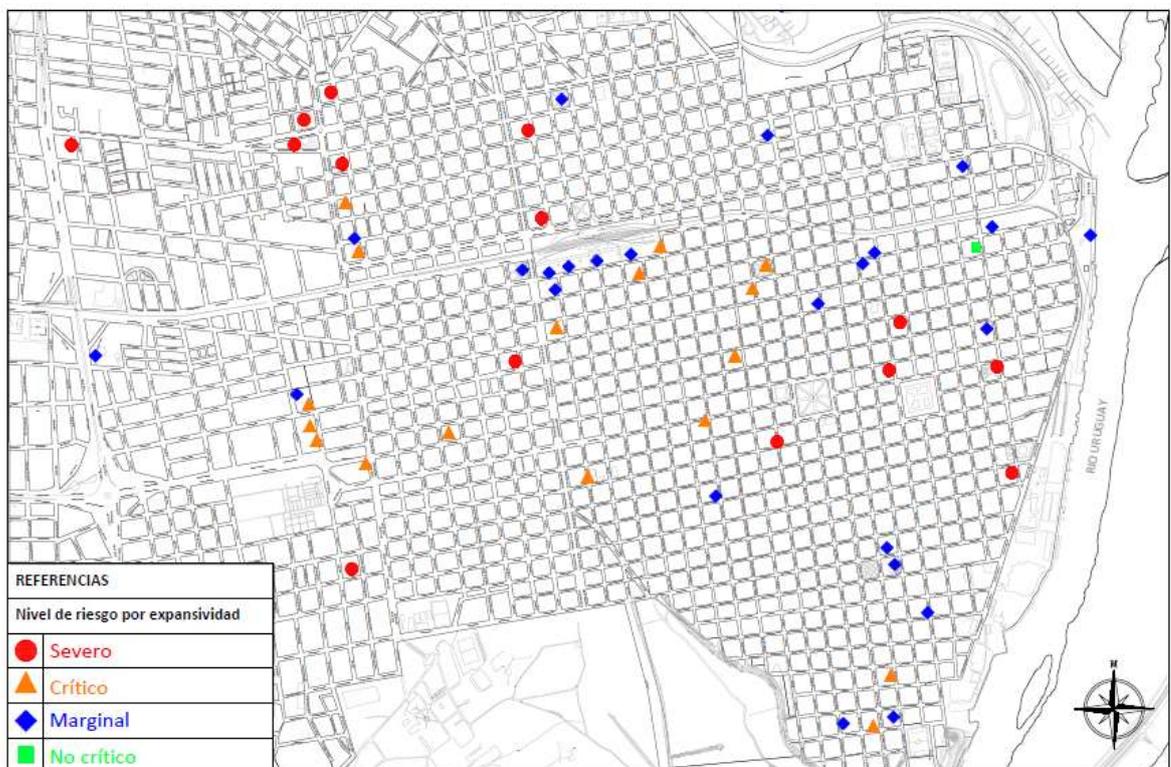


Figura 4.18. Nivel de riesgo por expansividad para la ciudad de Concepción del Uruguay

Si nos remitimos al plano completo que aparece en Anexo, se puede observar que, se han encontrado 3 casos donde perforaciones muy próximas, incluso en una misma parcela, arrojaron alertas muy disímiles. En un caso, esta situación se asocia al límite de perforación, puesto que la profundidad de una de las perforaciones no alcanzó al estrato que generó la condición de expansividad más desfavorable. Mientras que, en los otros dos casos, las diferencias se debieron al modo de evaluación de expansividad ya que los valores de LL, IP y pasante tamiz N°200 se encontraban muy cerca del límite establecido por el criterio (ver Tabla 3.1 del Capítulo III), entonces resultados muy próximos generaron valoraciones de nivel de riesgo diferentes (ver Tabla 3.2 del Capítulo III).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presentan las conclusiones alcanzadas a partir del proceso que involucró la elaboración del mapa de características geotécnicas para la ciudad de Concepción del Uruguay, las mismas se organizan siguiendo la secuencia de temas dispuesta en el Capítulo IV (Resultados). También se indica una serie de recomendaciones generales que surgen del presente proyecto.

5.1 CONCLUSIONES

Este trabajo constituye una herramienta valiosa para los profesionales que desarrollen proyectos en la ciudad de Concepción del Uruguay, ya que la información brindada puede ser empleada tanto para estimar el tipo de suelo como instrumento preventivo ante suelos problemáticos. Conocer el medio que nos rodea genera un entendimiento de las problemáticas actuales y un acercamiento a las soluciones técnicas.

5.1.1 Informes de los estudios de suelos

Respecto al contenido de los 94 informes de los estudios de suelo se extraen las siguientes conclusiones:

- El croquis de ubicación de la boca de pozo es un dato de suma importancia para que el estudio mantenga su validez en el tiempo.
- Los informes analizados en general son de poca profundidad, por lo que no se cuentan con datos a partir de los 7m.

- El valor informado de nivel freático y de humedad, son datos variables en el tiempo con las condiciones hidrometeorológicas.
- La mayoría de los suelos son clasificados mediante el sistema SUCS, dado que el objetivo predominante de los estudios es el de construcción de viviendas y edificios, mientras que los estudios de suelos clasificados, además de por SUCS, por AASTHO tienen por objetivo el uso del mismo para obras viales o de alcantarillado.
- El 28% de los informes presentan únicamente una descripción del suelo dada por el laboratorista, esto se debe a la composición de suelos de diferente caracterización.
- El 88% de los informes presenta la capacidad de carga mientras que solo el 35% recomienda tipología de cimentación, cabe señalar que en todos los casos la tipología de fundación recomendada fue zapata aislada.
- Con la cantidad de elementos analizados (10) del contenido de los informes, se concluye que, aunque ninguno cumpla con el 100% de los elementos, si la mayor parte tiene un alto porcentaje de información

5.1.2 Tipos de suelos. Perfil estratigráfico

Respecto de los suelos estudiados se desprenden las siguientes conclusiones:

- En general las perforaciones estudiadas se encuentran dispersas en la planta urbana, aunque quedan los barrios de la zona Oeste menos representados.
- Predominan ampliamente los suelos conformados por partículas finas, es decir, arcillas y limos.
- Se observa una tendencia decreciente de finos con la profundidad, inversamente a lo que ocurre con el material granular, en su mayoría arenas. Esta tendencia pudo observarse hasta los 4,5m, para profundidades mayores no se pudo establecer por la poca cantidad de datos disponibles, que ponía en riesgo la representatividad de los resultados.
- Sólo 1 perforación registró gravas, a 2,5m de profundidad, en la zona de la planta potabilizadora de agua.
- Los perfiles estratigráficos analizados en su mayoría tienen diferentes tipos de suelos, en estratos poco profundos, lo que se asocia a la formación de las planicies aluviales de la margen derecha del Río Uruguay.
- Los resultados presentados sirven como antecedente para analizar otros estudios de suelos que se lleven a cabo en la ciudad.

5.1.3 Ensayo SPT y capacidad de carga

Respecto de los ensayos SPT y la capacidad de carga se extraen las siguientes conclusiones:

- La compacidad en los suelos granulares y la consistencia en los suelos cohesivos, tiende a incrementarse con la profundidad.
- Los suelos granulares estudiados son compactos o densos, mientras que los suelos cohesivos son en su mayoría, consistentes a muy consistentes, registrándose bajo porcentaje de los extremos, que serían consistencia dura y blanda.
- En los sondeos analizados existe la tendencia de que el número de golpes SPT se incremente con la profundidad.
- Los suelos presentan tensiones admisibles en un espectro bastante amplio, evidenciándose estratos superficiales que ofrecen una excelente capacidad de carga y, en contraposición, suelos a mayor profundidad pero con baja capacidad portante.
- La mayoría de los puntos se asocian a una tensión admisible entre 1kg/cm^2 y 2kg/cm^2 , ubicados en un rango de profundidad entre 1,4m y 2,2m.

5.1.4 Análisis de expansividad

Respecto de la expansividad de los suelos finos se desprenden las siguientes conclusiones:

- El análisis de nivel de riesgo por expansividad debió llevarse a cabo en el 93% del total de perforaciones contempladas. La mitad de dichos sondeos acusaron un Nivel de Riesgo Crítico o Severo, lo cual avala la preocupación de los profesionales respecto del fenómeno de expansividad de los suelos.
- Los suelos catalogados como peligrosos por expansividad pueden estar ubicados a diferentes profundidades, incluso en más de un estrato dentro de un mismo sondeo.
- Un 47% de los casos con nivel de riesgo Severo y Crítico se dan en los estratos superficiales (1,5m).
- Los resultados obtenidos no evidencian que el Nivel de Riesgo disminuya con la profundidad.
- En el mapa no se vislumbra una tendencia clara para zonificar áreas problemáticas.

5.2 RECOMENDACIONES

El mapa de características geotécnicas de la ciudad de Concepción del Uruguay junto a las fichas de perforaciones, constituyen una herramienta útil para la sociedad porque sirven de referencia para conocer algunas características físicas y mecánicas del suelo existente en los sectores analizados, pero es importante señalar que dicha información no sustituye a un estudio de suelos. El conocimiento de la naturaleza del subsuelo es un factor clave para el correcto diseño y desarrollo de cualquier obra, por lo que se recomienda explorar el suelo por debajo de la cota de fundación prevista y, frente a proyectos de cierta envergadura, acatar las recomendaciones del Reglamento INTI-CIRSOC 401 (2018).

En aquellos sectores con riesgo Severo o Crítico por expansividad, se recomienda la investigación del subsuelo por medio de ensayos específicos (INTI-CIRSOC 401 2018) para confirmar el potencial expansivo y contemplar debidamente este fenómeno en el diseño de la obra, evitando así fallas en las estructuras y/o problemas de funcionamiento en servicio.

En vistas de investigaciones a futuro, la base de datos generada en este trabajo podría enriquecerse con la incorporación de nuevos puntos (estudios de suelos), por lo que el aporte de información por parte de la comunidad generaría así una retroalimentación positiva. Por otra parte, disponer de sondeos georreferenciados facilitaría el análisis de los datos y la representación tridimensional del subsuelo a través de un software de Sistemas de Información Geográfica (GIS).

BIBLIOGRAFÍA

Aiassa Martínez, G.; Arrúa, P. A.; Eberhardt, M. G. 2020. Entre el Suelo y la Estructura, Cimentaciones. Edit. edUTecNe, 291 pp. Córdoba, Argentina.

ASEFA. 2018. Patologías por arcillas expansivas, naturaleza y comportamiento. Artículo técnico. Construcción. Disponible en <<https://www.concretonline.com/construccion/patologias-por-arcillas-expansivas-naturaleza-y-comportamiento>>, acceso 27/07/2022.

Ayala Carcedo, F. J.; Ferrer Gijon, M.; Oteo Mazo, C.; Salinas Rodríguez, J. L. 1986. Mapa predictor de riesgos por expansividad de arcillas en España a escala 1:1.000.000. Serie Geología Ambiental. Informe del Instituto Geológico y Minero de España, 60 pp. Madrid, España.

Basset Salom, L. 2015. Patología de las cimentaciones: causas, 9 pp. Universidad Politécnica de Valencia, España.

Bedendo, D.; Schulz, G.; Pausich, G.; Tentor, F. 2011. Cartas de Suelos de Entre Ríos. INTA - Gobierno de Entre Ríos. Disponible en <http://www.geointa.inta.gob.ar/wp-content/uploads/2015/09/Instructivo_GeoINTA.pdf>, acceso 27/07/2022.

Braja M., D. 2012. Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones Séptima Edición. Edit. Cengage Learning. 794 pp. México.

Broche, L.; Marcó Munilla, L.; Calvo, F.; Fank, P. 2021. Falla estructural de una edificación educativa emplazada en la provincia de Entre Ríos. Análisis de las causas. Congreso Argentino de Mecánica de Suelos e Ingeniería Geotécnica XXV, 2021, 17 pp. Misiones, Argentina.

Caicedo Hormaza, B.; Patarroyo Mesa, A. 2017. Caracterización del comportamiento de suelos expansivos ante la migración de agua mediante modelación en centrífuga. Tesis de Maestría, Universidad de los Andes, Facultad de Ingeniería, 12 pp. Colombia.

Calero Santos, V.; Rivera Chávez, M.; Valdez Rivera, J. 2016. Determinación del comportamiento al hinchamiento y retracción de suelos que tienen plasticidad, en algunos

puntos de la carretera longitudinal del Norte, en el tramo comprendido entre Metapan (Dpto. Santa Ana) y Sensuntepeque (Dpto. Cabañas). Universidad del Salvador, 305 pp. El Salvador.

CEAMSE-INCOIV. 2013. Ubicación del Municipio de Concepción del Uruguay. Ficha técnica del Municipio. 3 pp.

Centeno Reyes, Y. R.; Cortez Sandoval, L. J.; Salguero Ramírez, M. S. 2018. Elaboración de mapa de características Geotécnicas de los municipios de antiguo Cuscatlán y Santa Tecla y propuesta de requerimientos mínimos en estudios geotécnicos para muros de retención, taludes y edificaciones de menos de tres niveles. Tesis final de grado. Universidad de el Salvador, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela de Ingeniería Civil, 291 pp.

Chen, F. H. 1975. Foundations on expansive soils. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company, 280 pp. Estados Unidos.

Código de Edificación de la Ciudad de Concepción del Uruguay. 127 pp. Disponible en <https://cdeluruguay.gob.ar/images/couyce/codigodeedificacion/CodigoEdificacionUNIFICADO4209y8624II.pdf>, acceso 27/07/2022.

Crespo Villalaz, C. 2004. Mecánica de Suelos y Cimentaciones Quinta Edición. Edit. Limusa, 650 pp. México.

Delaloye, H. 2003. Apunte de Fundaciones. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 38 pp, Buenos Aires, Argentina.

