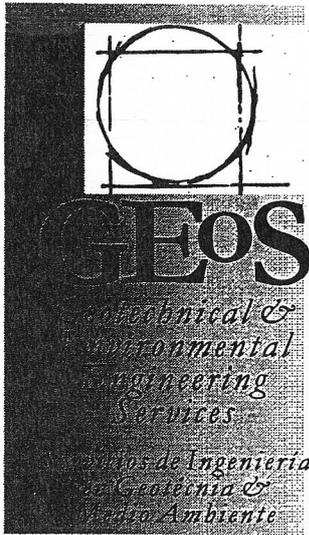


Preparado para:
Ing. Carlos Caggiano

Preparado por:
GEOS
2681/08-12

Córdoba, 29 de Agosto de 2012

- i -



Córdoba, 29 de Agosto de 2012

Atención: Ing. Carlos Caggiano
Cel: (0358) 154 114 899

Trabajo: ESTUDIO DE SUELOS
PARA EDIFICIO BIOTERIO
CIENCIAS EXACTAS

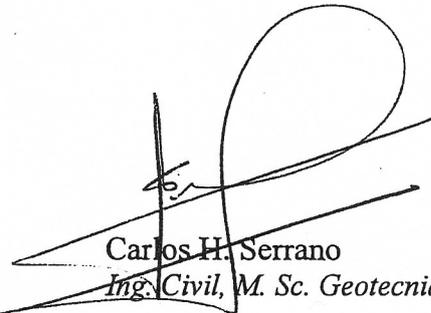
Lugar: Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad de Córdoba

Estimado Ingeniero:

Nos dirigimos a Ud. con el fin de presentarle los resultados del ESTUDIO DE SUELOS realizado en el lugar de la referencia siguiendo su expreso pedido.

Nosotros agradecemos la oportunidad y su interés en nuestros servicios quedando, desde ya, a su disposición para cualquier inquietud que pudiera tener sobre el contenido del presente o sí, en el futuro, le podemos servir nuevamente.

Le saludamos atentamente,



Carlos H. Serrano
Ing. Civil, M. Sc. Geotecnia



Natalia Szwedowicz
Geóloga

1.0 INTRODUCCIÓN

Este informe geotécnico tiene por objeto presentar los resultados de un ESTUDIO DE SUELOS¹ realizado en un sector dentro de la Ciudad Universitaria de la Ciudad de Córdoba, según se indica en la imagen satelital de la Figura N° 1, adjunta. Aquí se construirá la obra denominada Edificio Bioterio Ciencias Exactas, de cuyo proyecto se desconocen mayores detalles.

El ESTUDIO está constituido por los diferentes trabajos que se detallan en los capítulos de este informe y sus resultados servirán como información y antecedente técnico para el proyecto y cálculo de las fundaciones de la futura obra.

Se deja expresa constancia de que los resultados del presente ESTUDIO son válidos solamente para el lote que fuera solicitado. De no mediar un adecuado criterio geotécnico, sus datos y conclusiones no deberían hacerse extensivos hacia proyectos de otras construcciones en otro emplazamiento, aunque sea en un área próxima a la del presente proyecto. Esto se fundamenta en que, tanto las características superficiales como sub-superficiales del terreno, discutidas más adelante en este informe, que constituyen un condicionamiento para el proyecto; pueden variar sustancialmente de acuerdo al punto específicamente considerado. Además, las recomendaciones que se efectúan están referidas, específicamente, al proyecto comentado por el Comitente.

2.0 ALCANCE DEL TRABAJO

El alcance de este ESTUDIO es investigar las condiciones geotécnicas de los suelos en correspondencia con la ubicación de la construcción propuesta, según fuera requerido expresamente por el Comitente. La investigación de las condiciones sub-superficiales permitirá la caracterización paramétrica de los suelos, con el objeto de definir el tipo de fundación más adecuado.

Se deja expresa constancia de que GEPS no puede tener responsabilidad alguna sobre aquellos trabajos para los cuáles no ha sido contratado y en cuyo control, por consiguiente, no puede actuar ni participar de modo alguno. Por ende, se destaca que, por no haber sido contratadas por el Comitente, no forman parte del presente ESTUDIO tareas en relación con esta obra tales como:

- Proyecto y/o cálculo de fundación y estructura.
- Inspección, dirección técnica y/o control de ejecución de fundación y estructura.
- Cualquier otro análisis y/o control de tareas de albañilería e instalaciones.

Será responsabilidad de los profesionales a cargo del cálculo, de la dirección técnica y de la construcción de esta obra, la correcta y adecuada interpretación e implementación de lo expuesto y recomendado en este informe.

3.0 ANTECEDENTES

El Comitente facilitó varios planos generales del proyecto (ver **Anexo 0**) que sirvieron para ubicar a los sondeos de exploración en correspondencia con la impronta de la obra por construir.

¹ De ahora en más referido, simplemente, como ESTUDIO.

Respecto del perfil litológico regional existente en esta zona, el mismo es bien conocido por GEOS debido a la experiencia adquirida en otros estudios geotécnicos ejecutados dentro de la Ciudad Universitaria, en sectores cercanos al presente. Estas importantes fuentes de información, extraídas de la base de datos de GEOS, han sido empleadas para su contraste con los resultados obtenidos en ocasión del presente ESTUDIO.

No obstante estas afirmaciones y considerando la existencia de variaciones geológicas locales del perfil del suelo general, en este lote se llevó a cabo una campaña de tareas de campo que brindaron importante información acerca de los suelos de este lugar en particular.

4.0 TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Los trabajos realizados en este lote se encuentran comprendidos en dos áreas temáticas principales:

4.1 LEVANTAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO

En aras de precisar espacialmente la "posición" y el "espesor" de los distintos estratos de suelos alumbrados, se realizó una nivelación de algunos puntos singulares dentro del sector en estudio, así como de la boca de pozo de los sondeos de exploración efectuados, según ha quedado debidamente indicado e ilustrado en la Tabla N° 1 y Figura N° 2, respectivamente. Se aclara que todos los puntos han sido vinculados planimétrica y altimétricamente a uno de cota arbitraria (punto 1), que sirvió de base para los cálculos de las demás cotas.

Es de destacar que el sector en estudio presenta una pendiente de dirección y sentido general E → O, con un desnivel entre la boca de los sondeos " $\Delta \sim 1,18\text{m}$ ", por lo cual es importante tener en cuenta la planialtimetría del sector a la hora de definir el NP² de la futura obra, con el fin de garantizar una cota de apoyo segura frente a la escorrentía superficial.

4.2 SONDEOS DE EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA *IN SITU*

Con el objeto de estudiar las características y condiciones sub-superficiales y, también, para obtener muestras de suelos en profundidad, se realizaron dos (2) sondeos de exploración geotécnica, bajo la supervisión de un ingeniero y de un técnico con experiencia en este tipo de tareas. Su ubicación relativa se indica en la planta de la Figura N° 2 mientras que sus perfiles han sido adjuntados en el Anexo I. Su denominación y características principales son las que se reseñan a continuación:

- **H-1:** sondeo de penetración dinámica continua del cono normalizado, para la determinación de la resistencia al corte de los mantos atravesados (ver foto 1).
- **H-2:** sondeo mecánico con barreno helicoidal, para la toma de muestras de suelos; continua en profundidad con sondeo de penetración dinámica continua del cono normalizado, con intercalación de ensayos tipo SPT³, con extracción de muestras de suelos a mayor profundidad (ver foto 2).

Todos los detalles de lo explorado fueron tenidos en cuenta al analizar e interpretar los resultados y realizar las recomendaciones que se recogen más adelante.

² Nivel de Piso

³ Standard Penetration Test, según Terzaghi

5.0 ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras de suelos obtenidas durante los trabajos de campaña, se realizaron las determinaciones y los ensayos de laboratorio de mecánica de suelos correspondientes para lograr la caracterización de estos suelos, a saber:

- Inspección visual
- Clasificación macroscópica
- Contenido de humedad
- Pasante tamiz N° 200 por vía húmeda
- Límites de consistencia
- Clasificación de suelos según S.U.C.S.⁴

Algunos de los resultados de estos ensayos se incluyen en el **Anexo II**, en las planillas de laboratorio diseñadas al efecto por **GEOS**.

6.0 CONDICIONES DE CAMPO

6.1 PERFIL DE SUELOS

En virtud de los antecedentes disponibles en esta zona, de la información recabada durante este **ESTUDIO**, atendiendo al detalle de los apartados anteriores y de su correspondiente interpretación, se ha definido un perfil de suelos dominante, que se resume como sigue:

Estrato I (NTN⁵ hasta ~0,3m de profundidad):

Limo con algo de arena y materia orgánica (presencia de raíces); color castaño; plasticidad nula; no pegajoso al tacto; descartar como apoyo y como material para relleno estructural.

