

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA GEOLÓGICA**



**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA PARA EL
DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES COMPETENTES
EN LAS ÁREAS N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01, PERTENECIENTES
A LA EMPRESA PETROCARABOBO, UBICADA EN EL
MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI,
VENEZUELA.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LAS
BACHILLERES FUENTES Y.,
JOSELIN C. Y VILLANUEVA
B., FABIOLA DE LOS A. PARA
OPTAR A LOS TÍTULOS DE
INGENIERO GEÓLOGO**

CIUDAD BOLÍVAR, AGOSTO 2018



**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA**

ACTA DE APROBACIÓN

Este Trabajo de Grado, titulado, “**CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES COMPETENTES EN LAS ÁREAS N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01, PERTENECIENTES A LA EMPRESA PETROCARABOBO, UBICADA EN EL MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.**”, presentado por las bachilleres, **FUENTES Y., JOSELIN C. Y VILLANUEVA B., FABIOLA DE LOS A.** de cédulas de identidad No **23.899.065** y **22.970.673** respectivamente; como requisito parcial para optar a los títulos de **INGENIERO GEÓLOGO** ha sido **APROBADO**, de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombre:

Firma:

Prof. Javier Ramos

(Asesor)

Prof. Dafny Echeverría

(Jurado)

Prof. Francisco Monteverde

(Jurado)

Prof. Javier Ramos
Jefe de Dpto. de Ing. Geológica

Prof. Francisco Monteverde
Director de la Escuela de Ciencias de la Tierra

En Ciudad Bolívar, a los 02 días del mes de Agosto de 2018.

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar hasta este momento y darme la fortaleza necesaria para seguir adelante.

A mi hijo Santiago López, mi gran motor quien me impulsa a seguir adelante y no desmayar ante las adversidades, siendo mi mayor inspiración.

A mi esposo Alexander López, por ser ese apoyo incondicional en gran parte de mi carrera, por creer en mí y motivarme a superarme.

A mis padres, hermanos, tíos y abuelos quienes han sembrado en mí ejemplo de humildad, progreso y sacrificios, enseñándome a valorar todo lo que tengo.

A esos amigos que son como mi familia, que estuvieron a mi lado en momentos buenos y malos que también me apoyaron y me motivaron a lo largo de mi carrera.

A todos y cada uno de ustedes les dedico este trabajo, porque han fomentado en mí deseos de superación y triunfo.

Joselin Fuentes

DEDICATORIA

A Dios, porque él me permitió el comienzo y culminación de mi carrera, me dio salud y la fortaleza que necesite para avanzar en el camino, a Él le dedico mi triunfo.

A mis padres Cruz Brito y Erasmo Villanueva por apoyarme en todo momento, porque han dedicado gran parte de sus vidas en inculcarme valores y en enriquecer mi educación.

A mis hermanas y hermanos, en especial a Yitzi Villanueva, porque he contado con su apoyo en el transitar de mi carrera.

A mi tía Yannys Brito porque siempre me ha apoyado en mis estudios, aun en la distancia, ha hecho lo posible para que mi sueño de ser ingeniera geólogo se haga realidad.

A todas aquellas personas que inculcaron en mí el amor por los estudios y el deseo de superación.

A ustedes les dedico mi triunfo, que con trabajo, sacrificios y mucho esfuerzo he logrado.

Fabiola Villanueva

AGRADECIMIENTO

A Dios por darnos la oportunidad de vivir y estar con nosotras cada momento de nuestras vidas, por sus bendiciones y amor, a Él muchas gracias.

A nuestra querida casa de estudio la Universidad de Oriente, por facilitar las herramientas para desarrollarnos a lo largo de nuestras vidas, abrirme las puertas y darnos la oportunidad de recibir una buena formación académica, a los profesores que la integran, muchas gracias.

A nuestro tutor Javier Ramos (Ingeniero Geólogo) por la oportunidad de realizar este trabajo de grado bajo sus asesorías, por su tiempo y dedicación, gracias.

A nuestros familiares por sus sacrificios, esfuerzos y apoyarnos para alcanzar esta meta.

A nuestros amigos con los cuales convivimos, compartimos, recibimos apoyo y palabras de aliento estando lejos de casa.

RESUMEN

Este trabajo de grado se centra en una caracterización geológica y geotécnica para proponer el diseño estructural de fundaciones competentes en las áreas N-05-01, N-06-01, y Q-06-01, pertenecientes a la empresa Petrocarabobo, ubicada en el municipio Independencia del estado Anzoátegui. La caracterización geológica se realizó a través de un diagnóstico investigativo, para comparar la geología del sitio con los análisis geotécnicos que se llevaron a cabo. La caracterización geotécnica se realizó a partir de datos aportados por la empresa SERSUPICA, la cual realizó la exploración de suelo mediante 12 perforaciones, aplicando el método SPT. Con los datos aportados fue posible construir perfiles del terreno donde se muestran la continuidad lateral de la arena limo-arcillosa marrón rojiza y el aumento progresivo en dirección NE de la arena limosa marrón; así mismo, basados en la norma COVENIN 1756-98. Rv-2001 se estudió el riesgo sísmico de la zona, con la intención de que las estructuras puedan soportar dichos eventos, para ello se determinaron las velocidades de ondas, la forma espectral y el factor de corrección que nos ubicaron en una zona de riesgo sísmica 3 (intermedio). Se calcularon las propiedades del suelo: granulometría, límites de consistencia, clasificación, humedad natural y peso unitario. También se determinaron los parámetros: ángulo de fricción, cohesión, módulo de deformación, módulo de Poisson, entre otros; para lo cual fue necesario conocer el tipo de suelo y la resistencia a la penetración, puesto que algunos de estos parámetros se encuentran ya tabulados, en caso de no contar con los ensayos requeridos, y otros fueron determinados a través de ecuaciones. Debido a que en las perforaciones realizadas, no se detectó una litología lo suficientemente densa, no se proponen fundaciones con pilotes en el caso de requerir estructuras con cargas muy elevadas, solo se recomiendan fundaciones superficiales, tipo losas y zapatas, para los cuales se calculó la carga admisible y el asentamiento elástico. Por último tuvo lugar el cálculo de potencial de colapso y expansión el cual arrojó que no existen riesgos. Estos cálculos son de gran importancia en cualquier obra ingenieril, debido a que se deben tomar en cuenta todos los posibles factores que puedan poner en riesgo, la estabilidad, durabilidad y seguridad de una fundación.

CONTENIDO

ACTA DE APROBACIÓN.....	ii
DEDICATORIA	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN.....	vi
CONTENIDO	vii
LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABLAS	xiii
LISTAS DE APÉNDICE	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	2
SITUACIÓN A INVESTIGAR	2
1.1 Planteamiento del problema	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo General	3
1.2.2 Objetivos específicos	3
1.3 Justificación de la investigación.....	4
1.4 Alcance de la investigación.....	5
1.5 Limitaciones de la Investigación	5
CAPÍTULO II	6
GENERALIDADES	6
2.1 Ubicación geográfica del área de estudio	6
2.2 Acceso al área de estudio.	10
2.3 Geología regional	10
2.4 Geología local.....	11
2.5 Vegetación.....	12
2.6 Clima	13

2.7	Tipo de suelo	13
CAPITULO III.....		14
MARCO TEÓRICO.....		14
3.1	Antecedentes o estudios previos.....	14
3.1	Fundamentos teóricos.....	16
3.1.1	Ensayo de penetración estándar (SPT).....	16
3.1.2	Análisis Granulométrico	17
3.1.3	Humedad natural	18
3.1.4	Límites de consistencia.	19
3.1.4.1	Límite líquido (LL).....	20
3.1.4.2	Límite plástico (LP).....	20
3.1.4.3	Índice de plasticidad	20
3.1.5	Consideraciones sísmicas.....	21
3.1.6	Clasificación de las cimentaciones.....	21
3.1.6.1	Cimentaciones someras.....	22
3.1.6.2	Cimentaciones Profundas	23
3.1.7	Resistencia a la penetración	24
3.1.8	Ondas elásticas en depósitos de suelos	24
3.1.8.1	Tipos de Ondas Elásticas	25
3.1.8.2	Velocidad de Onda de Corte (Vs).....	25
3.1.9	Módulo de deformación	26
3.1.10	Coefficiente de Poisson	27
3.1.11	Módulo de corte	27
3.1.12	Capacidad de Carga.....	28
3.1.13	Factor de seguridad	29
3.1.14	Asentamientos	29
3.1.14.1	Método de estimación de asentamientos	30
3.1.15	Suelos colapsables.....	31
3.1.16	Suelos expansivos	31

CAPÍTULO IV	33
METODOLOGÍA DE TRABAJO	33
4.1 Tipo de investigación	33
4.2 Diseño de la investigación.....	33
4.3 Población de la investigación.....	34
4.4 Muestra de la investigación.....	34
4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	35
4.5.1 Técnicas de recolección de datos	35
4.5.1.1 Revisión y análisis documental.....	35
4.5.2 Instrumentos de recolección de datos	36
4.5.2.1 Computadora personal (PC).....	36
4.5.2.2 Muestreador SPT.	36
4.5.2.3 Paquete de software Microsoft Office, 2010.	36
4.5.2.4 Programa informático para visualizar cartografía (Google Earth) 37	
4.6 Flujograma de la metodología de trabajo.	37
4.7 Procedimiento para el logro de los objetivos	38
4.7.1 Recopilación y validación de la información.....	38
4.7.2 Documentación e investigación de los aspectos geológicos de la zona tales como ubicación geográfica, clima, vegetación, tipo de suelo y geología regional. 38	
4.7.3 Exploración y muestreo del subsuelo.....	38
4.7.4 Elaboración de perfiles geotécnicos del terreno.....	39
4.7.5 Determinación de las propiedades sísmicas de la zona.....	39
4.7.5.1 Evaluación de las velocidades de ondas de corte	41
4.7.5.2 Forma espectral y factor de corrección.....	43
4.7.6 Cálculo de propiedades geotécnicas del suelo	44
4.7.6.2 Límites de consistencia.....	45
4.7.6.3 Clasificación del suelo.....	45
4.7.6.4 Humedad natural.....	46
4.7.6.5 Peso unitario	46

4.7.7	Registro de los parámetros geológicos y geotécnicos que permitan escoger el diseño estructural de fundaciones adecuadas para el sitio en estudio	47
4.7.7.1	Resistencia a la penetración.....	47
4.7.7.2	Ángulo de fricción.....	48
4.7.7.3	Cohesión.....	49
4.7.7.4	Módulo de deformación.....	49
4.7.7.5	Módulo de Poisson.....	50
4.7.7.6	Módulo de reacción.....	50
4.7.7.7	Módulo de corte dinámico.....	51
4.7.8	Evaluar de los parámetros geológicos y geotécnicos registrados para seleccionar el tipo de fundación adecuada, la carga admisible y el asentamiento elástico.	51
4.7.8.1	Cálculo de la capacidad de soporte de las zapatas recomendadas.	52
4.7.8.2	Cálculos de asentamientos admisibles.....	54
4.7.9	Expansión del suelo.....	54
4.7.10	Cálculo de la Potencial de colapso.....	55
CAPÍTULO V.....		56
ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.....		56
5.1	Documentación e investigación de los aspectos geológicos de la zona tales como ubicación geográfica, clima, vegetación, tipo de suelo y geología regional.	56
5.2	Perfiles geotécnicos del terreno.....	57
5.3	Propiedades sísmicas de la zona.....	61
5.3.1	Evaluación de las velocidades de ondas.....	62
5.3.2	Forma espectral y factor de corrección.....	66
5.4	Propiedades geotécnicas del suelo.....	67
5.4.1	Análisis granulométrico.....	67
5.4.2	Límites de consistencia.....	68
5.4.3	Clasificación de suelo.....	68
5.4.4	Humedad natural.....	69
5.4.5	Peso unitario.....	69

5.5	Registro de los parámetros geológicos y geotécnicos que permitieron escoger el diseño estructural de fundaciones adecuadas para el sitio en estudio...	74
5.5.1	Resistencia a la penetración	74
5.5.2	Cohesión.....	75
5.5.3	Ángulo de fricción.....	75
5.5.4	Módulo de deformación	76
5.5.5	Coefficiente de Poisson	77
5.5.6	Módulo de corte dinámico	77
5.6	Evaluación de los parámetros geológicos y geotécnicos registrados para seleccionar el tipo de fundación adecuada, la carga admisible y el asentamiento elástico.....	79
5.6.1	Carga admisible para las fundaciones recomendadas	81
5.6.2	Asentamientos elásticos	85
5.7	Potencial de colapso y expansión del suelo utilizando los valores de límite líquido y límite plástico calculado al material.	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		96
REFERENCIAS		99
APÉNDICES.....		102

LISTA DE FIGURAS

2.1 Faja petrolífera del Orinoco (Tomado del documento: Estrategias de explotación de la división Carabobo).....	6
2.2 Ubicación del campo Petrocarabobo (Tomado y Editado del documento: Estrategias de explotación de la división Carabobo); Error! Marcador no definido.	
2.3 Área total a evaluar	9
3.1 Procedimiento para la extracción de la muestra.....	16
3.2 Onda de cuerpo (Lazcano 2007)	25
3.3 Tipos de asentamientos	30
4.2 Secciones con las que se construyeron los perfiles	40
geotécnicos.....	40
4.3 Mapa de zonificación sísmica, tomado de la Norma Venezolana COVENIN 1756:2001-1.....	41
4.5 Ábaco para seleccionar el ángulo de fricción, propuesto por Meyerhof (1956) y Peck et al. (1974) Tomado de Divicenzi y Frank (2004).	49
4.6 Relación de Poisson para cada tipo de suelo. (Tomado y editado de Braja Das; 1999).....	50
4.5 Factores de capacidad de carga de Terzaghi.	53
5.1 Sección geotécnica 3- 3' de los sondeos P1, P2, P3, P9, P10, P11 Y P12.....	58
5.2 Sección geotécnica 5- 5' de los sondeos P3, P2, P4, P5, P6, P7 y P8	59
5.3 Sección geotécnica 7- 7' de los sondeos P5, P6, P7, P8, P9, P10 y P11	60
5.4 Identificación de la zona sísmica del municipio Independencia, grado de peligrosidad 3	61
5.5 Velocidades de ondas de corte para el área N-05-01 (perforaciones P1, P2, P3 Y P4).	63
5.6 Velocidades de ondas de corte para el área Q-06-01 (perforaciones P5, P6, P7 Y P8).	64
5.7 Velocidades de ondas de corte para el área N-06-01 (perforaciones P9, P10, P11 Y P12).....	65

LISTA DE TABLAS

2.1	Coordenadas geograficas de las perforaciones realizadas	8
3.1	Términos descriptivos para las arenas (Tomado de Diseño de cimentaciones, Alva J. 2005)	17
3.2	Denominaciones de la fracción gruesa del suelo según diferentes sistemas.....	18
3.3	Límites de Atterberg (Fratelli M. 1993).....	19
3.4	Clasificación de los pilotes	24
4.1	Coeficiente de aceleracion horizontal determinado para cada zona sismica	39
4.2	Forma espectral y factor de corrección tomada de la Norma COVENIN 1756-1: 2001	43
4.3	Clasificación de los suelos expansivos según Holta y Gibbs (1956).....	55
4.4	Criterios para evaluar el potencial de colapso según Priklonski (1952).....	55
5.1	Velocidad promedio de ondas de corte para el área de estudio	66
5.2	Selección de la forma espectral y el factor de corrección.....	67
5.3	Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 1 (P1).....	¡Error! Marcador no definido.
5.4	Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 5 (P5).....	72
5.5	Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 9 (P9).....	73
5.6	Angulo de fricción para los números de golpes corregidos	75
5.7	Relaciones aproximadas entre el numero N de la prueba de SPT con el ángulo de fricción, el módulo de deformación y la compacidad relativa de los suelos. (Tabla 11.2 de Villalaz C; 2011)	76
5.8	Estimación de los parámetros del suelo para el diseño de fundaciones en el estrato A (arena limo-arcillosa marrón rojiza).....	78
5.9	Estimación de los parámetros del suelo para el diseño de fundaciones en el estrato B (arena limosa marrón).....	79
5.10	Resultados de carga admisible para zapatas cuadradas en la arena limo- arcillosa marrón rojiza.	81

5.11 Resultados de carga admisible para zapatas corridas en la arena limo- arcillosa marrón rojiza.	81
5.12 Resultados de carga admisible para zapatas circulares en la arena limo- arcillosa marrón rojiza.	82
5.13 Resultados de carga admisible para zapatas cuadradas en la arena limosa marrón.	83
5.14 Resultados de carga admisible para zapatas corridas en la arena limosa marrón	83
5.15 Resultados de carga admisible para zapatas circulares en la arena limosa marrón	83
5.16 Resultados de carga admisible para losas rectangulares en la arena limo-arcillosa marrón rojiza	84
Tabla 5.17 Resultados de carga admisible para losas rectangulares en la arena limosa marrón.	85
5.18 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.....	85
5.19 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.....	86
5.20 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.....	86
5.21 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limosa marrón.	87
5.22 Resultados de asentamiento elástico para zapatas corridas en la arena limosa marrón.	87
5.23 Resultados de asentamiento elástico para zapatas circulares en la arena limosa marrón.	87
5.24 potencial de expansión de los suelos perforados en el área N-05-01.....	89
5.25 potencial de expansión de los suelos perforados en el área N-06-01.....	90
5.26 potencial de expansión de los suelos perforados en el área Q-06-01.....	91
5.27 Cálculos de Potencial de colapso para el área N-05-01	93
5.28 Cálculos de Potencial de colapso para el área N-06-01	94
5.29 Cálculos de Potencial de colapso para el área Q-06-01	95

LISTAS DE APÉNDICE

A.TOMA DE DATO EN CAMPO (SPT DESCRIPCIÓN VISUAL).....	103
A.1 Datos tomados en campo de la perforación 1	104
A.2 Datos tomados en campo de la perforación 2	105
A.3 Datos tomados en campo de la perforación 3	106
A.4 Datos tomados en campo de la perforación 4	107
A.5 Datos tomados en campo de la perforación 5	108
A.6 Datos tomados en campo de la perforación 6	109
A.7 Datos tomados en campo de la perforación 7	110
A.8 Datos tomados en campo de la perforación 8	111
A.9 Datos tomados en campo de la perforación 9	112
A.10 Datos tomados en campo de la perforación 10	113
A.11 Datos tomados en campo de la perforación 11	114
A.12 Datos tomados en campo de la perforación 12	115
B. PERFILES GEOTÉCNICOS	116
B.1 Perfil geotécnico del terreno sección 1-1´	117
B.2 Perfil geotécnico del terreno sección 2-2´	118
B.3 Perfil geotécnico del terreno sección 3-3´	119
B.4 Perfil geotécnico del terreno sección 4-4´	120
B.5 Perfil geotécnico del terreno sección 5-5´	121
B.6 Perfil geotécnico del terreno sección 6-6´	122
B.7 Perfil geotécnico del terreno sección 7-7´	123
C. CÁLCULOS DE GRANULOMETRÍA.....	124
C.1 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 1 (P1/M1)	125
C.2 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 2 (P1/M2)	126
C.3 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 3 (P1/M3)	127

C.4 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 4 (P1/M4)	128
C.5 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 5 (P1/M5)	129
C.6 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 6 (P1/M6)	130
C.7 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 7 (P1/M7)	131
C.8 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 8 (P1/M8)	132
C.9 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 9 (P1/M9)	133
C.10 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 10 (P1/M10)	134
C.11 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 1 (P2/M1)	135
C.12 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 2 (P2/M2)	136
C.13 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 3 (P2/M3)	137
C.14 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 4 (P2/M4)	138
C.15 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 5 (P2/M5)	139
C.16 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 6 (P2/M6)	140
C.17 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 7 (P2/M7)	141
C.18 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 8 (P2/M8)	142
C.19 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 9 (P2/M9)	143
C.20 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 10 (P2/M10)	144
C.21 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 1 (P3/M1)	145
C.22 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 2 (P3/M2)	146
C.23 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 3 (P3/M3)	147
C.24 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 4 (P3/M4)	148
C.25 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 5 (P3/M5)	149
C.26 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 6 (P3/M6)	150
C.27 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 7 (P3/M7)	151
C.28 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 8 (P3/M8)	152
C.29 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 9 (P3/M9)	153
C.30 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 10 (P3/M10)	154
C.31 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 1 (P4/M1)	155
C.32 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 2 (P4/M2)	156
C.33 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 3 (P4/M3)	157

C.34 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 4 (P4/M4)	158
C.35 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 5 (P4/M5)	159
C.36 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 6 (P4/M6)	160
C.37 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 7 (P4/M7)	161
C.38 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 8 (P4/M8)	162
C.39 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 9 (P4/M9)	163
C.40 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 10 (P4/M10)	164
D.CÁLCULOS DE LIMITES DE CONSISTENCIAS	165
D.1 Limites de consistencias perforación 1 (P1)	166
D.2 Limites de consistencias perforación 2 (P2)	167
D.3 Limites de consistencias perforación 3 (P3)	168
D.4 Limites de consistencias perforación 4 (P4)	169
D.5 Limites de consistencias perforación 5 (P5)	170
D.6 Limites de consistencias perforación 6 (P6)	171
D.7 Limites de consistencias perforación 7 (P7)	172
D.8 Limites de consistencias perforación 8 (P8)	173
D.9 Limites de consistencias perforación 9 (P9)	174
D.10 Limites de consistencias perforación 10 (P10)	175
D.11 Limites de consistencias perforación 11 (P11)	176
D.12 Limites de consistencias perforación 12 (P12)	177
E. CÁLCULO DE HUMEDAD NATURAL	178
E.1 Humedad natural perforación 1 (P1)	179
E.2 Humedad natural perforación 2 (P2)	179
E.3 Humedad natural perforación 3 (P3)	180
E.4 Humedad natural perforación 4 (P4)	180
E.5 Humedad natural perforación 5 (P5)	181
E.6 Humedad natural perforación 6 (P6)	181
E.7 Humedad natural perforación 7 (P7)	182

E.8 Humedad natural perforación 8 (P8)	182
E.9 Humedad natural perforación 9 (P9)	183
E.10 Humedad natural perforación 10 (P10)	183
E.11 Humedad natural perforación 11 (P11)	184
E.12 Humedad natural perforación 12 (P12)	184
F. CÁLCULOS DE PESO UNITARIO	185
F.1 Peso unitario área N0501	186
F.2 Peso unitario área N0601	186
F.3 Peso unitario área Q0601	186
G. CÁLCULOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS	187
G.1 Parámetros estimados del suelo para el diseño de fundaciones en el área N0501	188
G.2 Parámetros estimados del suelo para el diseño de fundaciones en las áreas N0601 y Q0601	188

INTRODUCCIÓN

El diseño de cimentaciones de estructuras tales como edificios, puentes y presas, requiere el conocimiento de factores como: la carga que será transmitida por la estructura de la cimentación; los requisitos del reglamento local de construcción; el comportamiento esfuerzo-deformación de los suelos que soportaran el sistema y las condiciones geológicas del suelo (Braja, D. 1999).

En tal sentido, debido a los grandes problemas que acarrea la falta de estudios geotécnicos, que permiten conocer las características de los suelos para poder determinar las capacidades y utilidades del mismo, con el objeto de evitar daños en las estructuras se realizó este trabajo de grado el cual se centra en caracterizar el suelo correspondiente a las áreas N-05-01, N-06-01, Q-06-01, enmarcando un área total de 17,4 Km² de la empresa mixta Petrocarabobo, donde se realizaron consultas bibliográficas para la caracterización geológica de la zona y se evaluarán las muestras obtenidas a través de perforaciones utilizando el método del ensayo de penetración estándar para la caracterización geotécnica, a partir de los datos aportados por las muestras recuperadas se calcularán las propiedades del suelo y los parámetros que indican las deformaciones producidas en el mismo y los posibles asentamientos que pueden ocurrir, todo esto sin dejar a un lado las consideraciones para edificaciones sismorresistentes, el potencial de colapso y expansión que se puedan presentar con el objetivo de darle mayor seguridad a las estructuras a realizar.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

En el mundo existen una gran variedad de eventos que dan origen a diferentes tipos de suelos, formaciones geológicas y relieves, en los que se sustentan y observan diversas obras civiles, diseños arquitectónicos de grandes y pequeñas dimensiones y con diferentes características, las cuales son fundadas sobre cimientos que les permiten una adecuada estabilidad, resistencia sísmica y durabilidad.

La geotecnia se ocupa del estudio de la interacción entre las construcciones y el terreno. Se encarga del estudio de las propiedades mecánicas, hidráulicas e ingenieriles de los materiales provenientes de la tierra (suelo y rocas por debajo de la superficie), con el objetivo de diseñar las cimentaciones para estructuras tales como edificios, puentes, centrales hidroeléctricas, estabilizar taludes, construir túneles y carreteras, etc.

En tal sentido se deben conocer las características geológicas y geotécnicas de los suelos sobre la cual se llevara a cabo cualquier obra de ingeniería civil. Cuando no se conocen estas características se corre el riesgo de diseñar fundaciones no acordes para el tipo de suelo donde se desarrollara la construcción, acarreando problemas de diferentes índoles como:

- Colapso de la edificación.
- Pérdidas económicas
- En ocasiones perdidas de seres humanos
- Pérdida de prestigio de los implicados de desarrollar dicha obra.

En este mismo orden de ideas actualmente en Venezuela al sur de estado Anzoátegui en la División Carabobo de la Faja Petrolífera del Orinoco en las áreas N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01, la empresa Petrocarabobo requiere de un estudio adecuado donde se tome en consideración las normas sísmicas, el potencial de colapso y expansión del suelo, entre otros, con el fin de que se plantee un diseño de fundaciones que aporten, durabilidad, resistencia y seguridad.

En este caso se presentan las siguientes interrogantes:

¿Cuáles son las características geológicas y geotécnicas del suelo presente en las áreas N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01 del campo Petrocarabobo?

¿Qué tipos de fundaciones serían las más adecuadas para el tipo de suelo presente?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

Caracterizar geológica y geotécnicamente las áreas N-05-01, N-06-01 y Q-06-01, para proponer el diseño estructural de fundaciones competentes en el espacio perteneciente a la empresa Petrocarabobo, ubicada en el municipio Independencia, estado Anzoátegui, Venezuela.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Caracterizar geológicamente el sitio a través de un diagnóstico investigativo para tomar en consideración posibles factores que puedan afectar el suelo.

2. Realizar perfiles de suelo para conocer la continuidad lateral de los estratos.
3. Determinar las propiedades sísmicas de la zona mediante correlaciones con los ensayos de penetración estándar (SPT).
4. Calcular las propiedades geotécnicas del suelo tales como granulometría, límites de consistencia, humedad natural y peso unitario a las muestras obtenidas a través del ensayo de penetración estándar para conocer las características pertenecientes al área de estudio.
5. Registrar los parámetros geológicos y geotécnicos que permitan escoger el diseño estructural de fundaciones adecuadas para el sitio en estudio.
6. Evaluar de los parámetros geológicos y geotécnicos registrados para seleccionar el tipo de fundación adecuada, la carga admisible y el asentamiento elástico.
7. Determinar el potencial de colapso y expansión del suelo utilizando los valores de límite líquido y límite plástico calculado al material.

1.3 Justificación de la investigación

En la zona de estudio se requiere de una evaluación geotécnica adecuada que sea capaz de determinar la utilidad del suelo correspondiente al área, y proponer diversos diseños de fundaciones competentes, tomando en cuenta las características físicas, geológicas, las zonas de riesgo sísmico, para que se puedan brindar a una fundación estabilidad, resistencia, economía y durabilidad.

1.4 Alcance de la investigación

Esta investigación permitirá realizar un diseño estructural de fundaciones en la zona N-05-01, N-06-01 y Q-06-01 ubicada en la empresa mixta Petrocarabobo en el Municipio Independencia del estado Anzoátegui, a través de análisis de las características geotécnicas del suelo en estudio, por medio de muestras obtenidas aplicando el método del ensayo de penetración estándar(SPT); entre estas características se evaluará ensayos granulométricos, peso unitario, humedad natural, perfiles geotécnicos, zonas de riesgo sísmico, resistencia a la penetración, cohesión, entre otros. Se calculará la carga admisible de las fundaciones y se evaluará el potencial de colapso y expansión presentes en los estratos del suelo.

1.5 Limitaciones de la Investigación

Los aspectos que pueden limitar algunos parámetros de la investigación son los siguientes:

1. No se realizaran ensayos de resistencia al corte, ni ensayos de deformación bajo una carga dada, sino que se utilizaran datos ya tabulados para obtener parámetros geotécnicos estimados de lo antes mencionado.

2. Este estudio geotécnico se ve restringido a solo evaluar muestras solo de las áreas N-05-01, N-06-01 y Q-06-01 pertenecientes a la empresa Petrocaracobo.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El Centro Operativo Petrocarabobo, se encuentra ubicado en el Campo Cerro Negro del Bloque Carabobo, en el área limítrofe de los estados Anzoátegui y Monagas a 140 Km. al Sur de Maturín y 70 Km. al Noreste de Puerto Ordaz.

En la figura 2.1 se muestra el área enmarcada por la faja petrolífera del Orinoco, donde se ubica el bloque Carabobo



Figura 2.1 Faja petrolífera del Orinoco (Tomado del documento: Estrategias de explotación de la división Carabobo)

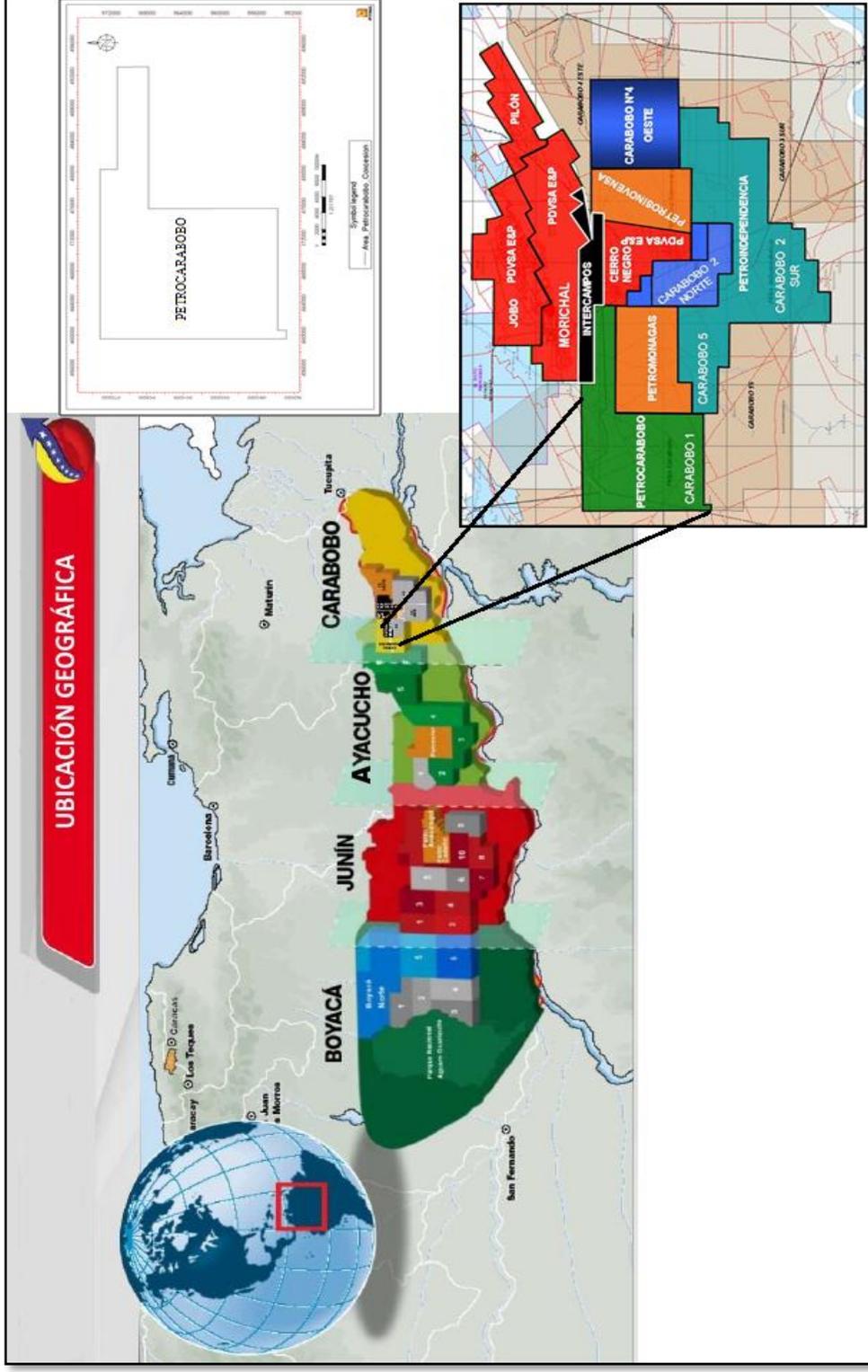


Figura 2.2 Ubicación del campo Petrocarabobo (Tomado y Editado del documento: Estrategias de explotación de la división Carabobo)

Para efectos de esta investigación las áreas evaluadas que llevan por nombre N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01 pertenecientes a la empresa antes mencionada ubicada en el municipio Independencia del estado Anzoátegui, se delimitaron quedando un área total de 17,4Km², con la intención de evaluar geológica y geotécnicamente toda la zona enmarcada. Es importante mencionar que se realizaron 12 perforaciones de suelos, 4 por cada área, cuyas coordenadas se muestran a continuación.

Tabla 2.1 Coordenadas geograficas de las perforaciones realizadas

Sub-área N05-01			Sub-área N06-01			Sub-área Q06-01		
COORDENADAS UTM REGVEN			COORDENADAS UTM REGVEN			COORDENADAS UTM REGVEN		
PUNTO	NORTE	ESTE	PUNTO	NORTE	ESTE	PUNTO	NORTE	ESTE
P1	956.986	470.600	P5	956.952	473.753	P9	962.839	474.919
P2	957.082	470.749	P6	957.017	473.753	P10	962.774	474.919
P3	957.277	470.691	P7	957.082	473.753	P11	962.664	474.919
P4	956.603	471.667	P8	957.147	473.753	P12	962.514	474.919

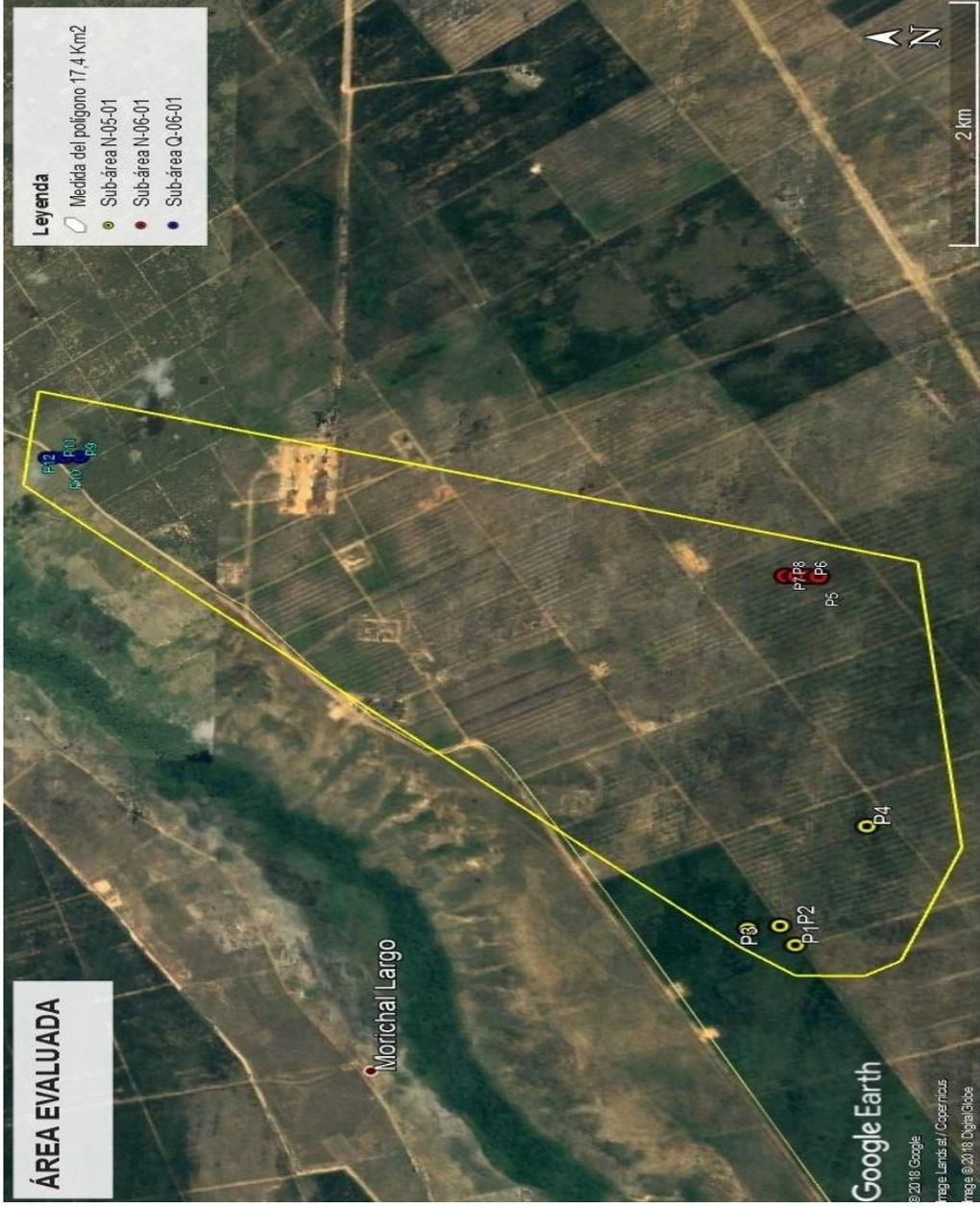


Figura 2.3 Área total a evaluar

2.2 Acceso al área de estudio.

Se puede acceder mediante transporte terrestre, siendo la vía de acceso principal desde Ciudad Bolívar, la autopista sentido Ciudad Bolívar - Puesto Ordaz, cruzando el puente Orinoquia vía Maturín, se debe llegar a la intercepción Mata Negra y tomar rumbo Campo Morichal al Sur del estado Anzoátegui, se accede al campo Cerro Negro, por una vía netamente asfaltada, luego se pasa por el Campo Petromonagas hasta que finalmente se ingresa a la Empresa Mixta Petrocarabobo. El tiempo de llegada por esta vía es de tres (3) horas aproximadamente.

2.3 Geología regional

La Cuenca Oriental de Venezuela es una depresión topográfica y estructural ubicada en la zona Centro-este del país, se extiende de Este a Oeste por los estados Guárico, Anzoátegui, Monagas, Delta Amacuro y parte del estado Sucre prolongándose por la plataforma deltaica hasta el Sur de Trinidad; limitada al Norte por la línea que demarca el piedemonte meridional de la Serranía del Interior Central y Oriental, y al sur por el curso del río Orinoco. (Alfonsi, P., 1999).

Ésta cuenca tiene una longitud aproximada de 800 Km de Este a Oeste y un ancho promedio de 200 Km de Norte a Sur. Se caracteriza topográficamente por presentar extensas llanuras y un área de mesas que comprende los estados Guárico y Monagas, abarcando alrededor de 165.000 Km² y estratigráficamente por contener 20.000 pies promedio de sedimentos Paleozoicos, Cretácicos, Terciarios y Recientes (Alfonsi, P., 1999).