Delgado Trujillo, A. 1986. Influencia de la trayectoria de las tensiones en el comportamiento de las arcillas expansivas y de los suelos colapsables en el laboratorio y en el terreno. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, 564 pp. Sevilla, España.

Ferrizo, H.; Abre, P.; Blanco, G.; López, V. 2018. Mapa geotécnico de la ciudad de Treinta y Tres, Uruguay. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente N° 41: 1-9.

Francia L., D. 2017. Riesgo de uso de Aguas Subterráneas. Trabajo Final de Graduación de Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nac. de Entre Ríos. Disponible en <https://geoservicios.entrerios.gov.ar/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/metadata/ff37a4d8-e09c-4f57-9018-f5e5325acd1f>, acceso 27/07/2022.

González de Vallejo, L.; Ferrer, M.; Ortuño, L.; Oteo, C. 2002. Ingeniería Geológica. Edit. Pearson Educación, 715 pp. Madrid, España.

Guardo Polo, J. 1999. Estudios geotécnicos. Una necesidad en obras civiles. Ingeniería & Desarrollo, Universidad del Norte, 6: 117-126. Colombia. Disponible en: <<https://rcientificas.uninorte.edu.co>>, acceso 18/02/2022.

IAEG. 1976. Engineering Geological Maps. International Association of Engineering Geology. The Unesco Press, 79 pp. Paris, Francia.

INDEC. 2010. Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2001. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, Ministerio de Economía. Buenos Aires, Argentina.

INTI-CIRSOC 401. 2018. Reglamento Argentino de Estudios Geotécnicos. Instituto Nacional de Tecnología Industrial, 57 pp. Buenos Aires, Argentina.

IRAM 10501. 2007. Geotecnia. Método de determinación del límite líquido y del límite plástico de una muestra de suelo. Índice de fluidez e índice de plasticidad. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.

IRAM 10507. 1986. Método para la determinación de la granulometría mediante tamizado vía húmeda. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.

IRAM 10517. 2015. Geotécnica. Ensayo normalizado de penetración (SPT). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.

IRAM 10519. 1970. Mecánica de suelos. Método de laboratorio para la determinación de la humedad. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.

IRAM 10520. 1971. Mecánica de suelos. Métodos de determinación del valor soporte relativo e hinchamiento de los suelos. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Buenos Aires, Argentina.

IS 1498. 1970. Classification and identification of soil for general engineering purposes. New Delhi, India.

Jiménez Salas, J.A; de Justo Alpañes, J.L. 1975a. Geotecnia y Cimientos. Tomo I. Propiedades de los suelos y de las rocas. Editorial Rueda, 466 pp. Madrid, España.

Jiménez Salas, J.A; de Justo Alpañes, J.L. 1975b. Geotecnia y Cimientos. Tomo II. Mecánica del suelo y de las rocas. Editorial Rueda, 1188 pp. Madrid, España.

Juárez Badillo, E.; Rico Rodríguez, A. 1973. Mecánica de Suelos. Tomo II. Teoría y aplicaciones de la Mecánica de Suelos. Editorial Limusa, 562 pp. México.

Juárez Badillo, E.; Rico Rodríguez, A. 2005. Mecánica de Suelos. Tomo I. Fundamento de la Mecánica de Suelos. Editorial Limusa, 644 pp. México.

Leiva Olea, L. 2018. Mecánica de Suelos I. ConstruMine Chile. Disponible en: <<https://construmine.webnode.cl//mecanica-de-suelos-i/>>, acceso el 02/06/2022.

Llorca Aquesolo, J. 1980. Sobre la edificación en arcillas expansivas. Informes de la Construcción, 321(33): 71-82

Lomoschitz Mora-Figueroa, A. 1995. Caracterización geotécnica del terreno, con ejemplos de Gran Canaria y Tenerife. Curso sobre diseño, cálculo, patología y reparación de las cimentaciones de hormigón. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España. 39 pp.

López Rodríguez, F.; Rodríguez, V.; Santa Cruz Astorqui, J.; Torreño Gómez, I.; Ubeda de Mingo, P. 2004. Manual de Patología de la edificación. Tomo 1: El lenguaje de las grietas. Patología y recalces de las cimentaciones. Universidad Politécnica de Madrid, 171 pp. España.

Lorenz B., W. 1994. Evaluación del potencial minero no metalífero de la Provincia de Entre Ríos, República Argentina. Tomo I y II. Cooperación técnica. Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales, 65 pp. Paraná (Argentina), Hannover (Alemania).

Mauriño, V.E.; García, M. C.; Muglia, V. H. 1975. Mapa geotécnico de la región sudeste de la provincia de Buenos Aires (República Argentina). II Congreso Ibero-Americano de Geología Económica, 17pp. Buenos Aires, Argentina.

Moreno Cansado, A. 2013. Cimentaciones superficiales. Documentos de Orientación Técnica en Edificación, 9pp. Fundación Musaat. España.

Muñoz, L. A.; Blanc, P. F. 1998. Mapa geológico ambiental del departamento Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente. Nº 12, pp. 113-122.

Ordóñez-Ruiz, J.; Auvinet-Guichard, G.; Juárez-Camarena, M. 2015. Caracterización del subsuelo y análisis de riesgos geotécnicos asociados a las arcillas expansivas de la ciudad de Tuxtla Gutiérrez. Ingeniería Investigación y Tecnología, volumen XVI (número 3): 453-470.

Orjuela Ortiz, J.; Pérez Rojas, J. C. 2018. Análisis experimental de la expansividad en suelos bentoníticos. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Civil. 95 pp. Bogotá, Colombia.

Pacheco Rivas, I. 2016. ¿Qué es, cómo se hace y para qué sirve un estudio de suelos?. Disponible en <<https://about-haus.com/estudio-de-suelo/>>, acceso el 10/02/2022.

Patrone, J.; Perfumo, J. 2005. Las acciones de los suelos expansivos sobre las cimentaciones. Métodos de prevención y control. Primeras Jornadas de Ingeniería de Cimentaciones, 23 pp. Montevideo, Uruguay.

Peck, R.; Hanson, W.; Thornburn, T. 1982. Ingeniería de Cimentaciones. Segunda Edición. Editorial Limusa, 557 pp. México.

Robador Moreno, A. 2017. Los mapas geológicos. Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural. 2ª ép., tomo 14: 91-105. Madrid, España.

Rodríguez Ortiz, J.; Serra Gesta, J; Oteo Mazo, C. 1989. Curso aplicado de cimentaciones. Edit. Graficinco S.A., 267 pp. Madrid, España.

Rodríguez Serquén, W. 2013. Ingeniería Geotécnica, 121 pp. Lambayeque, Perú. Disponible en <<https://www.academia.edu>>, acceso el 16/02/2022.

Savoy, F. 2014. El periurbano de Concepción del Uruguay, Entre Ríos. Delimitación y características principales en el 2013. Geousal. 16 pp. Disponible en: <http://geousal.usal.edu.ar/archivos/geousal/docs/a3_geousal_savoy_de_inv_iii_no16.pdf>, acceso 08/07/2022.

Sowers, G. B.; Sowers, G. F. 1972. Introducción a la Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Edit. Limusa, 667 pp. México.

Sridharan, A.; Prakash, K. 2000. Classification procedures for expansive soils. Proc. Instn. Civ. Engrs. Geotech. Engng, 143. 235-240.

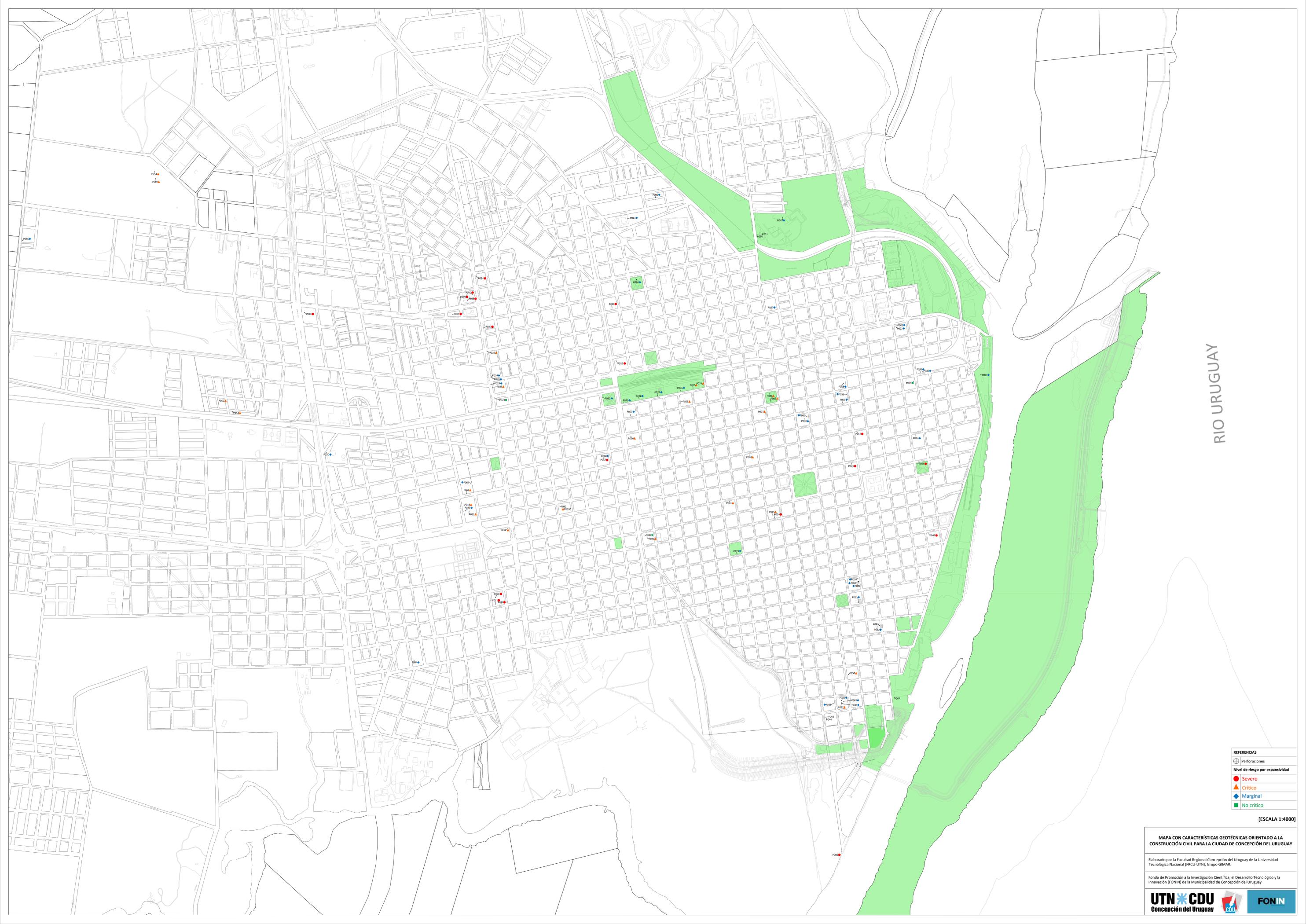
Terzaghi, K; Peck, R. 1973. Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica Segunda Edición. Edit. El Ateneo, 722 pp. España.

Whitlow, R. 1999. Fundamentos de Mecánica de Suelos. Segunda Edición. Editorial Continental S.A., 587 pp. México.

ANEXOS

Se presenta la siguiente documentación:

- MAPA CON CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY
- REFERENCIAS GENERALES PARA LA INTERPRETACIÓN DE LAS FICHAS INDIVIDUALES
- FICHAS INDIVIDUALES CON LA INFORMACIÓN GEOTÉCNICA COMPLETA PARA LAS 94 PERFORACIONES ANALIZADAS
- FICHA RESUMEN DE EXPANSIVIDAD PARA LAS 87 PERFORACIONES INVOLUCRADAS



RIO URUGUAY

- REFERENCIAS**
- ⊕ Perforaciones
 - Nivel de riesgo por expansividad
 - Severo
 - ▲ Crítico
 - ◆ Marginal
 - No crítico

[ESCALA 1:4000]

MAPA CON CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS ORIENTADO A LA CONSTRUCCIÓN CIVIL PARA LA CIUDAD DE CONCEPCIÓN DEL URUGUAY

Elaborado por la Facultad Regional Concepción del Uruguay de la Universidad Tecnológica Nacional (FRCU-UTN), Grupo GIMAR.

