

**"ESTUDIOS BÁSICOS SONDAJES
MARINA PÚBLICA DE TALCAHUANO"
COMUNA DE TALCAHUANO, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN,
REGIÓN DEL BIOBÍO**

**ETAPA 1
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

INFORME FINAL

ÍNDICE GENERAL

1	INTRODUCCIÓN	1-1
1.1	INTRODUCCIÓN GENERAL	1-1
1.2	OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO	1-1
1.3	OBJETIVO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO	1-1
1.4	ESTRUCTURACIÓN DEL ESTUDIO	1-2
1.5	TAREAS A DESARROLLAR PARA EL INFORME FINAL	1-2
2	BASE TOPOGRÁFICA	2-1
2.1	INTRODUCCIÓN	2-1
2.2	EQUIPO DE TRABAJO	2-1
2.3	MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS GPS Y PR's	2-1
2.3.1	<i>Sistema de Transporte de Coordenadas</i>	<i>2-3</i>
2.3.2	<i>Nivelación y Compensación Geométrica PR's</i>	<i>2-8</i>
2.3.3	<i>Replanteo Sondajes</i>	<i>2-9</i>
3	UBICACIÓN Y COTAS DE LOS SONDAJES	3-1
3.1	UBICACIÓN DE LOS SONDAJES	3-1
3.2	COORDENADAS DE LOS SONDAJES	3-1
3.3	COTAS Y PROFUNDIDAD DE LOS SONDAJES	3-2
4	ESTUDIO GEOTÉCNICO	4-1
4.1	CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN	4-1
4.2	RESULTADOS DEL ESTUDIO	4-1
5	ANEXOS	5-1
5.1	ANEXO N° 1: ANEXOS DE TOPOGRAFÍA	5-1
5.1.1	<i>Procesamiento GPS</i>	<i>5-1</i>
5.1.2	<i>Cálculo Coordenadas Topográficas</i>	<i>5-2</i>

5.1.3	<i>Cálculo Nivelación y Compensación Geométrica.....</i>	5-3
5.1.4	<i>Monografías PR's</i>	5-4
5.1.5	<i>Especificaciones Técnicas Instrumental Utilizado.....</i>	5-5
5.1.6	<i>Certificados de Calibración Equipos.....</i>	5-6
5.1.7	<i>Archivos Rinex.....</i>	5-7
5.2	ANEXO N° 2: INFORME GEOTÉCNICO	5-8

1 INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN GENERAL

Mediante RES. D.R.O.P. VIII (ex) N° 0921 del 12 de mayo de 2015 y tramitada se adjudicó a Intrat Consultores S.A. el "Estudios Básicos Sondajes Marina Pública de Talcahuano", Comuna de Talcahuano, Provincia de Concepción, Región del Biobío, ingresando totalmente tramitada a la Oficina de Partes de la Dirección Regional de Obras Portuarias Región del Biobío, con fecha 25 de mayo de 2015, por lo que el día 1 del estudio es el día 25 de mayo de 2015.

1.2 OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

De acuerdo a lo definido en las Bases de Licitación, el objetivo general del estudio es el siguiente:

“La Dirección de Obras Portuarias del Ministerio de Obras Públicas, cumpliendo con su misión de planificar, proyectar, construir y conservar la infraestructura portuaria, costera, marítima, fluvial y lacustre necesaria para el desarrollo socioeconómico del país y su integración física nacional e internacional, ha decidido realizar estudios básicos de mecánica de suelos para el futuro diseño de una marina pública en Talcahuano, Provincia de Concepción, Región del Biobío.

Durante los últimos años, el sector céntrico de la comuna de Talcahuano ha presentado un fuerte crecimiento económico, turístico y gastronómico, debido principalmente a una serie de inversiones públicas que se han efectuado en el lugar (MOP y MINVU).

Con la finalidad de continuar potenciando el desarrollo integral del sector costero de la comuna de Talcahuano, los presentes Términos de Referencia para la realización de los estudios básicos de mecánica de suelos en el sector de la Bahía de Concepción para la construcción de una futura marina pública, buscan diversificar y fomentar las actividades recreativas y turísticas del sector, además del crecimiento económico relacionado que ello conlleva.”