Estructuralmente, la Cuenca Oriental de Venezuela es una gran depresión donde la transgresión marina del Terciario invadió el oriente del país dejando una

espesa secuencia sedimentaria, la misma se encuentra representada por areniscas y lutitas de las formaciones Freites, Oficina y Merecure, la cual descansa discordantemente sobre el Grupo Temblador perteneciente al Cretáceo (Alfonsi, P., 1999).

En la Cuenca Oriental de Venezuela se distinguen ocho áreas principales productoras de petróleo: área de Guárico, área mayor de Anaco, área mayor de Oficina, área mayor de Temblador, Faja Petrolífera del Orinoco, área mayor de Jusepín, área de Quiriquire y área de Pedernales. En el área de la Faja Petrolífera del Orinoco se produce un truncamiento de todo el terciario contra las rocas cretácicas y pre-cretácicas del Macizo Guayanés (Alfonsi, P., 1999).

2.4 Geología local

En el campo Cerro Negro, (actualmente campo Carabobo) donde se ubica la empresa mixta Petrocarabobo, mantiene el mismo patrón que el resto del Sur de la Cuenca Oriental de Venezuela, un homoclinal con rumbo aproximado Este - Oeste con suave buzamiento de 1 a 2 grados al norte, cortado por fallas normales que en su mayoría buzaban al sur con desplazamientos aproximados a los 200 pies.

La columna estratigráfica de Cerro Negro comienza (de más viejo a más joven) con un conjunto ígneo – metamórfico de edad Pre – Cámbrico que constituye el Basamento. Le sigue discordante el Grupo Temblador de edad Cretácica; luego en contacto discordante la Formación Oficina de edad Mioceno Inferior a Medio con sus cuatro miembros; Morichal, Yabo, Jobo y Pión; sigue la formación Freites de edad Mioceno superior y por último las formaciones Las Piedras y Mesa, correspondientes al Plioceno – Pleistoceno.

Según González, C. (1946) afirma que en los límites norte y sur de la Mesa Guanina (Mesas de Anzoátegui y Monagas), la formación Mesa consiste de arena de granos gruesos y gravas, con cemento ferruginoso, muy duras, con alto grado de cementación, de aspecto masivo y de pequeño espesor, que dan lugar a conglomerados rojos a casi negros; arenas blanco amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita.

Los resultados tanto de observaciones superficiales como de las perforaciones confirman que los sedimentos terrestres de la Formación Mesa sufren una gradación de más gruesos a más finos al alejarse de las cadenas montañosas del norte hacia el sur y una gradación contraria, de más finos a más gruesos, desde la región central de Monagas también hacia el sur al acercarse al Macizo de Guayana. (González, C. 1980)

2.5 Vegetación

Dado el clima y tipos de suelos imperantes en la región, la vegetación que allí se presenta es características de tales parámetros, así se tiene que la vegetación arbórea en la zona está conformada por el Pino Caribe (*PinusCaribaea* Var *Hondurensis*), el Merey (*anercadium-occidentales*), el Chaparro (*ByrsoninaCrasifolia*), alcornoque (*QuerecusSuber*), el Mango (*Manguifera Indica*) y Manteco (*BursoniinsCrasifolia*). La vegetación herbáceas es la más abundante en la zona y está constituida fundamentalmente por “Paja Pelúda” (*TrachypogonVestitus*), Paja Saeta (*TrachypogonLigularis*) y coco de mono (*CouropitaGuianensisAubl*); carraspa (*Cale Aspera*), también encontramos arbustos alcanzando niveles de 2 metros de altura, constituido por Mastranto (*MenthaSuavedens*), Calcanapire (*CrotonRamnifoliumKunth*) y Guayaba sabanera (*PsidiumGuineenseSw*). Además, en las expresiones donde aflora la superficie piezométrica, se han desarrollado los

conocidos Morichales que constituyen un conjunto de Moriche (*Mauritia Flexuosa* L F) y que lo hace diferente del resto de la vegetación existente en el área.

2.6 Clima

En la región se tiene un clima cálido perteneciente al tipo tropical de sabana. Anualmente suceden dos periodos estacionales bien definidos: uno de lluvia y otro de sequía, El primero se extiende de los meses de mayo a noviembre, y el segundo de diciembre a abril .

Los elementos climatológicos del área pueden resumirse de la siguiente forma:

- a. Temperatura máxima ambiente: 101 °F (38,3 °C).
- b. Temperatura mínima ambiente: 64 °F (17,8 °C).
- c. Humedad relativa máxima: 99 %.
- d. Humedad relativa mínima: 77 %.
- e. Precipitación promedio anual: 101 cm (40 pulg).
- f. Velocidad máxima del viento: 46,50 Km/h (29 mph).

2.7 Tipo de suelo

La composición física y química predominante en los suelos es la de areniscas (generadas como remanentes de fondos marinos) y está asociada a índices de baja fertilidad agrícola. En general, son arenosos en superficie, con un contenido variable de arcilla en distintos estratos de profundidad, son ácidos, pobres en materia orgánica y de baja retención de humedad. (Instituto Nacional de Estadísticas).

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes o estudios previos

Cáram, J. (1995) Realizó un artículo titulado **“ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIONES”** trata sobre la importancia y fases de estudios geotécnicos para cimentaciones con el objetivo de destacar la trascendencia de estos estudios en el proyecto y construcción de cimentaciones de obras civiles (estructuras de tierra, puentes, edificios, instalaciones) para que a la vez sean estables, funcionales y económicas. Hace hincapié en que para su correcta aplicación, los principios de la Geotecnia deben hacerse intervenir en cada una de las diferentes etapas de un proyecto, desde su concepción hasta la terminación de la obra y, en ocasiones, hasta su operación.

Para el autor la meta de los estudios geotécnicos aplicados a la ingeniería de cimentaciones es lograr obras estables, funcionales y económicas, requisitos que son indispensables e inseparables. Desde el punto de vista de estabilidad, una cimentación tiene que asegurarse contra fallas por resistencia al esfuerzo cortante del suelo y, a la vez, garantizar que las deformaciones que experimentará (asentamientos, expansiones, desplazamientos horizontales) sean tolerables, tanto para la estructura que soporta, como para las obras colindantes; para ello se deben comprender cuatro etapas: a) Análisis e interpretación de los datos del proyecto. b) Determinación de la estratigrafía y propiedades del subsuelo y de las acciones ambientales. c) Elección y análisis de la cimentación apropiada a las estructuras en cuestión. d) Elaboración de normas específicas para el diseño estructural y construcción de la cimentación.

Márquez, O. (2009). En su trabajo de grado titulado **“ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE URBANISMOS EN ZONAS DE LADERAS, CIUDAD CAMINO DE LOS INDIOS, AUTOPISTA CARACAS-LA GUAIRA, KM 8+050, DISTRITO CAPITAL”**. Realizó una investigación con el objeto de caracterizar geológica y geotécnicamente un macizo rocoso, en su estudio menciona lo importante que es llevar a cabo estudios e investigaciones, a fin de caracterizar los suelos y rocas en el área destinada a la construcción de urbanismos; a través de la mecánica de suelo y la mecánica de rocas, las cuales en conjunto con la geología se hacen de vital importancia para conocer el comportamiento de los cuerpos litológicos donde se sustentaran la base para cimentaciones tomando en cuenta que al realizar fundaciones para edificaciones se alteran las condiciones estructurales originales del medio que anteriormente era una masa rocosa en equilibrio.

Estos dos estudios se relacionan con este proyecto debido a que se basan en un mismo propósito; poder establecer estructuras para fundaciones de manera tal que no afecte la estabilidad del suelo donde se desea fundar, para ello se evalúan diferentes parámetros geológicos y geotécnicos que proporcionen la información adecuada que ayude a minimizar o controlar riesgos en la zona en cuestión.

3.1 Fundamentos teóricos

3.1.1 Ensayo de penetración estándar (SPT)

El ensayo de penetración estándar (SPT) es uno de los más utilizados en ingeniería geotécnica y básicamente consiste en obtener muestras de suelo mediante la hincada de un muestreador. Para la hincada de dicho muestreador se emplea la energía generada por el impacto de un martillo de 63.6 Kg en caída libre desde una altura de 76 cm. El objetivo de la prueba es conocer el número de golpes necesarios para introducir el muestreador 45 cm en 3 intervalos de 15 cm, tomando el número de golpes para hincar los 30 cm finales como valor "N". Este "N" es indicador de la resistencia del material muestreado (Aponte 2011).

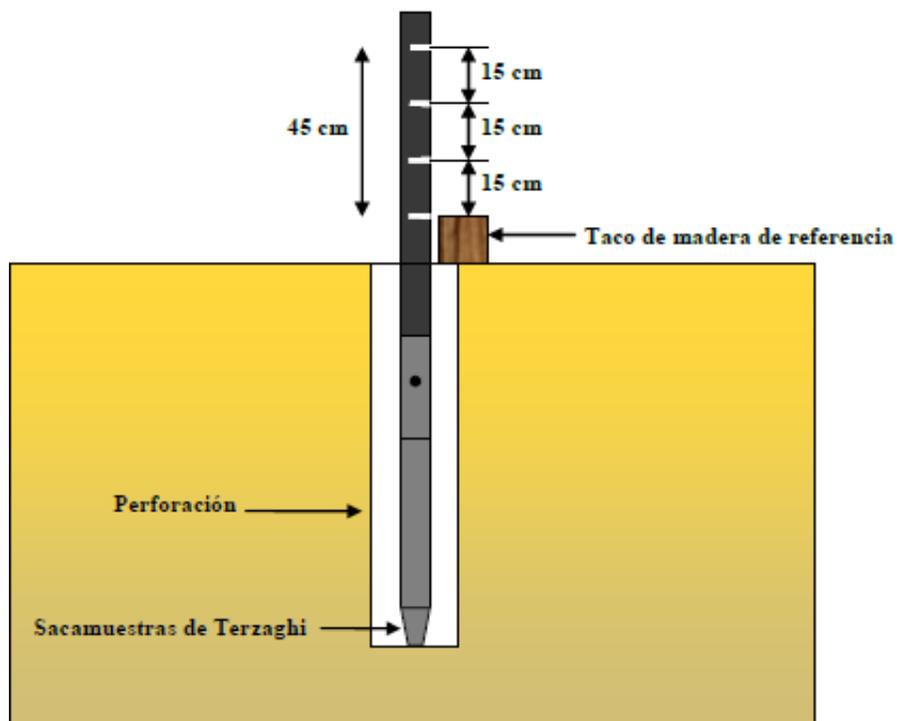


Figura 3.1 Procedimiento para la extracción de la muestra

El ensayo de penetración estándar está normalizado por la ASTM. La resistencia a la penetración no se puede convertir directamente a densidad relativa, Dr, sin embargo se aplican términos descriptivos a la densidad del suelo (Alva J. 2005).

Tabla 3.1 Términos descriptivos para las arenas (Tomado de Diseño de cimentaciones, Alva J. 2005)

Densidad Relativa	Resistencia a la penetración (golpes/pies)
Muy suelta	0-4
Suelta	4-10
Media	10-30
Densa	30-50
Muy densa	>50

3.1.2 Análisis Granulométrico

Para conocer la proporción de cada material que tiene un suelo se realizan análisis granulométricos, utilizando la vía seca para partículas de tamaños superiores a 0,075 mm, y la granulometría por sedimentación mediante el hidrómetro (vía húmeda) para tamaños iguales o inferiores a 0,075 mm. Los primeros se llevan a cabo tomando una muestra representativa del suelo, secándola y disgregando en seco el conjunto de partículas. A esta muestra se la hace pasar por un conjunto de tamices (cuyos tamaño suelen ir disminuyendo en progresión geométrica) agitando el conjunto. Después se pesa lo retenido en cada tamiz, con lo que, conocido el peso inicial de la muestra, se determina el porcentaje de material, que pasa por un tamiz de diámetro conocido. (González, L. 2002).

Los resultados de los ensayos de tamizado y sedimentación se llevan a un gráfico llamado curva granulométrica.

Tabla 3.2 Denominaciones de la fracción gruesa del suelo según diferentes sistemas.

	BRITÁNICO ϕ (mm)	AASHTO ϕ (mm)	ASTM ϕ (mm)	SUCS ϕ (mm)
Grava	60 – 2	75 – 2	> 2	75 – 4,75
Arena	2 – 0,06	2 – 0,05	2 – 0,075	4,75 – 0,075
Limo	0,06 – 0,002	0,05 – 0,002	0,075 – 0,005	< 0,075 FINOS
Arcilla	< 0,002	< 0,002	< 0,005	

3.1.3 Humedad natural

Es el peso del agua dividido por el peso de las partículas solidadas en un elemento de suelo. La humedad de una muestra de suelo se obtiene directamente por el siguiente método: se pesa el suelo natural; se seca en una estufa; se pesa el suelo seco y por último se calcula la humedad como diferencia entre los pesos iniciales y secos, dividida por el peso seco. Este método supone que el agua es el único producto evaporable del suelo, lo cual es razonable excepto cuando se trabaja con suelos orgánicos o suelos que contienen volátiles como el asfalto (Lambe W. 1991).

$$w = \frac{W_w}{W_s} \quad (3.1)$$

Dónde:

w = Humedad natural

W_w = Peso del agua

W_s = Peso del suelo

3.1.4 Límites de consistencia.

El físico sueco A. Atterberg estableció en 1946 la clasificación de los suelos arcillosos en función del efecto que la humedad ejerce en su consistencia y fijó límites o fronteras entre cuatro diferentes estados.

Consistencia significa grado de firmeza y en los suelos coherentes varía desde un estado sólido cuando están secos a un estado líquido viscoso cuando su contenido de agua aumenta considerablemente. Los límites de Atterberg no son estrictamente absolutos, sino fronteras aproximadas para la clasificación de los suelos cohesivos y resultan muy útiles en la mecánica de suelos para poder identificar las arcillas sus consistencia y comportamiento. De esta forma se puede predecir su capacidad portante frente a las cargas, sus propiedades de consolidación y compactación y sus posibles asentamientos y expansiones. (Fratelli M. 1993).

Tabla 3.3 Límites de Atterberg (Fratelli M. 1993).

	ESTADO	ASPECTO Y COMPORTAMIENTO	LÍMITE SEGUN CONTENIDO DE AGUA
SUELO FLUIDO  SUELO SECO	LÍQUIDO	SOPA ESPESA, LÍQUIDO VISCOSO	LÍMITE LÍQUIDO (LL)
	PLÁSTICO	PASTA DENTAL, SE DEFORMA SIN AGRIETARSE	LÍMITE PLÁSTICO (LP)
	SEMISÓLIDO	QUESO, CARAMELO BLANDO SE DEFORMA PERO SE AGRIETA	LÍMITE DE RETRACCIÓN (LR)
	SÓLIDO	CARAMELO DURO, GALLETAS SE RESQUEBRAJA AL DEFORMARSE	

3.1.4.1 Límite líquido (LL)

Es el contenido de humedad para el cual el suelo pasa del estado líquido al plástico. El ensayo que permite determinar el límite líquido consiste en colocar diferentes muestras de suelo, con humedad variable, en un recipiente o taza metálica accionada por medio de una manivela, que la levanta y deja caer bruscamente repetidas veces, sobre una base de madera dura. Los datos obtenidos se grafican en cada caso y cuando la curva obtenida corta la línea correspondiente a los 25 golpes, se considera ese valor como el del límite líquido del suelo. Para determinar el contenido de humedad de las muestras, éstas se pesan primero en su estado natural y luego, después de haberlas secado en estufa a 110°C, de modo que la diferencia en peso permita conocer la relación porcentual de humedad del suelo (Fratelli M. 1993).

3.1.4.2 Límite plástico (LP)

El límite plástico de un suelo es el contenido de humedad para el cual de cambia del estado plástico al semisólido. En el estado plástico el suelo es fácilmente moldeable, mientras que en el semisólido se deforma agrietándose. El límite plástico queda definido cuando el suelo contiene justo la humedad necesaria para que al amasar manualmente bastoncitos cilíndricos de 0.3 cm de diámetro, estos no se resquebrajan. Los suelos que no permitan realizar esta prueba, no tienen límite plástico y se designan suelos no plásticos. Esto ocurre con algunos limos y arenas (Fratelli M. 1993).

3.1.4.3 Índice de plasticidad

El índice de plasticidad se define como la diferencia numérica entre el límite líquido (LL) y el límite plástico (LP).

$$I_p = LL - LP \quad (3.2)$$

Un índice de plasticidad bajo, como por ejemplo del 5%, significa que un pequeño incremento en el contenido de humedad del suelo, lo transforma de semisólido a la condición de líquido, es decir resulta muy sensible a los cambios de humedad. Por el contrario, un índice plástico alto, como por ejemplo del 20%, indica que para que un suelo pase del estado semisólido al líquido, se le debe agregar gran cantidad de agua. Este valor permite determinar los parámetros de asentamiento de un suelo y su expansividad potencial (Fratelli, M. 1993).

3.1.5 Consideraciones sísmicas

La posibilidad de una actividad sísmica en la región resulta un factor decisivo en la elección del tipo de edificación y de sus bases, así como de los materiales más idóneos según las estructuras y el destino de las obras. La zonificación sísmica da a cada región por lo general una clara indicación a cerca de la intensidad de la actividad sísmica de la zona, los niveles de diseño a utilizar, las aceleraciones máximas del terreno, los factores de magnificación y reducción de respuestas, los espectros de diseño, los respectivos coeficientes sísmicos de la región.

En Venezuela las consideraciones sísmicas se sustentan con la norma COVENIN, edificaciones sismorresistentes.

3.1.6 Clasificación de las cimentaciones.

Las cimentaciones se pueden clasificar en función de la profundidad de los estratos a los que se transmite la mayor parte de las cargas que provienen de la construcción. En estos términos, se subdividen en someras y profundas.

3.1.6.1 Cimentaciones someras.

Las cimentaciones someras son aquellas que se apoyan en estratos poco profundos que tienen suficiente capacidad para resistir las cargas de la estructura. En este grupo se encuentran las zapatas que son ensanchamientos de la sección de las columnas o muros con los que se distribuye la carga de éstos a un área mayor de suelo. Las zapatas pueden ser aisladas (bajo una sola columna), combinadas (bajo dos o más columnas) o corridas (bajo un muro o una contratrase). Otro tipo de cimentación somera está constituido por las losas de cimentación en las que el apoyo se realiza sobre toda el área de la construcción. Estas losas pueden ser planas (sin vigas) o con retículas de vigas (llamadas contratrases) (Piralla M. 1985)

❖ Zapatas Aisladas: Resultan del ensanchamiento del extremo inferior de las columnas o pedestales en el plano de apoyo sobre el suelo, de modo de disminuir la magnitud de las presiones de contacto con este y asegurar la estabilidad de la súper estructura (Fratelli M. 1993)

❖ Zapatas Combinadas: Sirven de apoyo a dos columnas muy cercanas, evitando así la superposición de sus bases aisladas. Las formas y dimensiones en planta deben adaptarse para que la resultante de las cargas y momentos de las columnas coincida con el baricentro de la base, de modo de poder obtener una distribución uniforme de presiones en toda el área de contacto con el suelo (Fratelli M. 1993).

❖ Zapatas Continuas: Las zapatas continuas se conocen también como fundaciones corridas y son las que transmiten al suelo de fundación las cargas de los muros de concreto, las paredes de mampostería, o una fila de columnas alineadas entre sí (Fratelli M. 1993).

❖ Losas: Este tipo de cimentación es una zapata combinada que cubre toda la superficie bajo una estructura que soporta varias columnas y muros. Las losas de cimentación se prefieren a veces para suelos de baja capacidad de carga pero que tienen que soportar grandes cargas de columnas y/o muros. Bajo ciertas condiciones, las zapatas corridas tienen que cubrir más de la mitad de la superficie bajo un edificio, y entonces las losas de cimentación resultarán más económicas (Braja D. 1999).

3.1.6.2 Cimentaciones Profundas

Las cimentaciones profundas están constituidas esencialmente por pilotes que transmiten su carga por punta o por fricción y que se denominan pilas cuando su sección transversal es de gran tamaño. Los pilotes pueden colocarse bajo zapatas o bajo losas de cimentación y pueden combinarse con éstas de manera que la carga se resista en parte por apoyo somero y en parte por apoyo profundo (Piralla M. 1985).

❖ Pilotes: Los pilotes son miembros estructurales de gran esbeltez, con sección transversal circular o poligonal, que penetran en suelos de baja capacidad portante a fin de transmitir las cargas a niveles más profundos del suelo (Piralla M. 1985).

Los pilotes se pueden clasificar de la siguiente manera según:

Tabla 3.4 Clasificación de los pilotes

El material	La forma de ejecución y colocación	
	Pre-formados	Vaciados in situ
Pilotes de madera	Hincados	Con tubos recuperables
Pilotes de concretos	Vibrados	Con tubos perdidos
Pilotes de acero	Roscados o atornillados	Perforados
Pilotes mixtos	Colocados mediante gatos	Excavados

3.1.7 Resistencia a la penetración

Según Herrick y Jones 2002, citados en la guía CIMMYT menciona que la resistencia a la penetración es un indicador del nivel de compactación de un suelo. Una forma de medir la resistencia a la penetración es calcular la resistencia del suelo al movimiento de un cono de penetración, y dividirla entre la profundidad de penetración. Los penetrómetros pueden ser estáticos o dinámicos. Los estáticos miden la fuerza empleada para empujar una sonda en el suelo a una velocidad constante, en tanto que los penetrómetros dinámicos miden la resistencia a la penetración al golpearla sonda repetidamente en el suelo

3.1.8 Ondas elásticas en depósitos de suelos

Las pruebas geofísicas se basan en el registro de la propagación de ondas elásticas generadas por pequeñas perturbaciones mecánicas, tales como el efecto de la caída libre de una masa, a través de depósitos de suelo sin alterar las propiedades geotécnicas naturales de los materiales investigados.

3.1.8.1 Tipos de Ondas Elásticas

Las ondas elásticas se dividen en dos grandes grupos, las de cuerpo, que viajan en el interior del medio elástico, y las de superficie, que se propagan a lo largo de la frontera de un medio semi-infinito, como es la superficie de un depósito de suelos. Las ondas de cuerpo se subdividen a su vez en ondas de compresión o primarias (V_p) y de corte o secundarias (V_s). Las ondas V_p viajan a una velocidad entre 70% y 140% mayor que las V_s , para valores de la relación de Poisson (μ) de entre 0.25 y 0.4, rango característico en suelos y rocas (Aponte J. 2011)

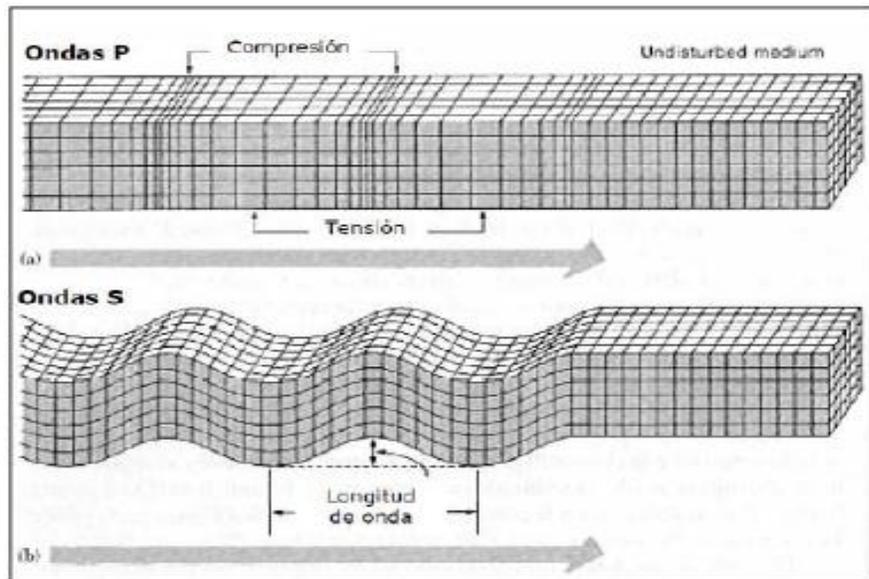


Figura 3.2 Onda de cuerpo (Lazcano 2007)

3.1.8.2 Velocidad de Onda de Corte (V_s)

La determinación de la velocidad de propagación de las ondas de corte (V_s) es de gran utilidad en la geotecnia, ya que con este valor se puede determinar el módulo de rigidez al esfuerzo cortante (G), inferir densidad in situ, estimar el estado

de esfuerzos, estimar la cementación natural o evaluar la alteración de una muestra, esto según Stokoe et al., (1989) mencionado por Aponte J., (2011).

3.1.9 Módulo de deformación

Los Módulos de Deformación se obtienen de un ensayo de compresión simple o confinado (Estado triaxial de tensiones) es de substancial importancia para definir entornos de deformación en los problemas de ingeniería geotécnica, por lo que la valoración aproximada de los distintos módulos, resulta de gran utilidad para la modelización matemática de la masa de suelos a la hora de resolver problemas de ingeniería geotécnica en los proyectos que se analizan (Leoni A., 2013).

Existen numerosas correlaciones entre el valor de N_{SPT} y otros ensayos “in situ” o de laboratorio que permiten estimar algún parámetro relacionado con la deformabilidad del suelo, estas correlaciones acostumbran a estar validadas por estudios realizados sobre casos reales, por lo que debe tenerse en consideración su aplicación con criterios de validez restringidos a un entorno local o una formación geológica determinada (Franch J. 2014).

D’Apolonia et al. (1970), proponen las siguientes correlaciones:

1. Arenas normalmente consolidadas:

$$E \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 215 + (10.6 N_{SPT}) \quad (3.3)$$

2. Arenas preconsolidadas:

$$E \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 540 + (13.5 N_{SPT}) \quad (3.4)$$

3.1.10 Coeficiente de Poisson

El coeficiente de Poisson (μ) es un parámetro característico de cada material que indica la relación entre las deformaciones longitudinales que sufre el material en sentido perpendicular a la fuerza aplicada y las deformaciones longitudinales en dirección de la fuerza aplicada sobre el mismo, definiéndose el coeficiente de Poisson como:

$$V = \left| \frac{\varepsilon_Y}{\varepsilon_X} \right| = \left| \frac{\varepsilon_Z}{\varepsilon_X} \right| \quad (3.5)$$

Algunos investigadores han realizado diferentes ensayos con intención de darle al cada tipo de suelo un rango aproximado del coeficiente de Poisson, en caso de que las pruebas de laboratorio para conocer este parámetro no se encuentren disponibles, Braja D; (1999) muestra la relación de Poisson para cada tipo de suelo.

3.1.11 Módulo de corte

La determinación del Módulo de Corte en los suelos, es siempre de mucha utilidad en todos los problemas de ingeniería donde intervienen cargas cíclicas. Como sabemos los suelos y las rocas son materiales particulares cuya estructura está conformada por partículas sólidas que forman el esqueleto de la masa, agua y gases que completan los vacíos que deja esta estructura sólida del material. Por otra parte, la estructura del material, puede experimentar cambios importantes, debidos a la amplitud de las tensiones aplicadas (tensiones efectivas) o a su permanencia en el tiempo. Por lo tanto es de suma importancia analizar la respuesta de los suelos a las cargas cíclicas que lo solicitan ya que las mismas se trasladan en trenes de ondas que viajan por la estructura sólida y que provocan deformaciones angulares que, de

acuerdo a su magnitud y a su permanencia pueden llevar al colapso o la falla de la estructura. (Leoni, A. 2013)

El Módulo de Corte “G” puede ser calculado a través de los valores de velocidades de ondas de corte sísmico y está dada por la siguiente ecuación la cual publica Leoni, A. (2013) en su documento parametrización de suelos:

$$G = \gamma \cdot V_s^2 \quad (3.6)$$

Dónde:

γ = densidad del material

V_s =velocidad de onda de corte

3.1.12 Capacidad de Carga.

La capacidad de soporte de una fundación superficial es la tensión aplicada, q_{ult} , sobre el sello de fundación(SF) para provocar la falla del suelo de apoyo. Dependiendo de las características del suelo (por ejemplo densidad) se pueden observar distintos tipos de modo de falla; falla general, falla local y falla por punzonamiento(Moffat, R. 2011).

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales. El mismo expresó que la capacidad de carga última puede ser calcula a través de la diversas ecuaciones, las cuales fueron publicadas por Braja D; (1999)

3.1.13 Factor de seguridad

El cálculo de capacidad de carga bruta admisible de cimentaciones superficiales requiere aplicar un factor de seguridad (FS) a la capacidad de carga última.

$$q_{adm} = \frac{q_u}{FS} \quad (3.7)$$

El factor de seguridad puede ser por lo menos de 3 en todos los casos. (Braja D. 1999).

3.1.14 Asentamientos

Todo suelo que soporta una carga experimenta un asentamiento, cuya magnitud depende de la intensidad de la carga y de la compresibilidad del suelo. En general, los asentamientos han sido siempre motivo de preocupación para los profesionales de la construcción, ya que obras de envergadura e incalculable valor histórico, han sufrido deterioro y ruina por su causa (Fratelli M. 1993).

La magnitud de los asentamientos que pueden sufrir las fundaciones deben ser calculada con la mayor exactitud posible para la mayoría de las obras de ingeniería, pues en el caso de asentamientos considerables se afecta no solo la apariencia de la obra, sino que pueden ocurrir daños estructurales que originen la pérdida parcial o total de funcionalidad o el colapso de sus elementos resistentes (Fratelli M. 1993).

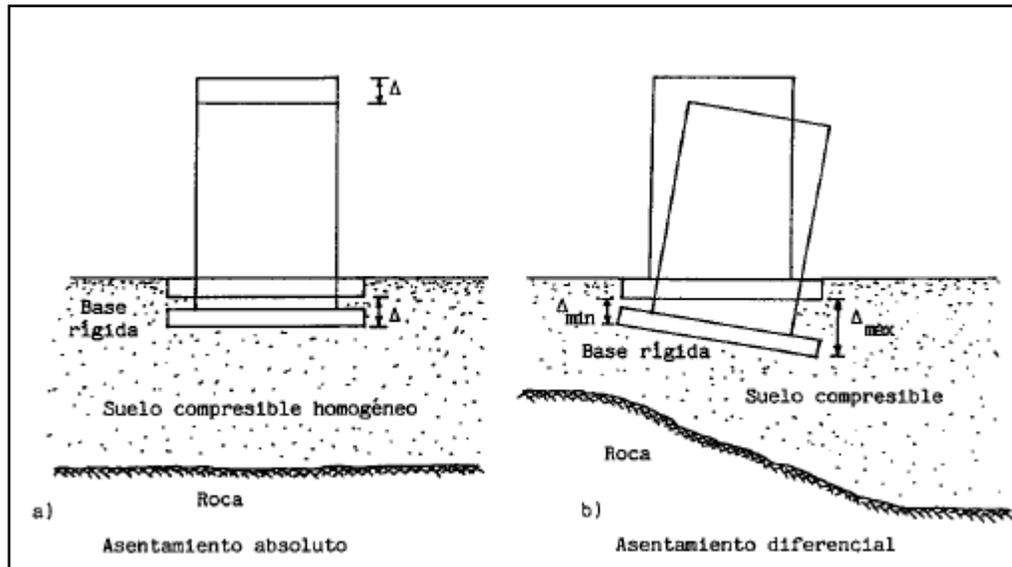


Figura 3.3 Tipos de asentamientos

3.1.14.1 Método de estimación de asentamientos

1. Asentamiento Inicial: Los métodos más comunes emplean varias integraciones de la solución de Boussinesq para determinar el asentamiento de una carga puntual en la superficie de un semi-espacio homogéneo, isotrópico y elástico (Alva, J. 2005).

$$S_i = p B \frac{(1-\mu^2)}{E} I \quad (3.8)$$

Dónde:

S_i = Asentamiento inicial

p = Esfuerzo promedio transmitido

B = Dimensión característica del área cargada

E = Módulo de elasticidad

I = Factor de influencia

μ = Coeficiente de Poisson

2. Asentamiento por consolidación: La ecuación para el cálculo de consolidación unidimensional de Terzaghi queda establecida de la siguiente manera:

$$S_c = U_v S_{cf} \quad (3.9)$$

Dónde:

S_{cf} = Asentamiento de consolidación final

U_v = Grado de consolidación promedio para drenaje vertical (Alva, J. 2005)

3.1.15 Suelos colapsables

Los suelos colapsables, llamados a veces suelos metaestables, son suelos no saturados que sufren un gran cambio de volumen al saturarse. Este cambio puede o no ser el resultado de la aplicación de carga adicional. Las cimentaciones construidas sobre tales suelos llegan a sufrir grandes y repentinos asentamientos cuando el suelo bajo la cimentación se satura con una humedad no anticipada que puede provenir de varias fuentes, como, tuberías rotas de agua, drenajes con fugas, drenaje del agua de depósitos y albercas, incremento lento del nivel freático, etc. Este tipo de asentamientos causa generalmente considerables daños estructurales. (Braja, D. 1999)

3.1.16 Suelos expansivos

Muchas arcillas plásticas se expanden considerablemente cuando se agrega agua y luego se contraen con la pérdida de la misma. Las cimentaciones construidas sobre esas arcillas están sometidas a grandes fuerzas de levantamiento causadas por la

expansión. Estas fuerzas provocan levantamiento, agrietamiento y ruptura de la cimentación, y de las losas en el terreno de los edificios. En general las arcillas potencialmente expansivas, tienen límites líquidos e índices de plasticidad mayores o aproximadamente 40 y 15, respectivamente.(Braja, D. 1999)

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1 Tipo de investigación

Según Arias, F. (2012), La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimientos y define la investigación descriptiva como la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

De esta forma este proyecto se ubica en dos tipos de investigación, descriptiva y exploratoria. Descriptiva porque se realiza un estudio característico de la geología del sitio, la descripción y evaluación de un grupo de muestras obtenidas mediante un método exploratorio del subsuelo, a partir del cual se tomaron muestras aplicando el ensayo de penetración estándar.

4.2 Diseño de la investigación

Según Arias, F. (2012), expresa que el diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.

Este proyecto posee un diseño de investigación variado, el cual engloba una investigación de campo y documental.

Para Arias, F. (2012) la investigación de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información pero no altera las condiciones existentes.

La investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

4.3 Población de la investigación

Arias, F. (2012), considera que una población es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.

En este trabajo la población se refiere a las áreas N-05-01, N-06-01 y Q-06-01 pertenecientes a la empresa Petrocarabobo, municipio Independencia, las cuales corresponden a la zona que se desea caracterizar.

4.4 Muestra de la investigación

Según Arias, F. (2012), la muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible.

Para efectos de esta investigación se tomaron datos en campo, doce (12) muestras de suelo, representativas del área de la población en estudio, cuyos datos fueron analizados en laboratorios para posteriormente ser interpretados; con el objetivo de realizar el análisis de suelo.

4.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Arias, F. (2012) define las técnicas de investigación, como el procedimiento o forma particular de obtener datos o información; y un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información.

4.5.1 Técnicas de recolección de datos

4.5.1.1 Revisión y análisis documental

La revisión y análisis documental se realizará a partir de la búsqueda, análisis e interpretación de datos secundarios, es decir se realizaron investigaciones en fuentes documentales impresas y electrónicas ya que es necesario interpretar datos tabulados, aportados por diferentes autores, como por ejemplo es importante ubicar el Módulo de Poisson que se puede encontrar en la tabla 4.5, autor Braja Das, 1999., de esta manera también se ubicará el ángulo de fricción, módulo de deformación, módulo de reacción, módulo de corte dinámico, la Norma Sísmica Covenin, 1756-98(Rev. 2001), entre otros.

4.5.2 Instrumentos de recolección de datos

A continuación se muestran los instrumentos utilizados en el presente trabajo de investigación:

4.5.2.1 Computadora personal (PC)

Con la ayuda de computadoras personales se hizo posible realizar todos los cálculos e investigaciones necesarias para este proyecto.

4.5.2.2 Muestreador SPT.

Con el muestreador SPT fueron tomadas 12 muestras a través de sondeos realizados en diferentes partes, abarcando un área representativa de la zona en estudio, necesarias para realizar los ensayos de laboratorio, construir perfiles de suelo y calcular la velocidades de ondas del terreno, según la norma D1452 ASTM; el muestreador utilizado cumplía con las siguientes especificaciones: diámetro externo de 2", diámetro interno de 1" 3/8, peso del martillo 63,9 Kg, con una caída de 76 cm.

4.5.2.3 Paquete de software Microsoft Office, 2010.

Con la herramienta de Microsoft Excel se realizaron los cálculos fundamentales para este trabajo de investigación como lo son cálculos de granulometría, humedad natural, límites de consistencia, se realizaron los perfiles geotécnicos, entre otros.

4.5.2.4 Programa informático para visualizar cartografía (Google Earth)

Con el programa Google Earth se hizo posible ubicar el lugar donde se realizaron las perforaciones y la distancia entre cada una de ellas, también se delimitó el área que se desea caracterizar.

4.6 Flujograma de la metodología de trabajo.

Con el objetivo de dar cumplimiento a las actividades planteadas, se realizó un flujograma para obtener una secuencia de trabajo ordenada y eficaz para el desarrollo de este trabajo de investigación.

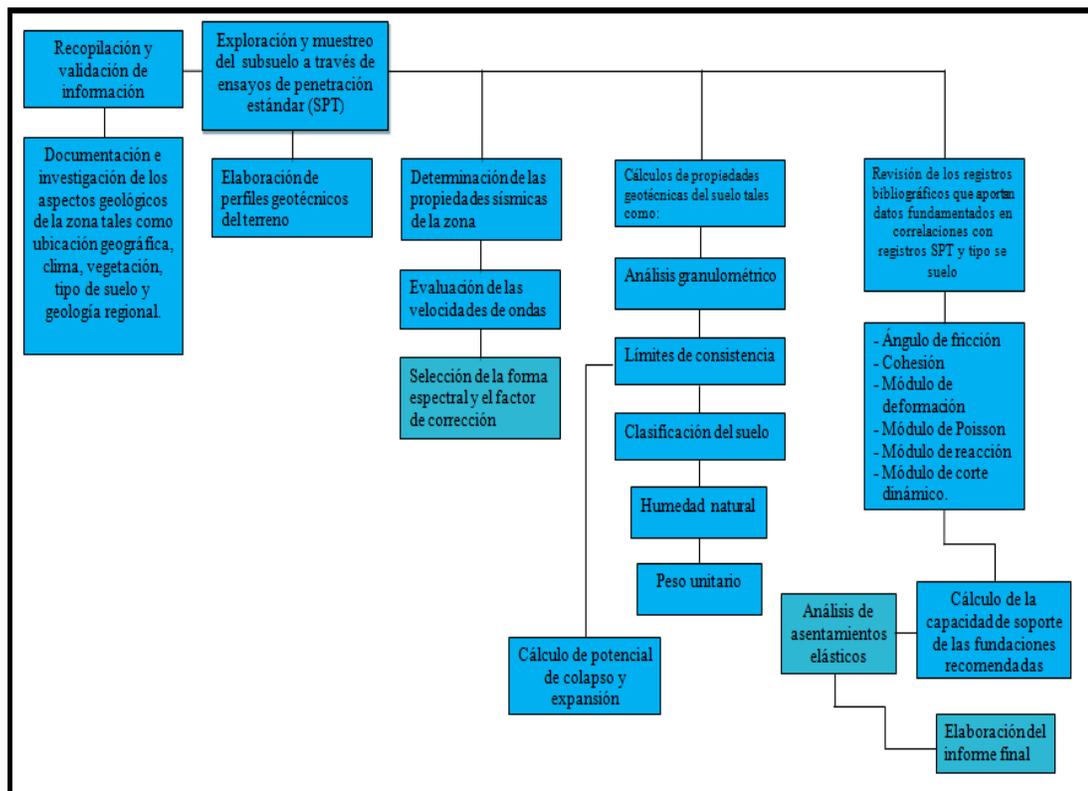


Figura 4.1 Flujograma de la metodología de trabajo

4.7 Procedimiento para el logro de los objetivos

4.7.1 Recopilación y validación de la información

Se recopiló información en libros, manuales, tesis de grado y páginas electrónicas que sirvieron como sustento a este trabajo de investigación.