Fondo de Promoción a la Investigación Científica, el Desarrollo Tecnológico y la Innovación (FONIN) de la Municipalidad de Concepción del Uruguay





REFERENCIAS

⁽¹⁾Clasificación de los suelos

Clasificación según SUCS

Trama	Símbolo	Referencia
	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas francas
	CL	Arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas dobles
	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
	MH	Limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos
	OL	Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	OH	Arcillas inorgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad
	GC	Gravas arcillosas, mezclas de grava arena y arcilla
	SC	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo
	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos
	CL-ML	Mezcla de arcillas inorgánicas de baja a media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas dobles, limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos
	MH-OH	Mezcla de limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos, arcillas inorgánicas de media a alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad
	ML-OL	Mezcla de limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos, limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad
	ML-MH	Mezcla de limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos, limos inorgánicos, limos micáceos o diatomáceos, limos elásticos
	SM-SC	Mezcla de arenas limosas, mezclas de arena y limo, arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla
	SP-SM	Mezcla de arenas mal graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos, arenas limosas, mezclas de arena y limo
	SW-SM	Mezcla de arenas bien graduadas, arenas con grava, con poco o nada de finos y arenas limosas, mezclas de arena y limo



Clasificación según AASHTO

Símbolo	Referencia
A-1-a	Suelos granulados de grava o arena con granulometría gruesa, incluyen un cierto porcentaje de finos
A-1-b	Suelos granulados de grava o arena con granulometría media, con un importante porcentaje de finos
A-2-4	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos
A-2-5	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto contenido de finos
A-2-6	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un contenido de arcillas
A-2-7	Suelos granulados arcillosos o barrosos. Arenas y gravas con un alto índice de plasticidad
A-3	Arenas finas
A-4	Suelos limosos de arena, sedimentos y finos de baja compresión
A-5	Suelos limosos de arena, sedimentos y finos de alta compresión
A-6	Suelos arcillosos de baja a mediana compresión
A-7-5	Suelos arcillosos de alta compresión
A-7-6	Suelos arcillosos de alta compresión y cambios de volumen

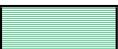
Suelos especiales no incluidos en la clasificación SUCS y AASHTO

Trama	Referencia
	Canto rodado y tosca
	Canto rodado
	Relleno
	Ripio
	Suelo vegetal
	Tosca

⁽²⁾ Límites de Atterberg

Símbolo	Referencia
LL	Límite líquido
LP	Límite plástico
IP	Índice de plasticidad

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P001
Esquina Bv. Hipólito Yrigoyen y Perú					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
5	5	410	-32,476397	-58,226819	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,00	1,00		-	-	Suelo vegetal
	4,00		CL	A-7-6	Arcilla arenosa de mediana plasticidad
5,00					
Fin de la perforación			SC	A-2-4	Arena arcillosa compacta
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	48,60	25,90	22,70	100,00	98,38	95,37	63,70	19,50
2,00	43,10	25,70	17,40	100,00	97,58	95,46	58,90	16,00
3,50	47,70	28,60	19,10	100,00	99,45	98,53	68,80	19,30
5,00	-	-	-	100,00	87,60	83,40	20,20	18,40

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,00	13	2,20	1,90	3	Zapata aislada	
2,00	12	3,00	2,20	3	Zapata aislada	
3,50	18	-	-	-	-	
5,00	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P002
Esquina Bv. Hipólito Yrigoyen y Perú					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	5	410	-32,476466	-58,226777	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00	1,50		CL	A-7-6		Arcilla limosa de mediana plasticidad
2,50	1,50		ML-OL	A-7-5		Arcilla limosa de mediana plasticidad
4,00	1,00		CL	A-6		Material granular con 63% de arena fina canto rodado sin plasticidad compacta
5,00	0,40		SC	A-2-4		Material granular con 63% de arena fina canto rodado sin plasticidad compacta
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	40,60	22,80	17,80	100,00	99,42	92,88	59,83	19,30
2,50	46,08	32,83	13,25	100,00	97,41	91,48	62,95	21,02
4,00	35,31	20,81	14,50	100,00	75,61	70,98	42,77	3,10
4,50	34,24	16,65	17,59	100,00	92,70	85,05	48,79	14,15
5,00	No posee			100,00	91,89	78,80	17,40	21,13

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	11	2,20	1,90	3	Zapata aislada
2,50	10	3,00	2,20	3	-
4,00	8	-	-	-	-
5,00	12	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P003
D.N.C.P. y V.N. (Zona muelle)					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	2	-	-32,478927	-58,221433	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,20	0,20		-	-	Suelo vegetal
1,50	1,30		SM	A-4-2	Arena limosa, mezcla arena y limo
2,40	0,90		SP-SM	A-4-2	Arena limosa, mezcla de arena y limo, sin plasticidad
3,50	1,10		SM	A-3	Arena limosa, mezcla arena y limo
3,80	0,30		SM	A-4-2	Arena limosa, mezcla arena y limo
4,10	0,30		CH	A-6	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		3,60			



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	No plástico			100,00	71,60	54,75	15,08	5,60
2,00	No plástico			100,00	91,87	72,72	11,39	11,70
3,00	No plástico			100,00	94,72	58,39	6,75	6,85
3,50	No plástico			100,00	94,60	51,56	15,20	26,50
4,00	36,10	17,85	18,25	100,00	94,54	77,13	48,74	50,55

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P004
Esquina de calles Jordana e Ing. Pereyra					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	-	-32,495532	-58,226573	

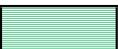
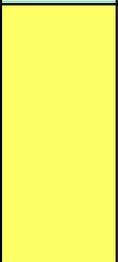
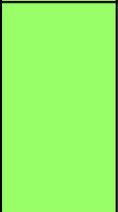
PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,20	0,20		-	-	Suelo vegetal
	2,80		SM	A-1-b	Arena limosa
3,00					
3,30	0,30		SM-SC	A-1-b	Arena limosa, arena arcillosa
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		2,80			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	No plástico			100,00	74,43	29,25	3,67	3,38
2,00	No plástico			100,00	95,72	30,99	2,69	3,11
3,00	No plástico			100,00	60,90	25,45	7,07	35,89

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P005
Inmediaciones de Arroyo Las Ánimas					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	-	-	-32,503817	-58,229985	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,20	0,20		-	-	Suelo vegetal
1,30	1,10		MH-OH	A-7-5	Limo inorgánico, arcilla orgánica de media a alta plasticidad
2,00	0,70		CH	A-4	Arcilla inorgánica de alta plasticidad
3,00	1,00		ML-OL	A-7-6	Limo orgánico y arcilla limosa orgánica de baja plasticidad
3,90	0,90		ML-OL	A-4	Limo orgánico y arcilla limosa orgánica de baja plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		1,80			



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	72,90	52,73	20,17	100,00	99,97	99,65	96,85	47,40
1,50	30,35	29,50	0,85	100,00	99,87	99,61	40,86	27,72
2,50	45,35	31,90	13,45	100,00	98,94	95,87	61,26	52,16
3,00	39,81	33,02	6,79	100,00	79,31	77,72	54,92	42,13

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	3	-	-	-	-
3,50	2	-	-	-	-



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,90	12	1,90	1,40	3	-
3,00	16	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P007
Esquina suroeste de calles Leguizamón y Artusi					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	13	106	-32,4807327	-58,2348446	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	AASHTO	SUCS		
0,00	1,30		-	-		Suelo vegetal
1,30	1,60		ML-OL	A-7-5		Arcilla limosa de baja plasticidad
2,90	1,20		MH-OH	A-7-5		Arcilla de media a alta plasticidad
4,10	1,35		MH-OH	A-5		Arcilla de media a alta plasticidad
5,45	0,25		MH-OH	A-7-5		Arcilla de media a alta plasticidad
5,70	1,50		ML-OL	A-5		Arcilla limosa de baja plasticidad
7,20						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		4,90				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,60	49,50	32,66	16,84	99,45	99,26	98,24	88,86	20,68
1,90	-	-	-	-	-	-	-	19,83
2,90	52,00	33,31	18,69	99,82	99,26	97,70	85,28	22,60
3,55	52,75	34,98	17,77	99,87	99,42	97,32	78,95	22,22
4,10	55,00	45,34	9,66	100,00	99,82	98,29	84,47	22,92
5,15	-	-	-	-	-	-	-	27,60
5,45	62,00	45,80	16,20	99,94	99,92	99,18	89,46	25,43
5,90	48,00	38,08	9,91	94,51	92,99	89,91	57,55	22,82
6,90	-	-	-	-	-	-	-	22,30

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,90	9	2,00	1,40	3	-
3,55	12	-	-	-	-
5,15	12	-	-	-	-
6,90	17	-	-	-	-



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	10	3,50	2,50	3	-
2,85	12	-	-	-	-
3,80	>30	-	-	-	-
5,00	>30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P009
Esquina suroeste Lucilo López y Tibiletti					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	7	108	-32,489503	-58,228736	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00	1,00		ML-OL	A-4		Arcilla limosa de baja plasticidad
2,00	1,50		SM	A-5		Arena limosa sin plasticidad
3,50	0,70		SM	A-4		Arena limosa sin plasticidad
4,20	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	37,00	33,33	3,67	99,42	98,85	97,30	74,28	17,25
2,20	42,50	39,25	3,25	82,68	70,64	64,77	48,49	18,00
3,50	No plástico			90,70	77,40	60,05	39,41	16,80



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
3,50	>30	3,50	2,50	3	-



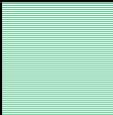
Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P010
Ex Hospital Justo José de Urquiza					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	4	-	-32,471911	-58,235234	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
2,90	1,90		SM	A-4		Arena limosa sin plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	-	-	-	-	-	-	-	22,36
2,00	No plástico			84,09	67,37	52,98	37,74	18,10
2,60	-	-	-	-	-	-	-	5,50

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	16	2,20	0,70	3	-	
2,60	30	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P011
Ex Hospital Justo José de Urquiza					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	4	-	-32,47189	-58,235183	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00						
2,50	1,50		SM	A-2-4		Arena limosa y mezcla de arena y limo
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	No plástico			86,34	70,81	54,38	35,06	19,20
2,00	No plástico			76,29	65,55	49,36	31,82	17,72

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	24	2,20	0,70	3	-	
2,00	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P012
Esquina suroeste de Galarza y Bv. Díaz Velez					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1001	-32,4870509	-58,2501569	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,40	0,40		-	-		Relleno
2,30	1,90		CH	A-7-6		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
3,10	0,80		ML-OL	A-5		Arcilla limosa orgánica de baja plasticidad
3,30	0,20		SC	A-2-4		Arena arcillosa sin plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		7,50				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	48,50	21,50	27,00	99,72	98,88	93,45	72,53	28,00
1,70	-	-	-	-	-	-	-	26,00
1,80	52,00	29,00	23,00	100,00	99,81	96,37	74,09	33,00
2,75	48,00	44,50	3,50	99,44	98,07	94,06	57,24	38,00
3,00	-	-	-	-	-	-	-	12,00
3,30	No plástico			100,00	99,98	86,08	20,77	10,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	10	3,00	1,70	3	-
3,00	17	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P013
Alfonsina Storni, Concejal Morend, Millán y Contador Rubinsky					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	11	420	-32,471222	-58,243241	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00	1,10		-	-	Suelo vegetal
1,10					
2,00	0,90		CL	A-6	Arcilla de baja plasticidad
3,10	1,10		SM	A-2-4	Arena limosa
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	29,60	16,76	12,84	100,00	99,86	96,64	48,79	16,15
2,35	26,30	24,92	1,38	99,91	99,73	16,13	13,27	20,24

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,75	10	1,60	1,50	3	-
2,70	13	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P014
Alberdi 830					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	14	102	-32,486346	-58,23401	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00			CH	A-7-5		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
2,20	1,40		CL-ML	A-7-6		Arcilla limo inorgánica de mediana plasticidad
3,60	1,60		SW-SM	A-2-4		Arena limosa
5,20	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	52,00	19,00	33,00	99,77	98,95	93,50	76,91	23,54
2,20	44,70	21,63	23,07	99,55	98,68	82,25	72,52	21,27
3,15	41,50	17,60	23,89	99,43	98,56	89,81	68,55	23,48
4,20	25,30	-	-	50,18	44,67	16,82	11,55	5,62



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	8	1,50	1,50	3	-
2,70	12	2,50	2,00	3	-
3,70	19	-	-	-	-
4,50	30	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P015
Alberdi 830					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	14	102	-32,486282	-58,23406	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,20	1,20		-	-	Suelo vegetal
3,60	2,40		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica de media plasticidad
5,60	2,00		SM	A-2-4	Arena limosa
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	41,60	27,50	14,10	99,92	99,49	89,22	79,13	13,20
2,45	42,00	16,30	25,70	99,77	98,60	91,54	69,57	21,20
3,25	48,25	21,70	26,56	99,17	98,11	90,35	67,99	17,90
4,23	No posee			59,16	53,88	26,86	21,20	11,47

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	8	1,50	1,50	3	-
2,80	15	2,50	2,00	3	-
3,60	25	-	-	-	-
4,70	30	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P016
Esquina Bv. Los Constituyentes y Artusi					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	556	-32,482308	-58,242985	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	AASHTO	SUCS	Descripción
0,00					
0,60	0,60		-	-	Suelo vegetal
1,50	0,90		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica de media a alta plasticidad
2,00	0,50		CL	A-6	Arcilla inorgánica de media a alta plasticidad
3,00	1,00		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica de media a alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	50,00	16,60	33,40	100,00	98,82	94,33	59,05	-
1,50	37,00	17,50	19,50	99,51	99,13	96,58	58,28	-
2,00	41,00	15,00	26,00	99,80	98,66	64,31	54,41	-
2,20	45,00	15,85	19,15	99,76	99,23	96,03	35,37	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	12	1,10	1,40	3	-
2,70	15	2,20	2,10	3	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P017
Esquina de calles 8 de Junio y Erausquin					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	203	-32,481983	-58,22916	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,75	0,75		-	-	Relleno y suelo vegetal
1,55	0,80		CL	A-7-6	Arcilla de media plasticidad
2,40	0,85		CL	A-7-5	Arcilla de media plasticidad
3,10	0,70		CL	A-6	Arcilla de media plasticidad
4,00	0,90		CL	A-7-5	Arcilla de media plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	47,00	17,00	20,00	100,00	98,94	98,45	97,58	21,25
1,55	42,00	10,00	32,00	100,00	98,42	98,38	97,34	17,85
2,40	40,00	15,00	25,00	100,00	98,10	97,15	85,32	21,37
3,10	42,00	10,00	32,00	100,00	97,68	95,24	64,34	20,28

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
2,00	6	2,00	1,50	3	-
2,70	10	2,70	1,60	3	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P018
Esquina Bv. 12 de Octubre y Av. Dr. R. Uncal					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	23	1414	-32,47621	-58,263034	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	0,90		-	-		Suelo vegetal
0,90			CH	A-7-5		Arcilla inorgánica de media a alta plasticidad
2,00	1,10		CH	A-7-6		Arcilla inorgánica de media a alta plasticidad
3,20	1,20					
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO									
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾				Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200		
1,00	58,00	32,85	25,15	99,18	98,36	97,88	90,42	-	
2,00	68,00	25,83	42,17	100,00	98,81	97,12	91,12	-	
2,60	65,00	27,60	37,40	99,41	98,67	97,07	90,70	-	