Estrato II (~>0,3m hasta ~12,0m de profundidad):

Limo con escasa arena y algunos gránulos de limo medianamente cementados presentes en algunas capas intercaladas; color castaño claro con finas trazas blanquecinas de carbonatos en los lentes aleatorios de limo cementados; baja a nula plasticidad; suave y poco áspero al tacto; "N" oscila aleatoriamente entre 5 golpes y picos que alcanzan los 15 golpes; compacidad variable, aleatoriamente, entre suelta a media baja; manto potencialmente colapsable; no apto para fundar en su estado actual debido a su potencial de colapso ante un eventual aumento en el contenido de humedad.

Estrato III (~>12,0m de profundidad):

Limo con algo de arena fina medianamente cementado; color castaño claro a oscuro en algunas capas; algo húmedo; baja a nula plasticidad; "N" oscila por encima de los 12 golpes en todo el espesor sondeado, aumentando al final de ambos sondeos; compacidad media; apto como apoyo de fundación indirecta.

6.2 AGUA SUBTERRÁNEA

En cuanto a la presencia de agua en el subsuelo, al momento de realizar las tareas de campo (22/08/12) no se llegó al NF⁶, lo cual no implica que no se encuentre a mayor

⁴ Mediante el S.U.C.S. (*Sistema Unificado de Clasificación de Suelos*)

⁵ Nivel del Terreno Natural

profundidad o en otras épocas del año, escapando al alcance de este informe estudiar las posibles oscilaciones estacionales del mismo.

La determinación del NF requiere, en sí misma, de una serie de métodos, tiempos y procedimientos que escapan al alcance del presente trabajo. A este respecto conviene mencionar que para determinar el NF hay métodos directos (sondeos y pozos) e indirectos (técnicas geofísicas: métodos magnéticos, eléctricos, sísmico, gravimétrico, radiactivo,...). Respecto de los primeros es muy importante resaltar que las condiciones de ejecución de los sondeos influyen "notablemente" en la determinación cierta y precisa del NF. Así, lo ideal sería que los sondeos se realizaran en seco. Pero esto, a veces, es inviable porque para atravesar muchas formaciones debe emplearse lodos para poder llevar a cabo la perforación lo que, evidentemente, va en contra de la condición antes requerida. Además, después de determinar la posición del NF es conveniente repetir las medidas cada 12, 24 y 48 horas con el fin de observar la evolución del NF en el subsuelo para lo cual se torna necesario que el sondeo quede limpio tras la perforación. Así mismo, estas observaciones se deben realizar incluso en el caso de que no aparezca agua durante la perforación. Todo lo anterior implicaría realizar tareas de entubado del pozo, para mantenerlo estable después del lavado de los lodos de perforación, además de permanecer en el sitio y dedicar un tiempo más prolongado de lecturas para cada estudio. Estas tareas y tiempos de ninguna manera se compatibilizan con los plazos del Comitente ni con el vínculo contractual asumido.

7.0 RECOMENDACIONES PARTICULARES

7.1 FUNDACIÓN INDIRECTA (PROFUNDA)

Emplear una fundación profunda que apoye "francamente" por debajo de ~13.0m de profundidad, en el **estrato III** (ver sub-apartado 6.1), atendiendo a los parámetros de cálculo para cada intervalo de profundidades del Cuadro I, de más abajo. Esta profundidad de fundación está considerada para los sectores que fueron sondeados por **GEOS** y podría diferir según se aleje de tales posiciones, por lo que se recomienda buscar siempre a la "formación de apoyo" recomendada. Así, la variación del perfil de suelos puede hacer que las longitudes expresadas arriba cambien debido a la geología y no necesariamente sean idénticas a las reflejadas por los sondeos.

Esta fundación se podrá materializar mediante pozos ó pilotes excavados y hormigonados *in situ*. Se podrán excavar mecánicamente o manualmente, con precaución, asegurando su franca penetración en el manto recomendado sin descomprimir las paredes de cada pozo. Se recuerda que las excavaciones deberán hacerse tomando todas las precauciones posibles de seguridad para evitar derrumbes en caso de emplearse excavación manual.

Será posible realizar campanas en el extremo inferior de cada pozo siempre y cuando se esté en el manto limoso. Además, se anticipa que al tratar de realizar ensanches se deberá evitar cualquier derrumbe por lo que se recomienda no ir más allá de la siguiente relación entre los diámetros de campana y fuste:

$$\phi_{\text{campana}} \leq 1,6 \cdot \phi_{\text{fuste}}$$

Para un correcto proceder se formulan las siguientes observaciones de importancia:

- Asegurar la limpieza del fondo de los pozos a los fines de eliminar todo material suelto que resulte compresible, para evitar asentamientos inmediatos no deseados.
- Asegurar que el suelo de apoyo sea el correspondiente al **estrato III** y no guiarse, solamente, por la cota o profundidad recomendada que podría ser precisa para algunas zonas del predio e imprecisa para otras. En otras palabras, se deberá buscar el material indicado y no una profundidad cierta, pero siempre en un rango cercano al recomendado, ya que la compacidad del material varía con la profundidad.
- Se excavará mecánicamente, con todas las medidas de seguridad que son pertinentes a esta actividad, asegurando que no quede material suelto o relleno de la propia excavación en el fondo de cada pozo antes de su correspondiente llenado con hormigón. La excavación deberá proceder hasta garantizar una penetración mínima de 0,2m dentro del manto de fundación antes indicado.
- El manto de apoyo se deberá encontrar en estado inalterado (virgen) sin manifestar signos de actividad antrópica anterior (escombrera, vaciadero de residuos,...).
- Los pozos, excavados y llenados *in situ*, tendrán distintas capacidades de carga (Carga de Servicio, Qs) con arreglo al diámetro escogido. A este respecto, se recomienda utilizar un diámetro que permita garantizar la limpieza del fondo del pozo antes de proceder al colado del hormigón.
- Las fundaciones serán de hormigón armado, empleando para todos los cálculos un acero de calidad mínima garantizada (BSt 42/50 y $\epsilon_{cs} = 2,0\text{‰}$) así como un hormigón de calidad mínima certificada ($\beta_{cn} = 110 \text{ kg/cm}^2$) materiales éstos de uso corriente en la construcción de este tipo de obras en nuestro medio.
- Los cabezales de los pilotes se unirán mediante vigas, riostras y/o portamuros, con arreglo a cuál sea la disposición de la estructura a fundar y el criterio del proyectista (y/o calculista). Minimizar las luces de estas vigas entre pilotes y conferirles una rigidez suficiente como para mantener las deformaciones casi nulas en dichas vigas. A este respecto, y a falta de un cálculo más detallado que escapa al alcance del presente informe, para dichas "vigas" se recomienda trabajar sobre la base de los siguientes postulados mínimos:
 - * Las armaduras deberán apoyar sobre separadores para así garantizar su correcto recubrimiento por el lado inferior, fundamentalmente.
 - * Si bien no se considerará en el cálculo la reacción del suelo de apoyo, el mismo será compactado previamente y si se encontrara suelo flojo o húmedo deberá retirarse y reemplazarse por suelo compactado.
 - * No se deberá exponer la superficie excavada a la acción de lluvias o cambios extremos de temperatura.
- Todo relleno estructural o no estructural que se lleve a cabo deberá realizarse teniendo en cuenta lo que se recomienda más abajo en el apartado **8.0**.
- A la hora de considerar la reacción a fuerzas laterales del suelo de fundación y/o su capacidad de absorción de momentos inducidos ó aplicados por la estructura suprayacente, se deberá descartar la colaboración del suelo existente hasta una profundidad igual a los "2 diámetros de pilote", como mínimo.
- **GEOS** está disponible para analizar cualquier sistema que proponga el calculista y/o proyectista para tratar de arribar a un sistema consensuado entre los profesionales actuantes.
- El control y/o inspección de la ejecución del sistema de fundación deberá ser realizado por personal idóneo, independiente y conocido por el director técnico de la obra.
- Para el cálculo de los pilotes se adoptarán los parámetros que se indican en el Cuadro I, siguiente.

Cuadro I - Parámetros de cálculo para pilotes

Estrato	Profundidad [m]	Tensión Admisible [Ton/m ²]	
		Punta ^(D)	Lateral ^(C)
I ^(A)	NTN a ~>0,3	***	***
II	~0,3 a ~3,0	<3	0,5
	~>3,0 a ~12,0	<5	1,5
III ^(B)	~12,0 a ~14,0	30	2,0
	~>14,0	50	2,5

^(A) No utilizar la cubierta superficial orgánica y/o relleno artificial, como material de apoyo ni de relleno para contrapisos.

^(B) Manto competente para fundar por debajo de ~13.0m de profundidad, con diferentes tensiones para cada intervalo de profundidad, una vez haya sido alumbrado en forma fehaciente.

^(C) No considerar la resistencia friccional hasta una profundidad igual a 3 diámetros de pilote.