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO DEL ESTUDIO

De acuerdo a lo definido en las Bases de Licitación, el objetivo específico del estudio es el siguiente:

“El objetivo general consiste en realizar los estudios básicos de mecánica de suelos necesarios para el futuro diseño de los anteproyectos de las obras necesarias para la marina pública de Talcahuano, cuya finalidad consiste en potenciar el desarrollo económico, turístico y deportivo de la Comuna de Talcahuano.”

1.4 ESTRUCTURACIÓN DEL ESTUDIO

El estudio está estructurado en una etapa, a saber:

- Etapa 1: Estudio de Mecánica de Suelos

1.5 TAREAS A DESARROLLAR PARA EL INFORME FINAL

En este informe se reporta lo indicado en las Bases de Licitación para el Informe Final de la Etapa 1, es decir se reporta todo el trabajo desarrollado para la ejecución de los cuatro sondajes solicitados, los resultados de terreno de dichos sondajes y los análisis de laboratorio de éstos. Además se entregan recomendaciones para la fundación de estructuras en el lecho marino de la zona de estudio.



Javier Guerrero S.
Ingeniero Civil
Jefe de Proyecto

2 BASE TOPOGRÁFICA

2.1 INTRODUCCIÓN

Se entrega a continuación un resumen de las distintas tareas llevadas a cabo para obtener la base topográfica que permitió replantear los sondajes ejecutados en el contexto del estudio. Este trabajo de topografía consistió en replantear topográficamente una serie de sondajes, para su posterior ejecución, para finalmente darle coordenadas y cotas exactas a estos mismos puntos, datos que servirán para el desarrollo del informe geotécnico del estudio.

2.2 EQUIPO DE TRABAJO

Para la consecución de los objetivos que se persiguen en esta etapa del estudio, se ha trabajado con el siguiente equipo de terreno:

- 1 topógrafo
- 1 alarife
- 1 estación total Spectra Physics modelo Constructor 600
- 1 nivel SOKKIA modelo AL24
- 2 receptores GPS Topcon modelo Hiper+ de doble frecuencia

2.3 MATERIALIZACIÓN DE PUNTOS GPS Y PR's

Para este estudio existía previamente una base de PR's perteneciente al Levantamiento Topobatómico de la Poza de Talcahuano desarrollado por Geomar en Junio de 2010 para la Dirección de Obras Portuarias. Estos PR's se denominan THO3, THO4 y THO5, TAL2, TAL3 y TAL5. Sin embargo, por todas las obras desarrolladas en el borde costero con fecha posterior al Terremoto de Febrero de 2010 desaparecieron 3 de ellos, encontrándose en terreno solo el punto TAL3.

De esta forma para densificar la red de PR's y a partir de este punto TAL3, se materializaron 2 puntos en el sector que comprende el presente estudio. Estos puntos se denominaron IT1 e IT2, los cuales corresponden a un fierro empotrado en un muro del muelle y el otro un clavo Hilti en el sector de la avenida frente a la Capitanía de Puerto.

Figura N° 2.3-1: Ubicación vértice IT1 en muro de atraque Capitanía de Puerto de Talcahuano.



Figura N° 2.3-2: Ubicación vértice IT2 en solera frente a Capitanía de Puerto de Talcahuano.