4.7.2 Documentación e investigación de los aspectos geológicos de la zona tales como ubicación geográfica, clima, vegetación, tipo de suelo y geología regional.

La descripción de los aspectos geológicos de la zona de estudio se realizó a través de revisiones bibliográficas, consulta en tesis de grados y páginas electrónicas, de las cuales se sustrajo información acerca de las características del área de interés, esta investigación servirá como sustento y comparación con los resultados que aportará la caracterización geotécnica.

4.7.3 Exploración y muestreo del subsuelo

La exploración del subsuelo se llevó a cabo aplicando ensayos de penetración dinámica con la prueba S.P.T., según la norma Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings (American Society for Testing and Materials [ASTM] D 1452), para esto se realizaron 12 perforaciones, 4 por cada área, con una profundidad de 15 m cada una, para todas las perforaciones se recuperaron muestras para su descripción visual y análisis de laboratorio, a partir de los datos y ensayos efectuados se realizaron perfiles de suelo, cálculos de velocidades de ondas, análisis granulométricos, clasificaciones de suelo, entre otros.

4.7.4 Elaboración de perfiles geotécnicos del terreno

Los perfiles geotécnicos se construyeron con los datos de los sondeos realizados para la evaluación geotécnica, con el fin de observar los aspectos de las litologías presentes en el área de estudio y la continuidad o variaciones que estos puedan presentar. Se plasmaron un total de 7 perfiles de suelo correlacionados entre sí, cuyas secciones se muestran en la figura 4.2.

4.7.5 Determinación de las propiedades sísmicas de la zona.

Los métodos de análisis que se consideraron para conocer la acción sísmica de la zona fueron los siguientes: evaluación de la zonificación sísmica, velocidades de ondas, selección de la forma espectral y el factor de corrección.

Aplicando la norma COVENIN 1756-98. Rv-2001, se tiene que el país se divide en ocho zonas sísmicas, a las cuales se les asigna un grado de peligrosidad según las respuestas dinámicas de los terrenos y cada una refleja un coeficiente de aceleración horizontal distinto (A_0), quedando establecidas de la siguiente manera:

Tabla 4.1 Coeficiente de aceleración horizontal para cada zona sísmica

Zonas sísmicas	Peligro sísmico	A_0
7	Elevado	0.40
6		0.35
5		0.30
4	Intermedio	0.25
3		0.20
2		0.15
1	Bajo	0.10
0		--

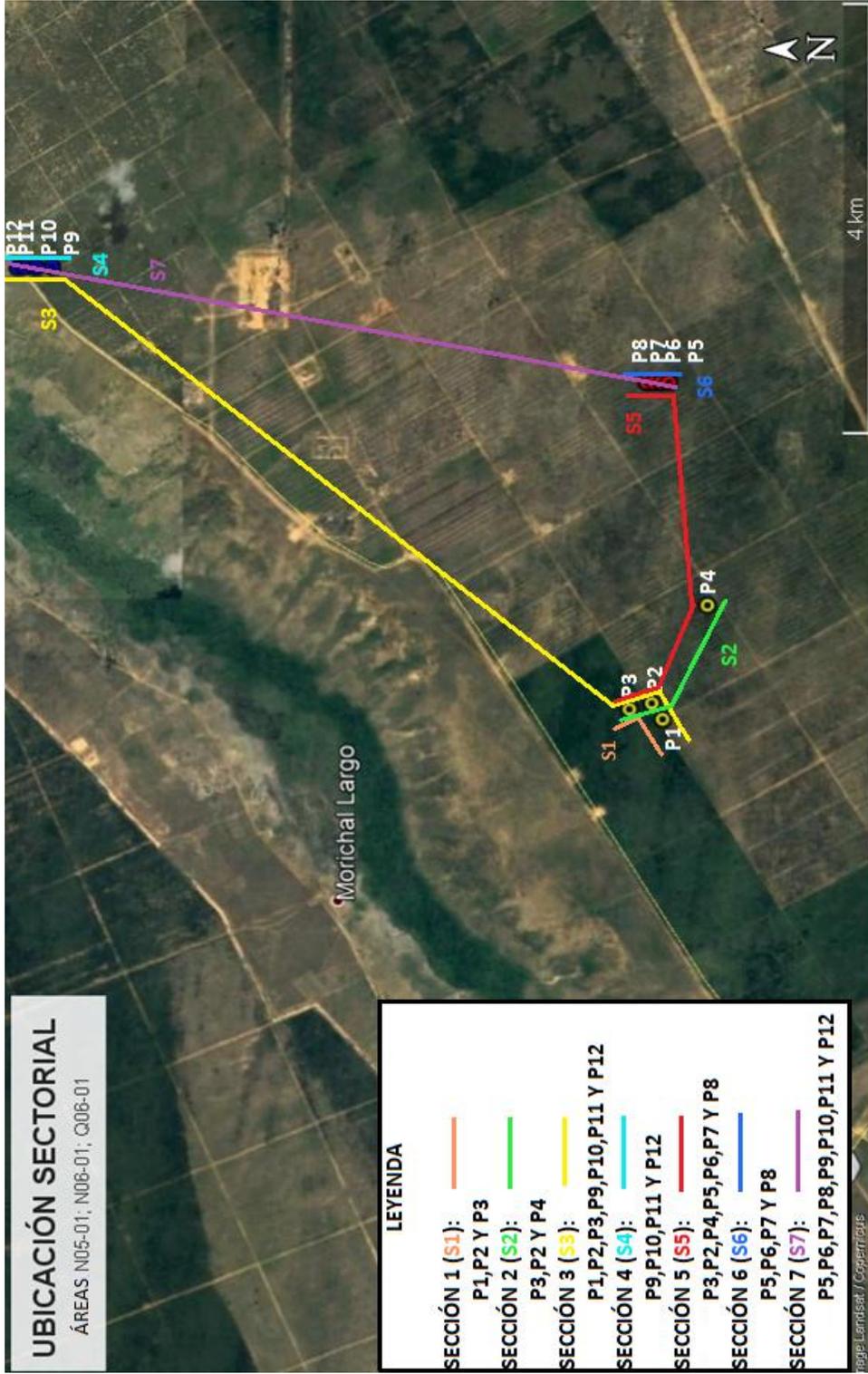


Figura 4.2 Secciones con las que se construyeron los perfiles geotécnicos

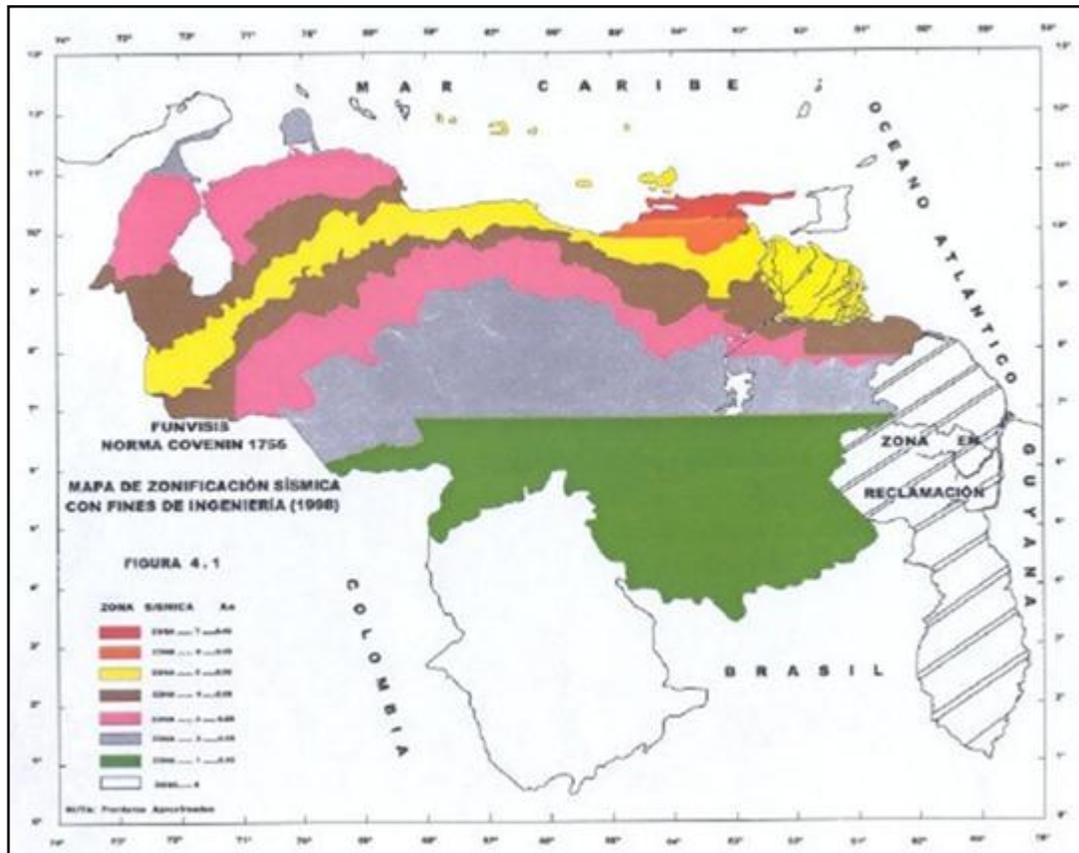


Figura 4.3 Mapa de zonificación sísmica, tomado de la Norma Venezolana COVENIN 1756:2001-1

Para efectos de este trabajo, se tomó en consideración el grado de riesgo sísmico que puede tener una edificación en el municipio Independencia del Estado Anzoátegui y así cumplir con las normas COVENIN que tienen por objeto proteger vidas y aminorar los daños esperados en las edificaciones.

4.7.5.1 Evaluación de las velocidades de ondas de corte

Con el registro de impactos en profundidad, es decir el número de golpes (N) obtenidos a través del ensayo de penetración estándar se calcularon las velocidades de

ondas de corte utilizando la siguiente ecuación establecida en la norma COVENIN 1756-1:2001:

$$V_{spi} = 89.8 * N^{0,341} \quad (4.1)$$

A partir de los cálculos de V_{spi} se calculó el tiempo en el que viajan las ondas por cada metro de profundidad del terreno estudiado, utilizando la fórmula publicada en la norma COVENIN 1756-2:2001:

$$T_{ei} = \frac{H_{ei}}{V_{spi}} \quad (4.2)$$

Dónde:

H_{ei} : espesor del estrato

V_{spi} : promedio de la velocidad de ondas de corte en el estrato.

Se calculó el tiempo promedio en el que viajan las ondas (T_{pt}) el cual es igual a la sumatoria del tiempo en el que viajan las ondas en todo el perfil.

$$T_{pt} = \sum \frac{H_{ei}}{V_{spi}} \quad (4.3)$$

También se calculó el promedio de las velocidades de ondas de corte (V_{sp}) a través de la siguiente fórmula:

$$V_{sp} = \frac{H}{\sum \frac{H_{ei}}{V_{spi}}} \quad (4.4)$$

Dónde

$H = \sum (h_{ei})$: sumatoria de los espesores del perfil

$\sum \frac{H_{ei}}{V_{spi}}$: Sumatoria de los tiempos parciales de viaje de cada estrato

4.7.5.2 Forma espectral y factor de corrección

Se obtuvo la forma espectral y el factor de corrección para el coeficiente de aceleración horizontal (ϕ) observando las características del perfil geotécnico del terreno de fundación de donde se adquirió la profundidad a la cual se encuentra el material (H) y también utilizando los cálculos de las velocidades de ondas de corte (V_{spi}).

Tabla 4.2 Forma espectral y factor de corrección tomada de la Norma COVENIN 1756-1: 2001

Material	Vps (m/s)	H (m)	Zonas Sísmica de 1 a 4		Zonas Sísmica de 5 a 7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤ 50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤ 15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados con suelos más rígido	-	H ₁	S2 ^(c)	0.65	S2	0.70

4.7.6 Cálculo de propiedades geotécnicas del suelo

A través de los sondeos realizados se obtuvieron muestras hasta quince metros de profundidad, las cuales fueron sometidas a ensayos de laboratorio, permitiendo el cálculo de las siguientes propiedades geotécnicas de suelo:

4.7.6.1 Granulometría

El análisis granulométrico norma ASTM D 421-58 y D 422-63, se realizó hasta una profundidad de 10 metros, evaluando cada metro de cada perforación, no se calcularon el total de muestras recuperadas debido a que resulta suficiente conocer profundidades de 1 a 1.5 veces la mayor dimensión del área cargada según Villalaz C. 2011; para este análisis, con los datos obtenidos del ensayo granulométrico se calcularon:

❖ Porcentajes de suelos retenidos: multiplicando el peso del suelo en gramos por 100 y dividido entre el peso total de la muestra

❖ Porcentaje de suelo retenido acumulado: sumando el porcentaje retenido acumulado más el porcentaje retenido.

❖ Porcentaje pasante por cada tamiz restando 100 menos el porcentaje retenido acumulado.

Esto permitió conocer el tamaño de las partículas que componen el suelo. A partir de los resultados se construyeron curvas granulométricas.

4.7.6.2 Límites de consistencia

A partir de la norma ASTM 423-66 (límite líquido) y ASTM 424-59 (límite plástico) se determinaron los límites de consistencia para 10 metros de suelo en cada perforación. Calculando el porcentaje de humedad con los datos facilitados fue posible determinar el límite plástico y el límite líquido para dos números de golpes distintos por cada metro de suelo, la resta entre el límite líquido y el límite plástico da como resultado el índice de plasticidad de un suelo. Estos datos aportaron información necesaria para realizar la clasificación de suelo.

4.7.6.3 Clasificación del suelo

Se realizó la clasificación del suelo con los datos obtenidos del análisis granulométrico, verificando el porcentaje retenido en la malla número 4 y el porcentaje pasante por la malla número 200 ubicándonos en la tabla del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), para ello también fue necesario evaluar los criterios de clasificación en el laboratorio como los coeficientes de curvatura, uniformidad y el índice de plasticidad, con estos datos se pudo obtener el tipo de suelo y su símbolo representativo. También se realizó la clasificación a través del Sistema de la Asociación Americana de Agencias de Carreteras y Transporte (AASHTO), para esto se necesitó el porcentaje que pasa los tamices número 10, 40 y 100, junto con el límite plástico y el índice de plasticidad, para obtener el tipo de material y la calidad del terreno de fundación.

4.7.6.4 Humedad natural

Se calculó el porcentaje de humedad natural según la norma ASTM D2216-71, para los 15 metros de profundidad en cada sondeo, utilizando la fórmula publicada en Braja, D. (1999):

$$W = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (4.5)$$

Dónde

W = humedad natural

W_w = Peso del agua

W_s = Peso del suelo seco.

4.7.6.5 Peso unitario

El peso unitario es la relación entre el peso de la muestra de suelo (W) y el volumen (V) de la misma, por lo tanto se aplicó la siguiente ecuación publicada en Fratelli, M. (1993):

$$\gamma = \frac{W}{V} \quad (4.6)$$

Los valores calculados se realizaron con datos aportados del ensayo de densidad con el método de la parafina, calculándose un total de 12 densidades, una por cada sondeo realizado a diferentes metros de profundidades.

4.7.7 Registro de los parámetros geológicos y geotécnicos que permitan escoger el diseño estructural de fundaciones adecuadas para el sitio en estudio.

Se consultaron diferentes autores los cuales a través de repetidos ensayos, dieron como resultados valores correspondientes a cada tipo de suelo en correlación con los valores de número de golpes obtenidos al realizar los sondeos, estos parámetros ya tabulados se utilizaron debido a que no se contaba con los ensayos de resistencia al corte ni ensayos de deformación bajo carga, necesarios para calcular sus valores.

Para la selección de estos parámetros geotécnicos se promedió el número de golpes para los estratos de suelo donde se pueden apoyar las fundaciones, este valor se corrigió para ser utilizado en la selección de los parámetros requeridos.

4.7.7.1 Resistencia a la penetración

El valor de resistencia a la penetración depende del tipo de material y la densidad del terreno, también puede ser influenciada por el procedimiento que se lleva a cabo para realizar el ensayo, debido a esto se calculó la resistencia a la penetración para las litologías predominantes en la zona, el valor promedio calculado se corrigió puesto que es necesario utilizarlo en las diferentes correlaciones que permiten estimar los parámetros de resistencia al corte.

El valor de resistencia “N” se corrigió en función de la energía aplicada a través de la ecuación publicada por Ventayol A; (1999), la cual corrige el 60% de la energía.

$$N_{60} = \frac{ER}{60} * N \quad (4.7)$$

Dónde:

N_{60} =resistencia a la penetración corregida para un 60% de la energía.

N = resistencia a la penetración promedio

ER = relación de energía

El valor utilizado para la relación de energía fue el propuesto por Pietro De Marco (2002), el cual sugirió que según ensayos realizados en Venezuela puede utilizarse una energía incidente o relación de energía de N igual a 42%, quedando establecida la fórmula de la siguiente manera:

$$N_{60} = \frac{42}{60} * N \quad (4.8)$$

4.7.7.2 Ángulo de fricción

Se seleccionó el ángulo de fricción de acuerdo con el número de golpes promedio corregido, utilizando el ábaco propuesto por Meyerhof (1956) y Perck et al. (1974).

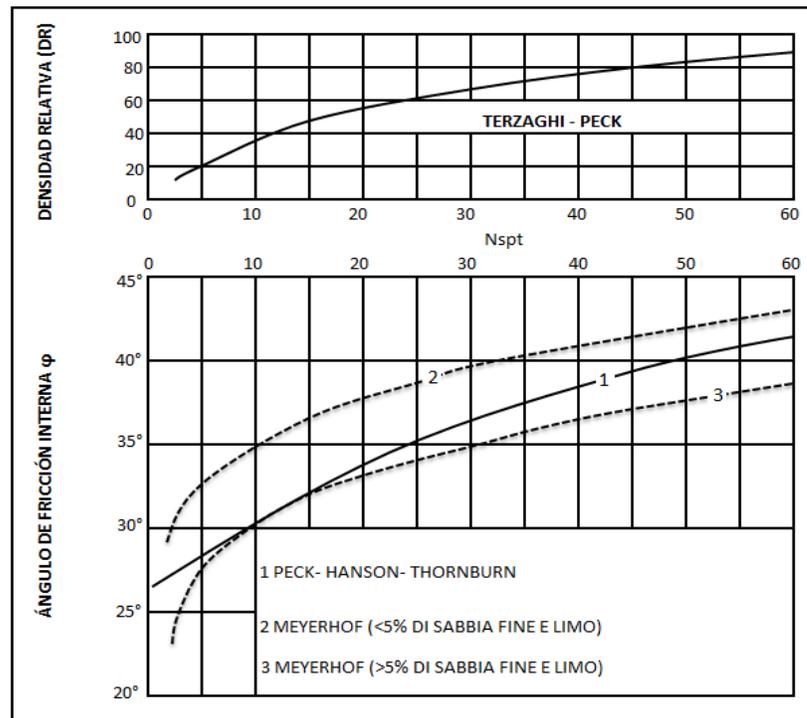


Figura 4.5 Ábaco para seleccionar el ángulo de fricción, propuesto por Meyerhof (1956) y Peck et al. (1974) Tomado de Divicenzi y Frank (2004).

4.7.7.3 Cohesión

Se le asignó al suelo un valor teórico de cohesión según la interpretación que se le dio al tipo de material presente.

4.7.7.4 Módulo de deformación

El módulo de deformación se calculó utilizando la fórmula de D'Apollonia et al. (1970), el cual propone para arenas normalmente consolidadas, la siguiente ecuación:

$$E \text{ (Kg/cm}^2\text{)} = 215 + (10.6 N_{SPT}) \quad (4.9)$$

Dónde:

E = Módulo de deformación

Nspt = Numero de golpes promedio

4.7.7.5 Módulo de Poisson

Se seleccionó el valor utilizando la tabla de coeficiente de Poisson tomada de Braja, D.(1999), solo fue necesario conocer el tipo de suelo para la selección de este valor.

TIPO DE SUELO	RELACION DE POISSON, μ
Arena suelta	0.20–0.40
Arena densa media	0.25–0.40
Arena densa	0.30–0.45
Arena limosa	0.20–0.40
Arena y grava	0.15–0.35
Arcilla suave	
Arcilla media	0.20–0.50
Arcilla firme	

Figura 4.6 Relación de Poisson para cada tipo de suelo. (Tomado y editado de Braja Das; 1999)

4.7.7.6 Módulo de reacción

Se calculó el módulo de reacción para los suelos donde se pretende apoyar las fundaciones, esto se hizo mediante la ecuación publicada por Braja, D. (1999):

$$k_s = \frac{E}{B(1-\mu^2)} \quad (4.10)$$

Dónde

k_s : Coeficiente de reacción

E : Modulo de elasticidad

B : Ancho de la cimentación

μ : Relación de Poisson del suelo

Estos cálculos se realizaron solo para uno de los anchos de las cimentaciones propuestas.

4.7.7.7 Módulo de corte dinámico

El módulo de corte dinámico se calculó utilizando la ecuación publicada por Leoni, A. (2013) donde se requirió el valor de la densidad (γ) promedio de las cuatro perforaciones multiplicado por el valor promedio de las velocidades de ondas de corte elevado al cuadrado (V_s^2).

$$G = \gamma \cdot V_s^2 \quad (4.11)$$

4.7.8 Evaluar de los parámetros geológicos y geotécnicos registrados para seleccionar el tipo de fundación adecuada, la carga admisible y el asentamiento elástico.

A partir de los resultados obtenidos para los cálculos o selección de los parámetros geotécnicos antes mencionados, la interpretación de los perfiles de suelo y las consideraciones sísmicas, se evaluaron el tipo de fundaciones adecuadas para la

zona estudiada, calculando para cada una de ellas la carga admisible y el asentamiento elástico producido.

4.7.8.1 Cálculo de la capacidad de soporte de las zapatas recomendadas

Es necesario que las cimentaciones brinden seguridad, por ello se evaluaron las capacidades de cargas últimas antes de que ocurra una falla por corte general del suelo, estas cargas admisibles se calcularon a través de las ecuaciones propuestas por Terzaghi (1943).

Cimentación corrida:

$$qu = cN_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (4.12)$$

Cimentación cuadrada:

$$qu = 1.3cN_c + q N_q + 0.4\gamma B N_\gamma \quad (4.13)$$

Cimentación circular:

$$qu = 1.3cN_c + q N_q + 0.3\gamma B N_\gamma \quad (4.14)$$

Losas:

$$q_u = [1 + [0,2\left(\frac{B}{L}\right)]]cN_c + [\gamma D_f N_q] + \left[\frac{1}{2}[1 - [0,2\left(\frac{B}{L}\right)]]\right]BN_\gamma \quad (4.15)$$

Dónde:

c = cohesión

B = ancho de la cimentación

γ = peso específico del suelo

$q = \gamma D_f$

D_f = profundidad

N_c , N_q , N_{γ} = factores de seguridad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo de fricción del suelo (ϕ).

Las variaciones de los factores de capacidad de carga utilizados, se expresan en la siguiente tabla.

Figura 4.5 Factores de capacidad de carga de Terzaghi.

ϕ	N_c	N_q	N_{γ}^a	ϕ	N_c	N_q	N_{γ}^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1072.80
25	25.13	12.72	8.34				

Según Kumbhojkar(1993)

4.7.8.2 Cálculos de asentamientos admisibles

Motivados a que los asentamientos causan el deterioro y colapso en las edificaciones se calculó el asentamiento elástico ocasionado por la intensidad de las cargas producidas, utilizando la ecuación publicada por Braja, D. (1999):

$$S_i = p B \frac{(1-\mu^2)}{E} I \quad (4.16)$$

Dónde:

S_i = Asentamiento inicial

p = Carga admisible

B = Dimensión característica del área cargada

E = Módulo de elasticidad

I = Factor de influencia

μ = Coeficiente de Poisson

4.7.9 Expansión del suelo

Se determinó el potencial de expansión de los diferentes estratos encontrados en los suelos estudiados, utilizando los valores de límites de consistencia, en específico el índice de plasticidad, el cual se comparó con los estándares establecidos en la tabla de clasificación de suelos expansivos según Holtz y Gibbs (1956).

Tabla 4.3 Clasificación de los suelos expansivos según Holta y Gibs(1956)

Potencial de expansión	G.E. consolidado	LR	IP	% < 0,001	EL
Muy alto.	> 30%	< 10%	> 32%	> 37%	> 100%
Alto.	20% - 30%	6% - 12%	23% - 45%	18% - 37%	> 100%
Medio.	10% - 20%	8% - 18%	12% - 34%	12% - 27%	50% - 100%
Bajo	< 10%	> 13%	< 20%	< 17%	< 20%

4.7.10 Cálculo de la Potencial de colapso

Se evaluó el potencial de colapso según diferentes autores; Holtz y Hilf(1961), los cuales proponen que si su densidad seca (Υ_d) es inferior a la siguiente ecuación: $\Upsilon_d \leq 2.65 / [1+(0.0265 LL)]$, el suelo presentará riesgo de ser colapsable.

Según Priklonski(1952) propone la ecuación $K_d = (w\% - LP\%) / IP$, y estableció criterios para evaluar el potencial de colapso con la siguiente tabla según los valores obtenidos.

Tabla 4.4 Criterios para evaluar el potencial de colapso según Priklonski (1952)

Kd	POTENCIAL DE COLAPSO
<0	Suelos Muy Colapsables
>0,50	Suelos No Colapsables
>1,00	Suelos Expansivos

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTEPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 Documentación e investigación de los aspectos geológicos de la zona tales como ubicación geográfica, clima, vegetación, tipo de suelo y geología regional.

Tomando en cuenta que en la Formación Mesa se ha registrado un espesor de hasta 275 m, y ésta es la última formación encontrada en la columna estratigráfica del campo Cerro Negro, donde se ubica la empresa mixta Petrocarabobo, se tomó en cuenta para este estudio la litología de la Formación antes mencionada, debido a que resulta suficiente la influencia de la misma.

Según González C; (1946) la formación Mesa consiste de arena de granos gruesos y gravas, con cemento ferruginoso, muy duras, con alto grado de cementación, de aspecto masivo y de pequeño espesor, que dan lugar a conglomerados rojos a casi negros; arenas blanco amarillentas, rojo y púrpura, con estratificación cruzada; lentes discontinuos de arcilla fina arenosa y lentes de limolita. Por la ubicación de la zona, la vegetación predominante está representada por Pino Caribe y Morichales; según Douglas, R., y Mendoza, F. (2009) se pueden alcanzar altas temperaturas de hasta 38°C y según el Instituto Nacional de Estadísticas el tipo de suelo predominante de esta región presenta baja retención de humedad.

Estas propiedades del suelo se compararan y confirmaran con los resultados expuestos a continuación.

5.2 Perfiles geotécnicos del terreno

Los siete perfiles construidos muestran la litología presente de los quince metros de suelo en las áreas estudiadas con sus respectivas consistencias, según los datos aportados por la recuperación de muestras realizados a partir del ensayo de penetración estándar. En estos perfiles se puede observar la continuidad lateral de la arena limo-arcillosa marrón rojizala que trataremos en este trabajo de investigación como estrato A, en la perforación 2 (P2) en el área N-05-01 se muestra a una profundidad de 9 a 11 metros arena limosa marrón oscura el cual se tratara como estrato C, en las perforaciones 5,7 y 8 (P5, P7 y P8) realizadas en el área N-06-01 se muestran 2 metros de arenas limosas marrón y en las perforaciones 9, 10, 11 y 12 (P9, P10, P11 Y P12)área Q-06-01 se muestran 5 metros de la litología antes mencionada, la arena limosa marrón encontrada en ambas áreas presentan las mismas características por lo tanto se trataran como estrato B.

En el perfil geotécnico de sección 7-7' se muestra el estrato B en las áreas N-06-01 y Q-06-01, en el cual se infiere que este estrato puede ser el resultado de depósitos sedimentarios de un afluyente del rio Morichal, aumentando su espesor hacia la dirección NE debido a la influencia de este río.

Tomando en cuenta lo expresado por González de J; (1946) la formación Mesa se extiende por los llanos orientales, siendo parte de esto el estado Anzoátegui, por lo tanto la litología encontrada concuerda con lo enunciado por dicho autor.

A continuación se muestran 3 de los perfiles de suelos más representativos, los restantes se mostraran en el apéndice B de este trabajo de investigación.

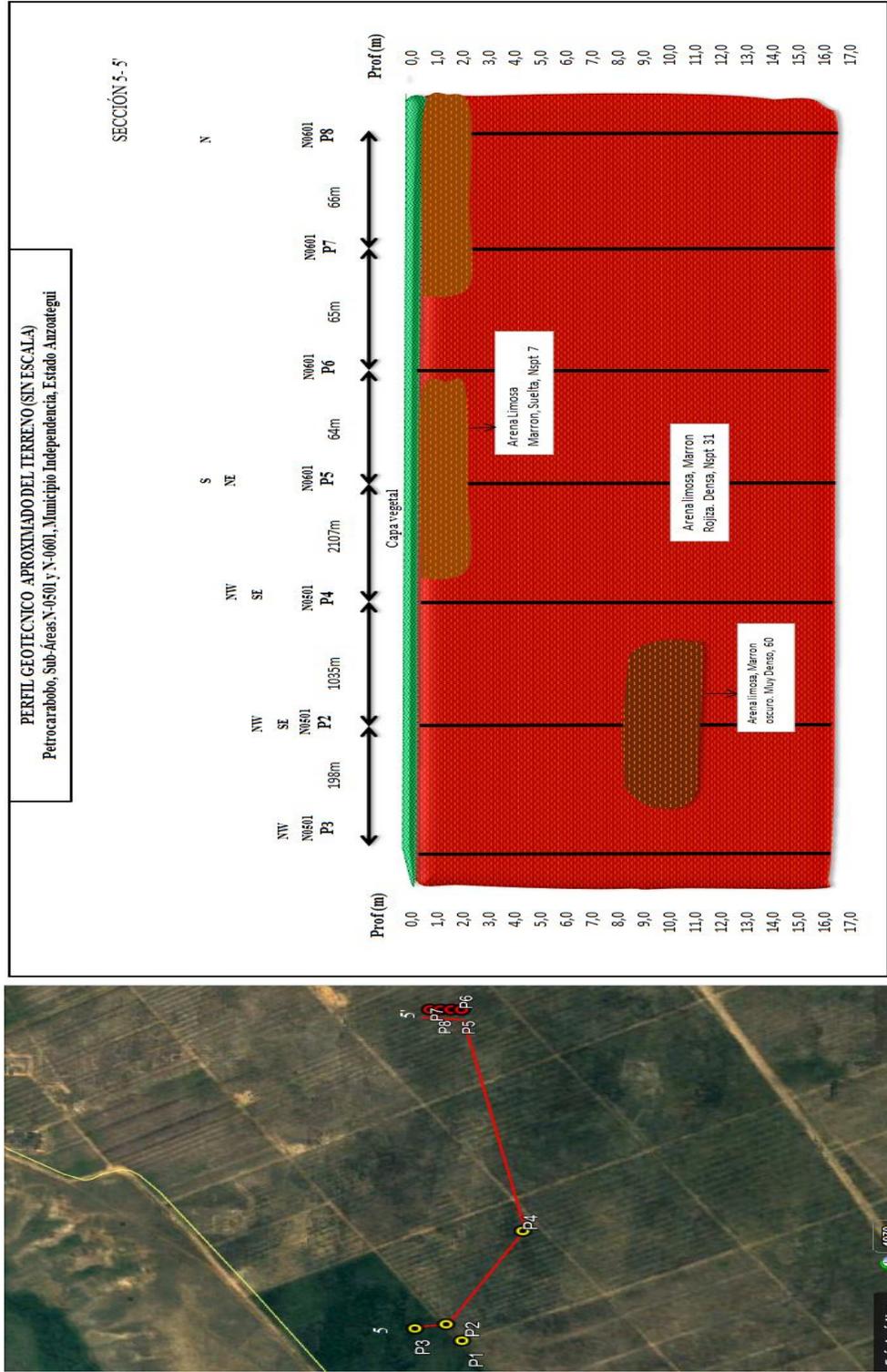


Figura 5.2 Sección geotécnica 5-5' de los sondeos P3, P2, P4, P5, P6, P7 y P8

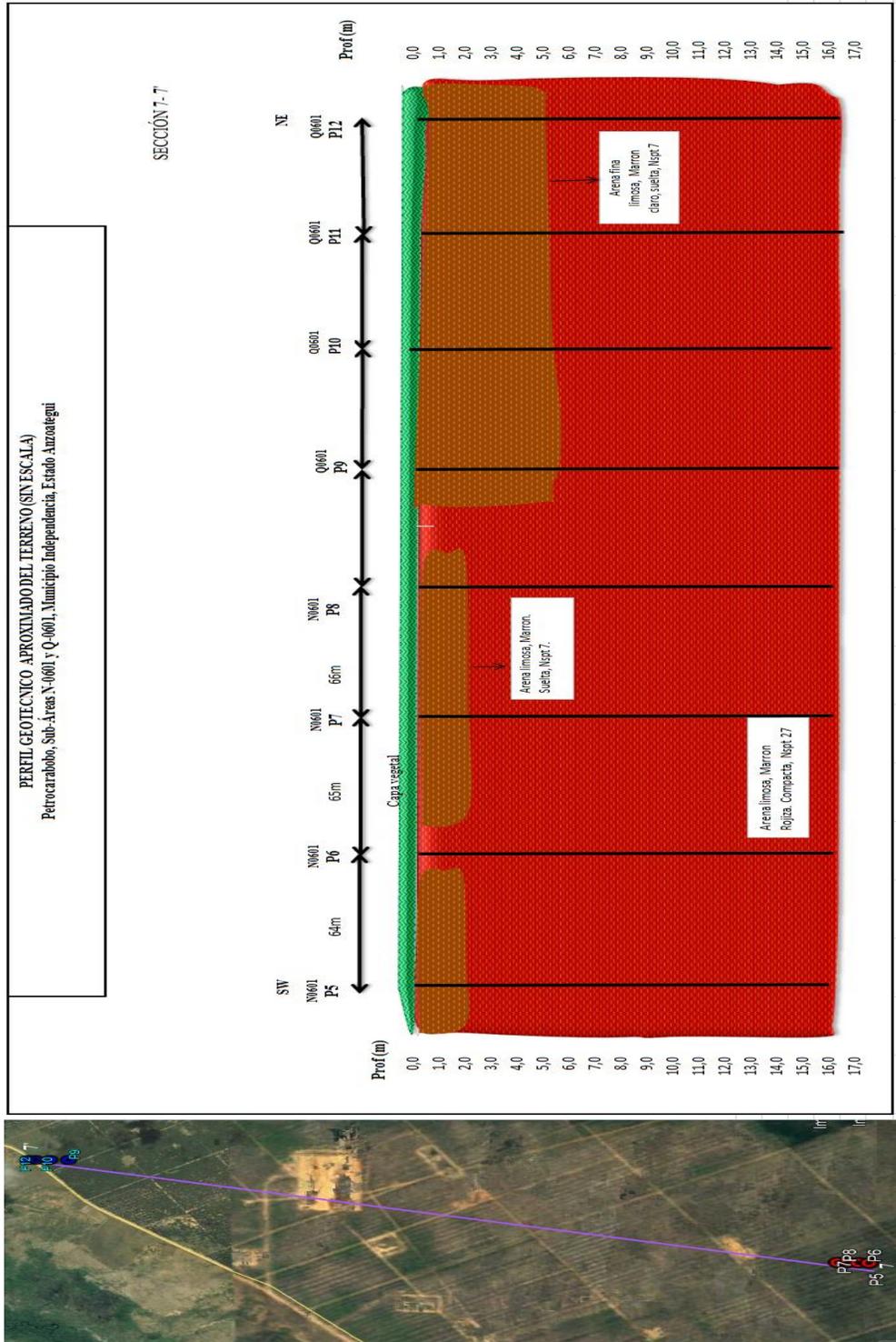


Figura 5.3 Sección geotécnica 7-7 de los sondeos P5, P6, P7, P8, P9, P10 y P11

5.3 Propiedades sísmicas de la zona

Según el mapa de zonificación sísmica de Venezuela, encontrado en la Norma COVENIN 1756-98 Rv. 2001, el municipio Independencia, donde se ubica el área de estudio, se sitúa en una zona sísmica de número 3, al cual le corresponde un coeficiente horizontal (A_0) de 0,20.

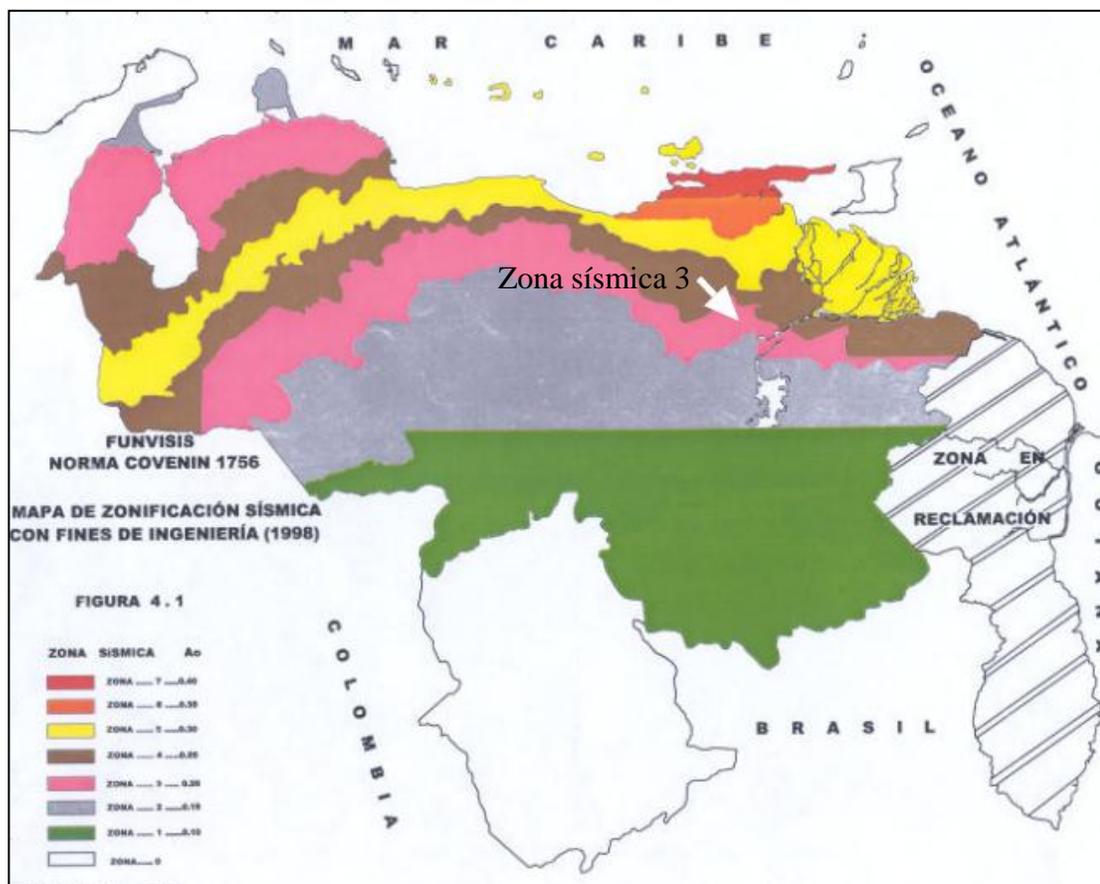


Figura 5.4 Identificación de la zona sísmica del municipio Independencia, grado de peligrosidad 3

5.3.1 Evaluación de las velocidades de ondas

Las velocidades de ondas de corte calculadas para las zonas comprendidas por N-05-01, N-06-01, Q-06-01, fueron las siguientes:

En las 3 figuras de velocidades de ondas de corte se observa que éstas aumentan con la profundidad, aunque en la figura 5.5 a una profundidad de 9 a 11 metros se observa que la curva de color anaranjado tiene un aumento aun mayor de la velocidad de las ondas, esto se debe a que en la perforación 2 (P2) se encontró un cambio de litología (arena limosa marrón oscura) con una densidad mayor al resto de la litología presente (arena limosa marrón rojiza). Según Regueiro (1997) citado por Ibarra, L. (2010) expresa que la densidad es uno de los factores que afecta la velocidad, el autor explica que las altas densidades corresponden usualmente a altas velocidades.