^(D) Se podrán aumentar las tensiones por razones dinámicas, según lo establecen los lineamientos del Capítulo 17, artículo 17.5.2, del ICIRSOC 103.

8.0 RECOMENDACIONES GENERALES

- A. Conviene evitar el aumento del contenido de humedad de los estratos superficiales del perfil de suelos alumbrado, ya que la estructura interna de estos suelos se desestabiliza ante un aumento del contenido de humedad. Esto se consigue con un buen drenaje superficial y estanqueidad en los conductos pluviales, agua corriente, cloacales y todo otro que transporte agua o líquidos.
- B. Todo *relleno no estructural* y *estructural* deberá ser Controlado, Compactado y Ensayado (CCE). Por *relleno no estructural* se entiende aquel que soportará cargas de poca importancia como veredas perimetrales, jardines y/o servir de relleno propiamente dicho. Por *relleno estructural* se entiende aquel donde apoyarán fundaciones como zapatas, plateas, calles, terraplenes y todo otro elemento que transmita carga de importancia al suelo de fundación propiamente dicho.
- C. Todo material para *relleno* CCE (a no ser que se recomiende otro material) deberá reunir los requerimientos de graduación y de material, "ML", "SP", "SW", o "SM" como lo define el Sistema de Clasificación Unificada (*Unified Soil Classification System*).
- D. Compactar todo el *relleno no estructural* CCE al menos al 90% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado (ASTM D 1557 ó T-180). Todo *relleno estructural* CCE será compactado al menos al 95% de la densidad seca máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado.
- E. Compactar el relleno CCE en capas sueltas uniformes y sucesivas, con un espesor que permita obtener la densidad especificada con el equipo de compactación usado. En ningún caso el relleno suelto deberá exceder un espesor de 0,2m, cuando se use equipo pesado, o de 0,1m, para compactadores manuales.

- F. Mantener la humedad natural de los suelos expuestos durante la excavación tan cerca de su valor original como sea posible, evitando su excesivo secado ó humedecimiento. Verter el hormigón dentro de la excavación, tan pronto como sea posible, después de su limpieza, inspección y aprobación. Encausar toda agua superficial fuera de la zona de trabajo para minimizar la erosión de las zonas de apoyo o cargas de las futuras estructuras. Remover todo suelo humedecido y/o suelto inmediatamente antes de rellenar o de verter el hormigón para las fundaciones.
- G. Todo trabajo de movimiento, excavación y compactación de suelo, así como las operaciones de construcción de fundaciones deberían ser controlados por un inspector calificado, con experiencia en ingeniería geotécnica, ya sea el Comitente o un representante suyo. No permitir que la eventual auto-inspección del constructor sea el único método de control a emplear.

Todas estas actividades son importantes para este proyecto, dado que las condiciones geotécnicas sub-superficiales podrían variar sustancialmente al cambiar el estado natural de los suelos, con graves consecuencias para la construcción proyectada. La dirección de obra será la encargada de verificar y controlar adecuadamente todas las tareas que se hagan para materializar lo aquí recomendado en cuanto a cota y estrato de apoyo. Esta importante observación va en la misma línea de otra que es muy común en el ámbito de la geotecnia:

"...un estudio de suelos, por razonable que sea, si es mal interpretado y/o aplicado conducirá a una obra mal ejecutada, con graves e impredecibles consecuencias futuras..."

Por lo tanto, es tan importante el estudio de suelos como su interpretación e implementación en obra.

Lo arriba indicado cubriría las más importantes consideraciones para orientar el proyecto de fundación para esta edificación pero no pretenden agotar todos los aspectos a contemplar. GEPS está disponible para evacuar cualquier duda durante la ejecución de estas fundaciones y/ó interpretación de estas recomendaciones ó de cualquier parte del presente Informe.

9.0 LIMITACIONES

Este informe geotécnico ha sido preparado para su aplicación específica al proyecto de construcción del Edificio Bioterio de Ciencias Exactas, en un sector del campus de la Ciudad Universitaria (Ciudad de Córdoba).

Nuestras conclusiones y recomendaciones han sido aquí expuestas usando estándares admitidos en general dentro de lo que es la práctica de la ingeniería geotécnica y están basadas en la información obtenida de la exploración de la sub-superficie del lote, los ensayos de laboratorio de las muestras de suelos extraídas y nuestra experiencia profesional. Ninguna otra garantía es expresada ni podrá ser inferida. Tales conclusiones y recomendaciones no reflejan variaciones en las condiciones sub-superficiales posibles de existir en zonas intermedias y/ó inferiores a nuestras exploraciones y en zonas no exploradas del predio. Tales variaciones pueden ser debidas a cambios naturales, inherentes a las condiciones propias de los suelos de esta zona, y motivadas en condiciones creadas por antiguas actividades de construcción no advertidas durante este estudio. Si tales condiciones llegasen a ser evidentes durante el desarrollo de la faz constructiva del proyecto, será necesario revisar nuestras conclusiones y recomendaciones a la luz de las nuevas condiciones que se observen en el lugar.

Si se realizan cambios importantes en el proyecto, las recomendaciones presentadas en este informe no deberán ser consideradas como válidas. Una nueva evaluación de la situación, por parte de GEOS, permitirá que nuestras recomendaciones sean modificadas o verificadas, para referirlas a la nueva condición. En tal caso, se requeriría acceder a la revisión del nuevo proyecto de fundación, así también como la planialtimetría proyectada y las porciones aplicables de las especificaciones del proyecto, cuando el mismo esté finalizado. Recién una revisión como la apuntada permitirá comprobar la consistencia de todos los datos e informaciones contenidas en los documentos, así como la pertinencia de nuestras recomendaciones.

FIGURAS, FOTOGRAFÍAS y TABLAS

Estudio de Suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

*Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba*

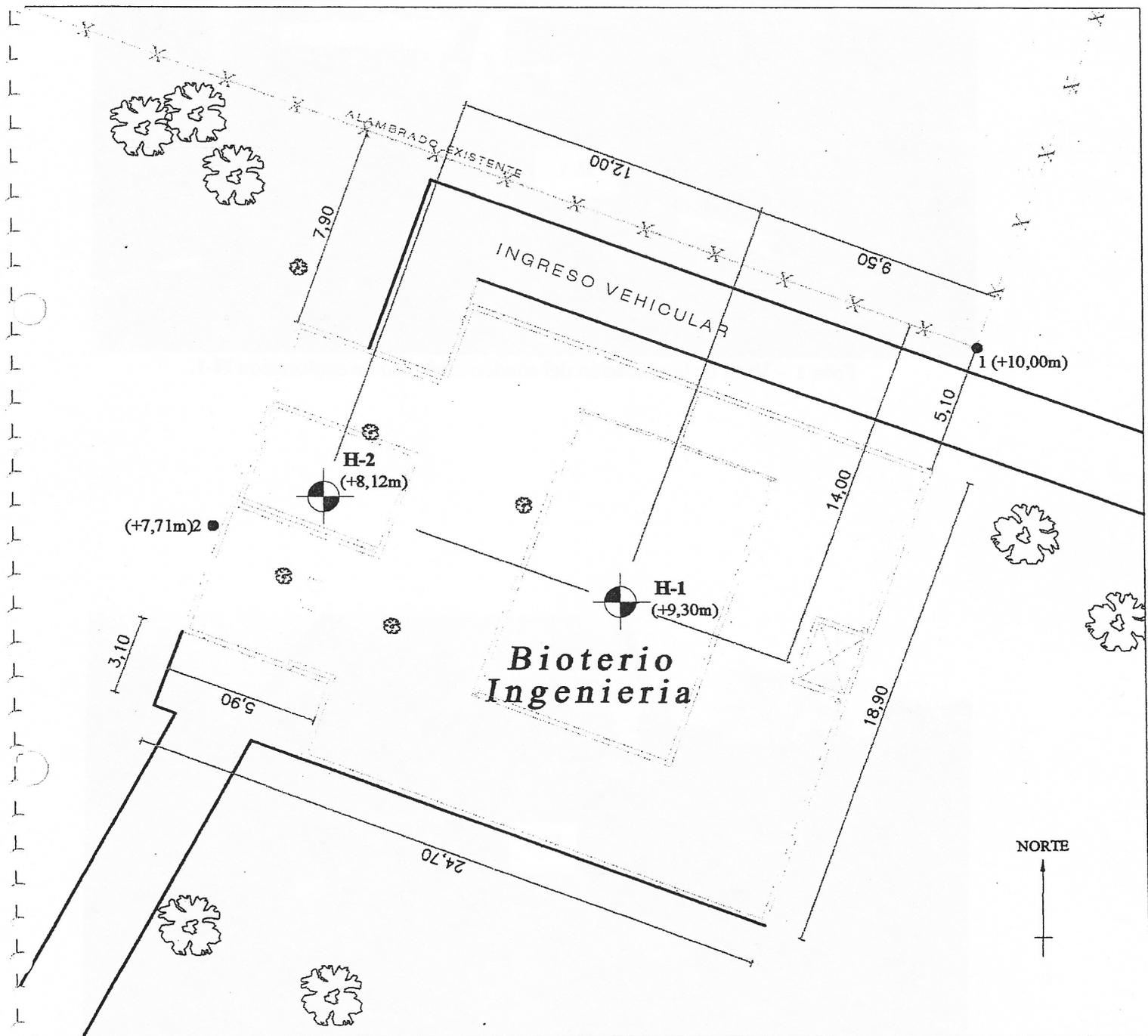
Figura Nº 1 – Ubicación del sector en estudio
Edificio Bioterio Ciencias Exactas
Ciudad Universitaria - Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad de Córdoba



Sector de estudio

Figura N° 2 - Ubicación de los sondeos de exploración y puntos relevados

Edificio Bioterio Ciencias Exactas
Ciudad Universitaria - Ciudad de Córdoba



LEYENDA

● Sondéo dinámico

● Punto de nivelación

(Croquis escala aprox.)