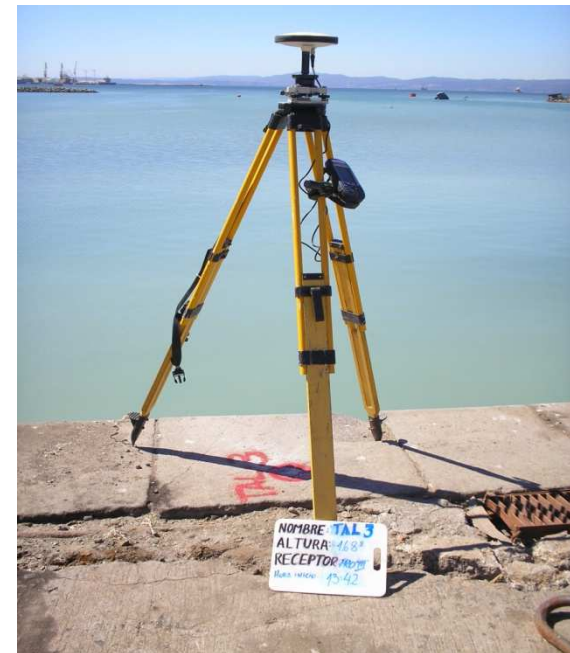


2.3.1 Sistema de Transporte de Coordenadas

Para este estudio se llevó a cabo un Sistema de Transporte de Coordenadas (STC) correspondiente a un Orden de Control Secundario, el cual quedó georreferenciado al elipsoide WGS84. Las coordenadas finales de este estudio se expresarán como coordenadas topográficas reducidas a partir del Datum citado anteriormente.

Para la georreferenciación del STC al sistema WGS84 se utilizó el Vértice TAL3 perteneciente a la base topográfica del Levantamiento Topobatimétrico de Geomar del año 2010 para La Dirección de Obras Portuarias. Este punto se encuentra ubicado en el sector la losa de atraque de la Pesquera Biobío (ver figura con la monografía de ubicación del punto).

Figura N° 2.3-3: Plano monografía vértice TAL3

MONOGRAFÍA DE VÉRTICE			
VÉRTICE: TAL3		LUGAR: TALCAHUANO	
FOTOGRAFÍAS GENERALES			
			
FOTOGRAFÍA PARTICULAR		COORDENADAS	
		NORTE	5.935.442,595
		ESTE	668.518,299
		Mº CENTRAL	75º
		ZONA	18
		LATITUD	36º 42' 42.35641" S
		LONGITUD	73º 06' 47.60331" W
		ALTURA	22.096 Elipsoidal
		ALTURA	3.719 al NRS
		ALTURA	2.725 al NMM
DESCRIPCIÓN: Disco de bronce empotrado en cemento sobre la losa de atraque de la pesquera Biobío, a 20 metros al Este de la planta de succión y a 100 metros al Norte de la Serviteca Good Year. Coordenadas en Datum WGS – 84. Vinculado desde el vértice PENC.			

El enlace se llevó a cabo midiendo con GPS geodésico marca Topcon modelo Hiper + de doble frecuencia cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo nº 1: Anexos de Topografía.

Los 2 puntos materializados como PR's son intervisibles entre sí. El método de trabajo utilizado para el posicionamiento fue el modo diferencial estático con soluciones en post-proceso, con observaciones independientes de los vectores, formando una figura cerrada que pueda ser compensada.