En la figura 5.6 se muestra como las velocidades en los estratos 8 a 10 disminuyen y luego vuelven a aumentar debido a que la resistencia a la penetración registrados a esa profundidad disminuyó con respecto a las capas superiores por lo tanto su densidad es un poco menor, esto coincide con lo que expresa Del Valle, (1986) citado por Ibarra, L. (2010) donde expresa que generalmente se supone que las velocidades en las diversas capas aumentan con la profundidad, lo cual sucede en la mayoría de los casos, aunque puede ocurrir que en algunas capas intermedias se manifiesten con velocidades menores a las capas superyacentes.

.

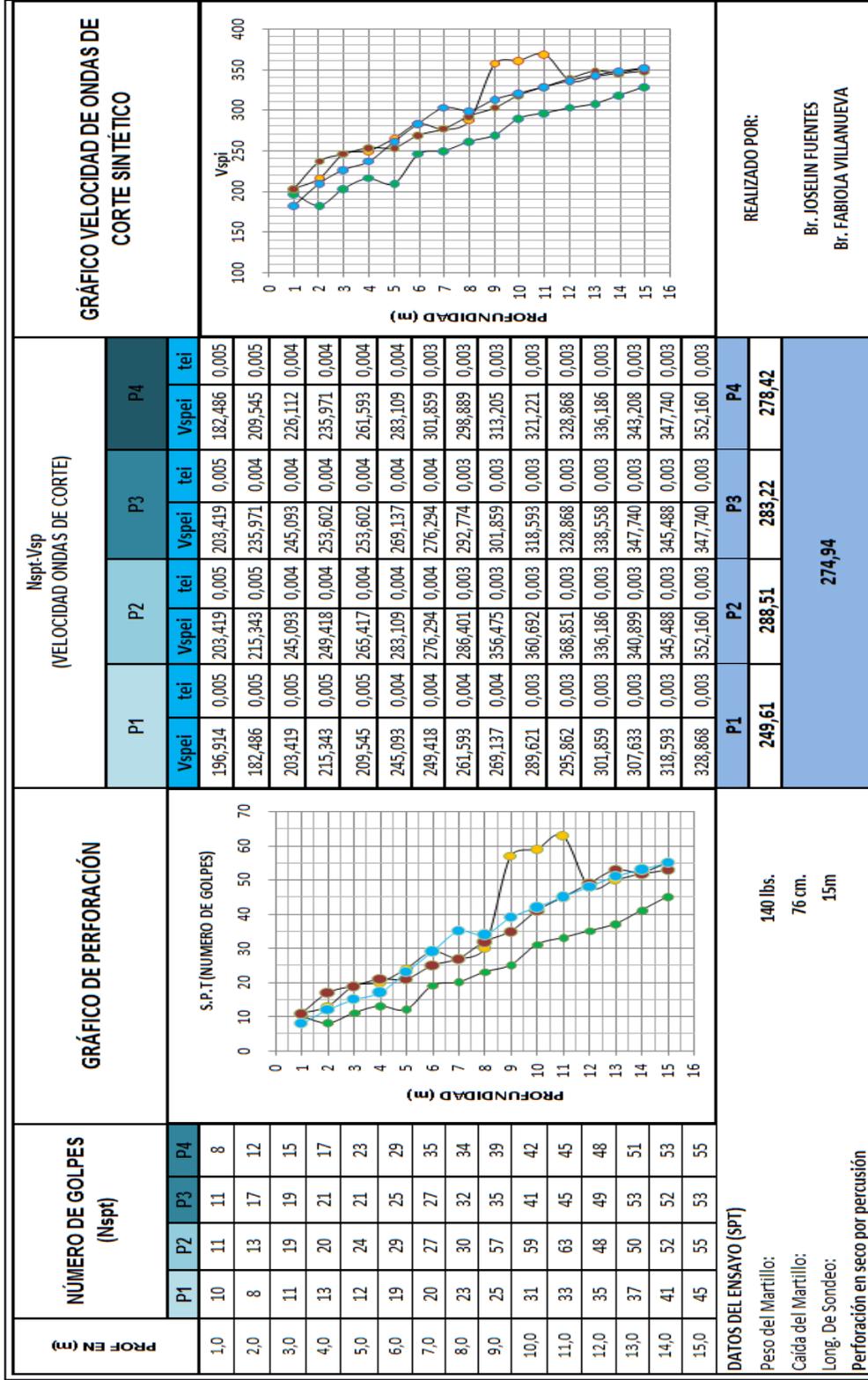


Figura 5.5 Velocidades de ondas de corte para el área N-05-01 (perforaciones P1, P2, P3 Y P4).

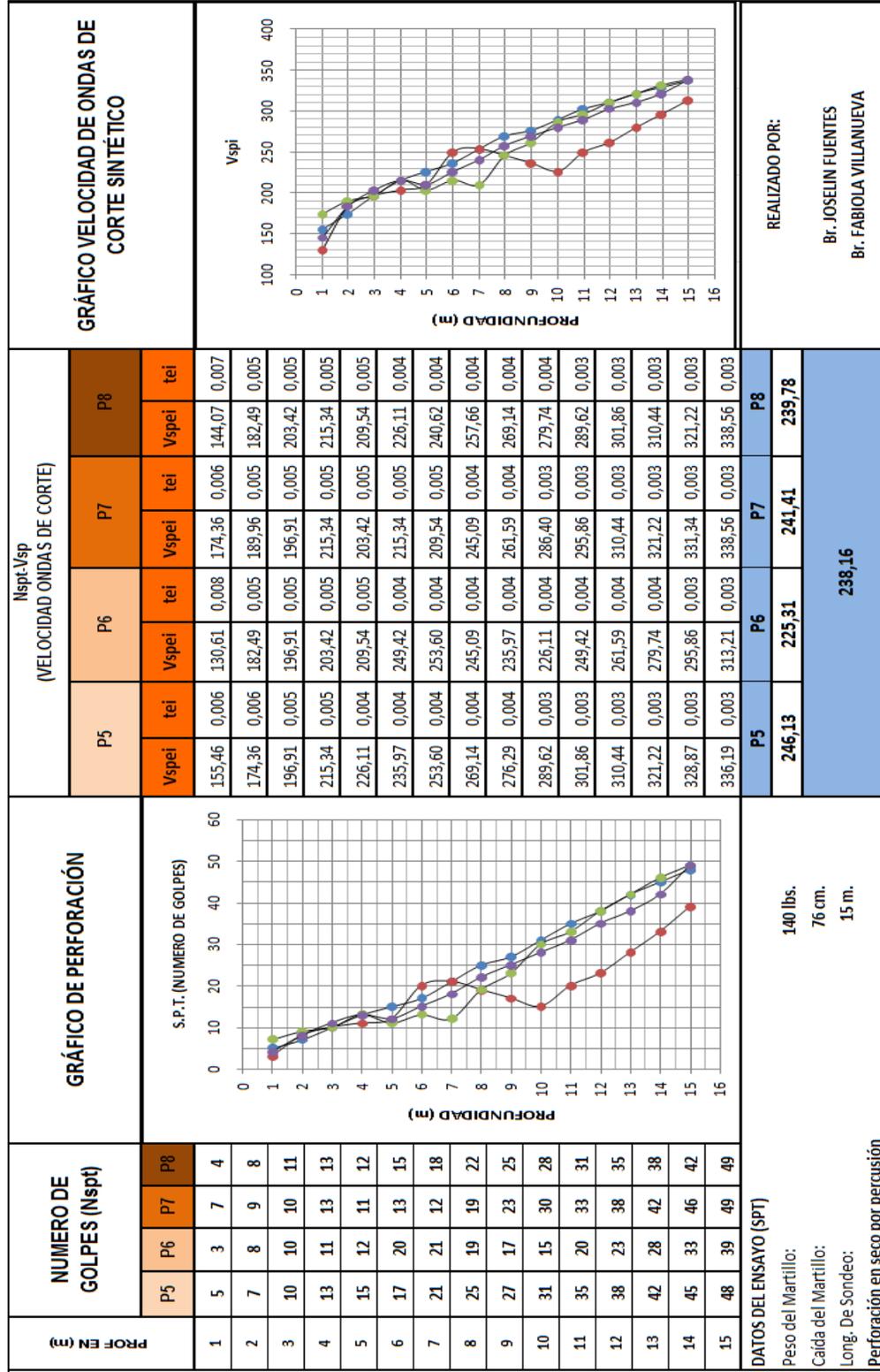


Figura 5.6 Velocidades de ondas de corte para el área Q-06-01 (perforaciones P5, P6, P7 Y P8).

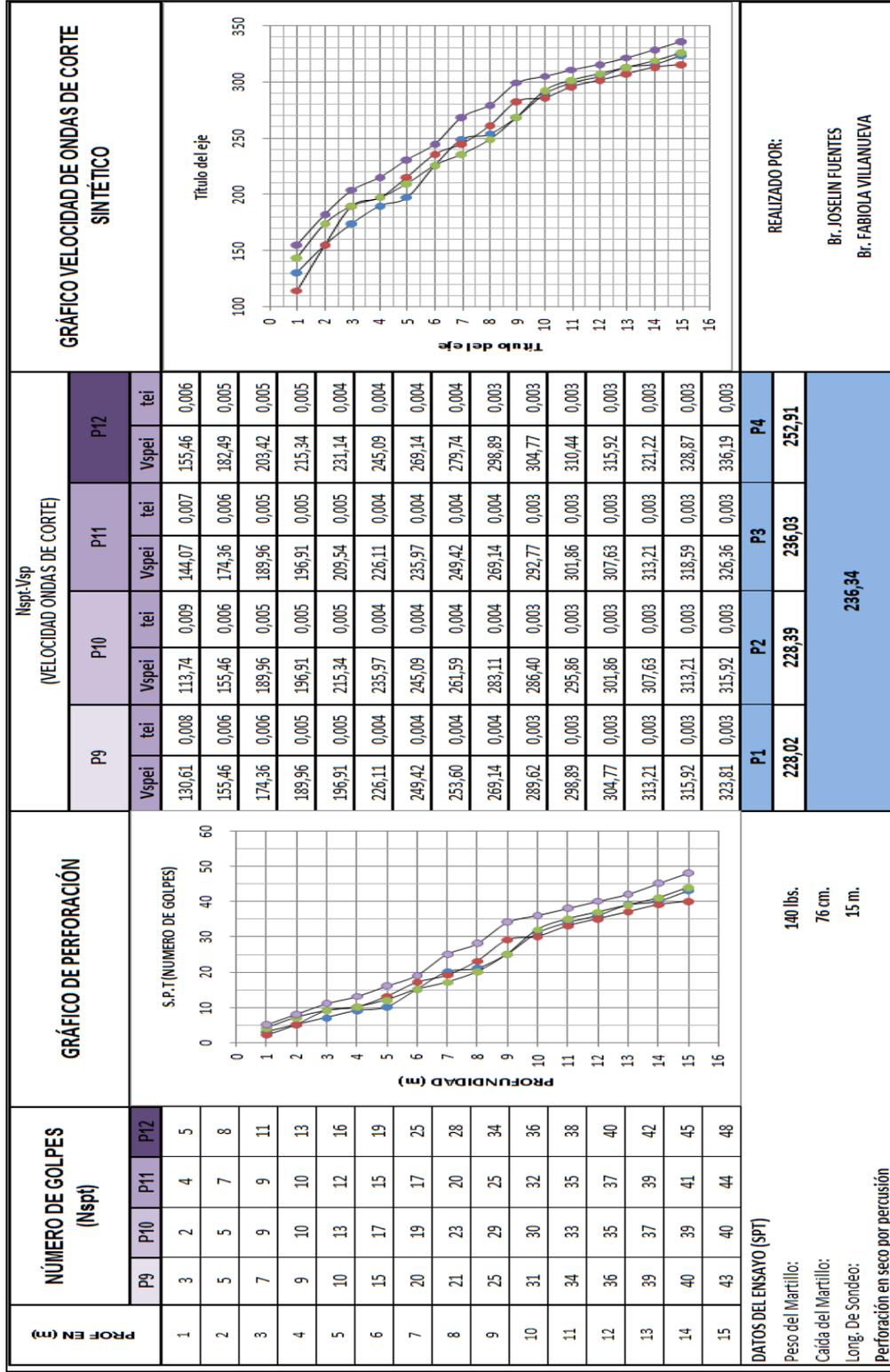


Figura 5.7 Velocidades de ondas de corte para el área N-06-01 (perforaciones P9, P10, P11 Y P12).

En la siguiente tabla se muestra la velocidad promedio de las ondas de corte para toda el área estudiada, el valor indica que el material corresponde a suelos duros a denso.

Tabla 5.1 Velocidad promedio de ondas de corte para el área de estudio

Área	Velocidad promedio de ondas de corte (m/s)
N-05-01: P1, P2, P3, P4	274,94
N-06-01: P5, P6, P7, P8	238,16
Q-06-01: P9, P10, P11, P12	236,34
Velocidad promedio total	249,81

5.3.2 Forma espectral y factor de corrección

Con la velocidad de ondas promedio calculado(249,81 m/s) y la profundidad (H) de los estratos (15m), nos ubicamos en el intervalo de V_{sp} que va de 170 a 250 m/s indicativo de suelos firmes a medio densos, donde nos refleja una forma espectral (S3) y un factor de corrección de 0.70.

Al conocer las característica sísmicas de la zona se obtuvo que de los 12 perfiles de velocidades de ondas de corte, solo se observó anomalías en 2 de ellas, las cuales fueron explicadas anteriormente y debido a la ubicación el área en estudio corresponde a una zona de riesgo sísmico 3, siendo este un riesgo intermedio, por lo cual se tomarán las precauciones en el diseño de las fundaciones propuestas.

Tabla 5.2 Selección de la forma espectral y el factor de corrección.

Material	V _{sp} (m/s)	H(m)	Zona Sísmica 1 a 4		Zona Sísmica 5 a7	
			Forma Espectral	ϕ	Forma Espectral	ϕ
Roca sana/fracturada	>500	-	S1	0.85	S1	1.00
Roca blanda o meteorizada y suelos muy duros o muy densos	>400	<30	S1	0.85	S1	1.00
		30-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.70	S2	0.90
Suelos duros o densos	250-400	<15	S1	0.80	S1	1.00
		15-50	S2	0.80	S2	0.90
		>50	S3	0.75	S2	0.90
Suelos firmes/medio densos	170-250	≤50	S3	0.70	S2	0.95
		>50	S3 ^(a)	0.70	S3	0.75
Suelos blandos/sueltos	<170	≤15	S3	0.70	S2	0.90
		>15	S3 ^(a)	0.70	S3	0.80
Suelos blandos o sueltos ^(b) intercalados son suelos mas rígidos	-	H1	S2 ^(c)	0.65	S2	0.70

5.4 Propiedades geotécnicas del suelo

Las propiedades geotécnicas calculadas a través de las muestras que se obtuvieron con el ensayo de penetración estándar aportaron información para conocer ciertas características importantes del suelo, como el tamaño de los granos, su densidad y la humedad natural que este posee.

5.4.1 Análisis granulométrico

En la granulometría realizada se registró un porcentaje pasante por el tamiz 200 mayor al 12% por lo tanto no fue posible calcular los valores de coeficiente de curvatura y de uniformidad debido a que no existe el decil 10, sin embargo resulta importante analizar el comportamiento de las curvas granulométricas registradas, debido a esto se puede decir que el suelo presenta una textura heterogénea ya que la

composición del material corresponde en mayores cantidades a arenas finas, en menores cantidades arenas gruesas y medias y un porcentaje importante de limos y arcillas (no se conoce en que porcentaje se presentan cada uno de los dos últimos porque sería necesario realizar ensayos granulométricos por sedimentación). Más adelante se mostraran algunos cálculos para los datos aportados por las perforaciones realizadas, los restantes con sus respectivas graficas se podrán encontrar en el apéndice C de este trabajo de grado.

5.4.2 Límites de consistencia

Con los datos obtenidos a través de los cálculos de límite plástico, límite líquido e índice de plasticidad, al ser comparados con el diagrama de plasticidad según A. Casagrande, derivó como resultado que en las áreas estudiadas los suelos son no cohesivos, debido a que los valores de índice de plasticidad predominan por debajo de 10% y el límite líquido predomina por debajo del 30%, aunque se encuentran escasos valores por encima del 11% para el índice de plasticidad y un poco mayor al 30% para el límite líquido, lo que indica que en algunos estratos están presentes arcillas y limos inorgánicos de mediana a baja plasticidad. El resultado obtenido de los límites de consistencia junto con los ensayos granulométricos realizados también permitieron llevar a cabo la clasificación correspondiente del suelo.

5.4.3 Clasificación de suelo

Según el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS) con los datos aportados por el análisis granulométrico y el límite de consistencia el material predominante fue arena limo-arcillosa (SC-SM); y según el sistema de la Asociación Americana de Agencias de Carreteras y Transportes (AASHTO), la clasificación del

material se ubico en su mayoría en el grupo A-2, subgrupo A-2-4, esto corresponde a suelos compuesto por gravas y arenas limosas, para un terreno de fundación excelente a bueno.

5.4.4 Humedad natural

Los valores de humedad (W) calculados aumentan con la profundidad, aunque en algunos casos se registran variaciones en el contenido de agua en ciertas capas del suelo donde el porcentaje disminuye y luego vuelve a aumentar, esto ocurre debido al tipo de material, a mayor profundidad se registraron arenas con más cantidad de limos y arcillas que las capas superiores, presentando mayor contenido de humedad y al disminuir la cantidad pasante por el tamiz numero 200 disminuye tanto el índice de plasticidad como el contenido de agua del mismo. Como es bien sabido los suelos arenosos son más permeables y tienen mayor infiltración por lo tanto no tienen buena retención de agua, por el contrario los suelos arcillosos y limosos son más impermeables, en sus pequeños poros pueden retener grandes cantidades de agua.

El mayor contenido de humedad obteniendofue de 10.9% y según lo publicado por Fretelli M; (1993) donde expresa que usualmente se consideran con bajo contenido de humedad los suelos con $W \leq 50\%$, con humedad media cuando $50 < W \leq 80\%$ y con alto contenido de humedad cuando $W > 80\%$, el valor de humedad natural calculado (10,9%) para el suelo estudiado coincide con el rango de bajo contenido de humedad.

5.4.5 Peso unitario

De los 12 peso unitario calculados se registraron valores que van de 1906 Kg/m^3 hasta 2074 Kg/m^3 , realizando un promedio por cada área se obtuvieron 2

valores uno de 2026 Kg/m^3 y otro de 1952 Kg/m^3 . Realizando una conversión de Kg/m^3 a gr/cm^3 se compararon los datos con la tabla de peso unitario en suelo de Vargas A; (1990), los valores promediados se sitúan en un intervalo que va de 1.9 gr/cm^3 a $2,2 \text{ gr/cm}^3$ asignándole una denominación de peso unitario alto.

Los valores promediados indican que por cada metro cubico tenemos 2026 Kg o 1952 Kg de arena limo arcillosa por lo tanto el suelo estudiado presenta una buena densidad o consistencia.

A continuación se presentan 3 graficas representativas con los valores de las propiedades geotécnicas del suelo explicadas anteriormente, en el apéndice de este trabajo de grado se encontraran los cálculos y graficas con más detalles.

Tabla 5.3 Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 1 (PI)

% W	ÍNDICE DE PLASTICIDAD	Granulometría (%)									
		Grava		Arena			Pasa Tamiz #200				
		Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina		
2,9	0,0	0,0	0,0	0,4	11,8	75,4	12,4				
3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	10,4	74,2	15,4				
3,9	0,0	0,0	0,0	0,0	11,1	73,2	15,6				
3,8	2,7	0,0	0,0	0,1	10,3	69,5	20,1				
5,3	3,2	0,0	0,0	0,1	11,2	64,4	24,3				
6,6	3,6	0,0	0,0	0,1	9,9	58,9	31,1				
7,0	7,5	0,0	0,0	0,2	9,0	60,8	30,1				
5,8	5,3	0,0	0,0	0,4	10,5	61,7	27,3				
7,9	7,1	0,0	0,0	0,2	9,4	56,6	31,7				
7,4	7,2	0,0	0,0	0,4	9,2	56,7	30,8				
7,5	-	-	-	-	-	-	-				
8,4	-	-	-	-	-	-	-				
7,9	-	-	-	-	-	-	-				
8,4	-	-	-	-	-	-	-				
8,7	-	-	-	-	-	-	-				

PROFUNDIDAD (m)	% DE HUMEDAD
1	2,9
2	3,0
3	3,9
4	3,8
5	5,3
6	6,6
7	7,0
8	5,8
9	7,9
10	7,4
11	7,5
12	8,4
13	7,9
14	8,4
15	8,7

Tabla 5.4 Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 5 (P5)

%W	Índice de plasticidad	Granulometría (%)						Pasa Tamiz #200
		Grava		Arena				
		Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina		
5,6	0,0	0,0	0,0	1,2	10,00	72,5	16,3	
6,3	0,0	0,0	0,0	1,7	7,8	74,7	15,7	
10,3	0,0	0,0	0,0	0,8	6,4	76,5	16,3	
7,9	5,5	0,0	0,0	2,3	15,5	55,3	26,9	
9,4	5,4	0,0	0,0	2,0	16,2	56,3	25,5	
9,4	3,6	0,0	0,0	2,0	28,5	45,2	24,4	
6,4	7,0	0,0	0,0	1,8	17,9	53,4	26,8	
6,9	7,1	0,0	0,0	2,3	21,0	49,1	27,6	
7,7	5,7	0,0	0,0	4,4	21,2	49,8	24,6	
5,8	8,7	0,0	0,0	2,4	17,1	50,5	29,9	
5,3	-	-	-	-	-	-	-	
6,6	-	-	-	-	-	-	-	
7,0	-	-	-	-	-	-	-	
5,8	-	-	-	-	-	-	-	
7,9	-	-	-	-	-	-	-	

Profundidad (m)	% de Humedad
1	5,6
2	6,3
3	10,3
4	7,9
5	9,4
6	9,4
7	6,4
8	6,9
9	7,7
10	5,8
11	5,3
12	6,6
13	7,0
14	5,8
15	7,9

Tabla 5.5 Propiedades geotécnicas del suelo calculadas para muestras obtenidas de la perforación 9 (P9)

%W	Índice de plasticidad	Granulometría (%)						
		Grava		Arena			Pasa Tamiz #200	
		Gruesa	Fina	Gruesa	Media	Fina		
2,8	0,0	0,0	0,0	0,1	1,6	83,3	15,0	
3,2	0,0	0,0	0,0	0,1	1,5	81,6	16,8	
3,1	0,0	0,0	0,0	1,4	1,7	80,3	16,5	
5,1	2,3	0,0	0,0	0,4	1,7	78,2	19,7	
4,2	5,1	0,0	0,0	2,0	5,9	67,0	25,1	
6,8	3,7	0,0	0,0	1,8	3,2	70,1	24,9	
4,1	3,2	0,0	0,0	3,1	10,8	67,8	18,4	
4,3	5,0	0,0	0,0	4,2	15,5	58,9	21,4	
5,7	7,9	0,0	0,0	3,0	6,0	65,8	25,2	
4,9	5,1	0,0	0,0	0,8	3,0	73,3	23,0	
5,1	-	-	-	-	-	-	-	
5,8	-	-	-	-	-	-	-	
4,3	-	-	-	-	-	-	-	
5,9	-	-	-	-	-	-	-	
4,7	-	-	-	-	-	-	-	

Profundidad (m)	% de Humedad
1	2,8
2	3,2
3	3,1
4	5,1
5	4,2
6	6,8
7	4,1
8	4,3
9	5,7
10	4,9
11	5,1
12	5,8
13	4,3
14	5,9
15	4,7

5.5 Registro de los parámetros geológicos y geotécnicos que permitieron escoger el diseño estructural de fundaciones adecuadas para el sitio en estudio.

A continuación se muestran los resultados de los parámetros geotécnicos calculados para las litologías predominantes (arena limosa marrón rojiza, estrato A y la arena limosa marrón, estrato B). No se tomó en cuenta el estrato C, aunque presenta una buena consistencia, indicativo de buena característica para apoyar estructuras, dicho estrato presenta una profundidad de 9 a 11 metros y solo se detectó en la perforación 2, por lo tanto no se registró continuidad, el apoyo de estructuras a estas profundidades implican mayor costo para su implementación y generalmente son utilizadas para grandes edificaciones.

5.5.1 Resistencia a la penetración

La resistencia a la penetración evaluada para las dos litologías predominantes de la zona en estudio arrojó los siguientes resultados:

Estrato A, arena limosa marrón rojiza ($SC_{CL} - SM_{ML}$): N_{spt} igual a 32, el ajuste para una energía de referencia del 60% arrojó un valor de N_{60} igual a 22. Se debe tomar en cuenta que este valor es un promedio de los N_{spt} en las 12 perforaciones, ya que en todas ellas se registró este tipo de litología.

Estrato B, arena limosa marrón (SM_{ML}): con un N_{spt} igual a 8, la corrección para un 60% de la energía (N_{60}) es igual a 6. Este valor es un promedio realizado para las perforaciones 5, 7 y 8 en las cuales se registró 2 metros de esta litología y las perforaciones 9, 10, 11, y 12 en las cuales se registró 5 metros de arena limosa marrón.

La resistencia a la penetración calculada para la primera litología indica una mayor densidad relativa por lo tanto mayor consistencia del suelo, mientras que el estrato B con un Nspt menor indica que la densidad relativa es baja por lo tanto presenta una consistencia suelta.

5.5.2 Cohesión

En el análisis realizado del índice de plasticidad según A. Casagrande, explicado anteriormente se mencionó que según los cálculos registrados el suelo en estudio no presenta cohesión debido a que los valores de índice de plasticidad en su mayoría se encuentran por debajo del 10% y el límite líquido por debajo del 30%, pero debido a que el material presenta importantes porcentajes de limos y arcillas y tienen cierto grado de plasticidad se le asigna un valor teórico para la cohesión de $0,5 \text{ T/m}^2$.

5.5.3 Ángulo de fricción

Tomando en consideración la gráfica para determinar el ángulo de fricción de acuerdo con el número de golpes corregido, propuesta por Meyerhof (1956) y Perck et al. (1974), los resultados obtenidos para las dos litologías en estudio fueron los siguientes:

Tabla 5.6 Ángulo de fricción para los números de golpes corregidos

Número de Golpes Corregido	Ángulo de fricción (ϕ°)
Estrato A, arena limo-arcillosa marrón rojiza $SC_{(CL)} - SM_{(ML)}$, Nspt22	34
Estrato B arena limosa marrón $SM_{(ML)}$, Nspt6	28

Los valores de ángulo de fricción obtenidos fueron comparados con la tabla 11.2 publicada por Villalaz C; (2011) en la cual indica una compacidad relativa para el ángulo de fricción de 28 es de 26% y describe que son arenas flojas, para el ángulo de fricción de 34 presenta una compacidad relativa de 58% para arenas medias. Este parámetro está estrechamente relacionado con la capacidad portante de un suelo y su resistencia al deslizamiento, a medida que aumente el ángulo de fricción su capacidad portante será mayor.

Tabla 5.7 Relaciones aproximadas entre el numero N de la prueba de SPT con el ángulo de fricción, el módulo de deformación y la compacidad relativa de los suelos. (Tabla 11.2 de Villalaz C; 2011)

N_{corr}	<i>En arenas</i>		Φ Ángulo de fricción interna	E kg/cm ²
	<i>Descripción</i>	<i>Compacidad relativa</i>		
0-4	Muy floja	0-15%	28°	100
5-10	Floja	16-35%	28-30°	100-250
11-30	Media	36-65%	30-36°	250-500
31-50	Densa	66-85%	36-41°	500-1000
>50	Muy densa	86-100%	>41°	>1000

5.5.4 Módulo de deformación

Los cálculos de módulo de deformación arrojaron los siguientes resultados:

Estrato A: $E= 452,44$ Kg/cm²

Estrato B: $E= 274,36$ Kg/cm²

De los valores de módulo de deformación calculados, el de la arena limosa marrón sobrepasa los límites propuestos por Villalaz, C., (2011), correspondiente al número de golpes promedio, mostrados en la tabla anterior, en la misma se indica que

para una ángulo de fricción en un intervalo de 28 a 30° el módulo de elasticidad E sería de 100 a 250 Kg/cm², mientras que para el módulo de deformación de la arena limo-arcillosa marrón rojiza sí se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el mencionado autor, resulta importante indicar que esta variación puede ocurrir debido a la ecuación utilizada o debido a que los valores comparados son para arenas limpias y los calculados para este trabajo de investigación son para arenas limo-arcillosas.

5.5.5 Coeficiente de Poisson

Los valores seleccionados de acuerdo al tipo de suelo fueron para la arena limosa marrón rojiza, de consistencia densa un coeficiente de Poisson de 0.375 y para la arena limosa marrón de consistencia suelta un coeficiente de 0,30. Tomando en cuenta que la relación de Poisson va de 0.1 a 0.5 los valores obtenidos son relativamente altos, y como éste se encuentra estrechamente relacionado con el asentamiento elástico del suelo, los valores indicados favorecen las condiciones del mismo, ya que si el módulo de Poisson es mayor el asentamiento elástico será menor.

5.5.6 Módulo de corte dinámico

Los valores de corte dinámico calculados para la el estrato A fue de 1173,72 kg/m² tomando en cuenta para este cálculo la velocidad promedio de ondas de corte (V_{spi}) del área N-05-01 donde predomina la litología antes mencionada, y para el estrato B el valor calculado fue de 1141,82kg/m² tomando en cuenta un V_{spide} 237,25 m/s resultado del promedio para las áreas N-06-01 y Q-06-01.

Los valores del módulo de corte obtenidos indican que las deformaciones angulares provocadas por los trenes de ondas que viajan a través del suelo no serán

tan altas, debido a que las velocidades de ondas de cortes son para suelos medianamente densos por lo tanto su valor es relativamente bajo, se debe tomar en cuenta que si el suelo es sometido a mejoramiento y aumenta su consistencia también aumentarán las velocidades de ondas de corte y por ende también lo harán las deformaciones angulares.

A continuación se muestran las tablas 5.8 y 5.9 las cuales contienen el resumen de los valores para los parámetros geotécnicos calculados.

Tabla 5.8 Estimación de los parámetros del suelo para el diseño de fundaciones en el estrato A (arena limo-arcillosa marrón rojiza).

PARÁMETROS ESTIMADOS DEL SUELO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES			
1	TIPO DE SUELOS	Arena Limo-Arcillosa Marrón Rojiza, Tipo SC-SM (ML-CL) (Baja Plasticidad), de consistencia Densa Nspt 32.	
2	PESO UNITARIO [t/m ³]	γ (promedio)	
		2,03	
3	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN	Nspt	Ncorr
		32	30
			N1(60)
			22
4	COHESIÓN EN T/M ²	0,50	
5	ÁNGULO DE FRICCIÓN (ϕ°)	Arena limosa, Densa. Terzaghi y Peck (1980)	
		34	
6	MODULO DE DEFORMACIÓN (E)	E=215+(10,6Nspt)[kg/cm ²] (D'Apollonia et. al. 1970)	
		452,44	
7	MODULO DE POISSON (ν)	Arena Limo-Arcillosa, SC-SM(ML-CL) (densa) = 0,30-0,45 (tabla 4.5, Braja Das, 1999)	
		0,375	
8	MODULO DE REACCIÓN Ks (kg/cm ³)	Ks=1,2qu (Schmertmann, 1970) y Ks=E/[B(1- ν) ²] (Braja Das, 1999)	
		3,89	
9	MÓDULO DE CORTE DINÁMICO [kg/m ²]	Suelo Tipo S3 en zona sísmica 3 con Ao=0,20 [$G=(V_{spi})^2 \cdot \gamma$]	Vspi
			238,16
		1173,72	
10	COEFICIENTES DE EMPUJE DE TIERRA	Reposo Ko	Activo Ka
		0,47092	
			Pasivo Kp
OBSERVACIONES		En general el comportamiento del suelo de fundación bajo la acción de las cargas inducidas por las estructuras será bajo condiciones no drenadas.	

Tabla 5.9 Estimación de los parámetros del suelo para el diseño de fundaciones en el estrato B (arena limosa marrón).

PARÁMETROS ESTIMADOS DEL SUELO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES			
1	TIPO DE SUELOS	Arena Limosa Marrón. Tipo SM(ML) (Baja Plasticidad), de consistencia suelta Nspt 8.	
2	PESO UNITARIO [t/m ³]	γ (promedio)	
		1,99	
3	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN	Nspt	Ncorr
		8	8
4	COHESIÓN EN T/M ²	0,50	
5	ÁNGULO DE FRICCIÓN (Φ°)	Arena limosa, Compacta. Terzaghi y Peck (1980)	
		28	
6	MÓDULO DE DEFORMACIÓN (E)	E=215+(10,6Nspt)[kg/cm ²] (D'Apollonia et. al. 1970)	
		274,36	
7	MÓDULO DE POISSON (ν)	Arena Limosa, SM (M3) (suelta) = 0,20-0,40 (tabla 4.5, Braja Das, 1999)	
		0,3	
8	MÓDULO DE REACCIÓN Ks (kg/cm ³)	Ks=1,2qu (Schmertmann, 1970) y Ks=E/[B(1-U ²)] (Braja Das, 1999)	
		2,50	
9	MÓDULO DE CORTE DINÁMICO [kg/m ²]	Suelo Tipo S3 en zona sísmica 3 con A0=0,20 [$G=(V_{spi})^2 \cdot \gamma$]	Vspi 237,25
		1141,82	
10	COEFICIENTES DE EMPUJE DE TIERRA	Reposo Ko	Activo Ka
		0,72909	
OBSERVACIONES		En general el comportamiento del suelo de fundación bajo la acción de las cargas inducidas por las estructuras será bajo condiciones no drenadas.	

5.6 Evaluación de los parámetros geológicos y geotécnicos registrados para seleccionar el tipo de fundación adecuada, la carga admisible y el asentamiento elástico

Asumiendo que las estructuras a realizar no serán de gran envergadura y tomando en cuenta las características del suelo mostrado en los perfiles y las propiedades geológicas y geotécnicas del mismo, se propone realizar fundaciones superficiales, debido a que no se considera necesario fundaciones profundas tipo

pilotes (en caso de necesitarlas, en las perforaciones realizadas no se encontró registros de rocas donde apoyarlas). Para la realización de estas fundaciones superficiales se consideraron los registros de los parámetros geotécnicos antes mencionados determinando así que para la arena limo-arcillosa marrón rojiza (SC_{CL}-SM_{ML}), con un N_{spt} de 32 su consistencia se considera densa, tratándose de suelos arenosos con importantes fracciones de partículas finas se le asignó un grado de cohesión de 0,5T/m², con un ángulo de fricción de 34° el cual es indicativo de que el suelo presenta una buena capacidad portante, el módulo de deformación E igual a 452,55kg/cm² para este material resultado dentro del intervalo que propone Villalaz C; (2011) para arenas medias según el N_{corr} esto junto con el modulo de Poisson de 0,375 lo cual es relativamente alto indican que el asentamiento elástico que tendrá el suelo producto de las cargas a soportar serán aceptables.

Para la arena limosa marrón (SM_{ML}) con un N_{spt} de 8 tratándose así de una consistencia suelta, debido a su composición también se le asigno cierto grado de cohesión de 0,5T/m², presenta un ángulo de fricción de 28° el cual indica que a pesar de la poca consistencia del suelo, este puede tener una buena capacidad de carga, las velocidades de ondas de corte son menor que la anterior, resultado de su poca consistencia, provocando a su vez un módulo de corte dinámico bajo por lo tanto las deformaciones angulares producto de las cargas cíclicas no serán altas, los valores de módulo de deformación el cual se encontró por encima de los valores propuestos por Villalaz C; (2011) para arenas de consistencia floja, junto con el módulo de Poisson favorecen las características del suelo, provocando que el asentamiento elástico sea menor.

5.6.1 Carga admisible para las fundaciones recomendadas

Para el estrato A los cálculos de las cargas admisibles para fundaciones superficiales tipo zapatas cuadradas, zapatas corridas y zapatas circulares son los siguientes:

Tabla 5.10 Resultados de carga admisible para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CUADRADA					
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	46,40	71,10	120,49	169,89	219,29	268,68
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	48,46	73,16	122,55	171,95	221,35	270,74
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	51,55	76,25	125,64	175,04	224,44	273,83
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	56,70	81,39	130,79	180,19	229,58	278,98

Tabla 5.11 Resultados de carga admisible para zapatas corridas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CORRIDA					
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	46,34	71,04	120,44	169,83	219,23	268,63
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	48,92	73,61	123,01	172,41	221,80	271,20
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	52,78	77,48	126,87	176,27	225,67	275,06
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	59,21	83,91	133,31	182,70	232,10	281,50

Tabla 5.12 Resultados de carga admisible para zapatas circulares en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA	ZAPATA CIRCULAR					
	CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)					
DIÁMETRO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
<i>1,00</i>	43,83	68,52	117,92	167,32	216,71	266,11
<i>1,20</i>	45,37	70,07	119,47	168,86	218,26	267,66
<i>1,50</i>	47,69	72,39	121,78	171,18	220,58	269,97
<i>2,00</i>	51,55	76,25	125,64	175,04	224,44	273,83

Los valores resaltados indican la mayor y menor capacidad de carga última, siendo el menor valor de 43,83 T/m² para una zapata circular de un metro de ancho a profundidad de un metro y el valor mayor es de 281,50T/m² para una zapata cuadrada de dos metros de ancho y dos metros de largo con profundidad de apoyo de 10 metros.

Para las áreas N-06-01 y Q-06-01 donde se encuentran el estrato B los cálculos de las cargas admisibles para fundaciones superficiales tipo zapatas cuadradas, corridas y circulares son los siguientes, se debe tomar en cuenta que para el área N-06-01 solo contiene 2 metros de la litología antes mencionada y para el área Q-06-01 se hallan 5 metros de la misma, por debajo de ellas se encuentran arenas limo-arcillosas marrón rojiza por lo tanto para profundidades mayores a las mencionadas se puede utilizar las capacidades de carga calculadas para el estrato A.