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada				Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,70	13	1,40	1,20	3	-	
2,30	13	-	-	-	-	
2,90	14	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P019
Juan Lacava 174					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1103	-32,486001	-58,252977	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,90	0,90		-	-	Suelo vegetal
2,35	1,45		CL	A-7-6	Arcilla de media plasticidad
2,90	0,55		CL	A-6	Arcilla de media plasticidad
4,35	1,45		SC	A-6	Arena arcillosa
4,85	0,50		SC	A-2-4	Arena arcillosa
6,00	1,15		-	-	Tosca
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,35	41,00	16,00	25,00	99,36	98,02	92,20	66,68	14,00
2,35	39,00	19,00	20,00	99,87	99,54	91,93	54,56	14,00
3,35	26,00	14,00	12,00	99,08	98,75	90,25	37,71	10,00
4,35	No posee			31,88	78,74	61,63	10,87	6,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
0,80	13	1,30	1,60	3	-
2,30	12	2,00	1,70	3	-
3,30	8	-	-	-	-
4,30	14	-	-	-	-
5,40	20	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P020
Juan Lacava 174					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1103	-32,486158	-58,252948	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,80	0,80		-	-		Suelo vegetal
2,90	2,10		CL	A-6		Arcilla de media plasticidad
4,40	1,50		SC	A-6		Arena arcillosa
4,90	0,50		SC	A-2-4		Arena arcillosa
6,00	1,10		-	-		Tosca
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,40	36,00	20,00	16,00	99,49	97,73	90,42	66,55	15,00
2,40	38,00	16,00	22,00	99,95	99,60	92,50	61,00	14,00
3,40	28,00	15,00	13,00	99,42	98,57	89,94	41,66	10,00
4,40	No posee			82,50	76,40	59,20	15,00	6,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,30	11	1,30	1,60	3	-
2,30	11	2,00	1,70	3	-
3,30	9	-	-	-	-
4,30	15	-	-	-	-
5,55	20	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P021
Juan Lacava 174					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1103	-32,48613	-58,252847	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,80	0,80		-	-		Suelo vegetal
2,35	1,55		CL	A-7-6		Arcilla de media plasticidad
4,90	2,55		SC	A-6		Arena arcillosa
6,00	1,10		-	-		Tosca
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,35	45,00	22,00	23,00	99,50	97,30	95,40	82,40	18,00
2,35	35,00	18,00	17,00	99,30	97,30	92,62	52,57	17,00
3,35	30,00	16,00	14,00	98,45	95,24	89,32	34,12	12,00
4,45	No posee			83,77	79,79	66,26	42,32	8,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,30	9	1,30	1,60	3	-
2,30	11	2,00	1,70	3	-
3,30	8	-	-	-	-
4,30	20	-	-	-	-
5,20	25	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P022
Esquina Bv. Los Constituyentes y Sartorio					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	12	561	-32,4783944	-58,2439039	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,50		-	-		Suelo vegetal
1,50				CH	A-7-6	
4,50	0,60			CH	A-6	
5,10						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
2,10	60,00	22,00	38,00	100,00	99,22	96,91	72,10	25,00
2,90	47,00	24,00	23,00	100,00	99,83	98,60	65,03	22,00
3,80	58,00	14,00	44,00	100,00	99,54	99,00	56,76	22,00
4,50	36,00	19,10	16,90	100,00	99,97	99,13	40,27	17,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,80	11	2,00	1,72	3	-
2,60	11	-	-	-	-
3,40	13	-	-	-	-
4,10	22	-	-	-	-
4,80	16	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P023
Esquina Bv. Díaz Vélez & Bv. Hipólito Yrigoyen					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	-	-	-32,480454	-58,251203	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,80		SC	A-2-6	Arenas acillosas	
0,80						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO									
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾				Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200		
0,80	37,00	20,50	16,50	44,54	31,27	23,65	13,10	-	

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-		-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P024
Bv. Díaz Vélez 564					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	962	-32,479445	-58,251419	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,90		CL	A-7-6	Arcillas limosas de mediana plasticidad	
0,90						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,90	45,00	18,50	26,50	99,89	98,48	89,49	51,49	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P025
Bv. Díaz Vélez 524					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	961	-32,480003	-58,251314	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,95		CH	A-7-6	Arcillas inorganicas de alta plasticidad	
0,95						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,95	54,00	25,00	29,00	100,00	99,42	96,10	83,56	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
-	-	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P026
Bv. Díaz Vélez 660					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	964	-32,47799	-58,251709	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,80		CL	A-7-6	Arcillas limosas de mediana plasticidad	
0,80						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO									
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾				Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP		#4	#10	#40	#200	
0,80	46,00	21,00	25,00		99,85	99,40	95,24	73,27	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-		-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P027
Bv. Díaz Vélez 736					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	965	-32,476932	-58,251928	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,05		CH	A-7-6	Arcillas inorganicas de alta plasticidad	
1,05						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,05	59,00	24,00	35,00	99,87	99,71	94,34	73,92	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
-	-	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P028
Bv. Díaz Vélez 565					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	1012	-32,47943	-58,251421	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,30		CL	A-6		Arcillas limosas de mediana plasticidad
1,30						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	35,00	19,00	16,00	95,87	93,44	82,41	48,20	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
-	-	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P029
Bv. Díaz Vélez 535					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	1010	-32,47986	-58,251345	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,04		CL	A-7-6	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad	
1,04						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,04	45,40	18,20	27,20	99,58	97,76	87,47	55,73	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
-	-		-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P030
Esquina Bv. Dr. R. Uncal y Estrada					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1408	-32,483357	-58,261542	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,15		-	-		Suelo vegetal
1,15						
	0,95		CL	A-7-6		Arcillas inorganicas de baja a media plasticidad
2,10						
	0,80		CL	A-6		Arcillas inorganicas de baja a media plasticidad
2,90						
3,00	0,10		CL	A-4		Arcillas inorganicas de baja a media plasticidad
3,13	0,13		SM	A-3		Arena limosa mezcla de arena y limo
	0,37		-	-		Tosca
3,50						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,40	45,00	27,00	18,00	100,00	99,56	97,65	69,40	-
2,10	31,00	22,00	9,00	94,94	91,22	82,60	51,85	-
2,90	35,00	25,00	10,00	98,93	98,14	92,40	51,36	-
3,00	No plastico			99,70	98,56	86,81	10,81	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,45	10	1,20	1,54	3	-
2,50	4	-	-	-	-
3,40	28	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P031
25 de Agosto entre Artigas y Tibiletti					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	109	-32,490685	-58,228711	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,90	0,90		-	-	Suelo vegetal
1,80	0,90		CL	A-7-6	Arcillas inorganicas de baja a media plasticidad
3,40	1,60		CL	A-6	Arcillas inorganicas de baja a media plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,35	42,00	23,00	19,00	100,00	99,86	97,25	78,96	30,25
1,80	40,00	18,00	22,00	98,69	98,55	93,82	69,08	23,76
2,15	36,00	15,00	21,00	100,00	99,98	93,22	51,57	18,62
2,70	36,00	15,00	21,00	100,00	99,94	94,37	53,71	20,00
3,10	37,00	16,00	21,00	100,00	99,78	94,74	67,43	28,92

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,40	13	2,20	1,65	3	-	
2,20	16	-	-	-	-	
3,15	14	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P032
Cochabamba, Moreno, Ing. Pereyra y J.D. Perón					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	8	16	-32,495775	-58,229689	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,20	1,20		-	-		Suelo vegetal
2,10	0,90		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
3,20	1,10		SW	A-4		Arena gruesa bien graduada
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	41,00	18,00	23,00	100,00	95,00	80,00	65,00	-
2,10	No Plastico			100,00	80,00	56,00	45,00	-
2,80	No Plastico			100,00	78,00	52,00	40,00	-
3,20	No Plastico			100,00	82,00	49,00	38,00	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	10	2,00	3,15	3	-	
2,20	18	-	-	-	-	
2,90	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P033
Cochabamba, Moreno, Ing. Pereyra y J.D. Perón					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	8	16	-32,495775	-58,229676	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,20	1,20		-	-		Suelo vegetal
2,80	1,60		CL	A-7-6		Arcilla de baja a media plasticidad
3,40	0,60		SW	A-4		Arena gruesa bien graduada
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	45,00	25,00	20,00	100,00	95,00	80,00	65,00	-
1,90	35,00	16,00	19,00	100,00	93,00	78,00	52,00	-
2,80	No Plastico			100,00	76,00	48,00	25,00	-
3,40	No Plastico			100,00	69,00	43,00	26,00	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,60	10	2,00	3,15	3	-	
2,30	20	-	-	-	-	
3,10	40	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P034
Bv. Díaz Vélez 885					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	23	1015	-32,474254	-58,252472	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,10	1,10		-	-	Suelo vegetal
1,90	0,80		CL	A-7-6	Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
3,30	1,40		CH	A-7-5	Arcilla de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	48,00	24,00	24,00	100,00	99,80	98,47	84,14	22,05
1,90	59,00	22,00	37,00	100,00	88,95	84,40	77,65	35,12
2,70	80,00	26,00	54,00	100,00	98,34	97,10	89,81	33,49
3,30	83,00	35,00	48,00	100,00	98,10	96,90	91,88	34,42

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,40	10	1,40	1,10	3	-
2,20	10	-	-	-	-
3,10	11	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P035
Antártida Argentina 279					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	406	-32,4792939	-58,2255404	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,75	0,75		-	-		Suelo vegetal
1,70	0,95		CL-ML	A-4		Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
2,40	0,70		CL	A-4		Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
3,10	0,70		CL	A-6		Arcilla inorganica de baja a media plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,90	26,00	19,00	7,00	100,00	95,49	91,61	57,89	-
1,70	28,00	18,00	10,00	99,57	97,70	94,95	56,93	-
2,40	30,00	19,00	11,00	100,00	98,72	95,92	57,10	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,35	9	2,50	1,83	3	-	
2,00	9	-	-	-	-	
2,80	10	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P036
Esquina de calles Antártida Argentina y Artusi					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	2	457	-32,478757	-58,225121	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,85	0,85		-	-	Suelo vegetal
2,00	1,15		CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
2,60	0,60		SC	A-2-6	Arena arcillosa
3,20	0,60		GC	A-2-6	Grava arcillosa
Fin de la perforación			SC	A-2-4	Arena arcillosa
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,05	43,00	22,00	21,00	99,70	97,81	93,52	64,57	-
2,00	34,00	19,50	14,50	56,38	51,18	47,28	27,28	-
2,60	36,00	20,00	16,00	33,17	29,52	26,39	11,78	-
3,20	27,00	19,00	8,00	69,61	62,96	54,55	24,49	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,40	9	2,20	1,93	3	-
2,30	30	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P037
Esquina de calles Antártida Argentina y Artusi					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	2	457	-32,478734	-58,22503	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,65	0,65		-	-	Suelo vegetal
2,00	1,35		CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
2,60	0,60		SC	A-2-6	Arena arcillosa
3,20	0,60		GC	A-2-6	Grava arcillosa
Fin de la perforación			SC	A-2-4	Arena arcillosa
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	45,00	22,50	22,50	99,50	97,01	90,77	62,97	-
2,00	33,00	19,00	14,00	58,36	49,21	48,01	26,33	-
2,60	36,50	21,50	15,00	34,98	30,91	25,48	9,07	-
3,20	25,00	17,50	7,50	67,33	63,80	50,09	26,00	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,40	10	2,20	1,93	3	-
2,25	30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P038
Don Bosco, Bv. Díaz Velez, Bv. 12 de octubre y 9 del Oeste					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	22	1017	-32,475502	-58,252898	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,90	0,90		-	-	Suelo vegetal
2,90	2,00		CH	A-7-5	Arcillas inorganicas alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	63,00	31,30	31,70	100,00	98,30	90,10	85,60	31,00
2,00	65,00	30,20	34,80	100,00	94,00	86,30	77,40	34,20
2,90	68,00	31,10	36,90	100,00	92,20	82,30	73,00	30,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,40	8	1,40	1,63	3	-
2,30	10	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P039
Don Bosco, Bv. Díaz Velez, Bv. 12 de octubre y 9 del Oeste					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	22	1017	-32,475228	-58,252972	

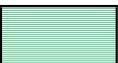
PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,10		-	-		Suelo vegetal
1,10			CH	A-7-5		Arcillas inorganicas alta plasticidad
2,40	0,35		OH	A-7-5		Arcillas organicas alta plasticidad
2,75						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	60,00	32,00	28,00	100,00	95,33	92,20	82,70	31,70
2,40	73,00	47,50	25,50	100,00	94,70	88,64	74,14	35,30

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	8	1,40	1,63	3	-	
2,75	9	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P040
Don Bosco, Bv. Díaz Velez, Bv. 12 de octubre y 9 del Oeste					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	22	1017	-32,475156	-58,252646	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,80	0,80		-	-	Suelo vegetal
1,40	0,60		CH	A-7-6	Arcillas inorgánicas alta plasticidad
3,00	1,60		OH	A-7-5	Arcillas orgánicas de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO									
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]	
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200		
1,00	58,10	27,00	31,10	100,00	91,00	88,60	77,50	30,40	
1,90	63,30	33,00	30,30	100,00	94,00	83,90	70,20	33,00	
3,00	75,00	50,00	25,00	100,00	89,50	75,30	69,40	33,70	

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,30	11	1,40	1,63	3	-	
2,20	10	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P041
Esquina de calles San Martín y ChiloteGuy					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	14	551	-32,487399	-58,241763	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,80	0,80		-	-	Relleno
1,90	1,10		CH	A-7-6	Arcillas inorganica alta plasticidad
3,00	1,10		ML-OL	A-4	Limos inorganicos-arenas muy finas-polvo de rocas
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		1,90			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,05	50,50	39,20	11,30	100,00	93,94	86,69	66,46	31,70
1,90	31,38	31,00	0,38	100,00	85,42	72,39	53,29	29,70