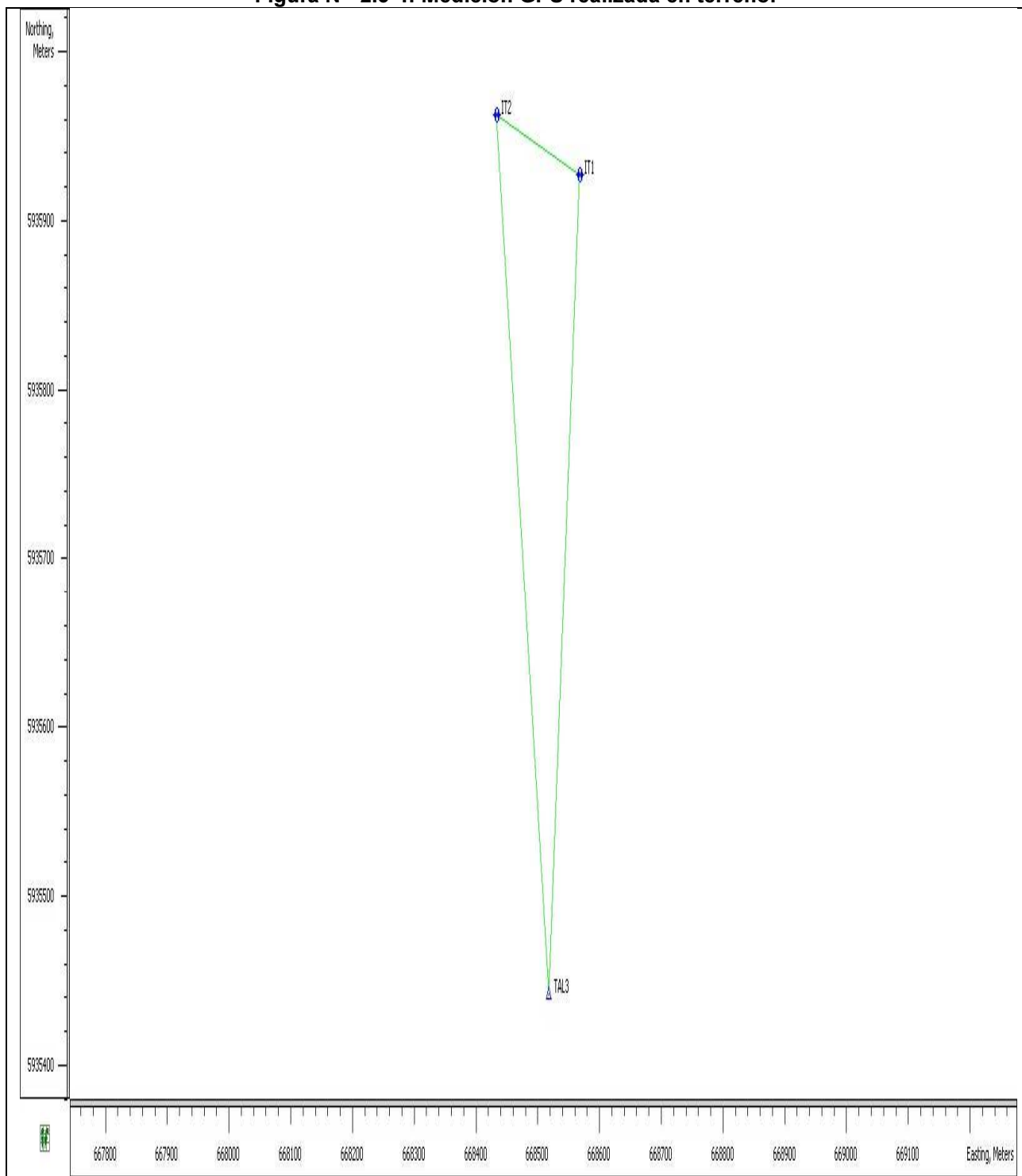
Durante el período de observación común al menos un 95% de las observaciones contaron preferentemente con un PDOP inferior a 2,532.

Los datos disponibles permitieron obtener mediante los programas de procesamiento soluciones para los vectores resolviendo las ambigüedades enteras (solución FIXED).

Las coordenadas de los puntos materializados en terreno fueron determinados mediante el uso de instrumental GPS geodésico de alta precisión, con observación de la fase portadora en L1 y L2, registrando exactamente la altura de la antena en todas las observaciones, de manera de obtener una buena precisión en altura.

A continuación se presenta la figura de la medición GPS llevada a cabo para el presente estudio.

Figura N° 2.3-4: Medición GPS realizada en terreno.



En la figura anterior se puede ver el enlace realizado para el presente estudio a las coordenadas con origen WGS84. Se midieron los vectores principales desde el vértice TAL3 hasta los puntos IT1 e IT2 por un período de 18 minutos en promedio, para posteriormente cerrar la figura con la medición del vector IT1-IT2.

La etapa de Post Proceso de las mediciones GPS se llevó a cabo mediante el software TOPCON TOOLS de la empresa Topcon, mediante el cual se logró procesar la totalidad de los vectores involucrados, así como su posterior ajuste y compensación.

La finalidad de la etapa de Post Proceso es llegar a obtener las coordenadas geográficas, UTM WGS84 en el Huso 18, cotas elipsoidales, cotas nivel medio del mar y cotas nivel reducción de sonda (para lo cual se utilizó la cota del vértice TAL3 para nivelar geométricamente hasta IT1 e IT2) definitivas para cada uno de nuestros puntos GPS. Las coordenadas citadas anteriormente se presentan en los siguientes cuadros:

Cuadro N° 2.3-1: Coordenadas de GPS UTM WGS84, altura nmm, nrs y elipsoidal.