Tabla 5.13 Resultados de carga admisible para zapatas cuadradas en la arena limosa marrón.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CUADRADA		
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)		
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	21,60	32,88	55,44
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	22,29	33,57	56,13
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	23,33	34,61	57,17
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	25,07	36,35	58,91

Tabla 5.14 Resultados de carga admisible para zapatas corridas en la arena limosa marrón

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CORRIDA		
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)		
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	20,89	32,17	54,73
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	21,75	33,03	55,59
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	23,06	34,34	56,89
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	25,22	36,50	59,06

Tabla 5.15 Resultados de carga admisible para zapatas circulares en la arena limosa marrón

DIMENSIONES DE LA ZAPATA	ZAPATA CIRCULAR		
	CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)		
DIÁMETRO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	20,73	32,01	54,57
<i>1,20</i>	21,25	32,53	55,09
<i>1,50</i>	22,03	33,31	55,87
<i>2,00</i>	23,33	34,61	57,17

En este caso, el valor menor de capacidad de carga también se registra para zapatas circulares de un metro de ancho y para una profundidad de un metro, siendo

este valor de 20,73 T/m², y 59,06 T/m² corresponde a la mayor carga admisible lo cual corresponde a una zapata corrida de dos metros de ancho, dos de largo y cuatro metros de profundidad de apoyo.

En general se pudo examinar que la arena limo-arcillosa marrón rojiza presenta mayores capacidades de cargas que la otra litología, esto se debe a que ese suelo presenta mejores características que la arena limosa marrón.

Este análisis también se realizó para losas de fundaciones, aunque éstas se utilizan para suelos con bajas capacidades de cargas y según las características del suelo estudiado el mismo presenta buenas capacidades, resulta de interés debido a que las losas de fundaciones pueden soportar grandes cargas de columnas y muros, pueden abarcar superficies pequeñas y grandes volúmenes, y comparando el costo entre la implementación de zapatas y losas, las últimas generan costos menos elevados.

A continuación se muestran los análisis para las losas de fundaciones con una profundidad de apoyo mínima de 0,20 y una máxima de 0,40.

Tabla 5.16 Resultados de carga admisible para losas rectangulares en la arena limo-arcillosa marrón rojiza

DIMENSIONES DE LA LOSA		LOSA RECTANGULAR					
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>0,20</i>	<i>0,25</i>	<i>0,30</i>	<i>0,35</i>	<i>0,40</i>	<i>0,45</i>
10,00	15,00	12,04	13,28	14,51	15,75	16,98	18,22
12,00	18,00	13,16	14,40	15,63	16,87	18,10	19,34
15,00	22,50	14,84	16,08	17,31	18,55	19,78	21,02
20,00	30,00	17,64	18,88	20,11	21,35	22,58	23,82

Tabla 5.17 Resultados de carga admisible para losas rectangulares en la arena limosa marrón.

DIMENSIONES DE LA LOSA		LOSA RECTANGULAR					
		CARGA ADMISIBLE (Tn/m ²)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>0,20</i>	<i>0,25</i>	<i>0,30</i>	<i>0,35</i>	<i>0,40</i>	<i>0,45</i>
10,00	15,00	5,31	5,87	6,44	7,00	7,56	8,13
12,00	18,00	5,71	6,28	6,84	7,40	7,97	8,53
15,00	22,50	6,32	6,88	7,45	8,01	8,57	9,14
20,00	30,00	7,33	7,89	8,45	9,02	9,58	10,15

5.6.2 Asentamientos elásticos

A partir de los valores de los parámetros de corte obtenidos para la caracterización geotécnica del suelo estudiado, se analizó el asentamiento elástico que producirían las fundaciones superficiales tipo zapatas, a continuación los valores para el estrato A.

Tabla 5.18 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CUADRADA					
		ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
1,00	1,00	0,49	0,76	1,28	1,81	2,33	2,86
1,20	1,20	0,62	0,93	1,56	2,19	2,83	3,46
1,50	1,50	0,82	1,22	2,00	2,79	3,58	4,37
2,00	2,00	1,21	1,73	2,78	3,83	4,88	5,93

Tabla 5.19 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CORRIDA					
		ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)					
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	0,49	0,76	1,28	1,81	2,33	2,86
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	0,62	0,94	1,57	2,20	2,83	3,46
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	0,84	1,24	2,02	2,81	3,60	4,39
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	1,26	1,79	2,84	3,89	4,94	5,99

Tabla 5.20 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limo-arcillosa marrón rojiza

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CIRCULAR					
		ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)					
DIÁMETRO		PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)					
<i>B (m)</i>		<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>	<i>6,00</i>	<i>8,00</i>	<i>10,00</i>
<i>1,00</i>		0,47	0,73	1,25	1,78	2,31	2,83
<i>1,20</i>		0,58	0,89	1,52	2,16	2,79	3,42
<i>1,50</i>		0,76	1,15	1,94	2,73	3,52	4,31
<i>2,00</i>		1,10	1,62	2,67	3,72	4,77	5,83

Para la arena limosa marrón rojiza el mayor asentamiento se produce para la cimentación de una zapata corrida de 2 metros de anchos por 2 metros de largo a una profundidad de 10 metros.

Para el estrato B los valores de asentamiento elástico se presentan a continuación.

Tabla 5.21 Resultados de asentamiento elástico para zapatas cuadradas en la arena limosa marrón.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CUADRADA		
		ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)		
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	0,40	0,61	1,03
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	0,50	0,75	1,25
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	0,65	0,96	1,59
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	0,93	1,35	2,19

Tabla 5.22 Resultados de asentamiento elástico para zapatas corridas en la arena limosa marrón.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA		ZAPATA CORRIDA		
		ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)		
ANCHO	LARGO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>L (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	<i>1,00</i>	0,39	0,60	1,02
<i>1,20</i>	<i>1,20</i>	0,48	0,74	1,24
<i>1,50</i>	<i>1,50</i>	0,64	0,96	1,59
<i>2,00</i>	<i>2,00</i>	0,94	1,36	2,19

Tabla 5.23 Resultados de asentamiento elástico para zapatas circulares en la arena limosa marrón.

DIMENSIONES DE LA ZAPATA	ZAPATA CIRCULAR		
	ASENTAMIENTO ELÁSTICO (cm)		
DIÁMETRO	PROFUNDIDAD DE APOYO DF (m)		
<i>B (m)</i>	<i>1,00</i>	<i>2,00</i>	<i>4,00</i>
<i>1,00</i>	0,39	0,59	1,01
<i>1,20</i>	0,47	0,73	1,23
<i>1,50</i>	0,61	0,93	1,56
<i>2,00</i>	0,87	1,29	2,12

Los colores resaltados muestran los mayores y menores asentamientos provocados según el tipo de cimentación y la profundidad de apoyo a la que se

encuentran, teniendo como un máximo asentamiento 2,19 cm para una zapata corrida de 2 metros de ancho por 2 metros de largo a una profundidad de 4 metros.

5.7 Potencial de colapso y expansión del suelo utilizando los valores de límite líquido y límite plástico calculado al material.

El potencial de expansión del suelo calculado con los datos aportados por cada una de las perforaciones realizadas fueron comparadas con la tabla de clasificación de los suelos expansivos según Holtay Gibbs(1956) donde el autor expresa que los valores de índice de plasticidad menores a 20 son indicativos de suelos con potencial de expansión bajo, por lo tanto los valores calculados para la zona estudiada presenta bajo riesgo de sufrir expansión.

Los cálculos se presentan a continuación.

Tabla 5.24 potencial de expansión de los suelos perforados en el área N-05-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	% W	LL	LP	IP	POTENCIAL DE EXPANSION (PE)
PERFORACION 1 (P1)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
4,00			0,00	15,65	12,90	2,74	IP < 20 PE= BAJO
5,00			15,67	16,65	13,45	3,20	IP < 20 PE= BAJO
6,00			20,50	21,50	17,90	3,60	IP < 20 PE= BAJO
7,00			22,70	25,10	17,65	7,45	IP < 20 PE= BAJO
8,00			19,24	20,88	15,60	5,28	IP < 20 PE= BAJO
9,00			24,29	26,72	19,64	7,08	IP < 20 PE= BAJO
10,00		DENSA	24,66	26,98	19,74	7,24	IP < 20 PE= BAJO
PERFORACION 2 (P2)							
1,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
2,00			0,00	19,03	14,81	4,22	IP < 20 PE= BAJO
3,00			24,86	28,37	17,78	10,60	IP < 20 PE= BAJO
4,00			22,89	25,56	16,54	9,02	IP < 20 PE= BAJO
5,00			26,43	29,76	20,00	9,76	IP < 20 PE= BAJO
6,00			28,23	31,77	21,05	10,72	IP < 20 PE= BAJO
7,00			15,61	16,86	12,94	3,92	IP < 20 PE= BAJO
8,00			-	-	-	-	-
9,00		DENSA	-	-	-	-	-
10,00	16,92		18,46	13,82	4,64	IP < 20 PE= BAJO	
PERFORACION 3 (P3)							
1,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
2,00			15,18	15,89	13,33	2,55	IP < 20 PE= BAJO
3,00			25,53	28,82	18,40	10,42	IP < 20 PE= BAJO
4,00			19,29	21,07	15,63	5,44	IP < 20 PE= BAJO
5,00			20,47	23,20	15,05	8,15	IP < 20 PE= BAJO
6,00			5,47	8,08	0,00	8,08	IP < 20 PE= BAJO
7,00			15,25	16,59	12,10	4,50	IP < 20 PE= BAJO
8,00			DENSA	19,73	21,92	15,28	6,64
9,00		19,11		21,04	15,25	5,79	IP < 20 PE= BAJO
10,00		17,90		19,74	13,85	5,90	IP < 20 PE= BAJO
PERFORACION 4 (P4)							
1,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00			-	-	-	-	-
4,00			17,18	18,73	13,75	4,98	IP < 20 PE= BAJO
5,00			21,65	24,24	16,67	7,57	IP < 20 PE= BAJO
6,00			17,90	19,63	14,41	5,22	IP < 20 PE= BAJO
7,00			19,78	22,08	15,09	6,99	IP < 20 PE= BAJO
8,00		DENSA	18,60	20,81	14,06	6,75	IP < 20 PE= BAJO
9,00			17,90	19,99	13,16	6,83	IP < 20 PE= BAJO
10,00			17,14	19,53	12,33	7,20	IP < 20 PE= BAJO

Tabla 5.25 potencial de expansión de los suelos perforados en el área N-06-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	% W	LL	LP	IP	POTENCIAL DE EXPANSION (PE)
PERFORACION 5 (P5)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
4,00			18,2	18,73	13,75	4,98	IP < 20 PE= BAJO
5,00			18,0	24,24	16,67	7,57	IP < 20 PE= BAJO
6,00			20,5	19,63	14,41	5,22	IP < 20 PE= BAJO
7,00			18,4	22,08	15,09	6,99	IP < 20 PE= BAJO
8,00			20,6	20,81	14,06	6,75	IP < 20 PE= BAJO
9,00		19,6	19,99	13,16	6,83	IP < 20 PE= BAJO	
10,00		DENSA	23,2	19,53	12,33	7,20	IP < 20 PE= BAJO
PERFORACION 6 (P6)							
1,00		MUY SUELTA	17,68	18,99	14,55	4,45	IP < 20 PE= BAJO
2,00		SUELTA	19,85	22,81	13,95	8,86	IP < 20 PE= BAJO
3,00		COMPACTA	19,99	22,22	15,52	6,70	IP < 20 PE= BAJO
4,00			19,06	20,66	15,56	5,10	IP < 20 PE= BAJO
5,00			22,98	26,00	17,36	8,65	IP < 20 PE= BAJO
6,00			18,30	19,69	15,00	4,69	IP < 20 PE= BAJO
7,00			19,27	21,75	14,29	7,47	IP < 20 PE= BAJO
8,00			22,10	25,05	16,52	8,53	IP < 20 PE= BAJO
9,00		21,55	23,99	16,42	7,57	IP < 20 PE= BAJO	
10,00		18,93	20,77	14,81	5,96	IP < 20 PE= BAJO	
PERFORACION 7 (P7)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			15,70	16,73	13,29	3,44	IP < 20 PE= BAJO
3,00		COMPACTA	22,63	24,72	18,52	6,21	IP < 20 PE= BAJO
4,00			21,65	23,36	18,10	5,27	IP < 20 PE= BAJO
5,00			15,52	13,51	19,12	-5,61	IP < 20 PE= BAJO
6,00			21,83	24,85	16,22	8,63	IP < 20 PE= BAJO
7,00			20,28	22,40	15,63	6,78	IP < 20 PE= BAJO
8,00			16,54	17,48	14,06	3,41	IP < 20 PE= BAJO
9,00		18,65	19,80	16,04	3,76	IP < 20 PE= BAJO	
10,00		-	-	-	-	-	
PERFORACION 8 (P8)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	-	-	-	-	-
4,00			17,18	18,73	13,75	4,98	IP < 20 PE= BAJO
5,00			21,65	24,24	16,67	7,57	IP < 20 PE= BAJO
6,00			17,90	19,63	14,41	5,22	IP < 20 PE= BAJO
7,00			19,78	22,08	15,09	6,99	IP < 20 PE= BAJO
8,00			18,60	20,81	14,06	6,75	IP < 20 PE= BAJO
9,00		17,90	19,99	13,16	6,83	IP < 20 PE= BAJO	
10,00		17,14	19,53	12,33	7,20	IP < 20 PE= BAJO	

Tabla 5.26 potencial de expansión de los suelos perforados en el área Q-06-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	% W	LL	LP	IP	POTENCIAL DE EXPANSION (PE)
PERFORACION 9 (P9)							
1,00		MUY SUELTA	-	-	-	-	-
2,00		SUELTA	-	-	-	-	-
3,00			-	-	-	-	-
4,00			22,31	22,88	20,55	2,33	IP < 20 PE= BAJO
5,00		COMPACTA	27,12	28,84	23,76	5,08	IP < 20 PE= BAJO
6,00			26,64	27,66	24,00	3,66	IP < 20 PE= BAJO
7,00			21,57	22,51	19,32	3,19	IP < 20 PE= BAJO
8,00			23,50	25,03	20,00	5,03	IP < 20 PE= BAJO
9,00			26,04	28,80	20,90	7,90	IP < 20 PE= BAJO
10,00			DENSA	24,13	25,63	20,56	5,07
PERFORACION 10 (P10)							
1,00		MUY SUELTA	21,30	22,03	19,48	2,55	IP < 20 PE= BAJO
2,00		SUELTA	-	-	-	-	-
3,00			21,42	22,12	19,64	2,48	IP < 20 PE= BAJO
4,00			21,62	22,51	19,23	3,28	IP < 20 PE= BAJO
5,00		COMPACTA	26,00	28,16	22,03	6,13	IP < 20 PE= BAJO
6,00			29,37	32,34	23,53	8,81	IP < 20 PE= BAJO
7,00			27,69	29,86	23,17	6,69	IP < 20 PE= BAJO
8,00			23,74	25,10	20,49	4,61	IP < 20 PE= BAJO
9,00			29,71	33,15	22,89	10,26	IP < 20 PE= BAJO
10,00			DENSA	28,64	30,71	23,96	6,75
PERFORACION 11 (P11)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00			-	-	-	-	-
4,00		COMPACTA	0,00	24,08	20,90	3,19	IP < 20 PE= BAJO
5,00			27,03	30,17	20,69	9,48	IP < 20 PE= BAJO
6,00			27,31	29,77	22,22	7,55	IP < 20 PE= BAJO
7,00			27,98	31,68	20,47	11,21	IP < 20 PE= BAJO
8,00			27,04	29,71	21,19	8,52	IP < 20 PE= BAJO
9,00			28,53	31,73	22,22	9,50	IP < 20 PE= BAJO
10,00		DENSA	28,29	31,60	21,79	9,80	IP < 20 PE= BAJO
PERFORACION 12 (P12)							
1,00		SUELTA	-	-	-	-	-
2,00			-	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	25,44	26,83	22,06	4,77	IP < 20 PE= BAJO
4,00			27,25	29,19	22,92	6,27	IP < 20 PE= BAJO
5,00			27,56	29,62	23,08	6,54	IP < 20 PE= BAJO
6,00			24,95	26,48	21,15	5,33	IP < 20 PE= BAJO
7,00			27,02	30,02	21,25	8,77	IP < 20 PE= BAJO
8,00			25,66	27,63	21,30	6,33	IP < 20 PE= BAJO
9,00		DENSA	27,11	28,52	23,81	4,71	IP < 20 PE= BAJO
10,00			26,49	28,36	22,45	5,91	IP < 20 PE= BAJO

En cuanto al potencial de colapso, los dos métodos utilizados arrojaron que los suelos de estas áreas no presentan riesgos ya que la densidad seca (γ_d) calculada para cada metro resultó mayor a la ecuación propuesta por Holf y Hilf (1961), por otro lado utilizando la ecuación de Priklonki (1952) los valores de Kd permanecieron por debajo de 0,5 indicando suelos no colapsables.

A continuación se muestran los cálculos realizados para cada área motivo de estudio.

Tabla 5.27 Cálculos de Potencial de colapso para el área N-05-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	Nspt	Densidad Relativa (%)	Potencial de colapso Kd= (w%-Ip%)/IP	Riesgo de Colapso		
						Yd	$2,6/[1+(0,026LL)]$	Riesgo
PERFORACION 1 (P1)								
1,00		SUELTA	9	31	-	-	-	-
2,00					-	-	-	-
3,00		COMPACTA	18	47	-	-	-	-
4,00					0,72	1,96	1,85	NO
5,00					0,69	1,93	1,81	NO
6,00					0,72	1,91	1,67	NO
7,00					0,68	1,90	1,57	NO
8,00					0,69	1,92	1,69	NO
9,00		DENSA	31	66	0,66	1,88	1,53	NO
10,00					0,68	1,89	1,53	NO
PERFORACION 2 (P2)								
1,00		COMPACTA	20	50	-	-	-	-
2,00					0,69	1,98	1,74	NO
3,00					0,67	1,90	1,50	NO
4,00					0,70	1,92	1,56	NO
5,00					0,66	1,90	1,47	NO
6,00					0,67	1,90	1,42	NO
7,00					0,68	1,98	1,81	NO
8,00					-	-	-	-
9,00		DENSA	60	97	-	-	-	-
10,00	0,67				1,96	1,76	NO	
PERFORACION 3 (P3)								
1,00		COMPACTA	20	50	-	-	-	-
2,00					0,72	1,96	1,84	NO
3,00					0,68	1,91	1,49	NO
4,00					0,67	1,97	1,68	NO
5,00					0,66	1,94	1,62	NO
6,00					0,68	1,93	2,15	NO
7,00					0,70	1,91	1,82	NO
8,00					DENSA	36	72	0,67
9,00		0,67	1,93	1,68				NO
10,00		0,69	1,92	1,72	NO			
PERFORACION 4 (P4)								
1,00		COMPACTA	20	50	-	-	-	-
2,00					-	-	-	-
3,00					-	-	-	-
4,00					0,69	1,89	1,75	NO
5,00					0,66	1,83	1,59	NO
6,00					0,67	1,91	1,72	NO
7,00					0,67	1,83	1,65	NO
8,00					DENSA	38	75	0,67
9,00		0,69	1,89	1,71				NO
10,00		0,67	1,88	1,72	NO			

Tabla 5.28 Cálculos de Potencial de colapso para el área N-06-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	Nspt	Densidad Relativa (%)	Potencial de colapso Kd= (w%-Lp%)/IP	Riesgo de Colapso		
						Yd	$2,6/[1+(0,026LL)]$	Riesgo
PERFORACION 5 (P5)								
1,00		SUELTA	6	24	-	-	-	-
2,00		SUELTA	6	24	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	18	47	-	-	-	-
4,00	0,71				1,92	1,72	NO	
5,00	0,68				1,91	1,72	NO	
6,00	0,72				1,84	1,67	NO	
7,00	0,67				1,88	1,69	NO	
8,00	0,68				1,86	1,63	NO	
9,00		DENSA	31	66	0,41	1,86	1,67	NO
10,00					0,67	1,91	1,55	NO
PERFORACION 6 (P6)								
1,00		MUY SUETA	3	15	0,71	1,81	1,74	NO
2,00		SUELTA	8	28	0,67	1,84	1,63	NO
3,00		COMPACTA	16	44	0,67	1,86	1,65	NO
4,00	0,69				1,90	1,69	NO	
5,00	0,65				1,87	1,55	NO	
6,00	0,70				1,88	1,72	NO	
7,00	0,67				1,84	1,66	NO	
8,00	0,65				1,88	1,57	NO	
9,00	0,68				1,83	1,60	NO	
10,00	0,69				1,82	1,69	NO	
PERFORACION 7 (P7)								
1,00		SUELTA	8	28	-	-	-	-
2,00		SUELTA	8	28	0,70	1,88	1,81	NO
3,00		COMPACTA	16	44	0,66	1,93	1,58	NO
4,00	0,67				1,92	1,62	NO	
5,00	0,64				1,88	1,92	NO	
6,00	0,65				1,90	1,58	NO	
7,00	0,69				1,92	1,64	NO	
8,00	0,72				1,89	1,79	NO	
9,00	0,70				1,94	1,72	NO	
10,00					-	-	-	-
PERFORACION 8 (P8)								
1,00		SUELTA	6	24	-	-	-	-
2,00		SUELTA	6	24	-	-	-	-
3,00		COMPACTA	18	47	-	-	-	-
4,00	0,69				1,89	1,75	NO	
5,00	0,66				1,83	1,75	NO	
6,00	0,67				1,91	1,59	NO	
7,00	0,67				1,83	1,72	NO	
8,00	0,67				1,86	1,65	NO	
9,00	0,69				1,89	1,69	NO	
10,00	0,67				1,88	1,71	NO	

Tabla 5.29 Cálculos de Potencial de colapso para el área Q-06-01

Prof (m)	Descripcion	Consistencia	Nspt	Densidad Relativa (%)	Potencial de colapso Kd= (w%-Lp%)/IP	Riesgo de Colapso		
						Yd	$2,6/[1+(0,026LL)]$	Riesgo
PERFORACION 9 (P9)								
1,00		MUY SUELTA	3	15	-	-	-	-
2,00		SUELTA	7	26	-	-	-	-
3,00					-	-	-	-
4,00					0,76	1,85	1,63	NO
5,00	COMPACTA	18	47	0,66	1,87	1,49	NO	
6,00				0,72	1,83	1,51	NO	
7,00				0,70	1,87	1,64	NO	
8,00				0,70	1,87	1,58	NO	
9,00				0,65	1,84	1,49	NO	
10,00	DENSA	31	66	0,71	1,86	1,56	NO	
PERFORACION 10 (P10)								
1,00		MUY SUELTA	2	12	0,71	1,87	1,65	NO
2,00		SUELTA	7	26	-	-	-	-
3,00					0,72	1,91	1,65	NO
4,00					0,73	1,85	1,64	NO
5,00	COMPACTA	19	49	0,65	1,87	1,50	NO	
6,00				0,66	1,88	1,41	NO	
7,00				0,68	1,86	1,46	NO	
8,00				0,71	1,86	1,57	NO	
9,00				0,66	1,84	1,40	NO	
10,00	DENSA	30	65	0,69	1,85	1,45	NO	
PERFORACION 11 (P11)								
1,00		SUELTA	7	26	-	-	-	-
2,00					-	-	-	-
3,00					-	-	-	-
4,00		COMPACTA	17	45,0	0,73	1,89	1,60	NO
5,00	0,67				1,86	1,46	NO	
6,00	0,67				1,85	1,47	NO	
7,00	0,67				1,81	1,43	NO	
8,00	0,69				1,85	1,47	NO	
9,00	0,66	1,82	1,42	NO				
10,00	DENSA	32	67	0,66	1,87	1,43	NO	
PERFORACION 12 (P12)								
1,00		SUELTA	7	26	-	-	-	-
2,00					-	-	-	-
3,00					0,71	1,85	1,53	NO
4,00		COMPACTA	19	49	0,69	1,86	1,48	NO
5,00	0,68				1,87	1,47	NO	
6,00	0,71				1,88	1,54	NO	
7,00	0,66				1,85	1,46	NO	
8,00	0,69				1,83	1,51	NO	
9,00	DENSA	35	71	0,70	1,85	1,49	NO	
10,00				0,68	1,87	1,50	NO	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. A través del diagnóstico investigativo para caracterizar geológicamente el área, se determinó que la capa de suelo motivo de estudio pertenece a la formación mesa, por lo tanto su litología está compuesta por arenas y gravas, pero debido a la cercanía de los ríos Morichal y río Claro no se presentan gravas, pero sí importantes contenidos de limos y arcillas, en la zona se alcanzan altas temperaturas y tiene bajo contenido de humedad.
2. Los perfiles de suelo construidos muestran la continuidad lateral de la arena limo-arcillosa marrón rojiza y el incremento del espesor de la arena limosa marrón en dirección NE, esto puede ser efecto de un afluente del río Morichal, el cual deposita sedimentos en la zona.
3. Las propiedades sísmicas determinadas a través de la norma venezolana para edificaciones sismorresistente, indicaron que el área se ubica en una zona de riesgo sísmico 3, por lo tanto es un riesgo intermedio, con velocidades de ondas de corte promedio de 249,81 m/s, característico de suelos firmes a medio densos, con una forma espectral S3 y un factor de corrección de 0,70 para un coeficiente horizontal de 0,20.
4. De las propiedades geotécnicas calculadas el análisis granulométrico arrojó una textura homogénea, la composición del material corresponde en mayores cantidades a arenas finas, luego arenas gruesas y medias y un porcentaje importante de limos y arcillas, los límites de consistencia indicaron bajo contenido de plasticidad. La clasificación del suelo según SUCS arrojó que el material

predominante es arena limo-arcillosa (SC-SM) y según AASHTO corresponde a un suelo compuesto por gravas y arenas limosas (A-2-4). Para este tipo de suelo la humedad natural presenta un rango bajo y una buena densidad o consistencia, por lo tanto las propiedades geotécnicas que presenta el suelo son buenas para fundaciones.

5. De los parámetros geotécnicos registrados el estrato A presenta una resistencia a la penetración corregida para un 60% de la energía, mayor que el estrato B, siendo la primera de N_{60} igual a 22 y la segunda N_{60} igual a 8. Lo cual indica que el estrato A presenta mejor consistencia, mientras el estrato B tiene consistencia suelta, ambos presentan baja cohesión, el estrato A, tiene un mayor ángulo de fricción por lo tanto mayor capacidad portante que el estrato B y sus deformaciones angulares son bajas, esto favorece las características de los 2 estratos.

6. Según la evaluación geológica y geotécnicas el estrato A, presenta mejores características que el estrato B, por lo tanto el primero tiene mayor capacidad de carga y se puede corroborar debido a que el valor obtenido para este estrato fue de 281,50 Tn/m² para una zapata corrida de 2 metros de largo por 2 de ancho y un asentamiento de 5,99 cm, sin embargo, hay características como el bajo contenido de humedad, las bajas deformaciones y el módulo de elasticidad que favorecen el estrato B, aunque su consistencia es suelta, tiene asentamientos elásticos aceptables, su mayor capacidad de carga fue de 59,06 Tn/m² para una zapata corrida de 2 m de largo por 2 de ancho y un asentamiento de 2,19 cm.

7. El potencial de colapso y expansión del suelo evaluado para las áreas estudiadas, arrojaron que no presentan riesgos.

Recomendaciones

1. Se recomienda aplicar mejoramiento de suelo, en el estrato B, para aumentar su consistencia y por ende su capacidad de carga.

2. Para el mejoramiento de suelo se recomienda el método de compactación rodillo neumático, el cual es un método para arenas con leve cohesión, su compactación se logra por combinación de presión y acción de amasamiento, la presión de contacto varía entre 600 y 700 KN/m² y su costo es bajo.

REFERENCIAS

Alfonsi, P. (1.999). **SEDIMENTOLOGIA DE CLÁSTICOS Y ELECTROFACIES**. CIED Centro Internacional de educación y Desarrollo. PDVSA Exploración y Producción. Maracaibo, Venezuela.

González C., Iturralde J., Picard X. (1980) **GEOLOGÍA DE VENEZUELA Y SUS CUENCAS PETROLÍFERAS**. Tomo I. Ediciones Foninves, Caracas Venezuela, pp 712-713.

Instituto Nacional de Estadística (2013). **SÍNTESIS ESTADÍSTICA DEL ESTADO ANZOÁTEGUI**. 6 de marzo de 2018. [<http://www.ine.gov.ve/documentos/see/sintesisestadistica2013/estados/Anzoategui/documentos/Situacionfisica.htm>]

Cáram, J. (1995) **ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA CIMENTACIONES**. Ciudad de México, México. 7 de marzo de 2018 [http://www.academia.edu/7982612/ESTUDIOS_GEOT%C3%89CNICOS_PARA_CIMENTACIONES]

Márquez, O. (2009). **ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES DE URBANISMOS EN ZONAS DE LADERAS, CIUDAD CAMINO DE LOS INDIOS, AUTOPISTA CARACAS-LA GUAIRA, KM 8+050, DISTRITO CAPITAL**. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

Aponte, J. (2011). **EVALUACIÓN DE MÉTODOS NO CONVENCIONALES DE CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA**. Pontificia Universidad Javeriana, facultad de ingeniería. Bogotá, Colombia, pp 13-14, 25-27

Alva, J. (2005) **DISEÑO DE CIMENTACIONES**. Instituto de la construcción y gerencia. Fondo Editorial ICG. Lima, Peru, pp 15, 67, 68

González L., Ferrer M., Ortuño L., Oteo C. (2002) **INGENIERÍA GEOLÓGICA**. Madrid. Pearson Educación S.A. pp 22

Lambe, W. y Whitman, R. (1991) **MECANICA DE SUELOS**. Centro Regional de Técnica. Limusa editores. México, pp 41

Fratelli, M. (1993) **SUELOS, FUNDACIONES Y MUROS**. Copyringht. pp 24-26, 47, 58-60, 246.

Braja, D. (1999) **PRINCIPIO DE INGENIERIA DE CIMENTACIONES**. IV edición, California State University. Internacional Thomson Editores. pp 04, 156-159, 164, 250, 296, 319, 728-730, 739.

Norma Venezolana **COVENIN 1756-1: 2001**. Edificaciones Sismorresistentes (1era Revisión). Caracas, Venezuela, pp 15-17, 21-22.

Norma Venezolana **COVENIN 1756-2: 2001**. Edificaciones Sismorresistentes (1era Revisión). Caracas, Venezuela, pp C 24-C 26.

Piralla, M. (1985) **DISEÑO ESTRUCTURAL**. Segunda Edición. Limusa Noriega Editores. Mexico, pp 509-510, 578

Leoni, A. (2013) **PARAMETRIZACIÓN DE SUELOS**. Facultad de ingeniería U.N.L.P. [<https://es.scribd.com/document/332826210/Capitulo-1-Parametrizacion-de-Suelos>]pp 22, 35.

CIMMYT (2013). **RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN**. Guía elaborada por CGIAR. México [http://conservacion.cimmyt.org/es/component/docman/doc_download/1143-ralp]

Franch, J. (2014). **ESTUDIOS GEOTECNICOS**. Correlaciones de los parámetros del suelo a partir de los resultados de ensayos “in situ”.GEOSUPPORT. Balencia, España. [<http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/spt-modulo-de-deformacion-correlacion/>]

Moffat, R. (2011) **CAPACIDAD DE SOPORTE EN FUNDACIONES SUPERFICIALES**. Universidad de Chile. [https://www.u-cursos.cl/ingeniería/2012/1/CI5401/1/material_docente/bajar?id_material=413813]. pp. 4-6

Arias Fidiás G. (2012) **EL PROYECTO DE INVESTIGACION**. Introducción a la metodología científica. Sexta edición. Caracas. Editorial Episteme. Pág. 23-26, 27, 67, 81, 83.

Villalaz, C. (2011) **MECANICA DE SUELOS Y CIMENTACIONES**. Sexta edición. Limusa. México, pp 36, 175,

Devicenzi, M. y Frank, N. (2004) **ENSAYOS GEOTÉCNICOS INSITU Y SU EJECUCIÓN E INTERPRETACIÓN**. IGEO TEST, S.L. pp 18.

Ibarra, L. (2010) **GENERACIÓN DEL SISMOGRAMA SINTÉTICO PARA DETERMINAR LOS PARÁMETROS DE AMPLITUD, RESOLUCIÓN SÍSMICA VERTICAL Y FASE EN INTERVALOS PRODUCTORES, A PARTIR DE REGISTROS GEOFÍSICOS DE POZO.** Universidad Nacional Autónoma de México. pp 20-21.

APÉNDICES

APÉNDICE A
TOMA DE DATO EN CAMPO (SPT DESCRIPCIÓN VISUAL)

A.1 Datos tomados en campo de la perforación 1

Logo SERSUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Codigo: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00		
CÓDIGO: 005-005		FECHA OBS: Feb 2016		SOLICITANTE: P. Macarababo		Nº DE CONTRATO DE SERVICIO: 41-126-002-D-15-50005		FECHA: 18-02-2016		DATUM: P. Yan				
PROYECTO U OBRA: Macalla N-05-01		LOCALIZACION: Campo P. Macarababo		COORDENADAS UTM: PT N: 456986		E: 470600								
MUESTRA Nº	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)					LONG. RECLIPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)							
1	0,70	1,00						50		Arenosa limosa. Femen. Rgiza				
2	1,70	2,00						8					30	
3	2,70	3,00						11					30	
4	3,70	4,00						13					30	
5	4,70	5,00						12					30	
6	5,70	6,00						14					30	
7	6,70	7,00						20					30	
8	7,70	8,00						23					30	
9	8,70	9,00						25					30	
10	9,70	10,00						31					30	
11	10,70	11,00						33					30	
12	11,70	12,00						35					30	
13	12,70	13,00						37					30	
14	13,70	14,00						41					30	
15	14,70	15,00						45					30	
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:										
HORA		MAÑANA		NO SE DETECTO MORA DE AGUA										
TARDE														
Por Sersupica: V Carrillo		Ing. Residente: E. Quiñana		Por POWSA: A. Cabello										
Perforador:														

A.2 Datos tomados en campo de la perforación 2

SERSUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586												
CÓDIGO: F-SIP-LAB-026 FECHA REVISIÓN: 07/2015 REV.: 00		FECHA ODS: Feb 2016		SOLICITANTE: P2 Macarabobo		Nº DE CONTRATO DE SERVICIO: 41-18-002-D-15-20005		FECHA: 18-02-2016						
PROYECTO U OBRA: Mucilla N-05-01		LOCALIZACION: Campo P2 Macarabobo		COORDENADAS UTM: PZ N: 457082 E: 470749		DATUM: Poyvan								
MUESTRA Nº	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)					LONG. RECUPERADA (cm)	POSSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)							
1	0,70	1,00						30		Arena Limosa Menor 1130				
2	1,70	2,00						13				30		11
3	2,70	3,00						19				30		11
4	3,70	4,00						20				30		11
5	4,70	5,00						24				30		11
6	5,70	6,00						29				30		11
7	6,70	7,00						27				30		11
8	7,70	8,00						30				30		11
9	8,70	9,00						33				30		11
10	9,70	10,00						39				30		11
11	10,70	11,00						63				30		11
12	11,70	12,00						48				30		11
13	12,70	13,00						50				30		11
14	13,70	14,00						52				30		11
15	14,70	15,00						55				30		11
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:										
		HORA		MAÑANA		TARDE		NO SE DETECTO MESA DE AGUA						
Por Sersupica:		Ing. Residente: E. Ovallana		Perforador: J. Canilla		Por PDVSA: A. Cabello								

A.3 Datos tomados en campo de la perforación 3

SERVUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Código: F-58P-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00	
ODS N°: OPS-005		FECHA ODS: Feb 2016		SOLICITANTE: Ye hocarababo		N° DE CONTRATO DE SERVICIO: 4J-129-002-D-15-50005						FECHA: 18-02-2016	
PROYECTO U OBRA: Masalla N-05-01		LOCALIZACION: Campo Peñacarababo		COORDENADAS UTM: PS N: 957297 E: 470691		DATUM: Ye Non							
MUESTRA N°	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)					LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)						
1	0,70	1,00						30		Areno limosa Plana 10 1130			
2	1,70	2,00						17	30	11			
3	2,70	3,00						19	30	11			
4	3,70	4,00						21	30	11			
5	4,70	5,00						21	30	11			
6	5,70	6,00						25	30	11			
7	6,70	7,00						27	30	11			
8	7,70	8,00						32	30	11			
9	8,70	9,00						35	30	11			
10	9,70	10,00						41	30	11			
11	10,70	11,00						45	30	11			
12	11,70	12,00						49	30	11			
13	12,70	13,00						53	30	11			
14	13,70	14,00						52	30	11			
15	14,70	15,00						53	30	11			
FECHA	MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:										
	HORA	TARDE	MAÑANA	PROF. (m)	NO SE DETECTO VENA DE AGUA								
Por Sersupica:		Ing. Residente: E. Orellana		Por PDVSA:		A. Cabello							
Perforador: N. Covilla													

A.4 Datos tomados en campo de la perforación 4

		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Código: F-55P-LAB-028 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00	
COD. INT: 005-005 PROYECTO U. OBRA: Macollan N-05-01 LOCALIZACION: Campo de Macollan COORDENADAS UTM: PA N° 956603 E: 471667		FECHA OBS: Feb 2016 SOLICITANTE: Pz Macollan		Nº DE CONTRATO DE SERVICIO: 43-128-002-D-15-30005		FECHA: 18-02-2016 DATUM: Sanyan		LONG. RECUPERADA (cm)		POSIBLE CLASIF. (SUCS)		DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
MUESTRA Nº	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERICO DE GOLPES (N)					TOTAL 30 (cm)	LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)						
1	0.70	1.00					8	50			Arena limosa Mayor Puj30		
2	1.70	2.00					12	30					
3	2.70	3.00					15	30					
4	3.70	4.00					17	30					
5	4.70	5.00					23	30					
6	5.70	6.00					29	30					
7	6.70	7.00					35	30					
8	7.70	8.00					39	30					
9	8.70	9.00					39	30					
10	9.70	10.00					42	30					
11	10.70	11.00					45	30					
12	11.70	12.00					48	30					
13	12.70	13.00					51	30					
14	13.70	14.00					53	30					
15	14.70	15.00					55	30					
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:									
		HORA	TARDE	MAÑANA	PROF. (m)	NO SE DETECTO MESA DE AGUA							
Per Sensupica:		Ing. Residentes: F. Cuellar		Por PDVSA:									
Perforador: V. Carrillo													

A.5 Datos tomados en campo de la perforación 5

SER SUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586				Código: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00			
CDS Nº: 005-006		FECHA OBR: Feb 2016	SOLICITANTE: P. Trincavabobo		Nº DE CONTRATO DE SERVICIO: 47-128-002-D-15-50005				
PROYECTO U OBRA: Macolón N°06-01		LOCALIZACIÓN: Campo P. Trincavabobo		FECHA: 18-02-2016					
COORDENADAS UTM: PT N: 956952		E: 473753		DATUM: Region					
MUESTRA Nº	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)			LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)				TOTAL 30 (cm)
1	0,70	1,00	—	—	—	5	—	Arave-limosa - Pomon	
2	1,70	2,00	—	—	—	7	—	Arave-limosa - Pomon	
3	2,70	3,00	—	—	—	10	—	Arave-limosa - Pomon	
4	3,70	4,00	—	—	—	13	—	Arave-limosa - Pomon	
5	4,70	5,00	—	—	—	15	—	Arave-limosa - Pomon	
6	5,70	6,00	—	—	—	17	—	Arave-limosa - Pomon	
7	6,70	7,00	—	—	—	21	—	Arave-limosa - Pomon	
8	7,70	8,00	—	—	—	25	—	Arave-limosa - Pomon	
9	8,70	9,00	—	—	—	27	—	Arave-limosa - Pomon	
10	9,70	10,00	—	—	—	31	—	Arave-limosa - Pomon	
11	10,70	11,00	—	—	—	35	—	Arave-limosa - Pomon	
12	11,70	12,00	—	—	—	38	—	Arave-limosa - Pomon	
13	12,70	13,00	—	—	—	42	—	Arave-limosa - Pomon	
14	13,70	14,00	—	—	—	45	—	Arave-limosa - Pomon	
15	14,70	15,00	—	—	—	48	—	Arave-limosa - Pomon	
MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:							
FECHA	HORA	TARDE	MAÑANA	PROF. (m)	NO SE DETECTO MEJA DE AGUA				
Perforador: V. Carrillo		Ing. Residente: E. D. Ballón		Par PDVSA: Anar Cabello				F. D. Ballón	