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	11	2,40	3,30	2	-	
2,40	26	-	-	-	-	
2,70	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P042
Esquina de calle San Martín y Chilotey					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	14	551	-32,487291	-58,241918	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,80	0,80		-	-	Suelo vegetal
1,90	1,10		ML-OL	A-4	Limos inorganicos-arenas muy finas-polvo de rocas
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	34,50	31,00	3,50	76,00	57,65	52,03	43,87	31,50

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
2	18	2,40	3,30	2	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P043
3 de Febrero, Ing. Pereyra, Mariano Moreno y Primero del Sur					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	15	17	-32,496613	-58,230554	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,75	0,75		-	-	Relleno
1,10	0,35		-	-	Suelo vegetal
1,90	0,80		SM	A-4	Mezcla de arena y limo calcáreo no plástico
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	No posee			87,64	72,65	60,29	38,87	28,80
1,90	No posee			98,00	73,80	61,50	37,50	30,10

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	13	1,70	2,10	3	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P044
3 de Febrero, Ing. Pereyra, Mariano Moreno y Primero del Sur					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	15	17	-32,496602	-58,230588	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,70	0,70		-	-		Relleno
1,55	0,85		-	-		Suelo vegetal
2,20	0,65		SM	A-4		Mezcla de arena y limo calcáreo no plástico
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,60	No posee			81,20	75,40	61,60	40,00	25,60
2,20	No posee			86,90	71,60	65,30	37,70	29,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,90	20	1,70	2,10	3	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P045
J.J. Rizzo, Ing. Henry, Ereño y Av. Costanera Paysandú					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	3	405	-32,487004	-58,224539	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,05		-	-		Suelo vegetal
1,05	0,35		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica, de baja o media plasticidad
1,40	1,00		OH-MH	A-7-6		Arcilla orgánica, de media o alta plasticidad
2,40	1,30		OH-MH	A-7-5		Arcilla orgánica, de media o alta plasticidad
3,70	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	49,10	25,00	24,10	100,00	99,00	97,00	85,00	26,90
1,40	50,20	28,10	22,10	100,00	98,00	97,00	90,00	26,51
2,40	70,90	39,50	31,40	100,00	99,00	97,00	92,00	31,40
3,30	70,70	40,70	30,00	100,00	100,00	99,00	95,00	34,96



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,75	12	1,70	1,93	3	-
2,75	13	-	-	-	-
3,7	10	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P046
Esquina Bv. Prof. Facundo Arce y 35 del Oeste Norte					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
-	-	-	-32,472735	-58,280184	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,80	0,80		-	-		Suelo vegetal
2,15	1,35		ML-OL	A-7-6		Limo inorganico
3,05	0,90		SM	A-2-4		Arena limosa
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	42,00	23,80	18,20	100,00	98,29	91,40	66,23	20,27
2,15	No posee			100,00	93,15	91,67	26,28	12,77

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	9	1,50	1,90	3	-	
2,75	14	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P047
Ex Hospital J.J. de Urquiza					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	4	-	-32,470982	-58,233512	

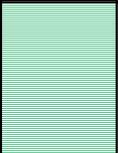
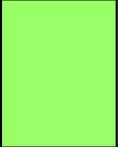
PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,90		-	-		Suelo vegetal
0,90						
1,15	0,25		ML	A-5		Limo inorgánico, limo arenoso
	1,05		ML	A-5		Limo inorgánico
2,20						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,15	42,00	33,00	9,00	100,00	97,40	94,10	81,10	-
1,95	No posee			85,01	69,20	55,60	41,80	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,60	25	1,90	2,00	3	-	
2,20	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P048
8 de Junio Nº 881, entre Cgso. de Tucuman y 14 de Julio					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	153	-32,483178	-58,235585	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,35	0,35		-	-		Relleno
1,50	1,15		-	-		Suelo vegetal
2,40	0,90		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de baja a media plasticidad
3,50	1,10		ML-OL	A-6		Limo inorgánico ligeramente plástico
4,50	1,00		ML-OL	A-7-6		Limo inorgánico ligeramente plástico
5,30	0,80		ML-OL	A-6		Limo inorgánico ligeramente plástico
7,00	1,70		CL	A-7-6		Arcilla inorganica arenosa de baja a media plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		5,40				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	47,00	25,00	22,00	100,00	97,00	93,00	76,00	22,00
2,40	39,00	26,00	13,00	100,00	100,00	97,00	77,00	26,00
3,50	42,00	28,00	14,00	99,00	99,00	95,00	67,00	22,00
4,50	39,00	28,00	11,00	99,00	98,00	95,00	77,00	28,00
5,30	47,00	28,00	19,00	100,00	100,00	96,00	76,00	36,00
6,10	46,00	23,00	23,00	100,00	99,00	96,00	64,00	24,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,90	9	1,90	1,37	3	-
2,90	11	4,00	1,77	3	-
4,00	12	-	-	-	-
4,80	20	-	-	-	-
5,65	12	-	-	-	-
6,45	15	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P049
Galarza entre Erausquin y Ugarteche					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	151	-32,483483	-58,229234	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
2,10	1,10		CL	A-7-6		Arcilla de baja plasticidad
2,90	0,80		CL	A-6		Arcilla de baja plasticidad
3,60	0,70		CH	A-7-6		Arcilla de alta plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	49,00	14,00	35,00	100,00	91,00	82,00	64,00	23,70
1,30	45,00	23,00	22,00	100,00	90,00	79,00	57,00	23,90
2,10	40,00	24,00	16,00	100,00	89,00	77,00	53,00	21,52
2,90	64,00	19,00	45,00	100,00	92,00	84,00	68,00	20,63

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,38 - 1,98	11	1,90	1,20	3	-	
2,20 - 2,80	11	-	-	-	-	
3,00 - 3,60	21	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P050
Juan Domingo Perón 676					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	64	-32,494304	-58,229345	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00					Suelo vegetal
2,35	1,35		CH	A-7-6		Arcilla inorganicas alta plasticidad
2,90	0,55		ML-OL	A-4		Limo Inorganico calcareo arcillo-arenoso
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	45,00	17,76	27,24	100,00	98,00	92,00	70,40	24,19
2,20	50,60	26,00	24,60	100,00	98,00	87,60	63,38	28,45
2,35	33,50	23,91	9,59	100,00	100,00	76,10	42,31	24,41

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,60	6	2,80	3,70	3	-	
2,90	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P051
Bartolomé Mitre 468					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	6	206	-32,480399	-58,229846	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,08	1,08		-	-	Suelo vegetal
2,05	0,97		CL	A-7-6	Arcilla limosa de baja plasticidad
3,00	0,95		ML-OL	A-7-5	Limo inorganico - Arcilla limosa de baja plasticidad
Fin de la perforación			ML-OL	A-4	Limo inorganico - Arcilla limosa de baja plasticidad
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	44,00	21,25	22,75	100,00	100,00	100,00	66,00	-
2,05	49,00	31,85	17,15	100,00	100,00	100,00	72,00	-
3,00	26,00	23,12	2,88	100,00	100,00	100,00	52,00	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,30 - 1,90	10	1,90	1,13	3	-	
2,20 - 2,80	11	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P052
22 Del Oeste Norte y Vías del ferrocarril (B° 55 viviendas Agmer)					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	29	-	-32,480833	-58,268055	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,70	0,70		-	-	Suelo vegetal
1,85	1,15		MH-OH	A-7-5	Arcillas organica y limo inorganico de alta plasticidad
3,20	1,35		MH-OH	A-7-6	Arcillas organica y limo inorganico de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,90	57,56	38,08	19,48	100,00	99,84	97,33	82,88	40,07
1,85	52,12	28,15	23,97	100,00	99,87	98,70	84,41	24,73
2,55	51,65	28,00	23,65	100,00	99,76	98,00	83,73	22,65

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	9	1,90	1,20	3	-	
2,20	12	-	-	-	-	
2,90	12	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P053
22 Del Oeste Norte y Vías del ferrocarril (B° 55 viviendas Agmer)					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	29	-	-32,481389	-58,267222	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,00	1,00		-	-	Suelo vegetal
1,85	0,85		MH-OH	A-7-5	Arcillas organica y limo inorganico de alta plasticidad
3,20	1,35		ML-OL	A-7-6	Limo organico y limo inorganico de baja plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,15	56,94	44,87	12,07	100,00	100,00	99,69	89,57	30,33
1,85	47,07	28,17	18,90	100,00	99,97	99,11	84,67	21,47
2,55	47,10	27,97	19,13	100,00	99,91	98,95	86,33	20,94

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	17		1,90	1,20	3	-
2,20	17		-	-	-	-
2,90	18		-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P054
La soñada - Cuartel N°1 - Manzana Int. N°15 - Lote 8 b 9					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	-	-	-32,468918	-58,272063	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,85	0,85		-	-		Suelo vegetal
2,85	2,00		MH-OH	A-7-5		Arcilla de media a alta plasticidad
3,50	0,65		ML-OL	A-7-6		Limo inorganico
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	66,00	37,50	28,50	100,00	100,00	100,00	96,00	36,94
2,10	65,00	33,79	31,21	100,00	100,00	100,00	97,00	34,51
2,85	47,00	27,57	19,43	100,00	100,00	100,00	67,00	28,04

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,30 - 1,90	6	2,10	1,33	3	-	
2,20 - 2,80	10	-	-	-	-	
2,90 - 3,50	13	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P055
Millan 370					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	358	-32,480585	-58,239811	

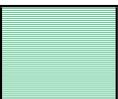
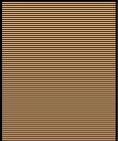
PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,05	1,05		-	-	Suelo vegetal
3,80	2,75		CH	A-7-6	Arcilla inorganica de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	48,62	25,89	22,73	100,00	98,40	90,05	58,30	21,30
2,20	43,33	23,10	20,23	100,00	99,10	86,50	58,10	20,00
3,15	52,55	28,27	24,28	100,00	100,00	91,20	62,90	23,60

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,17 - 1,77	11	1,60	1,63	3	-
2,20 - 2,80	11	-	-	-	-
3,20 - 3,80	14	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P056
Erasquin 275					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	156	-32,480146	-58,229605	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,20	1,20		-	-	Suelo vegetal
1,80	0,60		CL	A-7-6	Arcilla de baja plasticidad
3,60	1,80		-	-	Tosca
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		1,70			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	46,00	24,00	22,00	100,00	90,00	79,00	57,00	23,90
2,10	No posee			-	-	-	-	24,50
2,90	No posee			-	-	-	-	23,00
3,60	No posee			-	-	-	-	22,70

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,38 - 1,98	11	2,20	2,60	3	-
2,20 - 2,80	11	-	-	-	-
3,00 - 3,60	21	-	-	-	-

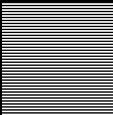
Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P057
Pablo Lorentz entre 25 de Mayo y Urquiza					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	12	13	-32,475706	-58,234405	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,30	0,30		-	-	Suelo vegetal
1,10	0,80		-	-	Ripio
2,10	1,00		CL	A-6	Arcilla inorganica de color negro con arena
2,90	0,80		-	-	Tosca
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		2,10			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	36,00	19,80	16,20	100,00	99,10	95,90	65,20	24,90

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,55	13	1,60	1,60	3	-
2,50	>30	2,10	2,67	3	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P058
Erausquin entre Artusi y Estrada					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	157	-32,479388	-58,229859	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			Descripción	
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	0,85		-	-	Relleno	
0,85						
1,10	0,25		-	-	Suelo organico de color negro con arena	
3,20	2,10		CL	A-6	Arcilla inorganica de color negro con arena	
Fin de la perforación			-	-	Tosca	
Nivel Freático:		1,70				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	35,33	19,35	15,98	100,00	99,80	96,80	60,23	23,21
2,20	37,07	23,06	14,01	100,00	98,90	97,20	60,42	24,04

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,70	5	2,20	2,00	3	-	
2,90	18	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P059
La Soñada Manzana N 715 - Lote 4 b 5					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
-	-	-	-32,468928	-58,272192	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,85	0,85					Suelo vegetal
3,00	2,15		MH-OH	A-7-5		Arcilla de media a alta plasticidad
4,00	1,00		ML-OL	A-7-6		Limo inorganico
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,15	66,00	37,50	28,50	100,00	100,00	100,00	96,00	36,38
2,00	65,00	33,79	31,21	100,00	100,00	100,00	97,00	39,02
3,00	47,00	27,57	19,43	100,00	100,00	100,00	67,00	29,71

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,25 - 1,85	8		2,10	1,60	3	-
2,20 - 2,80	12		-	-	-	-
3,15 - 3,75	21		-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P060
Estrada 1276					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	558	-32,481228	-58,242874	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			Descripción	
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	0,95		-	-	Suelo vegetal	
0,95						
3,00	2,05		CL	A-6	Arcilla inorganica arenosa	
3,30						
3,30	0,30		-	-	Tosca	
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		1,00				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,15	35,33	19,35	15,98	100,00	99,80	96,80	60,23	25,66
2,10	37,07	23,06	14,01	100,00	98,90	97,20	60,42	29,50

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,60	7	2,80	2,33	3	-
2,60	6	-	-	-	-
3,20	>30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P061
9 de Julio 972					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	14	251	-32,485472	-58,236769	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,75	0,75		-	-		Suelo vegetal
4,00	3,25		CH	A-7-6		Arcilla inorganica de alta plasticidad
Fin de la perforación			CH	A-7-6		Arcilla inorganica de alta plasticidad
Nivel Freático:	No aparece					

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,10	45,60	19,50	24,80	100,00	99,49	97,18	81,21	23,50
1,50	-	-	-	-	-	-	-	21,59
1,90	49,30	24,50	24,80	100,00	99,66	96,44	75,18	23,50
2,50	-	-	-	-	-	-	-	19,93
3,00	44,00	20,42	23,58	100,00	99,61	95,33	65,83	21,50
3,60	-	-	-	-	-	-	-	21,80
4,00	49,50	20,86	28,64	100,00	99,39	95,30	68,69	21,20