NOMBRE	COORDENADA NORTE (m)	COORDENADA ESTE (m)	COTA nrs	COTA nmm	COTA ELIPSOIDAL (m)
TAL3	5.935.442,595	668.518,299	3,719	2,725	22,096
IT1	5.935.927,421	668.567,246	2,941	1,947	21,312
IT2	5.935.962,570	668.432,511	5,910	4,916	24,274

Fuente: Projection: UTMSouth-Zone_18: 78W to 72W

Cuadro N° 2.3-2: Coordenadas geográficas de GPS UTM WGS84

NOMBRE	LATITUD	LONGITUD
TAL3	36°42'42.35641S	73°06'47.60331W
IT1	36°42'26.59935S	73°06'46.01699W
IT2	36°42'25.54531S	73°06'51.47169W

Fuente: Projection: UTMSouth-Zone_18: 78W to 72W

Cuadro N° 2.3-3: Coordenadas topográficas origen WGS84.

PUNTO	NORTE COMP	ESTE COMP
IT1	5.935.927,450	668.567,231
IT2	5.935.962,601	668.432,490

Los informes entregados del procesamiento completo de los puntos GPS medidos en terreno, con el detalle de los datos entregados por los receptores, procesamiento y

ajuste de todos los vectores, con los parámetros y resultados entregados por el software de post-proceso se encuentran en el Anexo n° 1: Anexos de Topografía.

2.3.2 Nivelación y Compensación Geométrica PR's

Para dar una base altimétrica al sector en estudio, se trasladó la cota Nivel Reducción de Sonda y Nivel Medio del Mar del vértice TAL3 a los puntos IT1 e IT2 mediante una nivelación geométrica ida y vuelta, obteniendo con ello los distintos desniveles, los cuales fueron promediados y compensados obteniendo finalmente las cotas niveladas para cada uno de los 2 puntos materializados en terreno.

Toda la nivelación geométrica se llevó a cabo mediante un nivel marca Sokkia Topcon Modelo AL-24, cuyas características se encuentran en el Anexo n° 1: Anexos de Topografía.

Los registros de ida y vuelta de las nivelaciones se encuentran adjuntos en el Anexo n° 1: Anexos de Topografía, Compensaciones Geométricas de nivelaciones.

El resumen de los desniveles y cotas para cada uno de los PR's se presentan a continuación:

Cuadro N° 2.3-4: Cálculo y compensación de la nivelación geométrica.

CÁLCULO Y COMPENSACIÓN PR'S					
N° PR	DESNIVELES		ERROR (mm)	DESNIVEL COMPENSADO	COTA NIVEL REDUCCIÓN DE SONDAS
	IDA	REGRESO			
TAL3					3,719
	2,189	-2,193	-0,004	2,191	
TAL2					5,910
	-2,969	2,969	0,000	-2,969	
TAL1					2,941

CÁLCULO Y COMPENSACIÓN PR'S					
N° PR	DESNIVELES		ERROR (mm)	DESNIVEL COMPENSADO	COTA NIVEL MEDIO DEL MAR
	IDA	REGRESO			
TAL3					2,725
	2,189	-2,193	-0,004	2,191	
TAL2					4,916
	-2,969	2,969	0,000	-2,969	
TAL1					1,947

2.3.3 Replanteo Sondajes

Una vez que se obtuvo las coordenadas y cotas para los dos PR's materializados se llevó a cabo el replanteo de los puntos de sondaje definidos en las Bases de Licitación. Para ello se utilizó una estación total Spectra Physics Modelo Constructor 600, cuyas especificaciones técnicas se encuentran en el Anexo n° 1: Anexos de Topografía.

Haciendo uso de los 2 puntos materializados en terreno, se ubicó por coordenadas cada uno de los puntos de sondaje y haciendo uso de un bote con sus respectivos tripulantes, incluyendo el alarife, se marcó con boyas los distintos puntos.

Una vez que los sondajes se fueron ejecutando se realizó una campaña para cada uno de ellos, de manera de tomar sus coordenadas y cotas definitivas, información relevante para tener el dato de la profundidad del mar, la cota de fondo y la cota a la que se llegó con la perforación correspondiente.