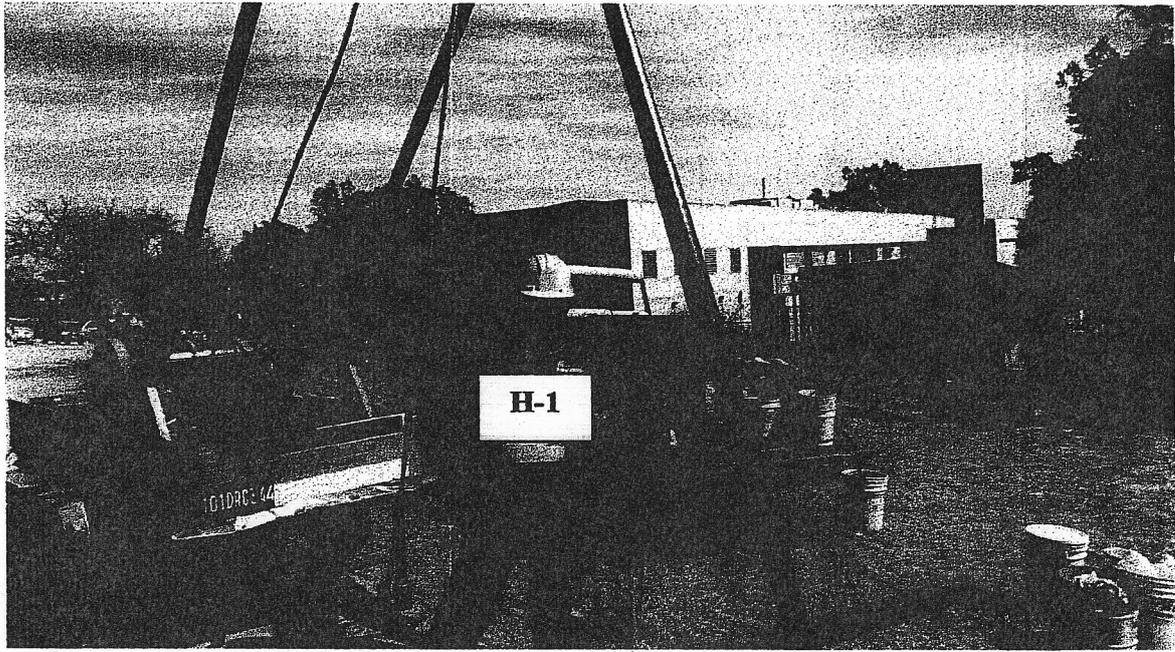


Foto 1 – Vista de la ubicación del sondeo dinámico de exploración H-1.

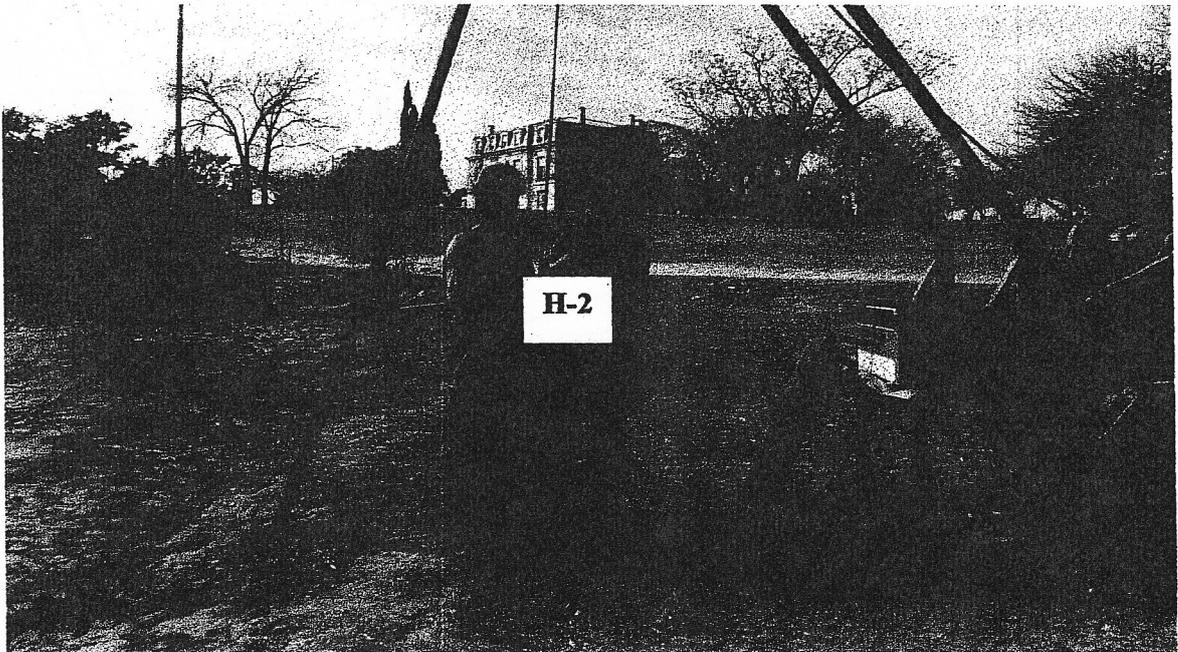


Foto 2 – Vista de la ubicación del sondeo dinámico de exploración H-2.

ANEXO 0
ANTECEDENTES

Estudio de Suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba

Tabla N° 1 - Relevamiento planialtimétrico de sondeos y puntos notables

Proyecto: Estudio de suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

Fecha 22/08/2012

Ubicación: Ciudad Universitaria - Universidad Nacional de Córdoba - Ciudad de Córdoba

Estación Nivel	Punto Relevado	Cota horizonte (m)	Corte de mira (m)	Cota del punto (m)	Observaciones
I	1	10,490	0,490	10,00	Punto de referencia, tornillo del poste existente en el vértice del alambrado.
	2	10,490	2,780	7,71	Borde superior de canal existente al Oeste del sector en estudio.
	H-1	10,490	1,190	9,30	Sondeo dinámico 1
	H-2	10,490	2,375	8,12	Sondeo dinámico 2

Richardson

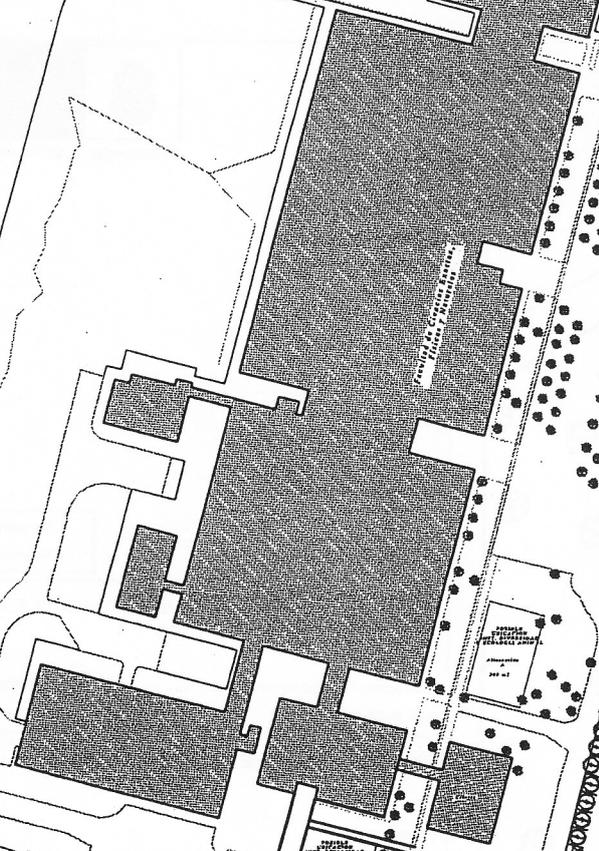
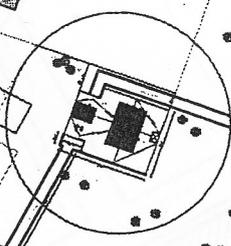
Ocupado por el Ministerio de
Obras Públicas de la Nación



Plaza de
las
Américas

Instituto Nacional de
Tecnología Industrial
(I.N.T.I.)