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	11	2,20	2,57	3	-
2,50	13	-	-	-	-
3,60	15	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P062
Esquina de calles Dr. Lacava y Posadas					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1055	-32,485431	-58,25288	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,50	0,50		-	-	Suelo vegetal
2,30	1,80		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
3,50	1,20		OL	A-6	Limo-arcilloso con arena
5,00	1,50		-	-	Tosca
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		3,70			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,40	47,00	24,00	23,00	-	-	-	66,00	16,00
1,85	44,00	22,00	22,00	-	-	-	60,00	-
2,00	-	-	-	-	-	-	-	12,00
2,20	42,00	21,00	21,00	-	-	-	55,00	-
2,45	-	-	-	-	-	-	-	11,00
2,65	36,00	-	-	-	-	-	53,00	-
2,92	31,00	-	-	-	-	-	52,00	10,00
3,40	32,00	-	-	-	-	-	36,00	24,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
2,20	15	1,40	1,50	3	Zapata aislada
3,40	24	-	-	-	-
4,90	26	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P063
Esquina de calles Artusi y 9 del Oeste Norte					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	24	1055	-32,484879	-58,252634	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,25		-	-		Suelo vegetal
1,25	0,96		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
2,21	0,32		-	-		Canto rodado
2,53	0,67		ML-OL	A-4		Canto rodado y tosca
3,20	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		2,73				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
2,00	48,00	26,00	22,00	-	-	-	68,00	21,00
2,55	40,00	31,00	9,00	-	-	-	55,00	27,00
2,77	-	-	-	-	-	-	55,00	-



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
2,00	12	1,70	1,60	3	Zapata aislada
3,15	12	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P064
Rocamora, Antártida Argentina, Galarza y Perú					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	402	-32,481967	-58,225448	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,90		-	-		Relleno de brosa
0,90						
1,00	0,10		CL	A-7-6		Limo arcilloso
	4,00		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
5,00						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,45	-	-	-	-	-	-	95,00	-
1,00	-	-	-	-	-	-	93,00	15,00
1,20	36,00	25,00	11,00	-	-	-	-	-
1,50	-	-	-	-	-	-	91,00	14,00
1,65	43,00	24,00	19,00	-	-	-	-	-
2,00	46,00	25,00	21,00	-	-	-	92,00	13,00
2,35	45,00	15,00	30,00	-	-	-	-	-
2,50	-	-	-	-	-	-	91,00	12,00
2,65	43,00	19,00	24,00	-	-	-	-	-
3,00	42,00	21,00	21,00	-	-	-	91,00	15,00
3,30	42,00	-	-	-	-	-	80,00	-
3,50	-	18,00	-	-	-	-	-	12,00
3,65	-	-	-	-	-	-	66,00	-
3,70	41,00	-	-	-	-	-	50,00	-
4,00	40,00	17,00	23,00	-	-	-	-	11,00
4,30	40,00	-	-	-	-	-	-	-
4,40	-	13,00	-	-	-	-	-	3,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
2,20	16	2,20	2,00	3	Zapata aislada
4,20	30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P065
Esquina de calles 9 de Julio y Perú					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	7	401	-32,483416	-58,225332	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,40		CL	A-6		Arcilla orgánica y suelo calcáreo
1,40						
	1,25		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
2,65						
	1,35		OH-MH	A-7-5		Loess con pequeño porcentaje de arena
4,00						
Fin de la perforación			OH-MH	A-7-5		Loess con pequeño porcentaje de arena
Nivel Freático:		No aparece				

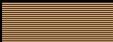
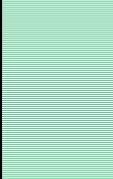


PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,60	39,00	7,00	32,00	-	-	-	88,00	16,00
0,80	-	12,00	-	-	-	-	-	-
1,00	41,00	-	-	-	-	-	82,00	-
1,15	-	15,00	-	-	-	-	-	20,00
1,30	-	-	-	-	-	-	83,00	-
1,50	43,00	19,00	24,00	-	-	-	-	-
1,60	-	-	-	-	-	-	78,00	10,00
1,80	-	14,00	-	-	-	-	-	-
1,90	-	-	-	-	-	-	74,00	-
2,00	-	-	-	-	-	-	-	4,00
2,20	-	11,00	-	-	-	-	-	-
2,25	-	-	-	-	-	-	71,00	-
2,32	-	-	-	-	-	-	-	20,00
2,50	40,00	-	-	-	-	-	-	33,00
2,65	-	20,00	-	-	-	-	70,00	-
2,85	-	-	-	-	-	-	55,00	-
2,90	-	-	-	-	-	-	-	30,00
3,00	50,00	30,00	20,00	-	-	-	41,00	-
3,30	-	-	-	-	-	-	34,00	-
3,40	-	-	-	-	-	-	-	26,00
3,50	60,00	32,00	28,00	-	-	-	-	-
3,70	-	-	-	-	-	-	31,00	-
3,90	55,00	-	-	-	-	-	-	-
4,00	-	34,00	-	-	-	-	30,00	23,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,65	16	1,70	2,00	3	Zapata aislada
3,00	30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P066
Bv. 12 de Octubre, Maipú, Reibel y P. Scéliga					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	12	466	-32,474276	-58,24269	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,15	0,15		-	-	Relleno de tosca
1,40	1,25		-	-	Suelo vegetal
2,00	0,60		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica
3,00	1,00		CL	A-7-5	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
3,50	0,50		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
5,00	1,50		CL	A-6	Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
6,00	1,00		SC	-	Arena arcillosa
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

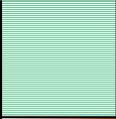


PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,90	-	-	-	-	-	-	93,00	-
1,15	-	30,00	-	-	-	-	-	18,00
1,25	46,00	-	-	-	-	-	-	-
1,50	-	25,00	-	-	-	-	95,00	20,00
1,65	50,00	-	-	-	-	-	-	-
1,95	43,00	26,00	17,00	-	-	-	-	16,00
2,00	-	-	-	-	-	-	97,00	-
2,30	42,00	-	-	-	-	-	-	16,00
2,50	-	27,00	-	-	-	-	96,00	-
2,70	45,00	-	-	-	-	-	-	18,00
3,00	49,00	27,00	22,00	-	-	-	95,00	22,00
3,50	37,00	23,00	14,00	-	-	-	91,00	17,00
4,00	-	-	-	-	-	-	81,00	13,00
4,50	-	-	-	-	-	-	78,00	10,00
5,00	-	-	-	-	-	-	79,00	5,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,70	15	1,70	2,00	3	Zapata aislada
4,10	24	-	-	-	-
5,50	29	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P067
Esquina de calles Mitre y Fray Mocho					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	19	655	-32,483391	-58,244412	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00			-	-		Suelo vegetal
1,00	1,00		CH	A-7-6		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
2,00	1,00		CH	A-7-6		Canto rodado con arcilla
2,30	0,30		CH	A-7-6		Pedregullo
2,65	0,35		CH	A-7-6		Tosca
3,75	1,10		CH	A-7-6		
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

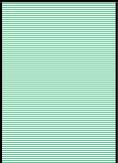


PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,97	-	-	-	-	-	-	92,00	-
1,05	55,00	26,00	29,00	-	-	-	-	17,00
1,30	60,00	-	-	-	-	-	-	-
1,45	-	-	-	-	-	-	94,00	-
1,50	63,00	21,00	42,00	-	-	-	-	16,00
1,75	62,00	-	-	-	-	-	-	17,00
2,00	60,00	27,00	33,00	-	-	-	93,00	20,00
2,25	-	-	-	-	-	-	-	23,00
2,30	56,00	-	-	-	-	-	82,00	-
2,50	-	27,00	-	-	-	-	71,00	-
2,65	63,00	-	-	-	-	-	-	22,00
2,85	-	-	-	-	-	-	74,00	-
3,00	60,00	29,00	31,00	-	-	-	-	21,00
3,30	62,00	-	-	-	-	-	75,00	-
3,40	-	-	-	-	-	-	-	22,00
3,50	-	34,00	-	-	-	-	-	-
3,65	64,00	-	-	-	-	-	75,00	22,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,90	16	2,00	1,50	3	Zapata aislada



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P068
Esquina de calles Mitre y Fray Mocho					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	19	655	-32,483398	-58,244473	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,70		-	-		Suelo vegetal
0,70						
0,80	0,10		-	A-2-6		Arcilla orgánica
	0,58		-	A-2-6		Arcilla inorgánica de mediana a baja plasticidad
1,38						
	0,42		-	A-2-6		Arcilla inorgánica de baja plasticidad
1,80						
	0,45		-	A-6		Arcilla inorgánica de baja plasticidad
2,25						
	1,07		-	A-6		Tosca
3,32						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

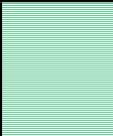


PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,65	35,00	24,00	11,00	-	-	-	17,00	56,00
1,00	-	20,00	-	-	-	-	16,00	57,00
1,15	33,00	-	-	-	-	-	-	-
1,30	-	18,00	-	-	-	-	-	-
1,35	-	-	-	-	-	-	16,00	60,00
1,50	30,00	-	-	-	-	-	-	-
1,60	-	18,00	-	-	-	-	25,00	-
1,80	30,00	-	-	-	-	-	36,00	64,00
2,00	-	17,00	-	-	-	-	46,00	-
2,20	30,00	-	-	-	-	-	-	-
2,30	-	20,00	-	-	-	-	-	59,00
2,40	-	-	-	-	-	-	46,00	-
2,50	30,00	-	-	-	-	-	-	-
2,55	-	23,00	-	-	-	-	-	-
2,65	-	-	-	-	-	-	-	56,00
2,75	-	-	-	-	-	-	45,00	-
2,80	34,00	20,00	14,00	-	-	-	-	-
3,15	33,00	16,00	17,00	-	-	-	46,00	62,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,35	18	1,70	1,50	3	Zapata aislada



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P069
Bv. 12 de Octubre, Bv. Díaz Vélez y P. Scéliga					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	23	1016	-32,476037	-58,253005	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,20		-	-		Suelo vegetal
1,20						
	1,80		ML	A-7-5		Arcilla orgánica
3,00						
	1,60		CH	A-7-5		Arcilla inorgánica
4,60						
	0,80		CH	A-7-5		Arcilla inorgánica con arena
5,40						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	-	-	-	-	-	-	95,00	-
1,70	-	44,00	-	-	-	-	-	35,00
2,00	-	-	-	-	-	-	94,00	-
2,15	-	43,00	-	-	-	-	-	36,00
2,50	-	-	-	-	-	-	92,00	36,00
2,65	-	44,00	-	-	-	-	-	-
2,80	-	-	-	-	-	-	-	38,00
3,00	75,00	43,00	32,00	-	-	-	90,00	-
3,25	-	-	-	-	-	-	-	40,00
3,50	80,00	32,00	48,00	-	-	-	91,00	-
3,60	-	-	-	-	-	-	-	40,00
4,00	77,00	32,00	45,00	-	-	-	93,00	37,00
4,35	-	-	-	-	-	-	-	36,00
4,50	76,00	32,00	44,00	-	-	-	94,00	-
4,70	-	-	-	-	-	-	-	36,00
5,00	-	33,00	-	-	-	-	-	-
5,10	-	-	-	-	-	-	93,00	38,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,80	18	1,90	1,50	3	Zapata aislada	
3,30	27	-	-	-	-	
4,25	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P070
Sarmiento, Nadal Sagastume, Presbitero Metz y Ereño					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	25	1054	-32,490647	-58,250978	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,90	0,90		-	-	Suelo vegetal
2,68	1,78		MH - OH	A-7-5	Limo orgánico de mediana a alta plasticidad
3,00	0,32		MH - OH	A-7-5	Limo orgánico de alta plasticidad y yeso
3,40	0,40		MH - OH	A-7-5	Limo orgánico de mediana plasticidad
4,40	1,00		MH - OH	A-7-5	Limo orgánico de alta plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,35	78,00	40,00	38,00	-	-	-	96,00	35,00
2,05	83,00	44,00	39,00	-	-	-	93,00	32,00
2,60	64,00	40,00	24,00	-	-	-	91,00	34,00
3,00	72,00	-	-	-	-	-	-	-
3,45	81,00	38,00	43,00	-	-	-	92,00	32,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
2,65	7	2,70	2,00	3	Zapata aislada
4,10	12	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P071
Sarmiento, Nadal Sagastume, Presbitero Metz y y Ereño					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	25	1054	-32,491047	-58,250967	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,70	0,70		MH	A-7-5		Limo inorgánico de mediana plasticidad
3,00	1,30		MH	A-7-5		Limo inorgánico de mediana a alta plasticidad
5,00	2,00		MH	A-7-5		Limo arenoso
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,45	63,00	35,00	28,00	-	-	-	86,00	24,00
2,00	85,00	44,00	41,00	-	-	-	88,00	26,00
2,50	82,00	42,00	40,00	-	-	-	85,00	30,00
3,00	76,00	40,00	36,00	-	-	-	88,00	30,00
3,50	72,00	37,00	35,00	-	-	-	88,00	30,00
3,75	44,00	-	-	-	-	-	-	-
4,10	-	26,00	-	-	-	-	63,00	14,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,00	6	2,00	1,50	3	Zapata aislada
2,20	4	-	-	-	-
3,50	13	-	-	-	-
5,00	3	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P072
Sarmiento, Nadal Sagastume, Presbitero Metz y Ereño					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	25	1054	-32,49101	-58,25052	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,90	1,90		-	-	Suelo vegetal
3,80	1,90		MH	A-7-5	Limo inorgánico de alta plasticidad
5,00	1,20		MH-OH	A-7-5	Limo inorgánico de mediana plasticidad
5,25	0,25		-	-	Arena
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