A.6 Datos tomados en campo de la perforación 6

SER SUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Código: F-55P-LAB-016 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00	
DOS N°: 005-006		FECHA ODS: Feb 2016	SOLICITANTE: Petrocarabobo			N° DE CONTRATO DE SERVICIO: A1-128-002-A-15-30005					FECHA: 18-02-2016		
PROYECTO U OBRA: Maedón Campo Petrocarabobo		LOCALIZACION: Campo Petrocarabobo		COORDENADAS UTM: PR N: 957017 E: 473753		DATUM: Petlén							
MUESTRA N°	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)						LONG. RECUPERADA (cm)	POSBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA		
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)					
1	0,70	1,00							30		Arenosa limosa, Color Marrón Pigi		
2	1,70	2,00							30				
3	2,70	3,00							30				
4	3,70	4,00							11				
5	4,70	5,00							12				
6	5,70	6,00							20				
7	6,70	7,00							21				
8	7,70	8,00							19				
9	8,70	9,00							17				
10	9,70	10,00							15				
11	10,70	11,00							20				
12	11,70	12,00							23				
13	12,70	13,00							28				
14	13,70	14,00							33				
15	14,70	15,00							39				
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:									
HORA		TARDE		MAYANA		PROF. (m)		Muestras presentan humedad media NO SE DETECTO HEN DE AGUA					
Por Sersupica:		Ing. Residente: E. Dallan		Por PDVSA:		Ara Caballo							
Perforador: V. Canillo													

A.7 Datos tomados en campo de la perforación 7

SER SUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Codigo: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00	
ODS N°: ODS-006		FECHA QDS: Feb 2016	SOLICITANTE: P. Acarababa		N° DE CONTRATO DE SERVICIO: 20-128-002-D-15-30005		FECHA: 18-02-2016		DATUM: P. Acarababa		DESCRIPCION DE LA MUESTRA: Arena Limosa - Homoclasica		
PROYECTO U OBRA: Macolla		N-06-01		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733	
LOCALIZACION: Campo P. Acarababa		P. Acarababa		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733	
COORDENADAS UTM: PS N. 957081		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733		E 473733	
MUESTRA N°	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)					LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
	DESDE	HASTA	10 (cm)	30 (cm)	10 (cm)	30 (cm)	TOTAL 30 (cm)						
1	0,20	1,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 7 to 9 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
2	1,20	2,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 9 to 10 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
3	2,20	3,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 13 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
4	3,20	4,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 13 to 12 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
5	4,20	5,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 12 to 19 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
6	5,20	6,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 19 to 25 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
7	6,20	7,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 25 to 30 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
8	7,20	8,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 30 to 33 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
9	8,20	9,0	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 33 to 36 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
10	9,20	10,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 36 to 42 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
11	10,20	11,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 42 to 46 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
12	11,20	12,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 46 to 49 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
13	12,20	13,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 49 to 49 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
14	13,20	14,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 49 to 49 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
15	14,20	15,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 49 to 49 blows]					30		Arena Limosa - Homoclasica			
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		OBSERVACIONES:									
		HORA	TARDE	MANANA	PROF. (m)	NO SE DETECTO HIELO DE AGUA							
Por Sersupica: Perforador: V. Camillo		Ing. Residente: E. De la Haza		Por POVSA: Ana Cabeza									

A.8 Datos tomados en campo de la perforación 8

Logo SERSUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586				Código: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00			
CDS Nº:	005-006	FECHA ODS:	Feb 2016	SOLICITANTE:	La Pacarabamba	Nº DE CONTRATO DE SERVICIO:	AJ-128-002-D-15-50005		
PROYECTO U OBRA:	Mezcla N-06-01	LOCALIZACION:	Cayez La Pacarabamba	COORDENADAS UTM:	E: 433753	FECHA:	18-02-2016		
						DATUM:	Perú		
MUESTRA Nº	PROF. (m)		ENSAVO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)			LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
	DESDE	HASTA	30 (cm)	10 (cm)	10 (cm)				TOTAL 30 (cm)
1	0,70	1,00	-	-	-	4		Aréica limosa Menor	
2	1,70	2,00	-	-	-	8		"	
3	2,70	3,00	-	-	-	11		Aréica limosa Mayor Pijizo	
4	3,70	4,00	-	-	-	13		"	
5	4,70	5,00	-	-	-	12		"	
6	5,70	6,00	-	-	-	15		"	
7	6,70	7,00	-	-	-	18		"	
8	7,70	8,00	-	-	-	22		"	
9	8,70	9,00	-	-	-	25		"	
10	9,70	10,00	-	-	-	28		"	
11	10,70	11,00	-	-	-	31		"	
12	11,70	12,00	-	-	-	35		"	
13	12,70	13,00	-	-	-	38		"	
14	13,70	14,00	-	-	-	42		"	
15	14,70	15,00	-	-	-	44		"	
MEDIDA DEL NIVEL FREATICO		HORA		TARDE		MAÑANA		PROF. (m)	
OBSERVACIONES:		NO SE DETECTO MESA DE AGUA							
Por Sersupica:		Ing. Residente: E. Quehama		Por POUSA:		Ana Cabello		Firma	
Perforador: V. Gavilano									

A.10 Datos tomados en campo de la perforación 10

LOGO SERSUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586				Código: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00			
COD. Nº:	FECHA ODS:	SOLICITANTE:	Nº DE CONTRATO DE SERVICIO:		FECHA:				
DD5-007	Feb 2016	Pe Incaembaba	45-178-C02-D-15-50005		19-07-2016				
PROYECTO U OBRA:	LOCALIZACION:	DATUM:							
Macolla	Campo de Incaembaba	Pg. Ven							
COORDENADAS UTM:	ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)								
P2 N 2162374 E 479919									
MUESTRA Nº	PROF. (m)		TOTAL 30 (cm)				LONG. RECUPERADA (cm)	POSSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
	DESDE	HASTA	10 (cm)	30 (cm)	10 (cm)	30 (cm)			
1	0,70	1,00					30		Arenas finas, marron (largo (Suolta)
2	1,70	2,00					50		Arenas finas limosa, fennan (largo
3	2,70	3,00					30		''
4	3,70	4,00					30		''
5	4,70	5,00					30		''
6	5,70	6,00					30		Arenas finas limosa, fennan Pg130
7	6,70	7,00					30		''
8	7,70	8,00					30		''
9	8,70	9,00					30		''
10	9,70	10,00					30		''
11	10,70	11,00					30		''
12	11,70	12,00					30		''
13	12,70	13,00					30		''
14	13,70	14,00					30		''
15	14,70	15,00					30		''
MEDIDA DEL NIVEL FREATICO			OBSERVACIONES:						
FECHA	HORA	TARDE	MAÑANA	PROF. (m)					
Por Sersupica:		Ing. Residente:		Por PDVSA:					
V. Corrallo		E. Chullama		E. Corrallo					

A.11 Datos tomados en campo de la perforación 11

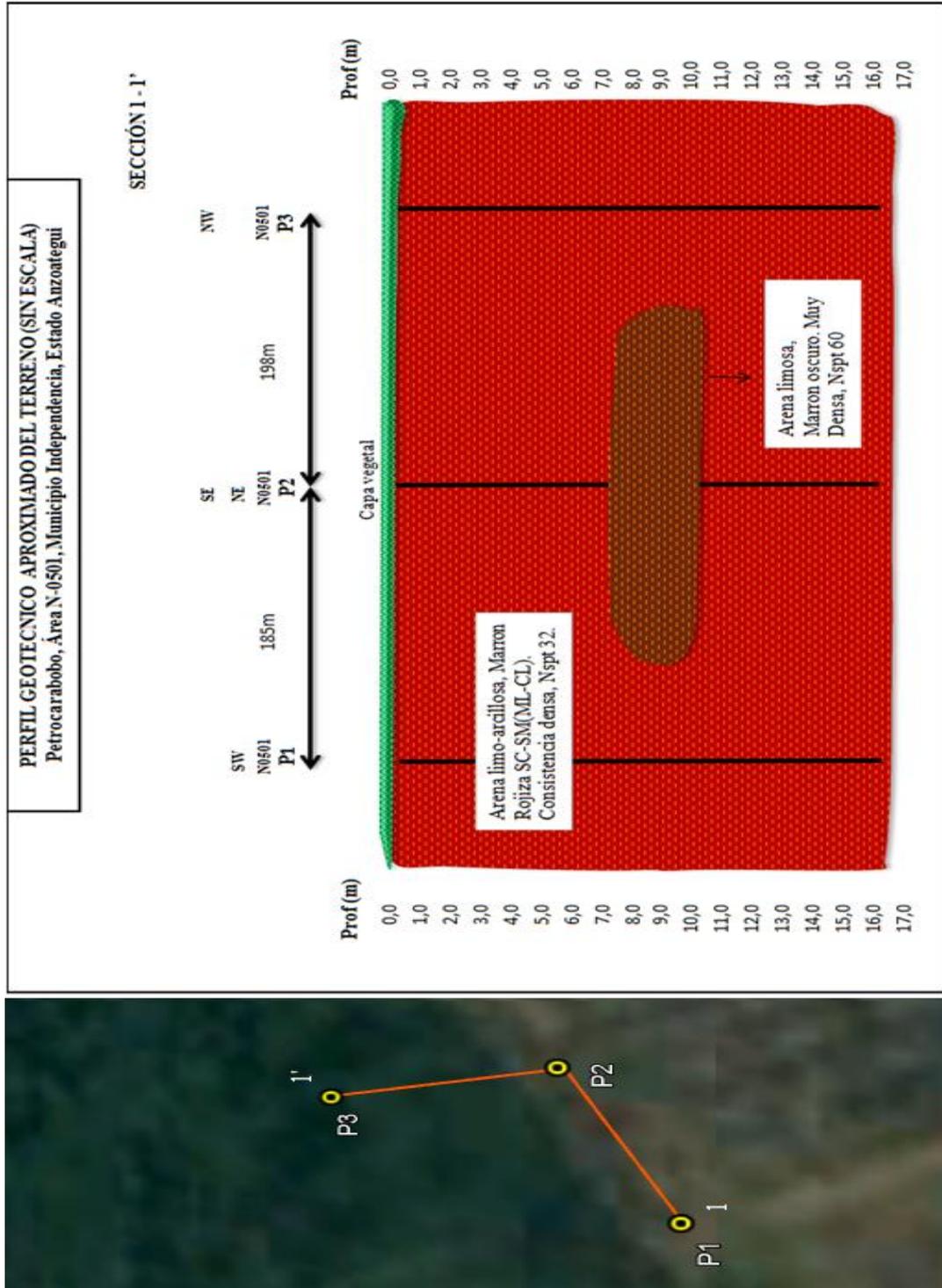
		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO										CÓDIGO: F-SSP-LAB-026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00		
ODS N°: ODS-007 PROYECTO U OBRA: Macolla Q-06-D1 LOCALIZACION: Camino Peñacaballo COORDENADAS UTM: PB N: 562644 E: 474919		FECHA ODS: Feb 2016 FECHA OBRAS: Q-06-D1		SOLICITANTE: Peñacaballo		N° DE CONTRATO DE SERVICIO: 45-120-002-D-15-30005		ASTM-1586		FECHA: 14-02-2016 DATUM: Paykan				
MUESTRA N°	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLFES (N)					LONG. RECUPERADA (cm)	POSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA				
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)							
1	0,70	1,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					4		arena amarilla (Suella)				
2	1,70	2,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					7		arena fina limosa amarilla (oro)				
3	2,70	3,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					9						
4	3,70	4,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					10						
5	4,70	5,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					12						
6	5,70	6,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					15						
7	6,70	7,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					17						
8	7,70	8,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					20						
9	8,70	9,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					25						
10	9,70	10,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					32						
11	10,70	11,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					35						
12	11,70	12,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					37						
13	12,70	13,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					39						
14	13,70	14,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					41						
15	14,70	15,00	[Hand-drawn graph showing a linear increase from 10 to 30 cm depth]					44						
FECHA		MEDIDA DEL NIVEL FREÁTICO		OBSERVACIONES:										
		HORA	TARDE	MAÑANA										
Por Sersupica:		Ing. Residente: E. Quillama		Por PDVSA: A. Carbello										
Perforador: V. Carrillo														

A.12 Datos tomados en campo de la perforación 12

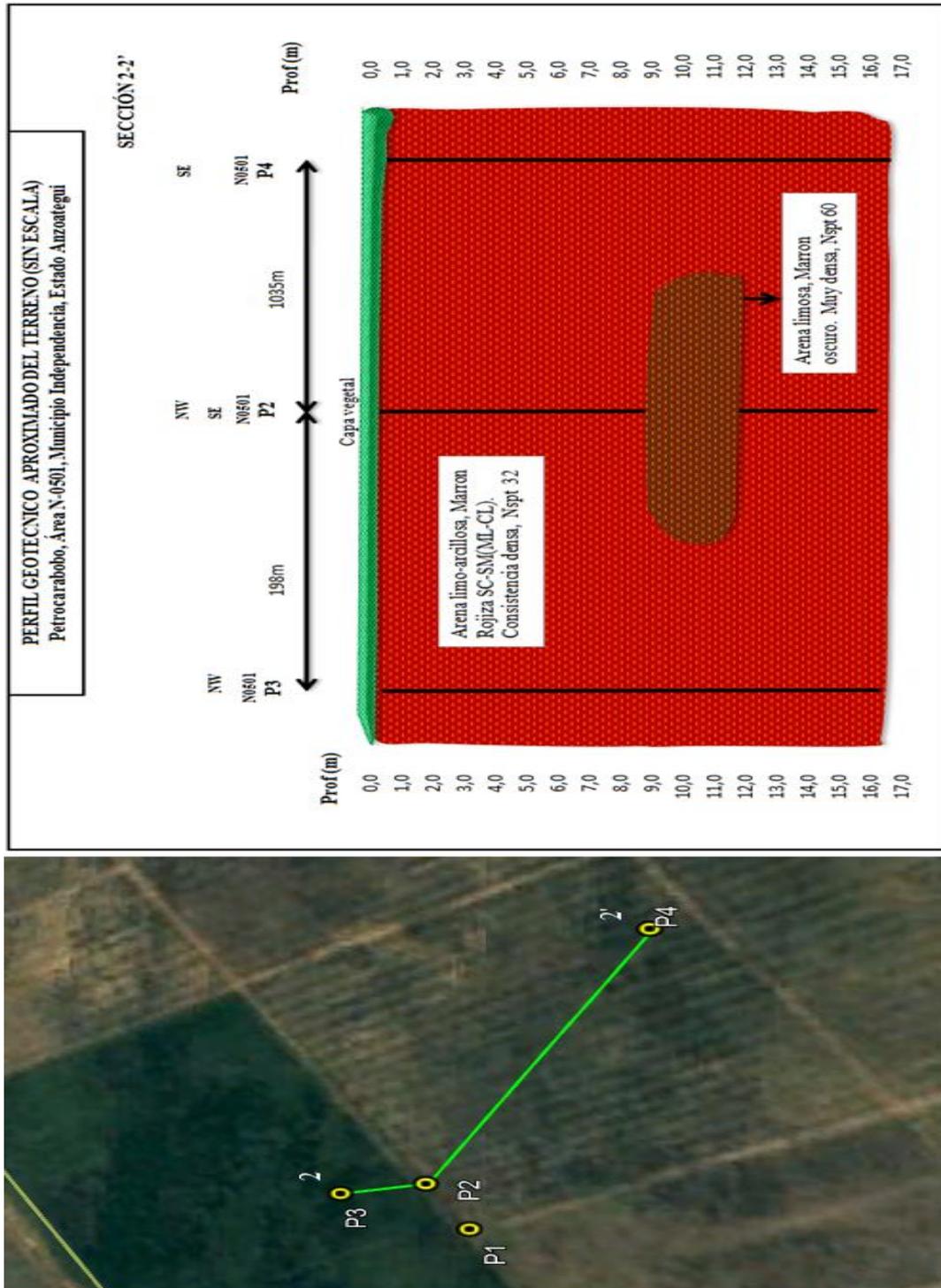
Logo SERSUPICA		PERFORACIONES A PERCUSION EN CAMPO ASTM-1586										Código: F-55P-LAB 026 Fecha Revisión: 07/2015 Rev.: 00	
ODS N°: 005-007		FECHA ODS: Feb 2016	SOLICITANTE: Petracarabobo		N° DE CONTRATO DE SERVICIO: AJ-128-002-D-15-50005		FECHA: 19-07-2016		DATUM: Pst Van				
PROYECTO U OBRA: Macolán Q-06-01		LOCALIZACION: Campo Petracarabobo											
COORDENADAS UTM: PA N: 762514		E: 414919											
MUESTRA N°	PROF. (m)		ENSAYO NORMAL DE PENETRACION NUMERO DE GOLPES (N)					LONG. RECUPERADA (cm)	POSSIBLE CLASIF. (SUCS)	DESCRIPCION DE LA MUESTRA			
	DESDE	HASTA	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	10 (cm)	TOTAL 30 (cm)						
1	0,70	1,00	[Line graph showing 5 blows]					30		arena Mermon (laro (Sollka))			
2	1,70	2,00	[Line graph showing 8 blows]					30		arena fina limosa Mermon (laro)			
3	2,70	3,00	[Line graph showing 11 blows]					30					
4	3,70	4,00	[Line graph showing 13 blows]					30					
5	4,70	5,00	[Line graph showing 16 blows]					30					
6	5,70	6,00	[Line graph showing 19 blows]					30					
7	6,70	7,00	[Line graph showing 25 blows]					30					
8	7,70	8,00	[Line graph showing 28 blows]					30					
9	8,70	9,00	[Line graph showing 34 blows]					30					
10	9,70	10,00	[Line graph showing 36 blows]					30					
11	10,70	11,00	[Line graph showing 38 blows]					30					
12	11,70	12,00	[Line graph showing 40 blows]					30					
13	12,70	13,00	[Line graph showing 42 blows]					30					
14	13,70	14,00	[Line graph showing 45 blows]					30					
15	14,70	15,00	[Line graph showing 48 blows]					30					
MEDIDA DEL NIVEL FREATICO											OBSERVACIONES:		
FECHA	HORA	TARDE	MAÑANA	PROF. (m)									
Por Sersupica: Perforador: Camillo		Ing. Residente: E. Ocaña		Par PDVSA: A. Cabello		[Signature]							

APÉNDICE B
PERFILES GEOTÉCNICOS

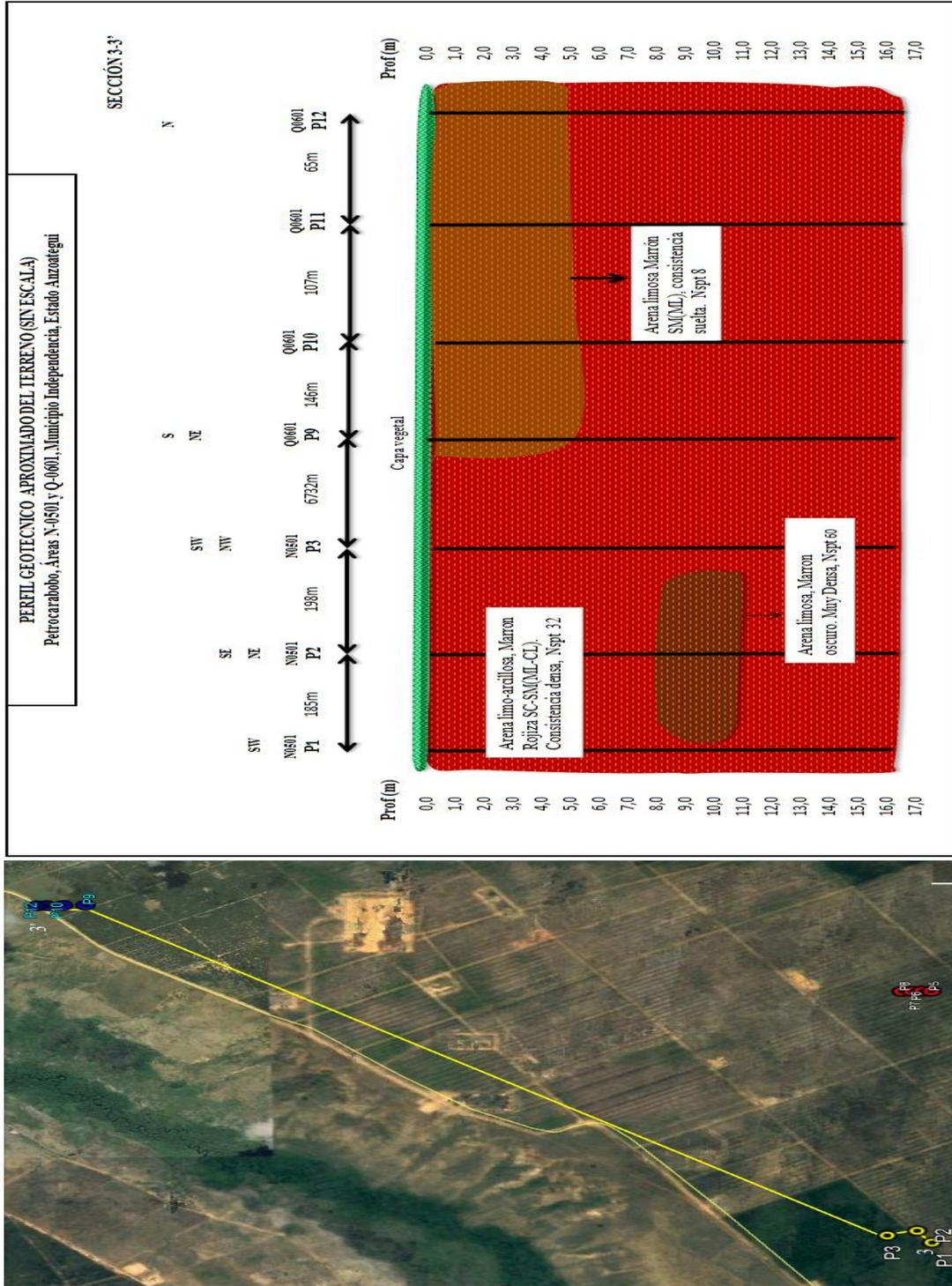
B.1 Perfil geotécnico del terreno sección 1-1'



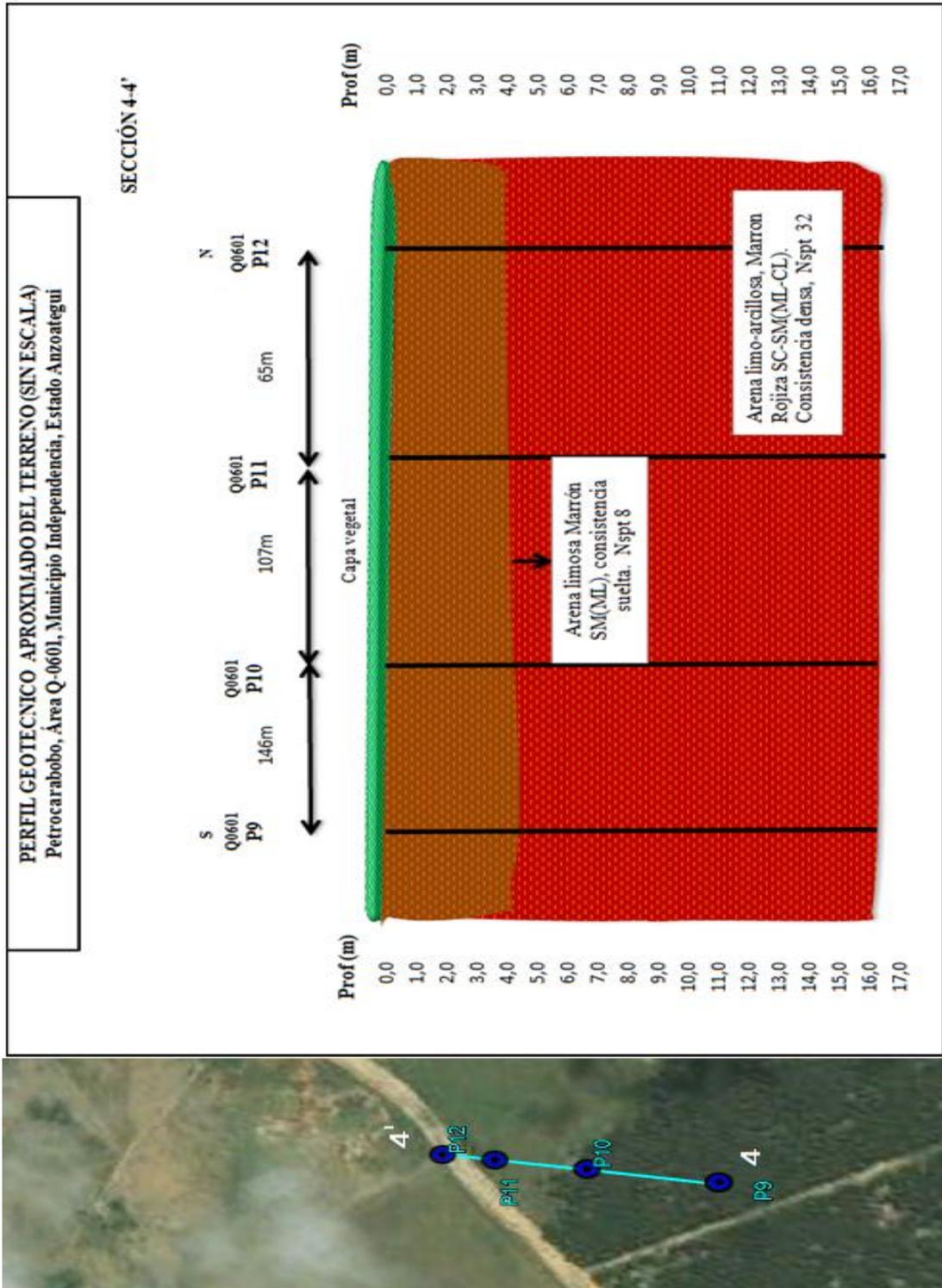
B.2 Perfil geotécnico del terreno sección 2-2'



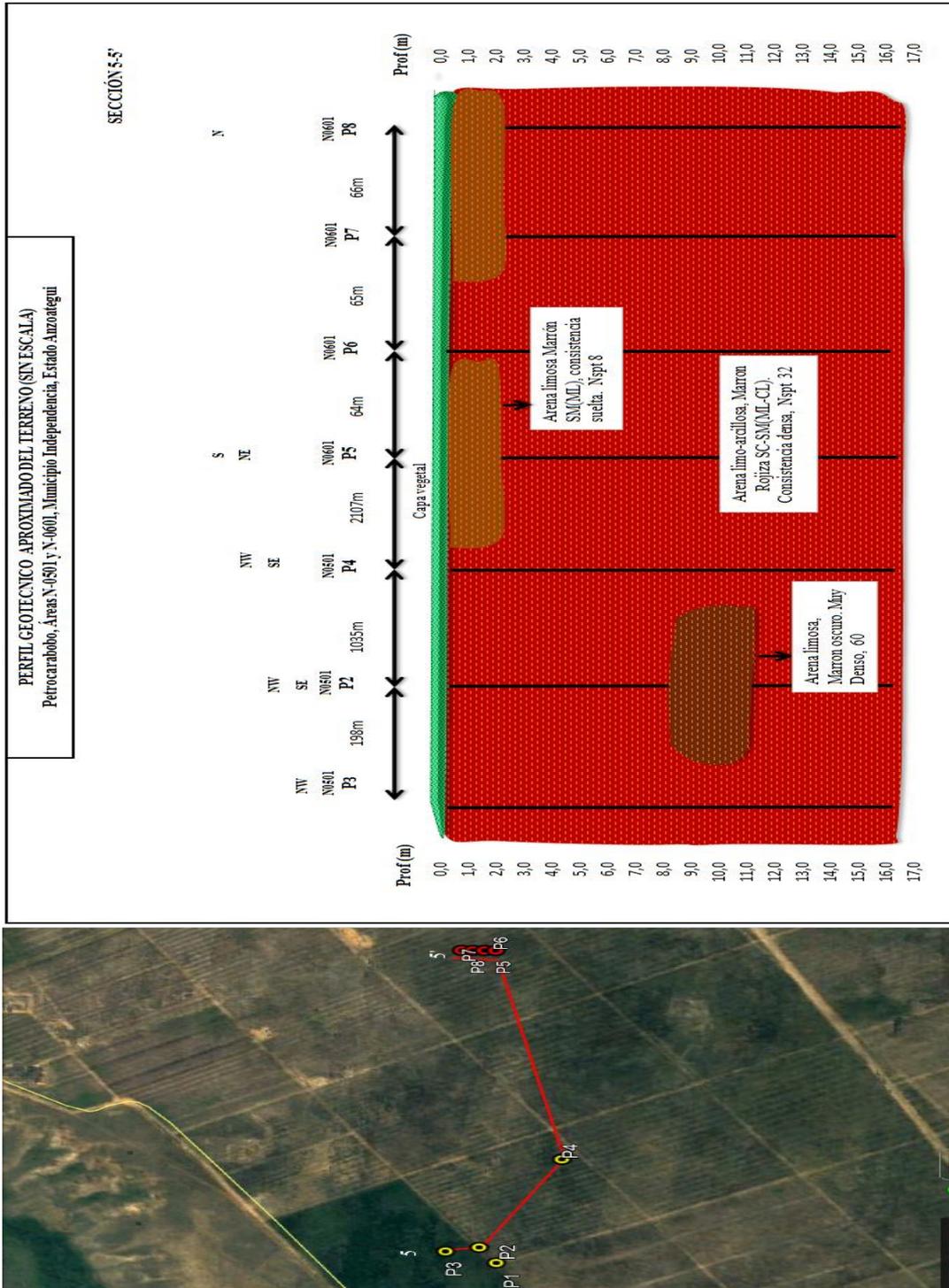
B.3 Perfil geotécnico del terreno sección 3-3'



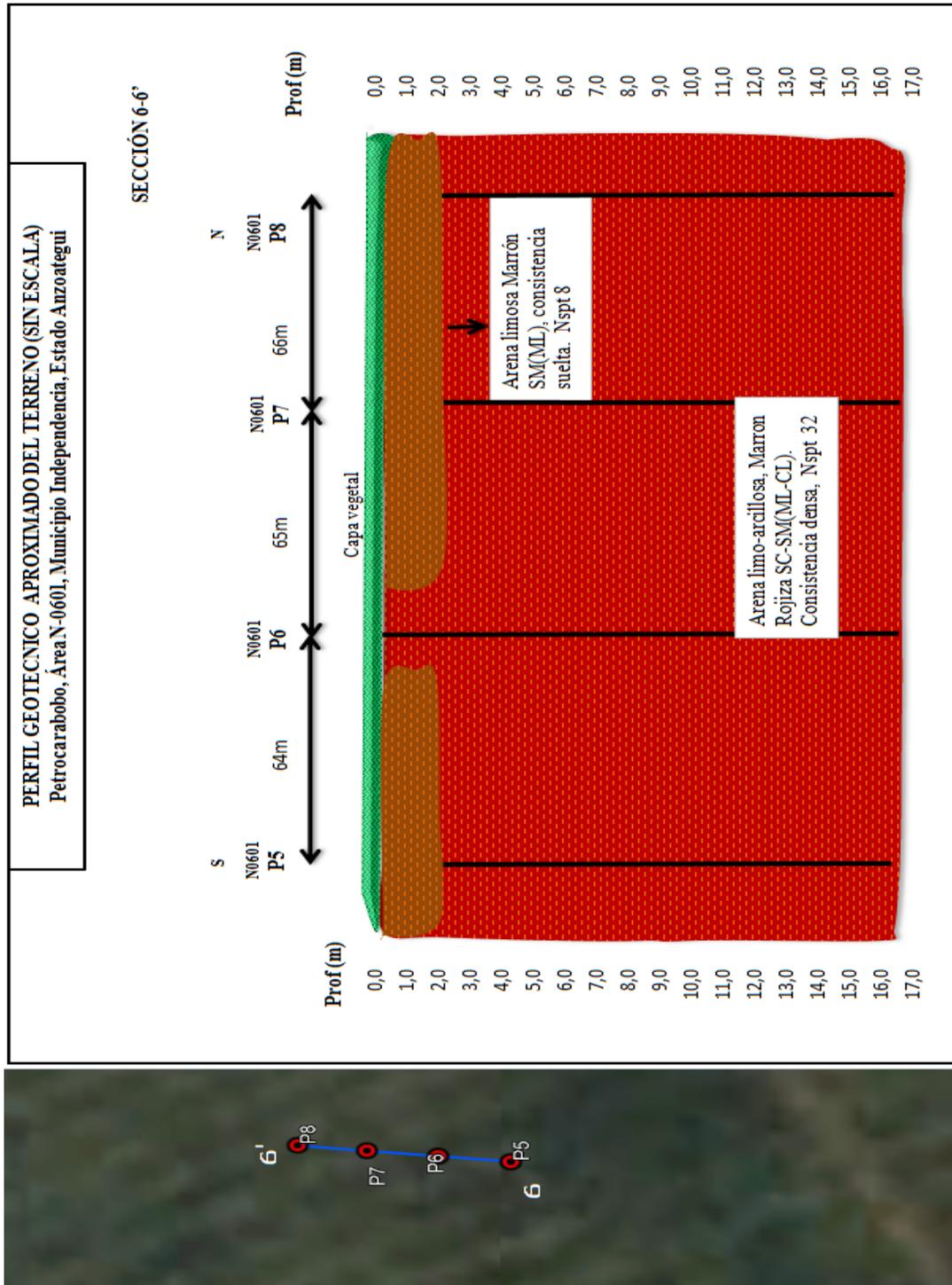
B.4 Perfil geotécnico del terreno sección 4-4'



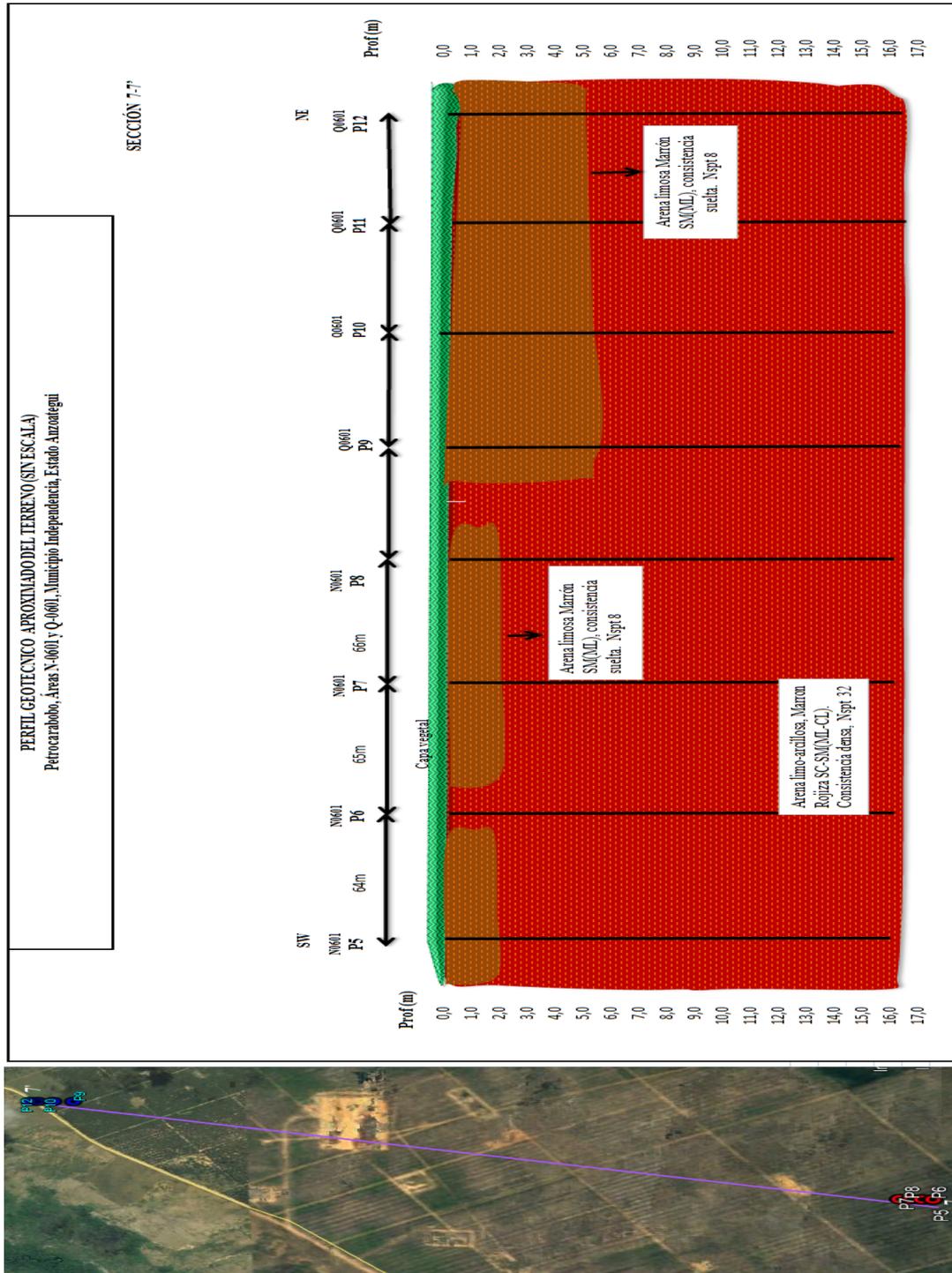
B.5 Perfil geotécnico del terreno sección 5-5'



B.6 Perfil geotécnico del terreno sección 6-6'



B.7 Perfil geotécnico del terreno sección 7-7'