UBICACIÓN DE OBRA

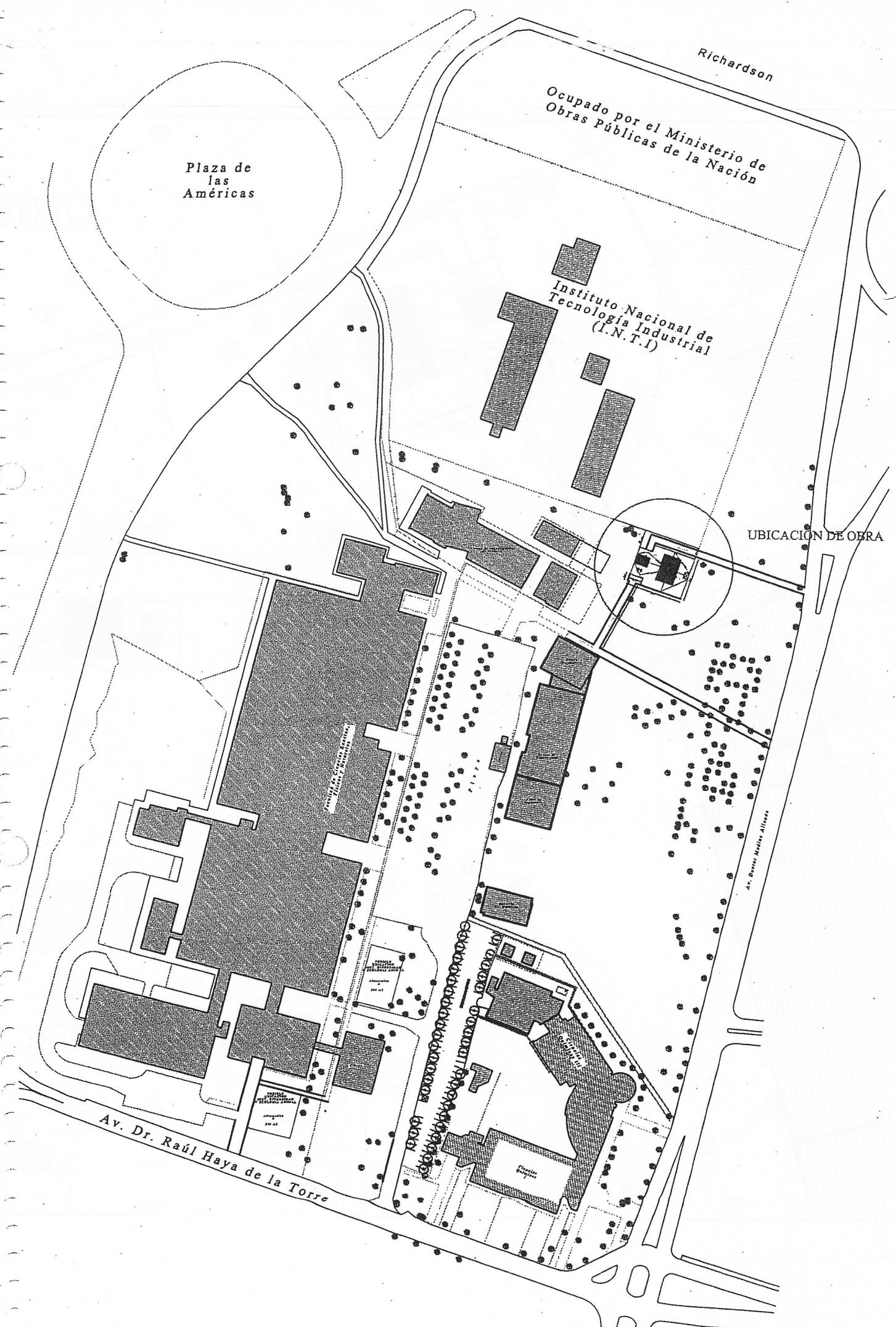


COMPLEJO DE EDIFICIOS

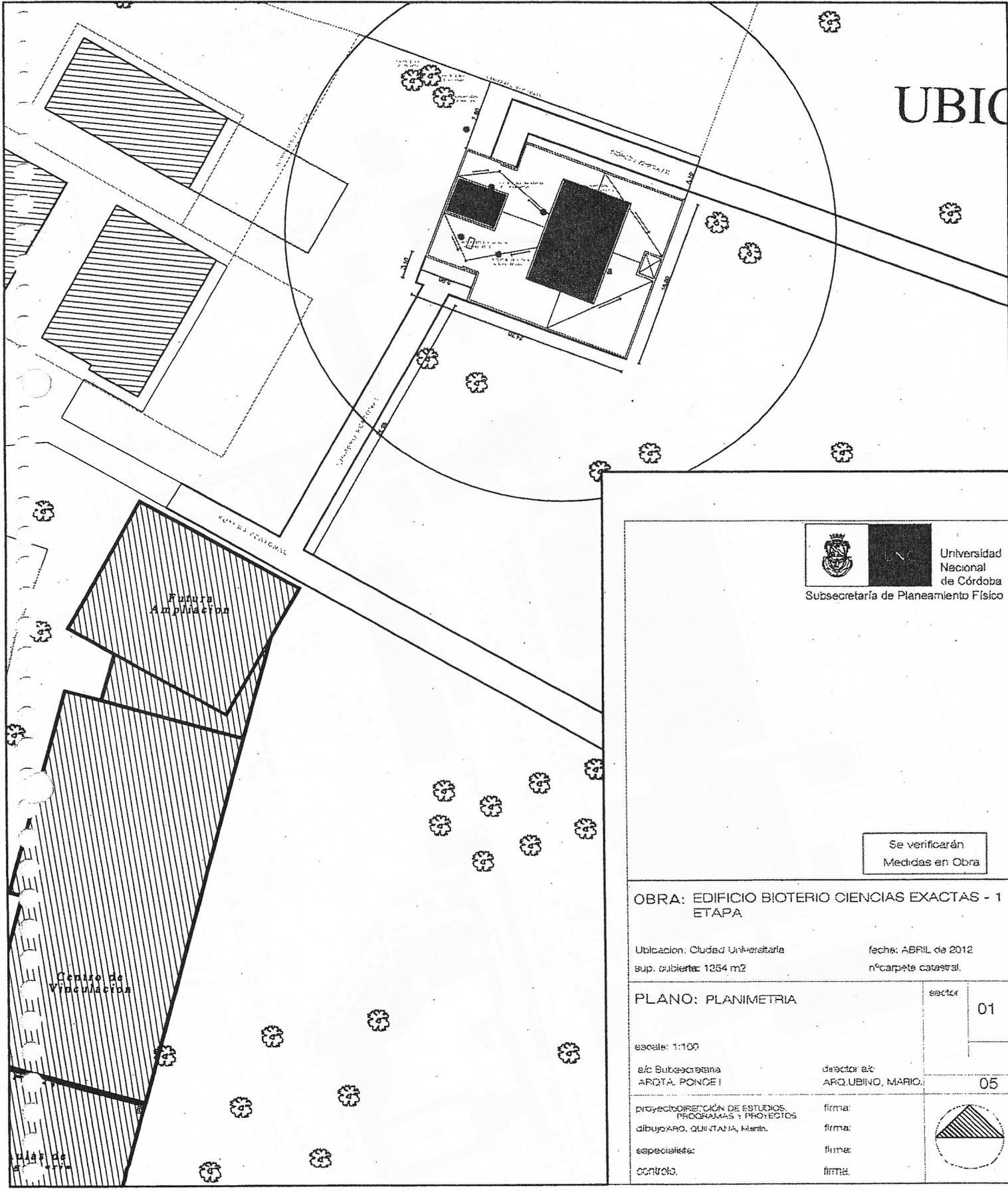
SECTOR INDUSTRIAL

Av. Dr. Raúl Haya de la Torre

Av. Doctor Manuel A. Sáenz



UBIC




Universidad Nacional de Córdoba
Subsecretaría de Planeamiento Físico

Se verificarán
Medidas en Obra

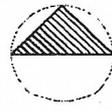
OBRA: EDIFICIO BIOTERIO CIENCIAS EXACTAS - 1 ETAPA