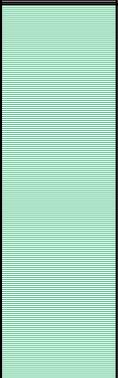
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,90	62,00	33,00	29,00	-	-	-	83,00	26,00
2,40	70,00	-	-	-	-	-	84,00	35,00
2,90	76,00	40,00	36,00	-	-	-	84,00	-
3,30	63,00	-	-	-	-	-	-	34,00
3,70	45,00	30,00	15,00	-	-	-	66,00	25,00
4,50	-	32,00	-	-	-	-	54,00	23,00
4,80	-	-	-	-	-	-	29,00	-
5,05	-	-	-	-	-	-	5,00	-



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,90	6	1,85	1,40	3	Zapata aislada
2,75	11	-	-	-	-
3,30	18	-	-	-	-
4,10	25	-	-	-	-
4,70	21	-	-	-	-
5,25	37	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P073
Rivadavia, Almafuerde, República de Chile y Sarmiento					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	14	254	-32,488257	-58,236212	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	0,10		-	-		Relleno de escombros
0,10						
1,70	1,60		-	-		Suelo vegetal
1,70						
2,00	0,30		ML	A-7-5		Tosca
2,40	0,40		ML	A-5		Tosca
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		1,82				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,75	47,00	32,00	15,00	-	-	-	57,00	26,00
2,00	41,00	33,00	8,00	-	-	-	30,00	29,00
2,10	-	-	-	-	-	-		56,00
2,17	-	-	-	-	-	-		76,00
2,25	35,00	25,00	10,00	-	-	-	37,00	98,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,75	14	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P074
Esquina Carosini y Belgrano (Estación del Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,479697	-58,23843	

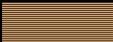
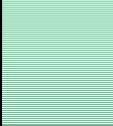
PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00						
1,70	0,70		ML-MH	A-7-5		Limo de mediana a alta compresibilidad
	1,30		ML-MH	A-7-5		Limo con arena
3,00						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,20	50,00	33,00	17,00	-	-	-	71,00	18,00
1,70	50,00	33,00	17,00	-	-	-	70,00	18,00
2,20	50,00	33,00	17,00	-	-	-	69,00	18,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,70	15	1,50	2,00	3	Zapata aislada	
2,90	15	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P075
Belgrano y Chacabuco (Estación del Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,479858	-58,239097	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,30	0,30		-	-		Tosca
1,13	0,83		-	-		Suelo vegetal
2,35	1,22		CL	A-7-6		Arcilla de mediana plasticidad
3,20	0,85		CL	A-6		Limo de mediana compresibilidad
4,60	1,40		MH-OH	A-4		Limo de mediana compresibilidad
5,20	0,60		MH-OH	A-7-6		Limo de media compresibilidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	49,00	26,00	23,00	-	-	-	74,00	23,00
1,80	44,00	24,00	20,00	-	-	-	-	20,00
2,35	40,00	23,00	17,00	-	-	-	63,00	19,00
3,20	37,00	27,00	10,00	-	-	-	73,00	23,00
3,80	26,00	26,00	0,00	-	-	-	-	23,00
4,60	45,00	26,00	19,00	-	-	-	65,00	22,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T.	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,60	8	1,50	0,80	3	Zapata aislada
2,75	8	-	-	-	-
4,90	15	-	-	-	-



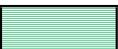
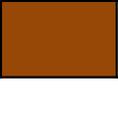
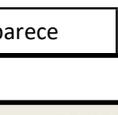
Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P076
Belgrano y J.J. Millan (Estación del Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,480033	-58,239943	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
1,40	1,40		-	-	Suelo vegetal
4,10	2,70		CL	A-7-6	Arcilla de mediana plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	44,00	25,00	19,00	-	-	-	76,00	20,00
1,95	43,00	26,00	17,00	-	-	-	73,00	20,00
2,70	44,00	25,00	19,00	-	-	-	72,00	20,00
3,50	46,00	24,00	22,00	-	-	-	62,00	22,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,80	13	1,80	1,40	3	Zapata aislada	
3,00	10	-	-	-	-	
3,80	13	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P077
Belgrano y Maipú (Estación del Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,48026	-58,241181	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,80	0,80		-	-	Suelo vegetal
1,85	1,05		CL	A-6	Arcilla de mediana plasticidad
2,70	0,85		CL	A-7-6	Arcilla de mediana plasticidad
4,00	1,30		CL	A-6	Arcilla de mediana plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	1,30	35,00	25,00	10,00	-	-	-	65,00
1,85	1,85	43,00	24,00	19,00	-	-	-	75,00
2,70	2,70	32,00	21,00	11,00	-	-	-	60,00
3,00	3,00	35,00	23,00	12,00	-	-	-	69,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	15	1,60	2,20	3	Zapata aislada	
2,70	14	-	-	-	-	
3,30	17	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P078
Belgrano y Dr. Scelzi (Estación del Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,480438	-58,24239	

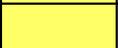
PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
2,50	1,50		CL	A-7-6		Arcilla de mediana plasticidad
3,80	1,30		MH-OH	A-6		Limo de mediana compresibilidad
4,20	0,40					Arena
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		3,15				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	44,00	26,00	18,00	-	-	-	65,00	22,00
1,90	46,00	27,00	19,00	-	-	-	65,00	22,00
2,75	40,00	25,00	15,00	-	-	-	53,00	18,00
3,25	-	-	-	-	-	-	36,00	-
3,80	-	-	-	-	-	-	16,00	25,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,65	10	2,60	1,50	3	Zapata aislada
3,15	4	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P079
Belgrano y Bv. Constituyentes (Estación de Ferrocarril "J.J.U")					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	309	-32,480675	-58,243396	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,65	0,65		-	-	Relleno
2,10	1,45		-	-	Suelo vegetal
2,75	0,65		MH-OH	A-4	Limo medianamente compresible
3,50	0,75		MH-OH	A-7-5	Limo medianamente compresible
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		2,75			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
2,10	37,00	27,00	10,00	-	-	-	56,00	17,00
3,50	44,00	25,00	19,00	-	-	-	-	35,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
2,65	12	1,60	2,00	3	Zapata aislada	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P080
Ituzaingó, Fray Mocho, Belgrano y Bv. Los Constituyentes					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	609	-32,480421	-58,244632	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,50	0,50		-	-		Suelo vegetal
2,95	2,45		CL	A-6		Arcilla de mediana plasticidad
3,00	0,05		CL	A-4		Arcilla de mediana plasticidad
4,40	1,40		-	A-4		Arena
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

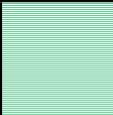
PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,35	1,35	39,00	22,00	17,00	-	-	-	57,00
2,20	2,20	40,00	25,00	15,00	-	-	-	63,00
2,95	2,95	27,00	19,00	8,00	-	-	-	42,00
3,80	-	-	-	-	-	-	16,00	5,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	18	1,50	3,00	3	Zapata aislada
3,15	10	-	-	-	-
4,40	14	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P081
Santa Teresita 1268					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	12	565	-32,4758194	-58,2440445	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	0,90		-	-		Suelo vegetal
0,90						
	0,60		CH	A-7-6		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
1,50						
	3,50		OH	A-7-5		Arcilla orgánica de media a alta plasticidad
5,00						
	0,35		CH	A-7-6		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
5,35						
	0,65		CH	A-2-6		Arcilla inorgánica de alta plasticidad
6,00						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				



PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,90	52,00	27,00	25,00	-	-	-	75,00	24,00
1,50	52,00	35,00	17,00	-	-	-	79,00	25,00
2,30	75,00	39,00	36,00	-	-	-	89,00	34,00
3,25	70,00	37,00	33,00	-	-	-	91,00	35,00
3,40	86,00	42,00	44,00	-	-	-	84,00	34,00
4,65	67,00	38,00	29,00	-	-	-	84,00	28,00
5,20	52,00	29,00	23,00	-	-	-	66,00	27,00
5,35	28,00	17,00	11,00	-	-	-	32,00	14,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,80	9	1,80	1,00	3	Zapata aislada
3,25	11	-	-	-	-
4,90	18	-	-	-	-
5,70	36	-	-	-	-



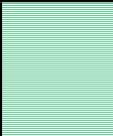
Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P082
Jordana entre Malvar y Pintos y V. Etcheverry					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	162	-32,4926685	-58,2273894	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,50	0,50		ML	A-7-5		Limo arcilloso
2,10	0,60		-	-		Arena fina densa
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	49,00	34,00	15,00	-	-	-	67,00	32,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,91	37	1,90	4,00	3	Zapata aislada	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P083
Jordana entre Malvar y Pintos y V. Etcheverry					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	162	-32,4926098	-58,2272772	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	0,90		-	-	-	Suelo vegetal
0,90			-	-	-	Arena fina densa
2,00	1,10		-	-	-	Arena densa
2,30	0,30		-	-	-	Arena densa
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		1,90				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,37	-	-	-	-	-	-	34,00	22,00
2,30	-	-	-	-	-	-	24,00	17,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada				Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	15	1,00	4,00	3		Zapata aislada



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P084
Plaza San Martín					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	57	-32,4799821	-58,2344795	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00	1,40		CH	A-7-6		Arcilla
2,40	1,10		ML	A-7-5		Arcilla
3,50	2,15		ML	A-7-6		Arcilla
5,65	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		3,60				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,50	55,00	29,00	26,00	-	-	-	75,00	22,00
2,40	45,00	30,00	15,00	-	-	-	98,00	18,00
3,30	48,00	33,00	15,00	-	-	-	99,00	24,00
4,50	46,00	28,00	18,00	-	-	-	99,50	25,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	7	1,60	1,20	3	Zapata aislada
2,70	14	-	-	-	-
4,17	14	-	-	-	-
5,40	17	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P085
Plaza San Martín					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	13	57	-32,4804851	-58,2344014	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
1,40	1,40		-	-		Suelo vegetal
2,00	0,60		CL	A-7-6		Limo inorgánico arcilloso
4,20	2,20		ML-MH	A-7-5		Limo inorgánico arenoso compacto
5,85	1,65		MH	A-7-5		Limo inorgánico arcilloso
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		1,45				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,80	48,00	26,00	22,00	-	-	-	82,00	30,00
2,87	49,00	30,00	19,00	-	-	-	-	-
4,00	50,00	36,00	14,00	-	-	-	72,00	25,00
4,80	59,00	33,00	26,00	-	-	-	80,00	30,00
5,75	68,00	52,00	16,00	-	-	-	90,00	30,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,80	8	1,85	1,00	3	Zapata aislada
4,00	1	-	-	-	-
4,45	16	-	-	-	-
5,80	15	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P086
Facultad Regional Concepción del Uruguay					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	16	-32,4956186	-58,2297335	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00			-	-		Suelo vegetal
1,20	1,20					
1,90	0,70		ML	A-7-6		Arcilla inorgánica limosa
3,20	1,30		-	-		Arena bien graduada de mediana a alta densidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,47	41,00	26,00	15,00	-	-	-	65,00	17,00
2,10	-	-	-	-	-	-	34,00	20,00
3,90	-	-	-	-	-	-	31,00	23,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,90	10	1,60	1,20	3	Zapata aislada	
2,60	18	-	-	-	-	
3,20	30	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P087
Facultad Regional Concepción del Uruguay					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	8	16	-32,4956439	-58,2295248	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
	1,10		-	-		Suelo vegetal
1,10						
	0,80		CL	-		Arcilla de mediana plasticidad
1,90						
	0,20		CL	A-6		Arcilla de mediana plasticidad
2,10						
	0,70		CL	-		Arcilla arenosa de mediana plasticidad
2,80						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO									
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾				Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200		
1,10	44,00	25,00	19,00	-	-	-	65,00	18,00	
1,90	34,00	23,00	11,00	-	-	-	50,00	23,00	
2,70	-	-	-	-	-	-	25,00	28,00	

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada				Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,65	10	1,65	1,20	3	Zapata aislada	
2,40	20	-	-	-	-	
3,15	40	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P088
Mariano Moreno entre Cochabamba e Ingeniero Pereyra					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	15	16	-32,4957664	-58,2301784	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00						
0,80	0,80		-	-		Suelo vegetal
1,40	0,60		CL	A-7-6		Arcilla inorgánica de mediana plasticidad
3,05	1,65		-	-		Limo arenoso sin plasticidad
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,80	48,00	25,00	23,00	-	-	-	46,00	22,00
2,00	-	-	-	-	-	-	40,00	20,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,50	10	1,60	1,20	3	Zapata aislada	
2,95	30	-	-	-	-	

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P089
Esquina de calles Mitre y Eva Perón					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	5	-32,481127	-58,2320386	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,80	0,80		-	-	Suelo vegetal
2,50	1,70		ML	A-6	Limo inorgánico de mediana compresibilidad
4,10	1,60		CL	A-7-6	Arcilla inorgánica o arenosa de mediana plasticidad
4,80	0,70		CL	A-5	Arcilla inorgánica o arenosa de mediana plasticidad
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
2,10	40,00	27,00	13,00	-	-	-	64,00	22,00
2,65	44,00	26,00	18,00	-	-	-	67,00	21,00
4,10	45,00	36,00	9,00	-	-	-	67,00	27,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Profundidad [m]	Ensayo S.P.T. Nº de golpes (30cm)	Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
		Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,75	8	1,80	1,00	3	Zapata aislada	
2,90	14	-	-	-	-	
4,50	21	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P090
Esquina de calles Mitre y Eva Perón					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
4	6	5	-32,481196	-58,2321558	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,20		-	-		Suelo vegetal
1,20	1,40		CL	A-7-6		Arcilla arenosa de mediana plasticidad
2,60	0,20		ML	A-6		Limo arcilloso de mediana compresibilidad
2,80	2,15		ML	A-7-6		Limo arcilloso de mediana compresibilidad
4,95	Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,30	47,00	25,00	22,00	-	-	-	66,00	21,00
2,60	38,00	23,00	15,00	-	-	-	63,00	20,00
2,80	48,00	28,00	20,00	-	-	-	69,00	22,00
4,10	42,00	26,00	16,00	-	-	-	66,00	22,00