APÉNDICE C
CÁLCULOS DE GRANULOMETRÍA

C.1 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 1 (P1/M1)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:	PERFORACIÓN: P1 /M1				
COORD.: N:		956986		E:	470600		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,44
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	11,80
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	75,35
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	12,41
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,50	0,44	0,44	99,56		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,44	99,56		
			40	0,43	13,50	11,80	12,24	87,76		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	12,24	87,76			
		60	0,2500	0,00	0,00	12,24	87,76			
		80	0,1800	0,00	0,00	12,24	87,76	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	12,24	87,76	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	86,20	75,35	87,59	12,41	ARENA %	87,59	
								LIMO ARCILLA %	12,41	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		114,4 (g)				0,87413				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		114,4 (g)				0,87413				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AASTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.2 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 2 (P1/M2)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDECENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M2			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,00
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,42
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	74,15
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	15,43
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
	MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		40	0,43	12,90	10,42	10,42	89,58			
		50	0,3600	0,00	0,00	10,42	89,58			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,42	89,58			
	FINA	80	0,1800	0,00	0,00	10,42	89,58	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,42	89,58	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	91,80	74,15	84,57	15,43	ARENA %	84,57	
								LIMO ARCILLA %	15,43	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		123,8	(g)			0,80775				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		123,8	(g)			0,80775				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TRRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.3 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 3 (P1/M3)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M3			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,00
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	11,13
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	73,24
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	15,63
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,00	100,00			
		40	0,43	10,90	11,13	11,13	88,87			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	11,13	88,87			
		60	0,2500	0,00	0,00	11,13	88,87			
		80	0,1800	0,00	0,00	11,13	88,87	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	11,13	88,87	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	71,70	73,24	84,37	15,63	ARENA %	84,37	
								LIMO ARCILLA %	15,63	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		97,9	(g)			1,02145				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		97,9	(g)			1,02145				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.4 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 4 (P1/M4)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M4			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,08
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,33
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	69,52
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	20,07
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,10	0,08	0,08	99,92			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,08	99,92			
		40	0,43	12,30	10,33	10,41	89,59			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,41	89,59			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,41	89,59			
		80	0,1800	0,00	0,00	10,41	89,59	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,41	89,59	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	82,80	69,52	79,93	20,07	ARENA %	79,93	
								LIMO ARCILLA %	20,07	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		119,1	(g)			0,83963				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		119,1	(g)			0,83963				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.5 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 5 (P1/M5)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M5			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,10
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	11,16
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	64,44
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	24,30
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,10	0,10	0,10	99,90		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,10	99,90		
			40	0,43	10,70	11,16	11,26	88,74		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	11,26	88,74			
		60	0,2500	0,00	0,00	11,26	88,74			
		80	0,1800	0,00	0,00	11,26	88,74	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	11,26	88,74	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	61,80	64,44	75,70	24,30	ARENA %	75,70	
	PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		95,9	(g)			1,04275	LIMO ARCILLA %	24,30	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		95,9	(g)			1,04275				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.6 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 6 (P1/M6)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1 /M6			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,12
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	9,90
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	58,92
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	31,07
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,10	0,12	0,12	99,88		
	MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,12	99,88			
		40	0,43	8,60	9,90	10,01	89,99			
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,01	89,99			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,01	89,99			
		80	0,1800	0,00	0,00	10,01	89,99	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,01	89,99	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	51,20	58,92	68,93	31,07	ARENA %	68,93	
								LIMO ARCILLA %	31,07	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		86,9	(g)			1,15075				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		86,9	(g)			1,15075				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

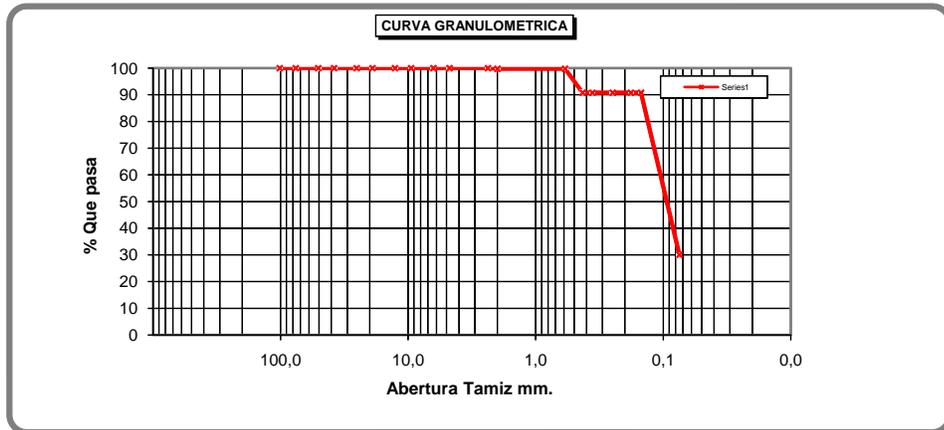
CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.7 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 7 (P1/M7)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M7			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,20
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	8,97
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	60,75
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	30,08
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,20	0,20	0,20	99,80			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,20	99,80			
		40	0,43	9,10	8,97	9,17	90,83			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,17	90,83			
		60	0,2500	0,00	0,00	9,17	90,83			
		80	0,1800	0,00	0,00	9,17	90,83	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,17	90,83	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	61,60	60,75	69,92	30,08	ARENA %	69,92	
								LIMO ARCILLA %	30,08	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		101,4	(g)			0,98619				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		101,4	(g)			0,98619				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS - LIMOSAS.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.8 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 8 (P1/M8)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1/M8			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,43
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,54
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	61,70
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	27,34
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,50	0,43	0,43	99,57		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,43	99,57		
			40	0,43	12,30	10,54	10,97	89,03		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,97	89,03			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,97	89,03			
		80	0,1800	0,00	0,00	10,97	89,03	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,97	89,03	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	72,00	61,70	72,66	27,34	ARENA %	72,66		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		116,7	(g)			0,85690		LIMO ARCILLA %	27,34	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		116,7	(g)			0,85690				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM-SC" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.9 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 9 (P1/M9)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1 /M9			
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,24
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	9,39
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	58,64
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	31,73
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,30	0,24	0,24	99,76		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,24	99,76		
			40	0,43	11,90	9,39	9,63	90,37		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,63	90,37			
		60	0,2500	0,00	0,00	9,63	90,37			
		80	0,1800	0,00	0,00	9,63	90,37	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,63	90,37	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	74,30	58,64	68,27	31,73	ARENA %	68,27		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		126,7	(g)			0,78927		LIMO ARCILLA %	31,73	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		126,7	(g)			0,78927				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS

CLASIFICACION AAHSTO "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.10 Cálculo granulométrico para la perforación 1 metro 10 (P1/M10)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P1 / M10		
COORD.: N:		956986		E: 470600		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,37
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 9,21
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 59,66
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 30,76
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	0,50	0,37	0,37	99,63		
	MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,37	99,63		
		40	0,43	12,30	9,21	9,58	90,42		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,58	90,42		
		60	0,2500	0,00	0,00	9,58	90,42		
		80	0,1800	0,00	0,00	9,58	90,42	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,58	90,42	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	79,70	59,66	69,24	30,76	ARENA % 69,24		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		133,6	(g)			0,74850		LIMO ARCILLA % 30,76	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		133,6	(g)			0,74850			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENA ARCILLOSA - LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.11 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 1 (P2/M1)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M1		
COORD.: N:		957082		E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,62
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 12,33
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 70,65
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 16,40
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00	
			10	2,00	0,50	0,62	0,62	99,38	
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,62	99,38	
			40	0,43	10,00	12,33	12,95	87,05	
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	12,95	87,05		
		60	0,2500	0,00	0,00	12,95	87,05		
		80	0,1800	0,00	0,00	12,95	87,05	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	12,95	87,05	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	57,30	70,65	83,60	16,40	ARENA % 83,60		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		81,1	(g)			1,23305		LIMO ARCILLA % 16,40	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		81,1	(g)			1,23305			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:
CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.
CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.12 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 2 (P2/M2)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M2		
COORD.: N:		957082			E: 470749		DATUM: REGVEN		
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,53
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 12,93
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 61,33
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 25,20
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00	
			10	2,00	0,40	0,53	0,53	99,47	
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,53	99,47	
			40	0,43	9,70	12,93	13,47	86,53	
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	13,47	86,53		
		60	0,2500	0,00	0,00	13,47	86,53		
		80	0,1800	0,00	0,00	13,47	86,53	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	13,47	86,53	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	46,00	61,33	74,80	25,20	ARENA % 74,80		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		75	(g)			1,33333		LIMO ARCILLA % 25,20	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		75	(g)			1,33333			

CURVA GRANULOMETRICA

The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve size in millimeters on a logarithmic scale from 100.0 to 0.0. The y-axis represents the percentage of material passing, ranging from 0 to 100. The curve shows that 100% of the sample passes through sieves up to 0.425 mm. Between 0.425 mm and 0.075 mm, the percentage of material passing decreases from 100% to 86.53%. Below 0.075 mm, the percentage of material passing remains constant at 86.53%.

OBSERVACIONES:
CLASIFICACION SUCS: "SM-SC" ARENAS LIMOSAS-ARCILLOSAS.
CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.13 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 3 (P2/M3)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M3			
COORD.: N:		957082			E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,06
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,52
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,02
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	50,87
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	38,52
			4	4,76	0,10	0,06	0,06	99,94	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,06	99,94		
			10	2,00	0,90	0,52	0,58	99,42		
	MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,58	99,42			
		40	0,43	17,20	10,02	10,61	89,39			
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,61	89,39			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,61	89,39			
		80	0,1800	0,00	0,00	10,61	89,39	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,61	89,39	GRAVA %	0,06	
		200	0,0750	87,30	50,87	61,48	38,52	ARENA %	61,42	
		PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		171,6	(g)			0,58275	LIMO ARCILLA %	38,52
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		171,6	(g)			0,58275				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AASHTO: "A4-A6" SUELOS LIMOSOS-ARCILLOSOS.

TERRENO DE FUNDACION: REGULAR

C.14 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 4 (P2/M4)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M4		
COORD.: N:		957082		E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,30
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 11,57
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 54,72
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 33,40
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	0,30	0,30	0,30	99,70		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,30	99,70		
		40	0,43	11,40	11,57	11,88	88,12		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	11,88	88,12		
		60	0,2500	0,00	0,00	11,88	88,12		
		80	0,1800	0,00	0,00	11,88	88,12	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	11,88	88,12	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	53,90	54,72	66,60	33,40	ARENA % 66,60		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		98,5	(g)			1,01523		LIMO ARCILLA % 33,40	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		98,5	(g)			1,01523			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

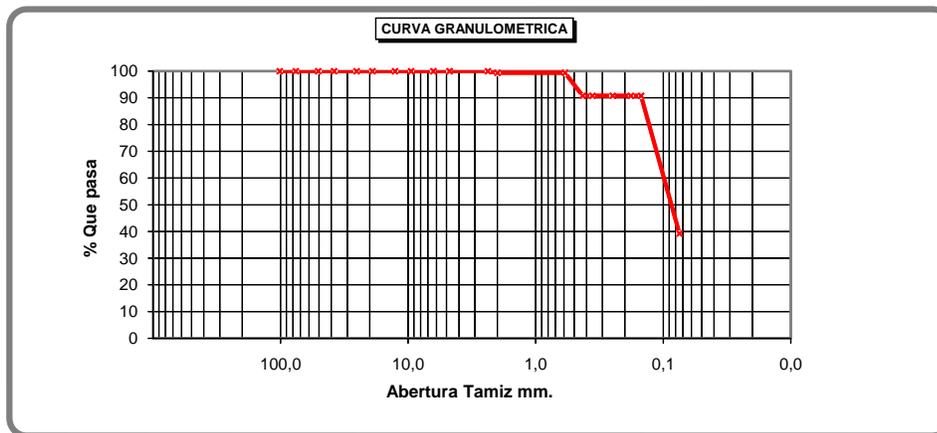
CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS _____

CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS. _____

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO. _____

C.15 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 5 (P2/M5)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M5			
COORD.: N:		957082			E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,62
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	8,58
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	51,49
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	39,30
			TOTAL					100,00		100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	1,00	0,62	0,62	99,38		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,62	99,38		
			40	0,43	13,80	8,58	9,20	90,80		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,20	90,80			
		60	0,2500	0,00	0,00	9,20	90,80			
		80	0,1800	0,00	0,00	9,20	90,80	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,20	90,80	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	82,80	51,49	60,70	39,30	ARENA %	60,70	
		TOTAL						LIMO ARCILLA %	39,30	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		160,8 (g)		0,62189						
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		160,8 (g)		0,62189						



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AASHTO: "A-4" SUELOS LIMOSOS

TERRENO DE FUNDACION REGULAR

C.16 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 6 (P2/M6)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M6			
COORD.: N:		957082			E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,75
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	8,86
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	50,09
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	40,30
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,80	0,75	0,75	99,25			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,75	99,25			
		40	0,43	9,50	8,86	9,61	90,39			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,61	90,39			
		60	0,2500	0,00	0,00	9,61	90,39			
		80	0,1800	0,00	0,00	9,61	90,39	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,61	90,39	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	53,70	50,09	59,70	40,30	ARENA %	59,70	
								LIMO ARCILLA %	40,30	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		107,2	(g)			0,93284				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		107,2	(g)			0,93284				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:
CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.
CLASIFICACION AASHTO: "A-4, A6" SUELOS LIMOSOS- ARCILLOSOS.
TERRENO DE FUNDACION: REGULAR.

C.17 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 7 (P2/M7)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M7		
COORD.:		N: 957082		E: 470749		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 15,96
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 5,05
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 14,58
			3/8"	9,51	7,60	8,73	8,73	91,27	ARENA FINA 45,12
			1/4"	6,35	3,50	4,02	12,74	87,26	LIMO ARCILLA 19,29
			4	4,76	2,80	3,21	15,96	84,04	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	15,96	84,04		
		10	2,00	4,40	5,05	21,01	78,99		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	21,01	78,99		
		40	0,43	12,70	14,58	35,59	64,41		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	35,59	64,41		
		60	0,2500	0,00	0,00	35,59	64,41		
		80	0,1800	0,00	0,00	35,59	64,41	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	35,59	64,41	GRAVA % 15,96	
		200	0,0750	39,30	45,12	80,71	19,29	ARENA % 64,75	
								LIMO ARCILLA % 19,29	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		87,1	(g)			1,14811			
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		87,1	(g)			1,14811			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.

CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.18 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 8 (P2/M8)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M8			
COORD.: N:		957082		E: 470749		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	23,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	9,15
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	13,97
			3/8"	9,51	12,80	15,02	15,02	84,98	ARENA FINA	42,25
			1/4"	6,35	4,40	5,16	20,19	79,81	LIMO ARCILLA	11,62
			4	4,76	2,40	2,82	23,00	77,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	23,00	77,00			
		10	2,00	7,80	9,15	32,16	67,84			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	32,16	67,84			
		40	0,43	11,90	13,97	46,13	53,87			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	46,13	53,87			
		60	0,2500	0,00	0,00	46,13	53,87			
		80	0,1800	0,00	0,00	46,13	53,87	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	46,13	53,87	GRAVA %	23,00	
		200	0,0750	36,00	42,25	88,38	11,62	ARENA %	65,38	
								LIMO ARCILLA %	11,62	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		85,2 (g)				1,17371				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		85,2 (g)				1,17371				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:
CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.
CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.19 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 9 (P2/M9)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROYECTO U OBRA:										
PROCEDENCIA:			ÁREA N-05-01		CALICATA:		PERFORACION: P2 /M9			
COORD.:		N: 957082		E: 470749		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1"	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,62
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	3,64
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	22,63
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	56,17
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	16,95
			4	4,76	0,70	0,62	0,62	99,38	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUES	8	2,38	0,00	0,00	0,62	99,38		
			10	2,00	4,10	3,64	4,26	95,74		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	4,26	95,74		
			40	0,43	25,50	22,63	26,89	73,11		
		FINA	50	0,3600	0,00	0,00	26,89	73,11		
			60	0,2500	0,00	0,00	26,89	73,11		
	80		0,1800	0,00	0,00	26,89	73,11	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
	100		0,1500	0,00	0,00	26,89	73,11	GRAVA %	0,62	
		200	0,0750	63,30	56,17	83,05	16,95	ARENA %	82,43	
	PESO TOTAL MUESTRA (PTM)			112,7	(g)	F ₀	0,88731	LIMO ARCILLA %	16,95	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)			112,7	(g)	F ₂	0,88731				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS "SM" ARENAS LIMOSAS

CLASIFICACION AAHSTO "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.20 Cálculo granulométrico para la perforación 2 metro 10 (P2/M10)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P2 /M10			
COORD.: N:		957082		E: 470749		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	27,69
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	3,42
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	7,17
			3/8"	9,51	10,30	16,78	16,78	83,22	ARENA FINA	40,88
			1/4"	6,35	2,10	3,42	20,20	79,80	LIMO ARCILLA	20,85
			4	4,76	4,60	7,49	27,69	72,31	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	27,69	72,31			
		10	2,00	2,10	3,42	31,11	68,89			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	31,11	68,89			
		40	0,43	4,40	7,17	38,27	61,73			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	38,27	61,73			
		60	0,2500	0,00	0,00	38,27	61,73			
		80	0,1800	0,00	0,00	38,27	61,73	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	38,27	61,73	GRAVA %	27,69	
		200	0,0750	25,10	40,88	79,15	20,85	ARENA %	51,47	
		PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		61,4	(g)			1,62866	LIMO ARCILLA %	20,85
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		61,4	(g)			1,62866				

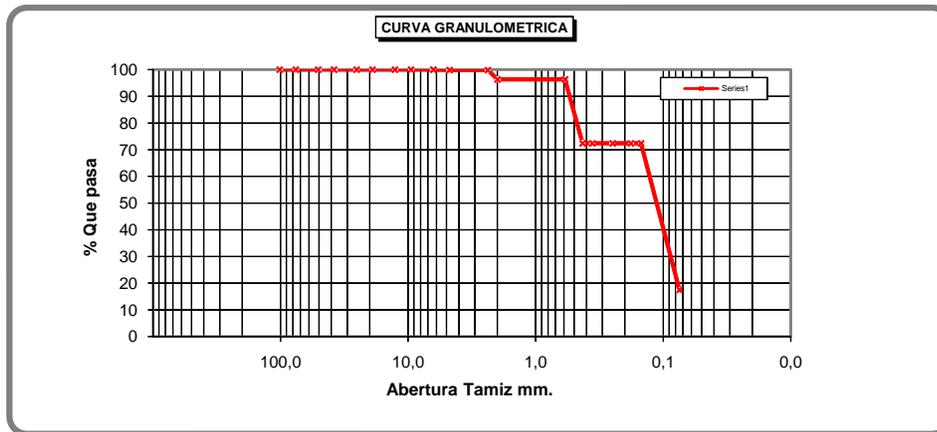
CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:
CLASIFICACION SUCS: "SM-SC" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.
CLASIFICACION AASHTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
TERRENO DE FUNDACION EXCELENTE A BUENO.

C.21 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 1 (P3/M1)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M1			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,16
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	3,50
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	23,89
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	54,93
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	17,53
			4	4,76	0,30	0,16	0,16	99,84	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,16	99,84			
		10	2,00	6,70	3,50	3,65	96,35			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	3,65	96,35			
		40	0,43	45,80	23,89	27,54	72,46			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	27,54	72,46			
		60	0,2500	0,00	0,00	27,54	72,46			
		80	0,1800	0,00	0,00	27,54	72,46	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	27,54	72,46	GRAVA %	0,16	
		200	0,0750	105,30	54,93	82,47	17,53	ARENA %	82,32	
								LIMO ARCILLA %	17,53	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		191,7	(g)			0,52165				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		191,7	(g)			0,52165				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.22 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 2 (P3/M2)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M2			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	2,92
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	22,32
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	55,84
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	18,92
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	4,20	2,92	2,92	97,08			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	2,92	97,08			
		40	0,43	32,10	22,32	25,24	74,76			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	25,24	74,76			
		60	0,2500	0,00	0,00	25,24	74,76			
		80	0,1800	0,00	0,00	25,24	74,76	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	25,24	74,76	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	80,30	55,84	81,08	18,92	ARENA %	81,08		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		143,8	(g)			0,69541	LIMO ARCILLA %	18,92		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		143,8	(g)			0,69541				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

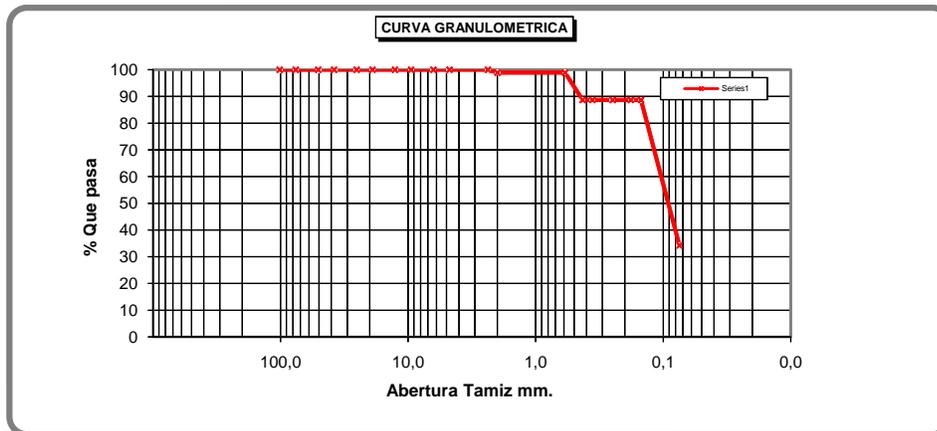
CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.23 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 3 (P3/M3)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M3			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	1,09
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,17
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	54,43
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	34,31
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	2,90	1,09	1,09	98,91		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	1,09	98,91		
			40	0,43	27,00	10,17	11,26	88,74		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	11,26	88,74			
		60	0,2500	0,00	0,00	11,26	88,74			
		80	0,1800	0,00	0,00	11,26	88,74	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	11,26	88,74	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	144,50	54,43	65,69	34,31	ARENA %	65,69	
								LIMO ARCILLA %	34,31	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		265,5	(g)			0,37665				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		265,5	(g)			0,37665				

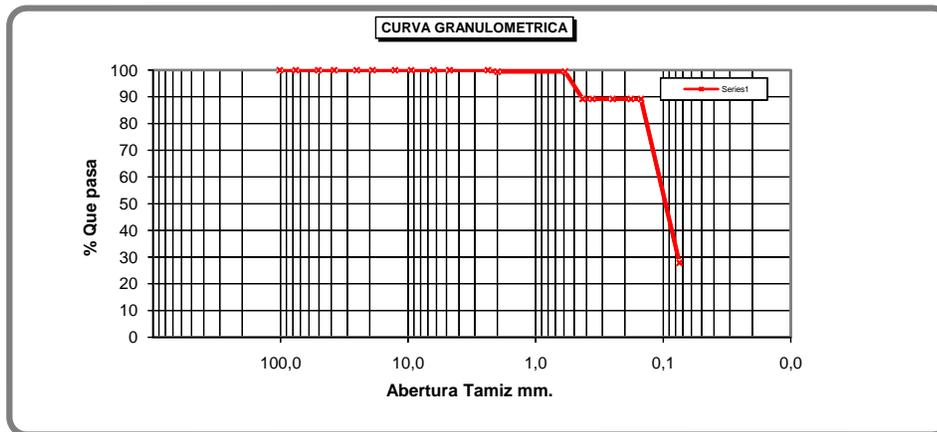


OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4, A-2-6" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION EXCELENTE A BUENO.

C.24 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 4 (P3/M4)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M4			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,56
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,20
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	61,31
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	27,93
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,40	0,56	0,56	99,44		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,56	99,44		
			40	0,43	7,30	10,20	10,75	89,25		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,75	89,25			
		60	0,2500	0,00	0,00	10,75	89,25			
		80	0,1800	0,00	0,00	10,75	89,25	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,75	89,25	GRAVA %	0,00	
200	0,0750	43,90	61,31	72,07	27,93	ARENA %	72,07			
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		71,6	(g)			1,39665	LIMO ARCILLA %	27,93		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		71,6	(g)			1,39665				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENA ARCILOSA - LIMOSA.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.25 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 5 (P3/M5)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M5			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,36
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	1,83
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	68,67
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	29,14
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,80	0,36	0,36	99,64			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,36	99,64			
		40	0,43	4,10	1,83	2,19	97,81			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	2,19	97,81			
		60	0,2500	0,00	0,00	2,19	97,81			
		80	0,1800	0,00	0,00	2,19	97,81	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	2,19	97,81	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	153,90	68,67	70,86	29,14	ARENA %	70,86	
								LIMO ARCILLA %	29,14	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		224,1	(g)			0,44623				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		224,1	(g)			0,44623				

CURVA GRANULOMETRICA

The graph plots the percentage of material passing through various sieve sizes. The x-axis represents sieve opening in millimeters on a logarithmic scale from 100.0 to 0.0. The y-axis represents the percentage of material that passes, ranging from 0 to 100. The data points from the table are plotted, showing a sharp drop at the 0.075 mm sieve size.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENA ARCILLOSA.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSA.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.26 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 6 (P3/M6)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M6			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,44
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	8,83
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	67,69
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	23,03
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	1,10	0,44	0,44	99,56		
	MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,44	99,56			
		40	0,43	21,90	8,83	9,28	90,72			
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,28	90,72			
		60	0,2500	0,00	0,00	9,28	90,72			
		80	0,1800	0,00	0,00	9,28	90,72	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,28	90,72	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	167,80	67,69	76,97	23,03	ARENA %	76,97	
								LIMO ARCILLA %	23,03	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)			247,9	(g)		0,40339				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)			247,9	(g)		0,40339				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

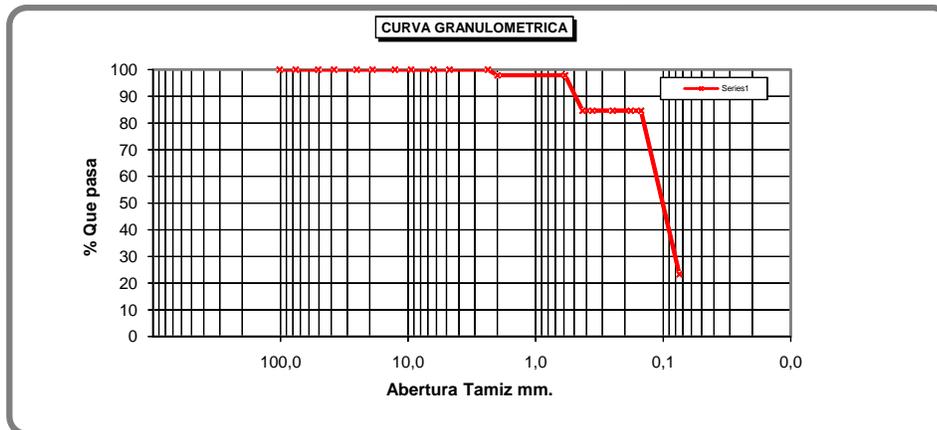
CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.27 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 7 (P3/M7)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M7		
COORD.: N:		957277		E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 2,10
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 13,25
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 61,31
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 23,34
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	2,60	2,10	2,10	97,90		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	2,10	97,90		
		40	0,43	16,40	13,25	15,35	84,65		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	15,35	84,65		
		60	0,2500	0,00	0,00	15,35	84,65		
		80	0,1800	0,00	0,00	15,35	84,65	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	15,35	84,65	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	75,90	61,31	76,66	23,34	ARENA % 76,66		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		123,8	(g)			0,80775		LIMO ARCILLA % 23,34	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		123,8	(g)			0,80775			



OBSERVACIONES:

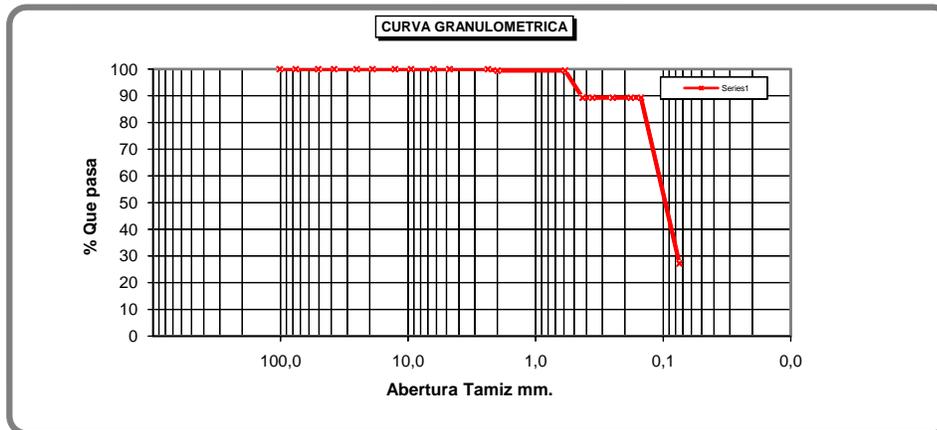
CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.28 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 8 (P3/M8)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M8		
COORD.: N:		957277		E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,53
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 10,13
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 62,04
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 27,31
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	0,70	0,53	0,53	99,47		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,53	99,47		
		40	0,43	13,50	10,13	10,65	89,35		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	10,65	89,35		
		60	0,2500	0,00	0,00	10,65	89,35		
		80	0,1800	0,00	0,00	10,65	89,35	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	10,65	89,35	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	82,70	62,04	72,69	27,31	ARENA % 72,69		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		133,3	(g)			0,75019		LIMO ARCILLA % 27,31	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		133,3	(g)			0,75019			



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENA LIMOSA - ARCILLOSA.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4", GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.29 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 9 (P3/M9)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M9			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,66
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	11,35
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	62,29
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	25,70
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	1,40	0,66	0,66	99,34			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,66	99,34			
		40	0,43	24,20	11,35	12,01	87,99			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	12,01	87,99			
		60	0,2500	0,00	0,00	12,01	87,99			
		80	0,1800	0,00	0,00	12,01	87,99	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	12,01	87,99	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	132,80	62,29	74,30	25,70	ARENA %	74,30	
								LIMO ARCILLA %	25,70	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		213,2	(g)			0,46904				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		213,2	(g)			0,46904				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

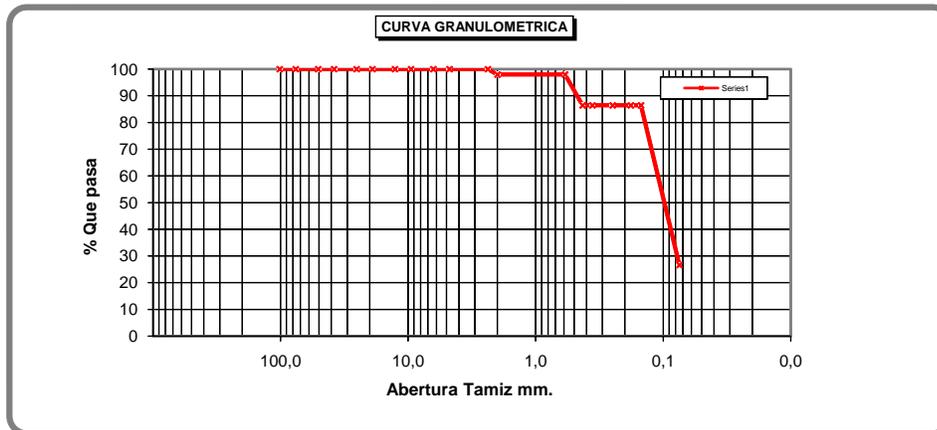
CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS _____

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS. _____

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO. _____

C.30 Cálculo granulométrico para la perforación 3 metro 10 (P3/M10)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P3 /M10			
COORD.: N:		957277			E: 470691		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	2,01
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	11,50
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	59,88
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	26,62
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	3,60	2,01	2,01	97,99			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	2,01	97,99			
		40	0,43	20,60	11,50	13,50	86,50			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	13,50	86,50			
		60	0,2500	0,00	0,00	13,50	86,50			
		80	0,1800	0,00	0,00	13,50	86,50	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	13,50	86,50	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	107,30	59,88	73,38	26,62	ARENA %	73,38		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		179,2	(g)			0,55804	LIMO ARCILLA %	26,62		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		179,2	(g)			0,55804				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENAS LIMOSAS.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION EXCELENTE A BUENO.

C.31 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 1 (P4/M1)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M1			
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,46
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	14,69
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	69,48
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	15,38
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,40	0,46	0,46	99,54			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,46	99,54			
		40	0,43	12,90	14,69	15,15	84,85			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	15,15	84,85			
		60	0,2500	0,00	0,00	15,15	84,85			
		80	0,1800	0,00	0,00	15,15	84,85	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	15,15	84,85	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	61,00	69,48	84,62	15,38	ARENA %	84,62		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		87,8	(g)			1,13895	LIMO ARCILLA %	15,38		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		87,8	(g)			1,13895				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

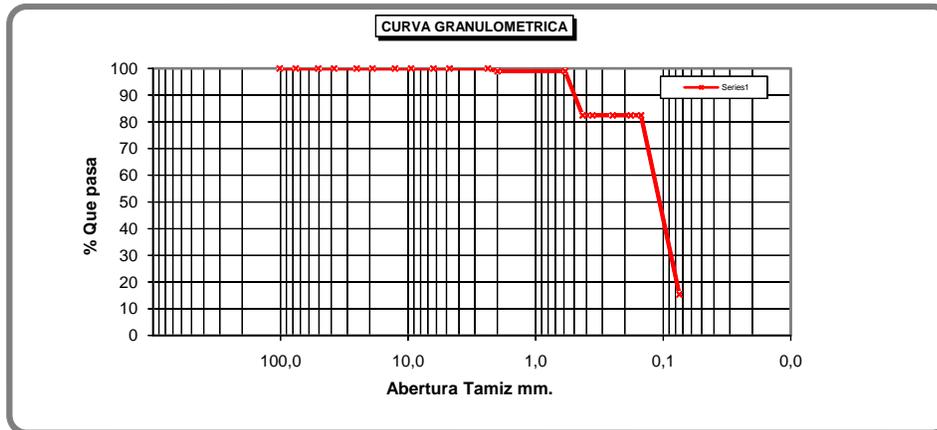
CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.32 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 2 (P4/M2)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACION: P4 /M2		
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,97
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 16,58
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 67,03
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 15,42
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	1,60	0,97	0,97	99,03		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,97	99,03		
		40	0,43	27,30	16,58	17,55	82,45		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	17,55	82,45		
		60	0,2500	0,00	0,00	17,55	82,45		
		80	0,1800	0,00	0,00	17,55	82,45	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	17,55	82,45	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	110,40	67,03	84,58	15,42	ARENA % 84,58		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		164,7	(g)			0,60716		LIMO ARCILLA % 15,42	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		164,7	(g)			0,60716			



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSAS.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.33 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 3 (P4/M3)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M3			
COORD.: N:		956603			E: 471667		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,65
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	16,59
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	65,53
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	17,23
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,80	0,65	0,65	99,35			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,65	99,35			
		40	0,43	20,50	16,59	17,23	82,77			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	17,23	82,77			
		60	0,2500	0,00	0,00	17,23	82,77			
		80	0,1800	0,00	0,00	17,23	82,77	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	17,23	82,77	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	81,00	65,53	82,77	17,23	ARENA %	82,77		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		123,6	(g)			0,80906	LIMO ARCILLA %	17,23		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		123,6	(g)			0,80906				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM" ARENAS LIMOSA.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.34 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 4 (P4/M4)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M4		
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 0,66
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 8,38
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 65,03
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 25,93
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	0,50	0,66	0,66	99,34		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,66	99,34		
		40	0,43	6,30	8,38	9,04	90,96		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	9,04	90,96		
		60	0,2500	0,00	0,00	9,04	90,96		
		80	0,1800	0,00	0,00	9,04	90,96	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	9,04	90,96	GRAVA % 0,00	
	200	0,0750	48,90	65,03	74,07	25,93	ARENA % 74,07		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		75,2	(g)			1,32979		LIMO ARCILLA % 25,93	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		75,2	(g)			1,32979			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

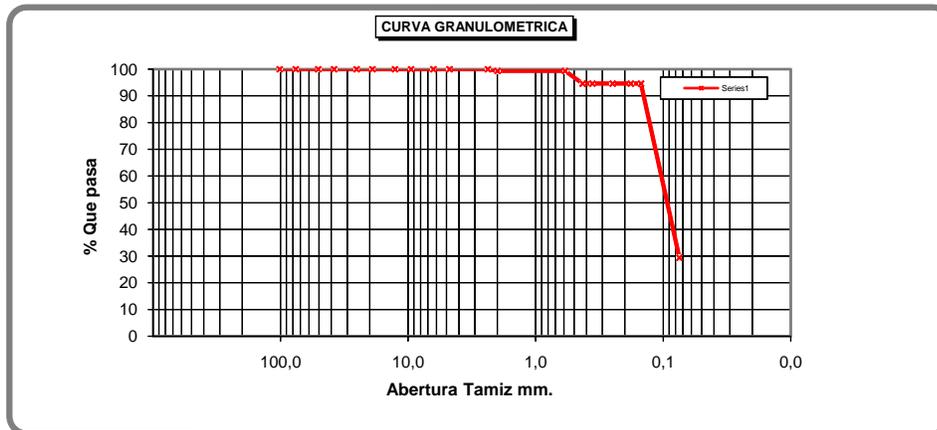
CLASIFICACION SUCS: "SC-SM" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.35 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 5 (P4/M5)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M5			
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,60
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	4,79
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	65,11
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	29,49
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,90	0,60	0,60	99,40			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,60	99,40			
		40	0,43	7,20	4,79	5,39	94,61			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	5,39	94,61			
		60	0,2500	0,00	0,00	5,39	94,61			
		80	0,1800	0,00	0,00	5,39	94,61	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	5,39	94,61	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	97,80	65,11	70,51	29,49	ARENA %	70,51	
		PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		150,2	(g)			0,66578	LIMO ARCILLA %	29,49
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		150,2	(g)			0,66578				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENA ARCILLOSA.
 CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.
 TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO.