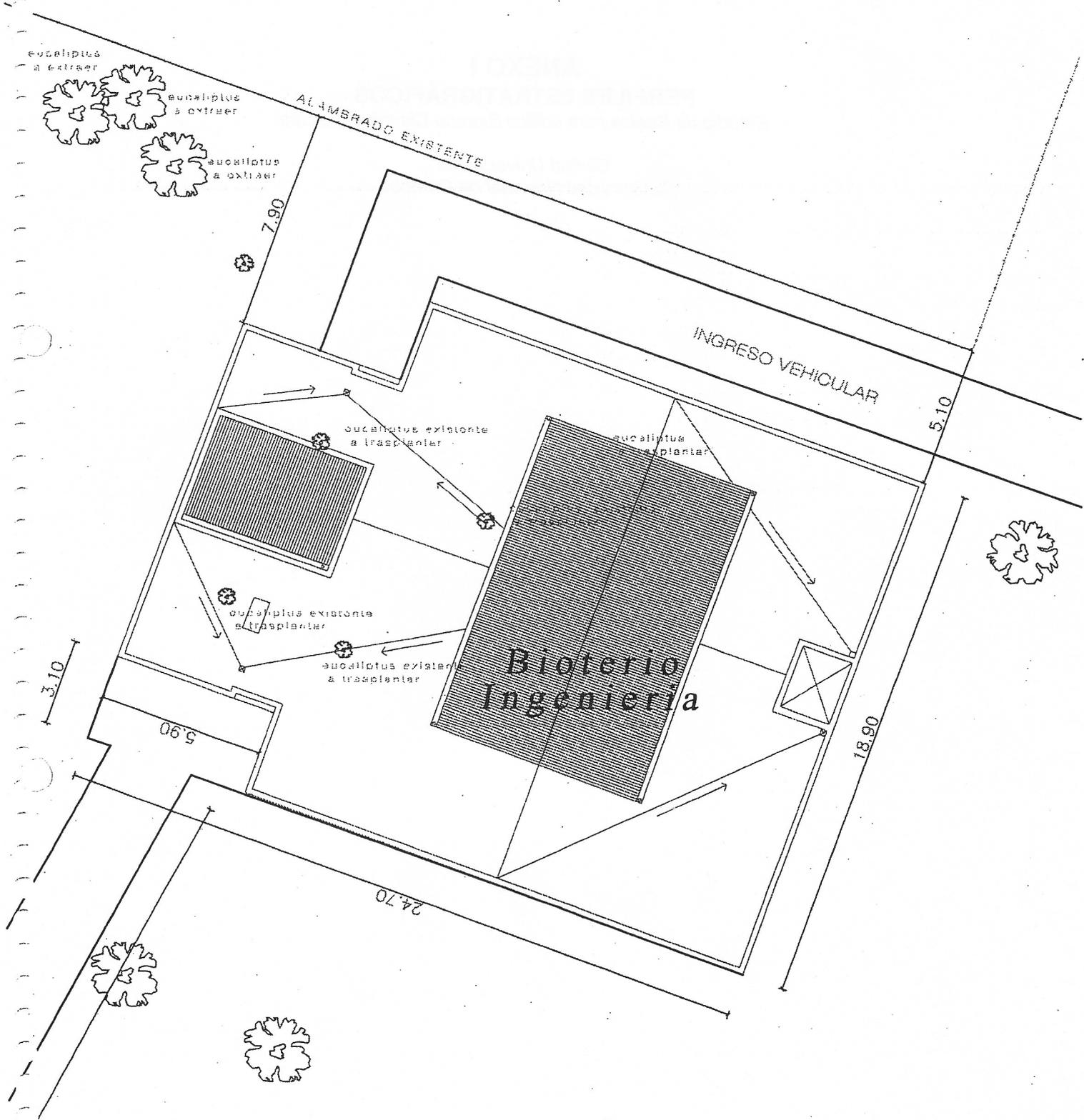
Ubicación: Ciudad Universitaria sup. cubierta: 1254 m² fecha: ABRIL de 2012 n° carpeta catastral:

PLANO: PLANIMETRIA secta 01

escala: 1:100

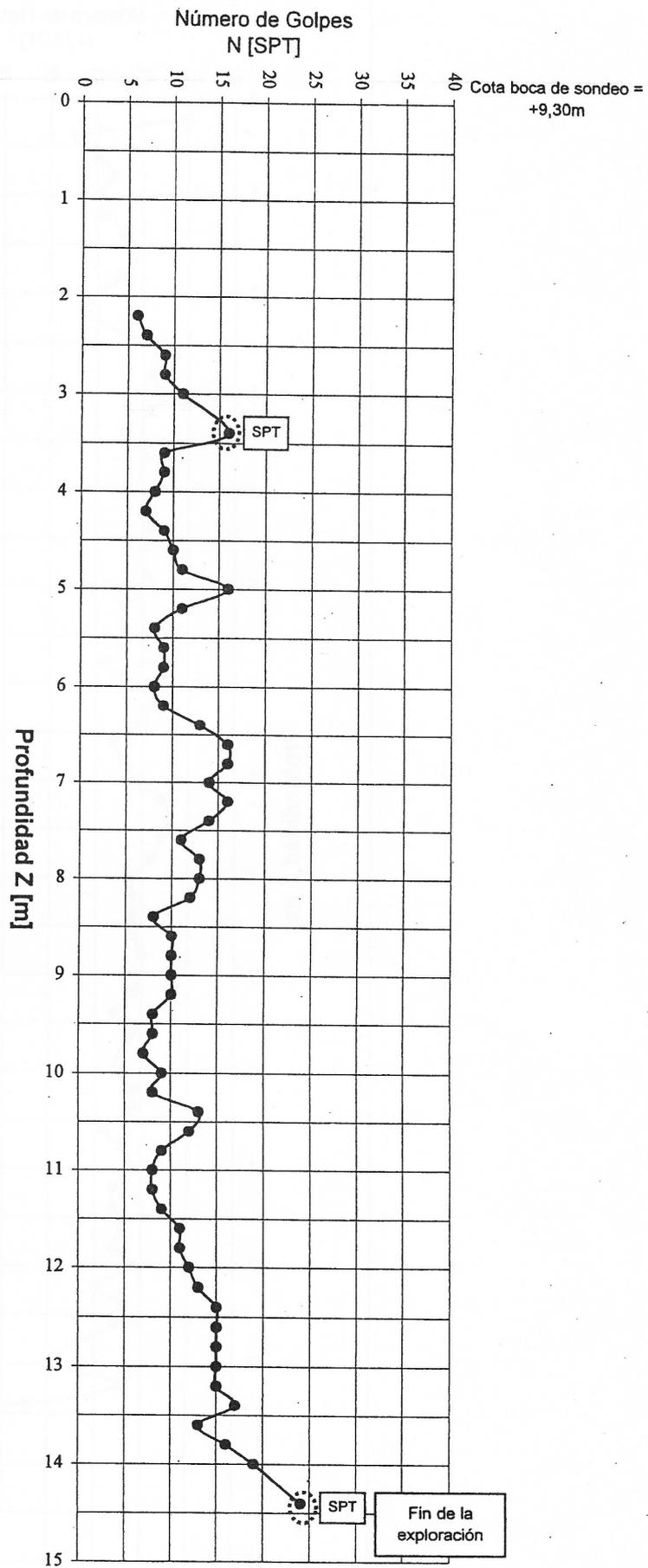
dir. Subsecretaría ARQTA. PONCEI	director a/c: ARQ. UBINO, MARIO	05
-------------------------------------	------------------------------------	----

proyector: DIRECCIÓN DE ESTUDIOS, PROGRAMAS Y PROYECTOS	firma:	
dibujador: QUIJANA, Martín	firma:	
especialidad:	firma:	
control:	firma:	