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,60	10	1,65	0,80	3	Zapata aislada
3,15	16	-	-	-	-
4,60	13	-	-	-	-

Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P091
Esquina de calles Tibiletti y Lucilo López					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
3	7	108	-32,4895043	-58,2287628	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO						
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾				Descripción
		Trama	SUCS	AASHTO		
0,00	1,00		-	-		Suelo vegetal
1,00	0,80		ML	A-7-6		Limo de mediana compresibilidad
1,80	0,30		CL	-		Arcilla de mediana plasticidad
2,10	0,40		ML	A-6		Limo de mediana compresibilidad
2,50	0,70		ML	A-7-6		Limo de mediana compresibilidad
3,20	0,60		-	-		Arena fina
3,80						
Fin de la perforación						
Nivel Freático:		No aparece				

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,75	43,00	30,00	13,00	-	-	-	64,00	17,00
2,15	36,00	24,00	12,00	-	-	-	57,00	17,00
2,50	46,00	30,00	16,00	-	-	-	46,00	23,00
3,30	-	-	-	-	-	-	45,00	-



PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,50	10	1,53	1,60	3	Zapata aislada
2,93	15	-	-	-	-
3,58	30	-	-	-	-



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P092
Esquina de calles Hernández y Tomás de Rocamora					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	802	-32,4859062	-58,247187	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,40	0,40		-	-	Suelo vegetal
	1,90		-	-	Limo no plástico, compacto
2,30					
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
0,65	-	-	-	-	-	-	38,00	-
1,60	-	-	-	-	-	-	44,00	-
2,30	-	-	-	-	-	-	43,00	-

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,35	24	1,50	2,00	3	Zapata aislada	
1,85	30	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P093
Esquina de calles Ruiz Moreno y Galarza					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
1	18	802	-32,4861187	-58,246346	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASHTO	Descripción
0,00					
0,95	0,95		-	-	Suelo vegetal
2,62	1,67		ML	A-7-6	Limo medianamente compresible
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		1,30			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,15	49,00	26,00	23,00	-	-	-	56,00	47,00
1,75	49,00	24,00	25,00	-	-	-	60,00	46,00

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO						
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada	
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.		
1,70	13	1,70	1,00	3	Zapata aislada	
2,50	41	-	-	-	-	



Concepción del Uruguay					PERFORACIÓN P094
Ing. Henry, P. F. Cazzulino, Suipacha e Ing. Diez Figueras					
Cuartel	Sección	Manzana	Latitud	Longitud	
2	25	1356	-32,4940188	-58,2557623	

PERFIL ESTRATIGRÁFICO					
Profundidad [m]	Espesor [m]	Clasificación de los Suelos ⁽¹⁾			
		Trama	SUCS	AASTO	Descripción
0,00					
1,00	1,00		-	-	Suelo vegetal
2,50	1,50		SC	A-6	Arena arcillosa
3,10	0,60		SM	A-4	Arena limosa
Fin de la perforación					
Nivel Freático:		No aparece			

PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO								
Profundidad [m]	Límites de Atterberg ⁽²⁾			Pasante Tamiz [%]				Humedad natural [%]
	LL	LP	IP	#4	#10	#40	#200	
1,00	35,00	21,00	14,00	100,00	99,84	94,46	44,69	17,10
1,80	No posee			99,60	99,30	93,77	47,31	15,20
2,50	No posee			99,90	99,00	92,95	36,07	10,00
3,10	No posee			81,40	77,95	51,11	8,48	16,40

PROPIEDADES MECÁNICAS DEL SUELO					
Ensayo S.P.T.		Capacidad de carga informada			Fundación recomendada
Profundidad [m]	Nº de golpes (30cm)	Profundidad [m]	Tensión [kg/cm ²]	Coef. de seg.	
1,30	10	1,60	1,12	3	-
2,10	17	-	-	-	-
2,80	15	-	-	-	-

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad			Grado de expansión definido	Nivel de riesgo
		Predicción considerando				
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P001	1,00	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,00	Medio	Medio	Medio	Medio	
	3,50	Medio	Medio	Alto	Medio	
P002	1,50	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
	2,50	Medio	Medio	Alto	Medio	
	4,00	Medio	Medio	Medio	Medio	
	4,50	Medio	Bajo	Medio	Medio	
P003	4,00	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P005	1,00	Medio	Muy alto	Muy alto	Muy alto	SEVERO
	1,50	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
	2,50	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3,00	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P006	1,20	Bajo	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,60	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,70	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P007	1,60	Medio	Medio	Alto	Medio	CRÍTICO
	2,90	Medio	Alto	Alto	Alto	
	3,55	Medio	Alto	Alto	Alto	
	4,10	Bajo	Alto	Alto	Alto	
	5,45	Medio	Alto	Alto	Alto	
	5,90	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P008	1,7	Bajo	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,85	Bajo	Medio	Alto	Medio	
	3,8	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
	4,8	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P009	1,3	Bajo	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,2	Bajo	Medio	Medio	Medio	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P012	1	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,8	Alto	Alto	Alto	Alto	
	2,75	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P013	1,3	Medio	Bajo	Medio	Medio	MARGINAL
	2,35	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
P014	1,2	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	SEVERO
	2,2	Alto	Medio	Alto	Alto	
	3,15	Alto	Medio	Alto	Alto	
P015	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	CRÍTICO
	2,45	Alto	Medio	Alto	Alto	
	3,25	Alto	Medio	Alto	Alto	
P016	1	Muy alto	Alto	Medio	Alto	CRÍTICO
	1,5	Medio	Medio	Medio	Medio	
	2	Alto	Medio	Medio	Medio	
	2,2	Medio	Medio	Medio	Medio	
P017	1	Medio	Medio	Muy alto	Medio	SEVERO
	1,55	Muy alto	Medio	Muy alto	Muy alto	
	2,4	Alto	Medio	Alto	Alto	
	3,1	Muy alto	Medio	Alto	Muy alto	
P018	1	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	2	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
	2,6	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
P019	1,35	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	2,35	Medio	Medio	Medio	Medio	
	3,35	Medio	Bajo	Medio	Medio	
P020	1,4	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,4	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3,4	Medio	Bajo	Medio	Medio	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P021	1,35	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	2,35	Medio	Medio	Medio	Medio	
	3,35	Medio	Bajo	Medio	Medio	
P022	2,1	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	SEVERO
	2,9	Alto	Medio	Alto	Alto	
	3,8	Muy alto	Alto	Medio	Alto	
	4,5	Medio	Medio	Medio	Medio	
P023	0,8	Medio	Medio	Bajo	Bajo	NO CRÍTICO
P024	0,9	Alto	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P025	0,95	Alto	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
P026	0,8	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
P027	1,05	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	SEVERO
P028	1,3	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P029	1,04	Alto	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P030	1,4	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,1	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
	2,9	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P031	1,35	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,8	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,15	Medio	Medio	Medio	Medio	
	2,7	Medio	Medio	Medio	Medio	
	3,1	Medio	Medio	Alto	Medio	
P032	1,3	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
P033	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,9	Medio	Medio	Medio	Medio	
P034	1,1	Alto	Medio	Alto	Alto	SEVERO
	1,9	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
	2,7	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,3	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad			Grado de expansión definido	Nivel de riesgo
		Predicción considerando				
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P035	0,9	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	NO CRÍTICO
	1,7	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
	2,4	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P036	1,05	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	
	2,6	Medio	Medio	Bajo	Bajo	
	3,2	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
P037	1,1	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2	Medio	Bajo	Bajo	Bajo	
	2,6	Medio	Medio	Bajo	Bajo	
	3,2	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	
P038	1,1	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	2	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
	2,9	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
P039	1,2	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	2,4	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
P040	1	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	1,9	Alto	Alto	Alto	Alto	
	3	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
P041	1,05	Bajo	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,9	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P042	1,2	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	NO CRÍTICO
P045	1,2	Alto	Medio	Alto	Alto	SEVERO
	1,4	Medio	Alto	Alto	Alto	
	2,4	Alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,3	Alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	
P046	1	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
P047	1,15	Bajo	Medio	Alto	Medio	MARGINAL

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P048	1,5	Medio	Medio	Alto	Medio	CRÍTICO
	2,4	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3,5	Medio	Medio	Alto	Medio	
	4,5	Bajo	Medio	Alto	Medio	
	5,3	Medio	Medio	Alto	Medio	
	6,1	Alto	Medio	Alto	Alto	
P049	1,2	Muy alto	Medio	Alto	Muy alto	SEVERO
	1,3	Medio	Medio	Medio	Medio	
	2,1	Medio	Medio	Medio	Medio	
	2,9	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
P050	1,2	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	2,2	Alto	Alto	Alto	Alto	
	2,35	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P051	1,2	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,05	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P052	0,9	Medio	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,85	Alto	Alto	Alto	Alto	
	2,55	Alto	Alto	Alto	Alto	
P053	1,15	Medio	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,85	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,55	Medio	Medio	Alto	Medio	
P054	1	Alto	Alto	Muy alto	Alto	CRÍTICO
	2,1	Alto	Alto	Muy alto	Alto	
	2,85	Medio	Medio	Alto	Medio	
P055	1,1	Medio	Medio	Medio	Medio	CRÍTICO
	2,2	Medio	Medio	Medio	Medio	
	3,15	Alto	Alto	Alto	Alto	
P056	1,3	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P057	1,1	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
P058	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,2	Medio	Medio	Alto	Medio	
P059	1,15	Alto	Alto	Muy alto	Alto	CRÍTICO
	2	Alto	Alto	Muy alto	Alto	
	3	Medio	Medio	Alto	Medio	
P060	1,15	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,1	Medio	Medio	Alto	Medio	
P061	1,1	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,9	Alto	Medio	Alto	Alto	
	3	Alto	Medio	Alto	Alto	
	4	Alto	Medio	Alto	Alto	
P062	1,4	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,85	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,2	Medio	Medio	Medio	Medio	
P063	2	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,55	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P064	2	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	3	Medio	Medio	Alto	Medio	
P065	0,6	Muy alto	Medio	Alto	Muy alto	SEVERO
	3	Medio	Alto	Medio	Medio	
P066	0,9	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	MARGINAL
	3	Medio	Medio	Muy alto	Medio	
	3,5	Medio	Medio	Alto	Medio	
P067	1,05	Alto	Alto	Bajo	Bajo	SEVERO
	1,5	Muy alto	Alto	Bajo	Bajo	
	2	Muy alto	Alto	Alto	Muy alto	
	3	Alto	Alto	Bajo	Bajo	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P068	0,65	Bajo	Medio	Bajo	Bajo	MARGINAL
	3,15	Medio	Bajo	Medio	Medio	
P069	3	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	SEVERO
	3,5	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	4	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	4,5	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
P070	1,35	Muy alto	Muy alto	Muy alto	Muy alto	SEVERO
	2,05	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	2,6	Alto	Alto	Alto	Alto	
	3,45	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
P071	1,45	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	2	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	2,5	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,5	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
P072	1,9	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	2,9	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,7	Medio	Medio	Alto	Medio	
P073	1,75	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
	2	Bajo	Medio	Medio	Medio	
	2,25	Bajo	Medio	Medio	Medio	
P074	1,2	Medio	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
	1,7	Medio	Alto	Alto	Alto	
	2,2	Medio	Alto	Alto	Alto	
P075	1,3	Alto	Medio	Alto	Alto	CRÍTICO
	2,35	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3,2	Bajo	Medio	Alto	Medio	
	4,6	Medio	Medio	Alto	Medio	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad				Nivel de riesgo
		Predicción considerando			Grado de expansión definido	
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P076	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,95	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,7	Medio	Medio	Alto	Medio	
	3,5	Medio	Medio	Alto	Medio	
P077	1,3	Bajo	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,85	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,7	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	
	3	Medio	Medio	Alto	Medio	
P078	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,9	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,75	Medio	Medio	Medio	Medio	
P079	2,1	Bajo	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P080	1,35	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
	2,2	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,95	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P081	0,9	Alto	Alto	Alto	Alto	SEVERO
	1,5	Medio	Alto	Alto	Alto	
	2,3	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,25	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	3,4	Muy alto	Muy alto	Alto	Muy alto	
	4,65	Alto	Alto	Alto	Alto	
	5,2	Alto	Alto	Alto	Alto	
	5,35	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P082	1,34	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
P084	1,5	Alto	Alto	Alto	Alto	CRÍTICO
	2,4	Medio	Medio	Muy alto	Medio	
	3,3	Medio	Medio	Muy alto	Medio	
	4,5	Medio	Medio	Muy alto	Medio	

Perforación	Profundidad [m]	Expansividad			Grado de expansión definido	Nivel de riesgo
		Predicción considerando				
		Límite líquido	Índice de plasticidad	Granulometría		
P085	1,8	Medio	Medio	Alto	Medio	CRÍTICO
	4	Medio	Alto	Alto	Alto	
	4,8	Alto	Alto	Alto	Alto	
	5,75	Medio	Alto	Alto	Alto	
P086	1,47	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
P087	1,1	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	1,9	Bajo	Bajo	Medio	Bajo	
P088	0,8	Alto	Medio	Medio	Medio	MARGINAL
P089	2,1	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,65	Medio	Medio	Alto	Medio	
	4,1	Bajo	Medio	Alto	Medio	
P090	1,3	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,6	Medio	Medio	Alto	Medio	
	2,8	Medio	Medio	Alto	Medio	
	4,1	Medio	Medio	Alto	Medio	
P091	1,75	Medio	Medio	Alto	Medio	MARGINAL
	2,15	Medio	Medio	Medio	Medio	
	2,5	Medio	Medio	Medio	Medio	
P093	1,15	Alto	Medio	Medio	Medio	CRÍTICO
	1,75	Alto	Medio	Alto	Alto	
P094	1	Medio	Medio	Medio	Medio	MARGINAL