3 UBICACIÓN Y COTAS DE LOS SONDAJES

3.1 UBICACIÓN DE LOS SONDAJES

Se ejecutaron tres sondajes marítimos (SM) y un sondaje terrestre (ST), que si bien también es sobre el mar, está pegado al borde costero. Todos los sondajes se ubican en la poza de Talcahuano, en el entorno de la Capitanía de Puerto.

Figura N° 3.1-1: Ubicación de los sondajes.



Fuente: Elaboración propia sobre foto Google Earth.

3.2 COORDENADAS DE LOS SONDAJES

En el cuadro siguiente se entrega las coordenadas de cada sondaje.

Cuadro N° 3.2-1: Coordenadas de los sondajes.

SONDAJE	COORDENADAS	
	NORTE	ESTE
SM-1	5.936.029,410	668.550,902
SM-2	5.936.034,147	668.616,441
SM-3	5.935.964,058	668.711,015
ST-1	5.935.958,798	668.567,294

Fuente: Elaboración propia.

3.3 COTAS Y PROFUNDIDAD DE LOS SONDAJES

En el cuadro siguiente se entrega las cotas de cada sonduje, cotas nivel de reducción de sonda (NRS) y nivel medio del mar (NMM), así como su profundidad.

Cuadro N° 3.3-1: Cotas de los sondajes.

SONDAJE	PROFUNDIDAD			PLATAFORMA Balsa		COTA SONDAJE		
	SONDAJE	Balsa-FONDO	REAL SONDAJE	COTA NMM	COTA NRS	BOCA NMM	BOCA NRS	FONDO NRS
SM-1	44,45	4,26	40,19	1,774	2,768	-2,486	-1,492	-41,682
SM-2	51,12	5,9	45,22	2,729	3,723	-3,171	-2,177	-47,397
SM-3	51,41	6,45	44,96	1,810	2,804	-4,640	-3,646	-48,606
ST-1	39,08	6,6	32,48	2,142	3,136	-4,458	-3,464	-35,944

Fuente: Elaboración propia.

En el Anexo n° 2: Informe Geotécnico, anexo E, se presenta un plano con la localización de los sondajes.

4 ESTUDIO GEOTÉCNICO

4.1 CAMPAÑA DE EXPLORACIÓN

La exploración del subsuelo fue realizada mediante 4 sondajes con equipo de rotación con diamantina y tamaño HQ3, con medición de resistencia a la penetración según el método estándar (SPT).

El ensayo "SPT" (Norma ASTM D-1586) consiste en la hincada a golpes de un conjunto de barras de acero por medio de una masa de 63,5 [Kgf] de peso cayendo desde 76 cm de altura repetidas veces; en este sondaje las barras de acero terminan en un cilindro cortante hueco el cual sirve para obtener muestras de suelo clasificables cada un metro de penetración del conjunto, permitiendo la medición de la napa de agua y además la obtención del número N_{spt} ó "índice de penetración estándar" consistente en el registro del número de golpes en tramos de los últimos 30 cm de penetración, registro relacionado directamente con la compacidad y la resistencia al corte del suelo atravesado.

Una vez alcanzada la cota de roca basal se continuó el sondaje obteniéndose testigos continuos lo que permitió la determinación de los valores de RQD (Rock Quality Designation). Este parámetro consiste en la razón entre la suma de todos los trozos de largo igual o superior a 10 cm y el largo muestreado. Permite definir la calidad de la roca basal.

4.2 RESULTADOS DEL ESTUDIO

En el Anexo nº 2: Informe Geotécnico se presentan los registros y las fotos de cada sondaje así como los resultados de laboratorio, los análisis hechos y las recomendaciones de fundación.

5 ANEXOS

5.1 ANEXO N° 1: ANEXOS DE TOPOGRAFÍA

5.1.1 Procesamiento GPS

5.1.2 Cálculo Coordenadas Topográficas

5.1.3 Cálculo Nivelación y Compensación Geométrica

5.1.4 Monografías PR's

5.1.5 Especificaciones Técnicas Instrumental Utilizado

5.1.6 Certificados de Calibración Equipos

5.1.7 Archivos Rinex

Los archivos Rinex se presentan en formato digital.

5.2 ANEXO N° 2: INFORME GEOTÉCNICO