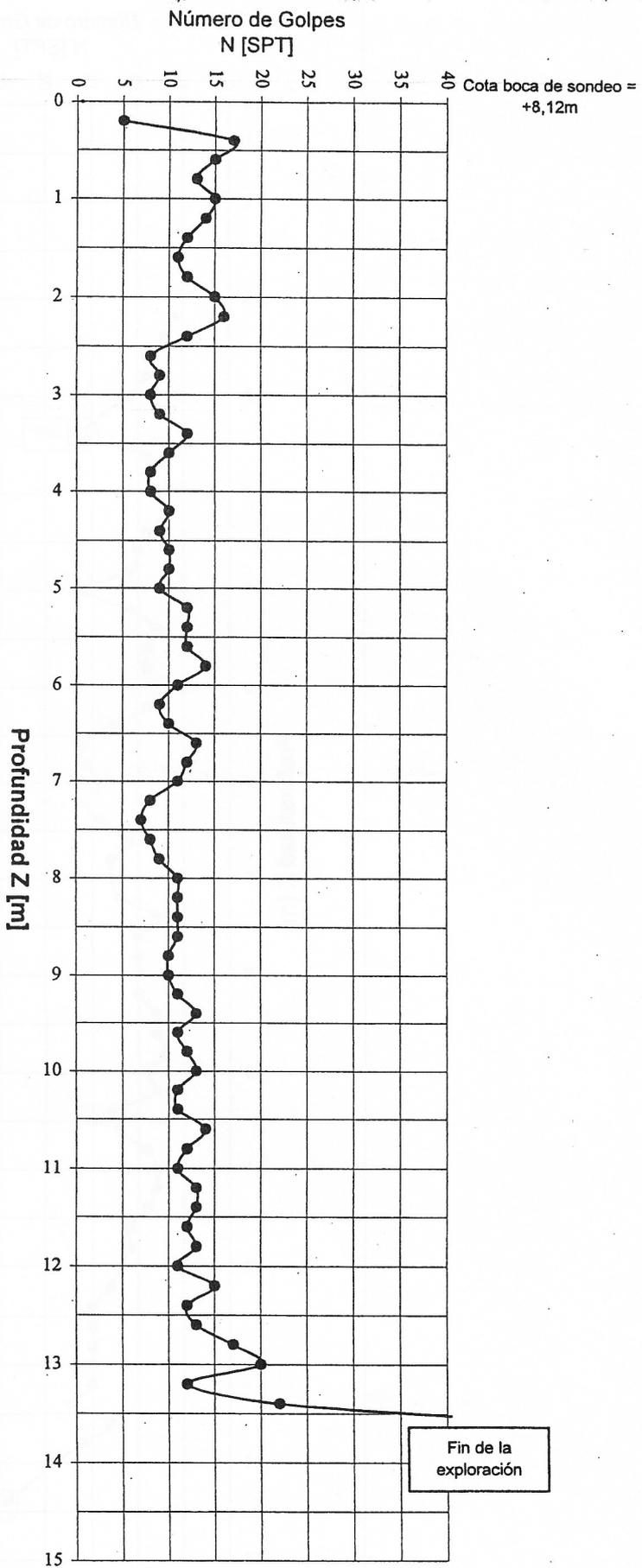


ANEXO I
PERFILES ESTRATIGRÁFICOS
Estudio de Suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba



Hinca Dinámica H-1
 (Nº de golpes equivalente del SPT)
 Edificio Bioterio Ciencias Exactas
 Universidad Nacional de Córdoba
 Ciudad de Córdoba



Hinca Dinámica H-2
 (Nº de golpes equivalente del SPT)
 Edificio Bioterio Ciencias Exactas
 Universidad Nacional de Córdoba
 Ciudad de Córdoba

ANEXO II
ALGUNOS RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO
Estudio de Suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba

Proyecto: Estudio de Suelos para edificio Bioterio Ciencias Exactas

Trabajo N° 08/12



Ubicación: Ciudad Universitaria - Universidad de Nacional de Córdoba - Córdoba

Fecha 22/08/2012

Operador: OB-NS

Suelo tipo: Limo

CONTENIDO DE HUMEDAD

Pozo	Muestra	Profundidad	P_f [gr]	$W_{sh}+P_f$ [gr]	$W_{ss}+P_f$ [gr]	ω [%]
H-1	M1	0,50	11,0	140,3	130,4	8,3
	M2	1,00	27,6	213,8	204,6	5,2
	M3	2,00	27,8	190,6	176,1	9,8
	M4	3,40	29,9	218,1	191,7	16,3
	M5	14,20	27,4	155,4	133,5	20,6
	M6	14,40	24,9	212,9	166,9	32,4

LAVADO POR TAMIZ N° 200

Pozo	Muestra	Profundidad	P_f [gr]	$W_{ss}+P_f$ [gr]	$P_f+W_{RT\#200}$ [gr]	Pasa T200 [%]	Tipo de Suelo
H-1	M5	14,20	27,5	133,5	35,2	93	Limo con algo de arena
	M6	14,40	24,9	166,9	27,6	98	Limo escasa arena

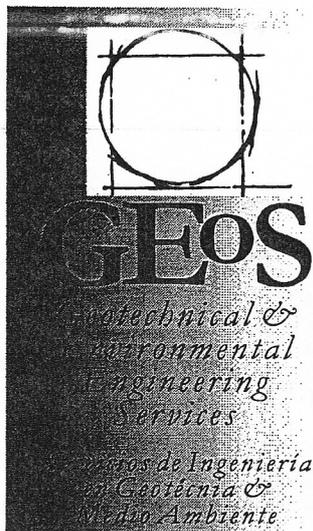
ESTUDIO DE SUELOS
PARA EDIFICIO BIOTERIO
CIENCIAS EXACTAS
CÁMARA DE INYECCIÓN DE CÁMARA

Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad de Córdoba

Preparado para:
Ing. Carlos Caggiano

Preparado por:
GEOS
2681/08-12

Córdoba, 17 de Setiembre de 2012



Córdoba, 17 de Setiembre de 2012

Atención: Ing. Carlos Caggiano
Cel: (0358) 154 114 899

Trabajo: ESTUDIO DE SUELOS
PARA EDIFICIO BIOTERIO
CIENCIAS EXACTAS
ADENDA I: INYECCIÓN DE CÁMARA

Lugar: Ciudad Universitaria
Universidad Nacional de Córdoba
Ciudad de Córdoba

Estimado Ingeniero:

Nos dirigimos a Ud. con el fin de presentarle esta **ADENDA I** del **ESTUDIO DE SUELOS** realizado en el lugar de la referencia siguiendo su expreso pedido.

Con motivo de la futura construcción del Edificio Bioterio Ciencias Exactas, en un sector dentro de la Ciudad Universitaria de la Ciudad de Córdoba, se ha solicitado los servicios de **GEOS** para realizar esta ampliación acerca de las inyecciones de las campanas de los pilotes excavados y hormigonados *in situ* que se llevarán a cabo para la fundación de dicha estructura.

Para la realización de esta fundación el Contratista solicitó a **GEOS** un estudio de suelo, el cuál ya fue terminado y entregado bajo el título "*Estudio de Suelos para Edificio Bioterio Ciencias Exactas*", con fecha 29/08/2012. En dicho informe, **GEOS** recomendó fundar este edificio mediante una fundación profunda que apoye "francamente" por debajo de ~13,0m de profundidad, en el **estrato III** (ver sub-apartado 6.1 de dicho *Estudio*), atendiendo a los parámetros de cálculo para cada intervalo de profundidades del Cuadro I, de dicho *Estudio*. Para mayores detalles, se deberá remitir a dicho *Estudio*.

Si bien, al momento de la redacción del presente protocolo se desconocen los detalles del proyecto de fundaciones correspondiente a esta edificación, tanto el Calculista como el Comitente tienen claro que se deberá mejorar la interacción "**suelo de apoyo – base campana**" para aumentar la capacidad de carga de punta de estos elementos estructurales (pilotes), máxime si se tiene en cuenta los niveles de carga que aquí actuarán. Es para ello que se propone inyectar una cámara de gravas por la punta de cada pilote que esté incluida dentro del volumen de su campana de apoyo inferior.

El método de "inyección" ó de "precarga" de estos pilotes que aquí se propone redundará en posibles admisiones de cemento con arreglo a cuál sea el tipo ó, mejor, el nivel de carga a que estará sometido cada pilote que se inyecte. Este método se basa en numerosas experiencias propias y de otros (por ej., de la empresa Ingeniería en Fundaciones S. A., según se detalla en su artículo "*Pilotes Inyectados - Mejora de Parámetros Resistentes del Suelo*"). De dicho documento se trae a colación un resumen de las causas que producen el mejoramiento:

"...para la punta:

- a. Cementación de sedimentos sueltos de la excavación.-
- b. Aumento de las dimensiones geométricas, debido a que las lechadas penetran en todos los intersticios y a veces crean raíces cementicias en el suelo próximo a la zona inyectada.-
- c. Restitución de las tensiones resistentes propias del suelo, por la presión alcanzada.-

"...para la fricción:

- d. Precarga (moderada) por la presión aplicada.-
- e. Mejora de la fricción por la infiltración de las lechadas entre el terreno y el hormigón de fuste, en la zona inferior del pilote, con la presión correspondiente.-
- f. Mayor volumen de terreno trabajando por fricción en la zona de ensanche.-..."

Aquí se considera importante puntualizar la opinión de GEOS con respecto a estos puntos en razón de su relación con lo que habrá que hacer en las futuras inyecciones para este Edificio Bioterio Ciencias Exactas:

❖ Efectos sobre la resistencia de punta:

- a. Se coincide con esta apreciación.
- b. Se coincide en que la lechada penetra en los intersticios de la cámara de gravas y en su contacto con el suelo circundante pero se disiente en cuanto a la creación de raíces debido a que aquélla no puede penetrar ni siquiera una arena fina y menos un limo.
- c. Esta es una afirmación demasiado general que sólo puede precisarse con datos de ensayos sobre pilotes prototipo ensayados *in situ* sin y con inyección de punta. De todas formas, con las presiones de inyección a utilizar, que deberán ser mayores que las tensiones geostáticas existentes en el suelo a la profundidad de la cámara, sí se podrá garantizar como mínimo la restitución de las mismas e, incluso, un cierto margen de pre-carga adicional.

❖ Efectos sobre la fricción lateral:

- d. Más que precarga sería un aumento de la fricción por la interface de lechada que se forma entre hormigón y suelo circundante, debido a la presión aplicada.
- e. Idem a "d", haciéndose extensiva esta mejora a un sector del fuste, tanto más largo cuanto mayor sea la admisión.
- f. Más que mayor volumen de terreno sería propio decir un cierto volumen de suelo circundante mejorado ante la precarga de la inyección.

Mientras que en la Figura N° 1 se ofrecen detalles acerca de la geometría y ubicación de esta "cámara de precarga" para un pilote tipo, conviene describir someramente a las etapas constructivas y ejecutivas que se deberán llevar a cabo para conformar la mencionada cámara de gravas inyectada:

1. Excavación mecánica del pozo con su campana correspondiente. Para esta última se hará uso de un útil de ensanche hasta adquirir la geometría indicada en la Figura N° 1.
2. La parte inferior de la campana se llenará con material granular a modo de cámara de precarga ó de inyección (Ver Figura N° 1). Como granular se utilizarán gravas, del tipo "0-38" ó similar. Al efecto, se deberán realizar ensayos de admisión sobre muestras del granular que se decida utilizar a los fines de la dosificación de la muestra a emplear y de cuantificar su consumo.
3. Colocación de jaula de armaduras, según detalle que obre en el plano de armaduras para fundaciones correspondiente. Además, colocación de tubos de polipropileno —formando una "U"—, con el detalle incluido en la Figura N° 1, adjunta. Por una cuestión de seguridad de inyección, se recomienda colocar al menos 2 (dos) de estos tubos en "U" por cada pilote a inyectar.
4. Vertido de hormigón dentro del pozo hasta alcanzar su nivel de encuentro con el futuro cabezal superior.
5. Después de un tiempo, el cuál deberá ser definido en el proyecto de inyecciones de tal modo y manera de garantizar la correcta reacción de la estructura enterrada a la presión de la inyección por realizar, se dará comienzo con la inyección de cada "cámara de precarga".

Mayores detalles acerca de estas tareas de inyección escapan al alcance del presente documento ya que dependerán de la tecnología que emplee la empresa que las realice y del criterio de la inspección actuante.

En síntesis, esta tarea, siempre y cuando sea realizada con personal especializado, equipo adecuado e inspección idónea, permitirá aumentar la resistencia de punta de los pilotes inyectados en un cierto porcentaje que dependerá, principalmente, del grado de cumplimiento de los siguientes **factores de inyección** para cada cámara:

- Características de la cámara y del suelo granular empleado
- Presión de inyección (se recomienda que como presión máxima de corte de cada inyección se trabaje con valores que no sean inferiores a 20 kg/cm²).
- Dosificación de la lechada cementicia a inyectar.
- Volumen de lechada cementicia inyectada.
- Medición de la presión de inyección mediante el empleo de manómetros adecuados a la tarea.
- Nivel de inspección idónea durante toda la operación.

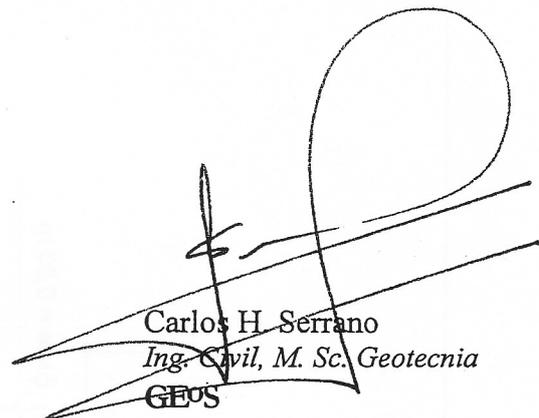
Entonces, de acuerdo al grado de cumplimiento de estos **factores de inyección** se podrán aumentar las resistencias de punta de los pilotes siguiendo la escala de la Tabla N° 1, de la página siguiente:

Tabla N° 1 – Porcentajes de incremento de tensión de punta mediante el empleo de cámaras de suelo granular inyectado

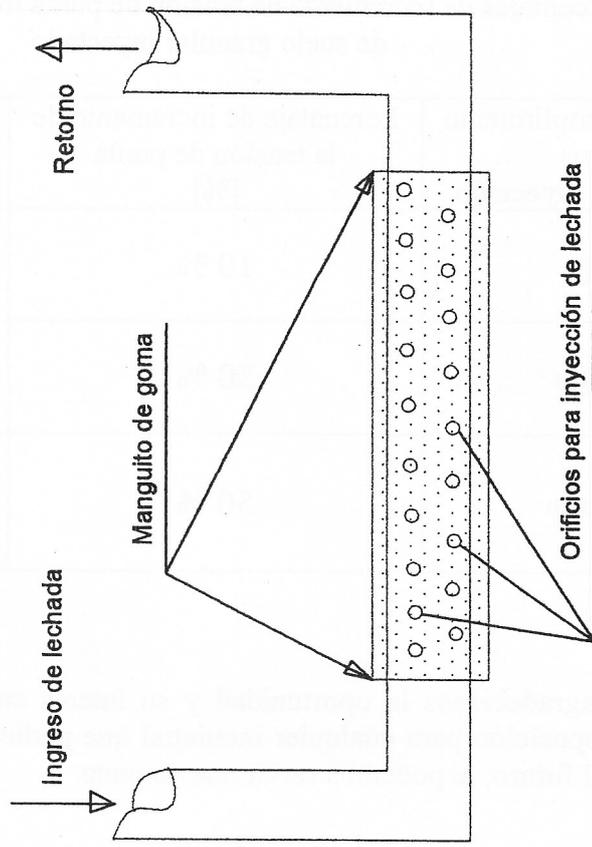
Grado de cumplimiento de los factores de inyección	Porcentaje de incremento de la tensión de punta [%]	Observaciones
Bajo	10 %	Fácil de lograr aún con un bajo nivel de inspección actuante
Medio	30 %	Alcanzable solamente mediante un nivel de inspección medio
Óptimo	50 %	Difícil de alcanzar; se requiere un nivel de inspección adecuado y continuo

Nosotros agradecemos la oportunidad y su interés en nuestros servicios quedando, desde ya, a su disposición para cualquier inquietud que pudiera tener sobre el contenido del presente o sí, en el futuro, le podemos servir nuevamente.

Le saludamos atentamente,



Carlos H. Serrano
Ing. Civil, M. Sc. Geotecnia
GEOS



Detalle A - Manguito sobre línea de inyección

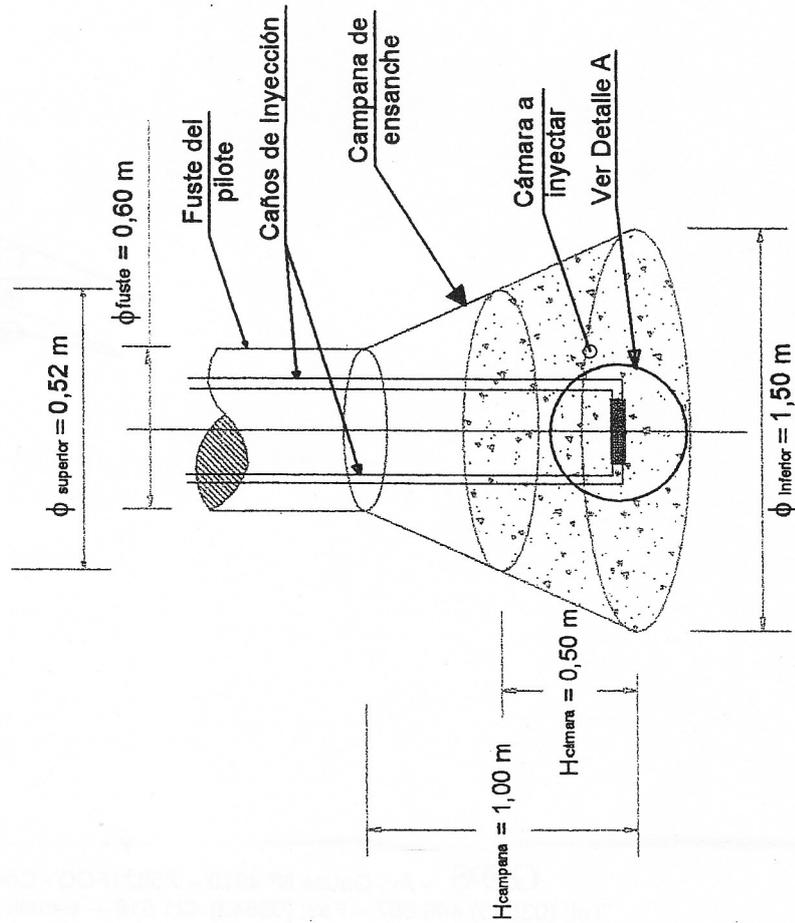


Figura N° 1 - Detalles de cámara de inyección por la punta del pilote y de manguito sobre línea de inyección