C.36 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 6 (P4/M6)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M6			
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,60
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	19,95
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	53,72
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	25,73
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	1,30	0,60	0,60	99,40			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,60	99,40			
		40	0,43	43,20	19,95	20,55	79,45			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	20,55	79,45			
		60	0,2500	0,00	0,00	20,55	79,45			
		80	0,1800	0,00	0,00	20,55	79,45	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	20,55	79,45	GRAVA %	0,00	
		200	0,0750	116,30	53,72	74,27	25,73	ARENA %	74,27	
								LIMO ARCILLA %	25,73	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		216,5 (g)				0,46189				
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		216,5 (g)				0,46189				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

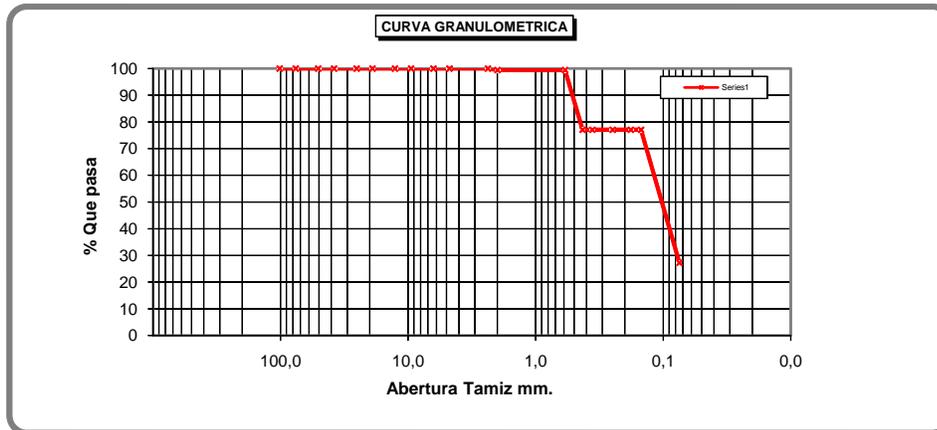
CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELNTE A BUENO

C.37 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 7 (P4/M7)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M7			
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,48
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	22,40
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	49,88
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	27,24
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00			
		10	2,00	0,40	0,48	0,48	99,52			
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,48	99,52			
		40	0,43	18,50	22,40	22,88	77,12			
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	22,88	77,12			
		60	0,2500	0,00	0,00	22,88	77,12			
		80	0,1800	0,00	0,00	22,88	77,12	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	22,88	77,12	GRAVA %	0,00	
	200	0,0750	41,20	49,88	72,76	27,24	ARENA %	72,76		
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		82,6 (g)				1,21065		LIMO ARCILLA %	27,24	
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		82,6 (g)				1,21065				



OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SM-SC" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.38 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 8 (P4/M8)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84								
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M8			
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN				
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES		
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00			
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00			
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS	0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA	0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA	0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA	0,63
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA	10,72
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA	61,53
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA	27,12
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL	100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA	GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
			10	2,00	0,90	0,63	0,63	99,37		
		MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	0,63	99,37		
			40	0,43	15,30	10,72	11,35	88,65		
	FINA	50	0,3600	0,00	0,00	11,35	88,65			
		60	0,2500	0,00	0,00	11,35	88,65			
		80	0,1800	0,00	0,00	11,35	88,65	PIEDRAS O CANTOS %	0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	11,35	88,65	GRAVA %	0,00	
200	0,0750	87,80	61,53	72,88	27,12	ARENA %	72,88			
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		142,7	(g)			0,70077	LIMO ARCILLA %	27,12		
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		142,7	(g)			0,70077				

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

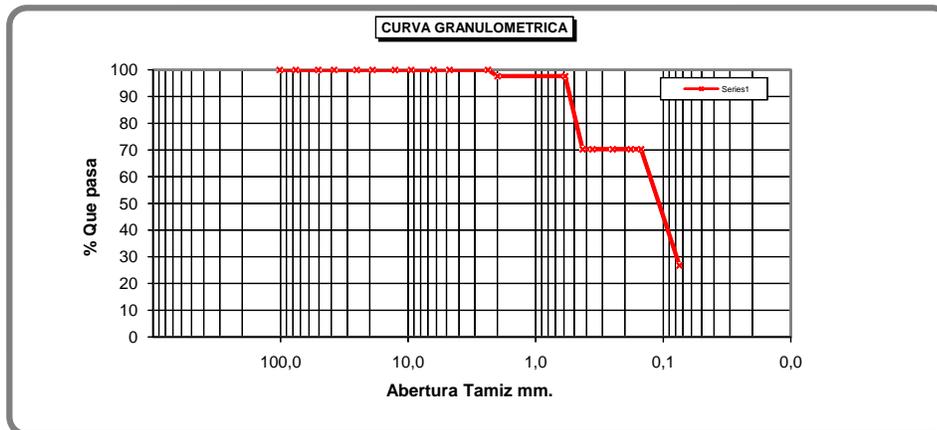
CLASIFICACION SUCS: "SM-SC" ARENAS LIMOSAS - ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO "A-2-4", GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENO DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

C.39 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 9 (P4/M9)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M9		
COORD.: N:		956603		E: 471667		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 2,29
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 27,35
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 43,51
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 26,84
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	1,80	2,29	2,29	97,71		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	2,29	97,71		
		40	0,43	21,50	27,35	29,64	70,36		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	29,64	70,36		
		60	0,2500	0,00	0,00	29,64	70,36		
		80	0,1800	0,00	0,00	29,64	70,36	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	29,64	70,36	GRAVA % 0,00	
		200	0,0750	34,20	43,51	73,16	26,84	ARENA % 73,16	
									LIMO ARCILLA % 26,84
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		78,6	(g)			1,27226			
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		78,6	(g)			1,27226			



C.40 Cálculo granulométrico para la perforación 4 metro 10 (P4/M10)

		ENSAYO DE GRANULOMETRIA ASTM C-136-84							
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01			CALICATA:		PERFORACIÓN: P4 /M10		
COORD.:		N: 956603		E: 471667		DATUM: REGVEN			
		TAMIZ No. (US)	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (g)	% RETEN. (%)	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	RESULTADOS FINALES	
TAMIZADO USANDO EL PTM	PIEDRA O CANTO	4"	102,00	0,00	0,00	0,00	100,00		
		3"	76,30	0,00	0,00	0,00	100,00		
	GRAVA	GRUESA	2"	50,80	0,00	0,00	0,00	100,00	PIEDRAS O CANTOS 0,00
			1 1/2"	38,10	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA GRUESA 0,00
			1 "	25,40	0,00	0,00	0,00	100,00	GRAVA FINA 0,00
			3/4"	19,10	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA GRUESA 2,00
		FINA	1/2"	12,70	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA MEDIA 15,97
			3/8"	9,51	0,00	0,00	0,00	100,00	ARENA FINA 56,02
			1/4"	6,35	0,00	0,00	0,00	100,00	LIMO ARCILLA 26,02
			4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	TOTAL 100
TAMIZADO USANDO EL PFF	ARENA GRUESA	8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00		
		10	2,00	2,80	2,00	2,00	98,00		
	ARENA MEDIA	30	0,59	0,00	0,00	2,00	98,00		
		40	0,43	22,40	15,97	17,96	82,04		
	ARENA FINA	50	0,3600	0,00	0,00	17,96	82,04		
		60	0,2500	0,00	0,00	17,96	82,04		
		80	0,1800	0,00	0,00	17,96	82,04	PIEDRAS O CANTOS % 0,00	
		100	0,1500	0,00	0,00	17,96	82,04	GRAVA % 0,00	
		200	0,0750	78,60	56,02	73,98	26,02	ARENA % 73,98	
								LIMO ARCILLA % 26,02	
PESO TOTAL MUESTRA (PTM)		140,3	(g)			0,71276			
PESO DE LA FRACCION FINA (PFF)		140,3	(g)			0,71276			

CURVA GRANULOMETRICA

Abertura Tamiz mm.

OBSERVACIONES:

CLASIFICACION SUCS: "SC" ARENAS ARCILLOSAS.

CLASIFICACION AAHSTO: "A-2-4" GRAVAS Y ARENAS LIMOSAS.

TERRENOS DE FUNDACION: EXCELENTE A BUENO

APÉNDICE D
CÁLCULOS DE LÍMITES DE CONCISTENCIAS

D.1 Limites de consistencias perforación 1 (P1)

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM-D-4318												
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01						CALICATA:		PERFORACION: P1				
COORDENADAS UTM: N: 956986 E: 470600						DATUM: REGVEN						
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS. + S. HUM. (g)	P. CAPS. + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S. SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES	
M-1		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-4		19	100	37,50	62,10	58,70	3,40	21,20	16,04	15,52	L.L %	15,65
		26	107	37,40	65,40	61,60	3,80	24,20	15,70	15,78	L.P %	12,90
		L.P.	3	22,40	32,90	31,70	1,20	9,30	12,90			I.P %
M-5		22	98	37,40	59,60	56,30	3,30	18,90	17,46	17,19	L.L %	16,65
		25	104	37,50	61,30	58,00	3,30	20,50	16,10	16,10	L.P %	13,45
		L.P.	2	22,30	35,80	34,20	1,60	11,90	13,45			I.P %
M-6		20	107	37,20	56,20	52,20	3,30	14,70	22,50	22,03	L.L %	21,50
		28	101	37,40	53,20	50,00	2,60	12,30	21,10	21,30	L.P %	17,90
		L.P.	8	22,40	30,50	29,20	1,20	6,70	17,90			I.P %
M-7		23	96	37,20	62,00	56,90	5,10	19,70	25,89	25,63	L.L %	25,10
		25	93	37,30	59,10	54,80	4,30	17,50	24,57	24,57	L.P %	17,65
		L.P.	10	22,50	34,50	32,70	1,80	10,20	17,65			I.P %
M-8		21	98	37,30	54,10	51,10	3,00	13,80	21,74	21,29	L.L %	20,88
		26	107	37,40	63,40	59,00	4,40	21,60	20,37	20,47	L.P %	15,60
		L.P.	5	22,20	34,80	33,10	1,70	10,90	15,60			I.P %
M-9		24	100	37,40	59,00	54,40	4,60	17,00	27,06	26,93	L.L %	26,72
		28	92	37,20	53,60	50,20	3,40	13,00	26,15	26,51	L.P %	19,64
		L.P.	13	22,40	29,10	28,00	1,10	5,60	19,64			I.P %
M-10		22	90	37,30	60,60	55,60	5,00	18,30	27,32	26,91	L.L %	26,98
		26	102	37,40	60,50	55,60	4,90	18,20	26,92	27,05	L.P %	19,74
		L.P.	3	22,40	31,50	30,00	1,50	7,60	19,74			I.P %
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA						
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W				
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P				
,	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO				
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO				
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD				

D.2 Límites de consistencias perforación 2 (P2)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01						CALICATA: PERFORACION: P2							
COORDENADAS UTM: N: 957082 E: 470749						DATUM: REGVEN							
MUESTRA N°	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. N°	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-2		20	102	37,40	59,50	55,90	3,60	18,50	19,46	18,95	L.L %	19,03	
		27	95	37,40	60,00	56,40	3,60	19,00	18,95	19,12	L.P %	14,81	
		L.P.	2	22,40	31,70	30,50	1,20	8,10	14,81		I.P %	4,22	
M-3		22	100	37,30	61,30	55,90	5,40	18,60	29,03	28,59	L.L %	28,37	
		28	101	37,40	55,80	51,80	4,00	14,40	27,78	28,16	L.P %	17,78	
		L.P.	10	22,30	32,90	31,30	1,60	9,00	17,78		I.P %	10,60	
M-4		18	97	37,30	60,00	55,30	4,70	18,00	26,11	25,10	L.L %	25,56	
		25	104	37,40	55,80	52,00	3,80	14,60	26,03	26,03	L.P %	16,54	
		L.P.	5	22,20	37,70	35,50	2,20	13,30	16,54		I.P %	9,02	
M-5		23	108	37,40	67,00	60,10	6,90	22,70	30,40	30,09	L.L %	29,76	
		29	106	37,20	59,50	54,50	5,00	17,30	28,90	29,42	L.P %	20,00	
		L.P.	12	22,30	32,50	30,80	1,70	8,50	20,00		I.P %	9,76	
M-6		21	98	37,40	57,60	52,70	4,90	15,30	32,03	31,36	L.L %	31,77	
		29	91	37,40	55,30	51,00	4,30	13,60	31,62	32,19	L.P %	21,05	
		L.P.	7	22,40	29,30	28,10	1,20	5,70	21,05		I.P %	10,72	
M-7		23	100	37,30	55,00	52,40	2,60	15,10	17,22	17,05	L.L %	16,86	
		25	96	37,30	55,50	52,90	2,60	15,60	16,67	16,67	L.P %	12,94	
		L.P.	9	22,50	32,10	31,00	1,10	8,50	12,94		I.P %	3,92	
M-8		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-9		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-10		24	108	37,40	65,90	61,40	4,50	24,00	18,75	18,66	L.L %	18,46	
		26	97	37,20	58,00	54,80	3,20	17,60	18,18	18,27	L.P %	13,82	
		L.P.	3	22,40	36,40	34,70	1,70	12,30	13,82		I.P %	4,64	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}								LEYENDA					
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
,	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.3 Límites de consistencias perforación 3 (P3)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01						CALICATA:		PERFORACION:		P3			
COORDENADAS UTM: N: 957277						E: 470691		DATUM:		REGVEN			
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-2		20	92	37,20	60,80	57,40	3,40	20,20	16,83	16,39	L.L %	15,89	
		25	103	37,40	56,90	54,30	2,60	16,90	15,38	15,38	L.P %	13,33	
		L.P.										I.P %	2,55
M-3		19	108	37,40	58,40	53,60	4,80	16,20	29,63	28,67	L.L %	28,82	
		28	100	37,40	65,30	59,10	6,20	21,70	28,57	28,96	L.P %	18,40	
		L.P.										I.P %	10,42
M-4		23	90	37,40	59,20	55,30	3,90	17,90	21,79	21,57	L.L %	21,07	
		26	95	37,30	63,20	58,80	4,40	21,50	20,47	20,56	L.P %	15,63	
		L.P.										I.P %	5,44
M-5		22	106	37,30	65,00	59,70	5,30	22,40	23,66	23,30	L.L %	23,20	
		29	102	37,40	57,40	53,70	3,70	16,30	22,70	23,11	L.P %	15,05	
		L.P.										I.P %	8,15
M-6		22	105	37,40	67,90	63,60	4,30	26,20	16,41	16,16	L.L %	8,08	
		26	107	37,40	58,00	58,00	0,00	20,60	0,00	0,00	L.P %	0,00	
		L.P.										I.P %	8,08
M-7		20	91	37,50	61,70	58,10	3,60	20,60	17,48	17,01	L.L %	16,59	
		25	95	37,50	64,80	61,00	3,80	23,50	16,17	16,17	L.P %	12,10	
		L.P.										I.P %	4,50
M-8		21	109	37,40	58,40	54,60	3,80	17,20	22,09	21,64	L.L %	21,92	
		29	100	37,40	60,30	56,20	4,10	18,80	21,81	22,20	L.P %	15,28	
		L.P.										I.P %	6,64
M-9		24	90	37,40	53,90	51,00	2,90	13,60	21,32	21,22	L.L %	21,04	
		26	101	37,40	65,90	61,00	4,90	23,60	20,76	20,86	L.P %	15,25	
		L.P.										I.P %	5,79
M-10		20	102	37,30	61,10	57,00	4,10	19,70	20,81	20,26	L.L %	19,74	
		27	110	37,50	57,50	54,30	3,20	16,80	19,05	19,22	L.P %	13,85	
		L.P.										I.P %	5,90
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.						
20	0,974		24	0,995		28	1,014		L.L = (N/25) ^{0,12} x W				
21	0,974		25	1,000		29	1,018		I.P = L.L-L.P				
22	0,985		26	1,005		30	1,022		L.L = LIMITE LIQUIDO				
23	0,990		27	1,009					L.P = LIMITE PLASTICO				
									I.P = INDICE DE PLASTICIDAD				

D.4 Límites de consistencias perforación 4 (P4)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01						CALICATA:		PERFORACION: P4					
COORDENADAS UTM: N: 956603						E: 471667		DATUM: REGVEN					
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-4		20	103	37,40	62,90	58,70	4,20	21,30	19,72	19,20	L.L %	18,73	
		27	101	37,50	59,70	56,30	3,40	18,80	18,09	18,25	L.P %	13,75	
		L.P.	1	22,40	31,50	30,40	1,10	8,00	13,75		I.P %	4,98	
M-5		23	92	37,40	67,40	61,50	5,90	24,10	24,48	24,24	L.L %	24,24	
		29	96	37,40	63,40	58,40	5,00	21,00	23,81	24,24	L.P %	16,67	
		L.P.	14	22,40	28,70	27,80	0,90	5,40	16,67		I.P %	7,57	
M-6		24	90	37,30	61,00	57,00	4,00	19,70	20,30	20,21	L.L %	19,63	
		26	98	37,40	67,50	62,70	4,80	25,30	18,97	19,06	L.P %	14,41	
		L.P.	4	22,20	34,90	33,30	1,60	11,10	14,41		I.P %	5,22	
M-7		21	108	37,20	63,30	58,50	4,80	21,30	22,54	22,07	L.L %	22,08	
		29	104	37,20	65,80	60,70	5,10	23,50	21,70	22,09	L.P %	15,09	
		L.P.	12	22,30	34,50	32,90	1,60	10,60	15,09		I.P %	6,99	
M-8		23	95	37,40	58,50	54,80	3,70	17,40	21,26	21,05	L.L %	20,81	
		26	109	37,40	62,70	58,40	4,30	21,00	20,48	20,57	L.P %	14,06	
		L.P.	7	22,40	29,70	28,80	0,90	6,40	14,06		I.P %	6,75	
M-9		20	102	37,50	68,40	63,00	5,40	25,50	21,18	20,62	L.L %	19,99	
		25	105	37,40	59,60	56,00	3,60	18,60	19,35	19,35	L.P %	13,16	
		L.P.	1	22,40	35,30	33,80	1,50	11,40	13,16		I.P %	6,83	
M-10		22	93	37,30	64,60	60,00	4,60	22,70	20,26	19,96	L.L %	19,53	
		28	99	37,50	62,10	58,20	3,90	20,70	18,84	19,10	L.P %	12,33	
		L.P.	8	22,30	30,50	29,60	0,90	7,30	12,33		I.P %	7,20	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.5 Límites de consistencias perforación 5 (P5)

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM-D-4318												
PROCEDENCIA: ÁREA N-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P5			
COORDENADAS UTM: N: 956952						E: 473753			DATUM: REGVEN			
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES	
M-1		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-4		19	91	37,30	58,70	55,00	3,70	17,70	20,90	20,23	L.L %	19,78
		25	90	37,50	55,40	52,50	2,90	15,00	19,33	19,33	L.P %	14,29
		L.P.	2	22,50	28,90	28,10	0,80	5,60	14,29		I.P %	5,49
M-5		21	119	37,30	60,50	56,60	3,90	19,30	20,21	19,79	L.L %	19,67
		27	100	37,40	63,90	59,60	4,30	22,20	19,37	19,55	L.P %	14,29
		L.P.	12	22,30	32,70	31,40	1,30	9,10	14,29		I.P %	5,38
M-6		20	103	37,40	66,40	61,70	3,30	14,70	22,50	21,91	L.L %	21,50
		25	107	37,40	61,30	57,60	2,60	12,30	21,10	21,10	L.P %	17,90
		L.P.	5	22,40	35,90	34,20	1,20	6,70	17,90		I.P %	3,60
M-7		23	108	37,30	61,10	56,90	4,20	19,60	21,43	21,22	L.L %	20,70
		27	109	37,40	65,00	60,40	4,60	23,00	20,00	20,19	L.P %	13,70
		L.P.	1	22,40	30,70	29,70	1,00	7,30	13,70		I.P %	7,00
M-8		21	92	37,40	57,60	53,80	3,80	16,40	23,17	22,69	L.L %	22,83
		26	102	37,40	64,80	59,70	5,10	22,30	22,87	22,98	L.P %	15,69
		L.P.	11	22,40	34,20	32,60	1,60	10,20	15,69		I.P %	7,15
M-9		24	100	37,50	68,60	63,00	5,60	25,50	21,96	21,85	L.L %	21,54
		27	94	37,30	60,90	56,80	4,10	19,50	21,03	21,22	L.P %	15,87
		L.P.	9	22,40	29,70	28,70	1,00	6,30	15,87		I.P %	5,66
M-10		21	96	37,40	59,90	55,20	4,70	17,80	26,40	25,86	L.L %	26,01
		28	90	37,50	64,80	59,20	5,60	21,70	25,81	26,16	L.P %	17,31
		L.P.	12	22,50	34,70	32,90	1,80	10,40	17,31		I.P %	8,70
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA						
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W				
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P				
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO				
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO				
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD				

D.6 Límites de consistencias perforación 6 (P6)

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA:		ÁREA N-06-01					CALICATA:		PERFORACION:				P6
COORDENADAS UTM:		N: 957017			E: 473753			DATUM:		REGVEN			
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		20	90	37,40	64,20	59,80	4,40	22,40	19,64	19,12	L.L %	18,99	
		25	98	37,50	58,30	55,00	3,30	17,50	18,86	18,86	L.P %	14,55	
		L.P.	6	22,40	28,70	27,90	0,80	5,50	14,55		I.P %	4,45	
M-2		22	101	37,40	67,50	61,80	5,70	24,40	23,36	23,01	L.L %	22,81	
		29	91	37,40	63,80	59,00	4,80	21,60	22,22	22,62	L.P %	13,95	
		L.P.	2	22,40	32,20	31,00	1,20	8,60	13,95		I.P %	8,86	
M-3		23	104	37,30	61,50	57,00	4,50	19,70	22,84	22,62	L.L %	22,22	
		27	100	37,30	59,80	55,80	4,00	18,50	21,62	21,82	L.P %	15,52	
		L.P.	8	22,40	35,80	34,00	1,80	11,60	15,52		I.P %	6,70	
M-4		22	109	37,50	67,80	62,50	5,30	25,00	21,20	20,88	L.L %	20,66	
		25	110	37,40	65,10	60,40	4,70	23,00	20,43	20,43	L.P %	15,56	
		L.P.	14	22,30	32,70	31,30	1,40	9,00	15,56		I.P %	5,10	
M-5		24	93	37,40	56,70	52,70	4,00	15,30	26,14	26,02	L.L %	26,00	
		30	96	37,40	66,50	60,60	5,90	23,20	25,43	25,99	L.P %	17,36	
		L.P.	5	22,20	36,40	34,30	2,10	12,10	17,36		I.P %	8,65	
M-6		20	112	37,40	60,80	56,90	3,90	19,50	20,00	19,47	L.L %	19,69	
		25	115	37,40	63,30	59,00	4,30	21,60	19,91	19,91	L.P %	15,00	
		L.P.	14	22,40	31,60	30,40	1,20	8,00	15,00		I.P %	4,69	
M-7		23	97	37,40	67,90	62,40	5,50	25,00	22,00	21,78	L.L %	21,75	
		27	90	37,40	64,50	59,70	4,80	22,30	21,52	21,72	L.P %	14,29	
		L.P.	6	22,40	32,80	31,50	1,30	9,10	14,29		I.P %	7,47	
M-8		24	101	37,20	63,30	58,00	5,30	20,80	25,48	25,36	L.L %	25,05	
		29	107	37,40	68,60	62,50	6,10	25,10	24,30	24,74	L.P %	16,52	
		L.P.	8	22,30	35,70	33,80	1,90	11,50	16,52		I.P %	8,53	
M-9		22	93	37,40	57,80	53,80	4,00	16,40	24,39	24,02	L.L %	23,99	
		26	102	37,40	64,40	59,20	5,20	21,80	23,85	23,97	L.P %	16,42	
		L.P.	4	22,50	30,30	29,20	1,10	6,70	16,42		I.P %	7,57	
M-10		21	94	37,40	63,60	59,00	4,60	21,60	21,30	20,86	L.L %	20,77	
		25	91	37,40	65,40	60,60	4,80	23,20	20,69	20,69	L.P %	14,81	
		L.P.	9	22,40	34,80	33,20	1,60	10,80	14,81		I.P %	5,96	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}								LEYENDA					
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.7 Límites de consistencias perforación 7 (P7)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA N-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P7				
COORDENADAS UTM: N: 957082						E: 473753			DATUM: REGVEN				
MUESTRA N°	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. N°	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-2		21	100	37,40	66,50	62,20	4,30	24,80	17,34	16,98	L.L %	16,73	
		25	92	37,50	67,20	63,00	4,20	25,50	16,47	16,47	L.P %	13,29	
		L.P.	10	22,40	38,60	36,70	1,90	14,30	13,29		I.P %	3,44	
M-3		23	94	37,40	62,80	57,70	5,10	20,30	25,12	24,87	L.L %	24,72	
		28	90	37,40	57,90	53,90	4,00	16,50	24,24	24,57	L.P %	18,52	
		L.P.	2	22,40	32,00	30,50	1,50	8,10	18,52		I.P %	6,21	
M-4		23	97	37,30	60,80	56,30	4,50	19,00	23,68	23,45	L.L %	23,36	
		26	109	37,40	57,60	53,80	3,80	16,40	23,17	23,28	L.P %	18,10	
		L.P.	11	22,40	34,80	32,90	1,90	10,50	18,10		I.P %	5,27	
M-5		22	103	37,40	59,70	54,90	4,80	17,50	27,43	27,01	L.L %	13,51	
		28	107	37,20	65,50	65,50	0,00	28,30	0,00	0,00	L.P %	19,12	
		L.P.	1	22,20	30,30	29,00	1,30	6,80	19,12		I.P %	-5,61	
M-6		24	98	37,40	66,90	61,00	5,90	23,60	25,00	24,88	L.L %	24,85	
		30	110	37,20	54,60	51,20	3,40	14,00	24,29	24,82	L.P %	16,22	
		L.P.	13	22,40	31,00	29,80	1,20	7,40	16,22		I.P %	8,63	
M-7		20	93	37,40	59,70	55,50	4,20	18,10	23,20	22,59	L.L %	22,40	
		27	102	37,50	63,00	58,40	4,60	20,90	22,01	22,21	L.P %	15,63	
		L.P.	7	22,30	29,70	28,70	1,00	6,40	15,63		I.P %	6,78	
M-8		19	106	37,40	63,90	59,80	4,10	22,40	18,30	17,71	L.L %	17,48	
		25	95	37,40	57,80	54,80	3,00	17,40	17,24	17,24	L.P %	14,06	
		L.P.	8	22,50	29,80	28,90	0,90	6,40	14,06		I.P %	3,41	
M-9		21	98	37,40	65,80	61,00	4,80	23,60	20,34	19,92	L.L %	19,80	
		26	100	37,40	60,60	56,80	3,80	19,40	19,59	19,68	L.P %	16,04	
		L.P.	3	22,40	34,70	33,00	1,70	10,60	16,04		I.P %	3,76	
M-10		NO LL / LP										L.L %	0,00
												L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.8 Límites de consistencias perforación 8 (P8)

LÍMITES DE CONSISTENCIA												
ASTM-D-4318												
PROCEDENCIA: ÁREA N-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P8			
COORDENADAS UTM: N: 957147						E: 473753			DATUM: REGVEN			
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES	
M-1		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP									L.L %	0,00
		L.P.									L.P %	0,00
											I.P %	0,00
M-4		20	103	37,40	62,90	58,70	4,20	21,30	19,72	19,20	L.L %	18,73
		27	101	37,50	59,70	56,30	3,40	18,80	18,09	18,25	L.P %	13,75
		L.P.	1	22,40	31,50	30,40	1,10	8,00	13,75		I.P %	4,98
M-5		23	92	37,40	67,40	61,50	5,90	24,10	24,48	24,24	L.L %	24,24
		29	96	37,40	63,40	58,40	5,00	21,00	23,81	24,24	L.P %	16,67
		L.P.	14	22,40	28,70	27,80	0,90	5,40	16,67		I.P %	7,57
M-6		24	90	37,30	61,00	57,00	4,00	19,70	20,30	20,21	L.L %	19,63
		26	98	37,40	67,50	62,70	4,80	25,30	18,97	19,06	L.P %	14,41
		L.P.	4	22,20	34,90	33,30	1,60	11,10	14,41		I.P %	5,22
M-7		21	108	37,20	63,30	58,50	4,80	21,30	22,54	22,07	L.L %	22,08
		29	104	37,20	65,80	60,70	5,10	23,50	21,70	22,09	L.P %	15,09
		L.P.	12	22,30	34,50	32,90	1,60	10,60	15,09		I.P %	6,99
M-8		23	95	37,40	58,50	54,80	3,70	17,40	21,26	21,05	L.L %	20,81
		26	109	37,40	62,70	58,40	4,30	21,00	20,48	20,57	L.P %	14,06
		L.P.	7	22,40	29,70	28,80	0,90	6,40	14,06		I.P %	6,75
M-9		20	102	37,50	68,40	63,00	5,40	25,50	21,18	20,62	L.L %	19,99
		25	105	37,40	59,60	56,00	3,60	18,60	19,35	19,35	L.P %	13,16
		L.P.	1	22,40	35,30	33,80	1,50	11,40	13,16		I.P %	6,83
M-10		22	93	37,30	64,60	60,00	4,60	22,70	20,26	19,96	L.L %	19,53
		28	99	37,50	62,10	58,20	3,90	20,70	18,84	19,10	L.P %	12,33
		L.P.	8	22,30	30,50	29,60	0,90	7,30	12,33		I.P %	7,20
VALORES DE $(N/25)^{0,12}$						LEYENDA						
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = $(N/25)^{0,12} \times W$				
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P				
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO				
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO				
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD				

D.9Límites de consistencias perforación 9 (P9)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA Q-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P9				
COORDENADAS UTM: N: 962839						E: 474919			DATUM: REGVEN				
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-4		20	109	37,30	58,30	54,30	4,00	17,00	23,53	22,91	L.L %	22,88	
		25	100	37,30	63,10	58,30	4,80	21,00	22,86	22,86	L.P %	20,55	
		L.P.	7	22,40	31,20	29,70	1,50	7,30	20,55		I.P %	2,33	
M-5		23	90	37,40	62,40	56,70	5,70	19,30	29,53	29,24	L.L %	28,84	
		28	104	37,40	65,70	59,50	6,20	22,10	28,05	28,44	L.P %	23,76	
		L.P.	10	22,40	34,90	32,50	2,40	10,10	23,76		I.P %	5,08	
M-6		21	103	37,40	67,90	61,10	6,80	23,70	28,69	28,10	L.L %	27,66	
		25	97	37,40	57,50	53,20	4,30	15,80	27,22	27,22	L.P %	24,00	
		L.P.	12	22,50	28,70	27,50	1,20	5,00	24,00		I.P %	3,66	
M-7		22	90	37,40	63,40	58,40	5,00	21,00	23,81	23,45	L.L %	22,51	
		25	95	37,40	60,50	56,40	4,10	19,00	21,58	21,58	L.P %	19,32	
		L.P.	13	22,40	32,90	31,20	1,70	8,80	19,32		I.P %	3,19	
M-8		20	102	37,50	59,40	54,90	4,50	17,40	25,86	25,18	L.L %	25,03	
		27	99	37,50	63,80	58,60	5,20	21,10	24,64	24,87	L.P %	20,00	
		L.P.	8	22,20	34,20	32,20	2,00	10,00	20,00		I.P %	5,03	
M-9		24	91	37,40	68,60	61,50	7,10	24,10	29,46	29,32	L.L %	28,80	
		29	105	37,40	58,10	53,60	4,50	16,20	27,78	28,28	L.P %	20,90	
		L.P.	2	22,30	30,40	29,00	1,40	6,70	20,90		I.P %	7,90	
M-10		20	93	37,40	57,40	53,20	4,20	15,80	26,58	25,88	L.L %	25,63	
		26	108	37,40	61,70	56,80	4,90	19,40	25,26	25,38	L.P %	20,56	
		L.P.	10	22,40	35,30	33,10	2,20	10,70	20,56		I.P %	5,07	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.10Límites de consistencias perforación 10 (P10)

LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM-D-4318												
PROCEDENCIA:		ÁREA Q-06-01						CALICATA:		PERFORACION:		P10
COORDENADAS UTM:		N: 962774			E: 474919			DATUM:		REGVEN		
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES	
M-1		22	109	37,30	58,70	54,70	4,00	17,40	22,99	22,64	L.L %	22,03
		25	106	37,40	62,90	58,40	4,50	21,00	21,43	21,43	L.P %	19,48
		L.P.	5	22,40	31,60	30,10	1,50	7,70	19,48		I.P %	2,55
M-2											L.L %	0,00
			NO LL / LP								L.P %	0,00
		L.P.									I.P %	0,00
M-3		21	94	37,40	63,20	58,40	4,80	21,00	22,86	22,38	L.L %	22,12
		26	107	37,40	66,50	61,30	5,20	23,90	21,76	21,86	L.P %	19,64
		L.P.	10	22,20	28,90	27,80	1,10	5,60	19,64		I.P %	2,48
M-4		20	103	37,40	60,70	56,30	4,40	18,90	23,28	22,67	L.L %	22,51
		25	90	37,40	59,30	55,30	4,00	17,90	22,35	22,35	L.P %	19,23
		L.P.	2	22,40	34,80	32,80	2,00	10,40	19,23		I.P %	3,28
M-5		24	91	37,40	65,20	59,00	6,20	21,60	28,70	28,56	L.L %	28,16
		29	102	37,30	59,70	54,90	4,80	17,60	27,27	27,76	L.P %	22,03
		L.P.	12	22,40	36,80	34,20	2,60	11,80	22,03		I.P %	6,13
M-6		23	100	37,40	63,20	56,80	6,40	19,40	32,99	32,66	L.L %	32,34
		28	92	37,40	67,40	60,20	7,20	22,80	31,58	32,01	L.P %	23,53
		L.P.	7	22,40	28,70	27,50	1,20	5,10	23,53		I.P %	8,81
M-7		22	93	37,50	58,50	53,60	4,90	16,10	30,43	29,97	L.L %	29,86
		27	99	37,40	62,00	56,40	5,60	19,00	29,47	29,75	L.P %	23,17
		L.P.	1	22,50	32,60	30,70	1,90	8,20	23,17		I.P %	6,69
M-8		21	108	37,40	63,30	58,00	5,30	20,60	25,73	25,20	L.L %	25,10
		25	94	37,40	65,90	60,20	5,70	22,80	25,00	25,00	L.P %	20,49
		L.P.	11	22,50	37,20	34,70	2,50	12,20	20,49		I.P %	4,61
M-9		22	93	37,40	66,10	58,90	7,20	21,50	33,49	32,98	L.L %	33,15
		29	96	37,40	59,70	54,20	5,50	16,80	32,74	33,33	L.P %	22,89
		L.P.	7	22,40	32,60	30,70	1,90	8,30	22,89		I.P %	10,26
M-10		20	101	37,20	67,40	60,20	7,20	23,00	31,30	30,48	L.L %	30,71
		27	110	37,20	64,90	58,40	6,50	21,20	30,66	30,94	L.P %	23,96
		L.P.	9	22,40	34,30	32,00	2,30	9,60	23,96		I.P %	6,75
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA						
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W				
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P				
.	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO				
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO				
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD				

D.11Límites de consistencias perforación 11 (P11)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA Q-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P11				
COORDENADAS UTM: N: 962644						E: 474919			DATUM: REGVEN				
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC. (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-3		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
												I.P %	0,00
M-4		20	90	37,20	56,90	53,00	3,90	15,80	24,68	24,03	L.L %	24,08	
		25	92	37,40	55,40	51,90	3,50	14,50	24,14	24,14	L.P %	20,90	
		L.P.	4	22,40	30,50	29,10	1,40	6,70	20,90		I.P %	3,19	
M-5		22	104	37,40	60,00	54,70	5,30	17,30	30,64	30,17	L.L %	30,17	
		28	97	37,40	59,20	54,20	5,00	16,80	29,76	30,17	L.P %	20,69	
		L.P.	10	22,20	32,70	30,90	1,80	8,70	20,69		I.P %	9,48	
M-6		23	101	37,40	55,40	51,20	4,20	13,80	30,43	30,13	L.L %	29,77	
		26	92	37,40	58,60	53,80	4,80	16,40	29,27	29,41	L.P %	22,22	
		L.P.	8	22,50	33,50	31,50	2,00	9,00	22,22		I.P %	7,55	
M-7		21	90	37,40	66,30	59,20	7,10	21,80	32,57	31,89	L.L %	31,68	
		29	99	37,40	66,20	59,40	6,80	22,00	30,91	31,46	L.P %	20,47	
		L.P.	13	22,40	37,70	35,10	2,60	12,70	20,47		I.P %	11,21	
M-8		20	108	37,30	60,40	55,00	5,40	17,70	30,51	29,70	L.L %	29,71	
		27	100	37,40	67,30	60,50	6,80	23,10	29,44	29,71	L.P %	21,19	
		L.P.	2	22,20	36,50	34,00	2,50	11,80	21,19		I.P %	8,52	
M-9		22	93	37,40	64,90	58,20	6,70	20,80	32,21	31,72	L.L %	31,73	
		29	97	37,20	57,40	52,60	4,80	15,40	31,17	31,73	L.P %	22,22	
		L.P.	13	22,40	36,70	34,10	2,60	11,70	22,22		I.P %	9,50	
M-10		24	103	37,40	67,80	60,40	7,40	23,00	32,17	32,02	L.L %	31,60	
		27	109	37,40	62,40	56,50	5,90	19,10	30,89	31,18	L.P %	21,79	
		L.P.	6	22,40	31,90	30,20	1,70	7,80	21,79		I.P %	9,80	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.	L.L = (N/25) ^{0,12} x W					
20	0,974		24	0,995		28	1,014	I.P = L.L-L.P					
21	0,974		25	1,000		29	1,018	L.L = LIMITE LIQUIDO					
22	0,985		26	1,005		30	1,022	L.P = LIMITE PLASTICO					
23	0,990		27	1,009				I.P = INDICE DE PLASTICIDAD					

D.12Límites de consistencias perforación 12 (P12)

LÍMITES DE CONSISTENCIA													
ASTM-D-4318													
PROCEDENCIA: ÁREA Q-06-01						CALICATA:			PERFORACION: P12				
COORDENADAS UTM: N: 962514						E: 474919			DATUM: REGVEN				
MUESTRA Nº	PROF. m.	NUMERO GOLPES	CAPS. Nº	P. CAPS. (g)	P. CAPS + S. HUM. (g)	P. CAPS + S. SECO (g)	PESO AGUA. (g)	PESO S.SEC (g)	% DE HUM. (W)	LIMITE LIQUIDO (%)	RESULTADOS FINALES		
M-1		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-2		NO LL / LP										L.L %	0,00
		L.P.										L.P %	0,00
		L.P.										I.P %	0,00
M-3		20	90	37,40	61,10	56,00	5,10	18,60	27,42	26,69	L.L %	26,83	
		26	99	37,40	58,20	53,80	4,40	16,40	26,83	26,96	L.P %	22,06	
		L.P.	14	22,40	30,70	29,20	1,50	6,80	22,06		I.P %	4,77	
M-4		22	110	37,40	56,40	52,00	4,40	14,60	30,14	29,68	L.L %	29,19	
		25	95	37,40	67,90	61,10	6,80	23,70	28,69	28,69	L.P %	22,92	
		L.P.	3	22,50	34,30	32,10	2,20	9,60	22,92		I.P %	6,27	
M-5		21	102	37,20	64,30	58,00	6,30	20,80	30,29	29,66	L.L %	29,62	
		27	101	37,40	59,90	54,80	5,10	17,40	29,31	29,58	L.P %	23,08	
		L.P.	8	22,20	30,20	28,70	1,50	6,50	23,08		I.P %	6,54	
M-6		20	90	37,30	68,30	61,70	6,60	24,40	27,05	26,33	L.L %	26,48	
		25	107	37,40	62,60	57,30	5,30	19,90	26,63	26,63	L.P %	21,15	
		L.P.	6	22,40	28,70	27,60	1,10	5,20	21,15		I.P %	5,33	
M-7		23	105	37,30	62,70	56,80	5,90	19,50	30,26	29,96	L.L %	30,02	
		29	102	37,20	60,00	54,80	5,20	17,60	29,55	30,08	L.P %	21,25	
		L.P.	1	22,50	32,20	30,50	1,70	8,00	21,25		I.P %	8,77	
M-8		22	112	37,40	63,40	57,70	5,70	20,30	28,08	27,65	L.L %	27,63	
		25	93	37,20	61,70	56,40	5,30	19,20	27,60	27,60	L.P %	21,30	
		L.P.	5	22,20	35,30	33,00	2,30	10,80	21,30		I.P %	6,33	
M-9		21	96	37,40	58,50	53,70	4,80	16,30	29,45	28,84	L.L %	28,52	
		26	98	37,40	66,60	60,20	6,40	22,80	28,07	28,20	L.P %	23,81	
		L.P.	9	22,40	30,20	28,70	1,50	6,30	23,81		I.P %	4,71	
M-10		23	103	37,40	62,70	57,00	5,70	19,60	29,08	28,79	L.L %	28,36	
		25	99	37,40	60,30	55,30	5,00	17,90	27,93	27,93	L.P %	22,45	
		L.P.	2	22,40	28,40	27,30	1,10	4,90	22,45		I.P %	5,91	
VALORES DE (N/25) ^{0,12}						LEYENDA							
Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.		Nº. Golpes	FACT.				L.L = (N/25) ^{0,12} x W		
20	0,974		24	0,995		28	1,014				I.P = L.L-L.P		
21	0,974		25	1,000		29	1,018				L.L = LIMITE LIQUIDO		
22	0,985		26	1,005		30	1,022				L.P = LIMITE PLASTICO		
23	0,990		27	1,009							I.P = INDICE DE PLASTICIDAD		

APÉNDICE E
CÁLCULO DE HUMEDAD NATURAL

E.1 Humedad natural perforación 1 (P1)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216									
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01					CALICATA:		PERFORACIÓN: P1		
COORDENADAS UTM: N: 956986					E: 470600		DATUM: REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES
M-1	1	77	38,80	156,50	153,20	3,30	114,40	2,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-2	2	01	52,50	180,00	176,30	3,70	123,80	3,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-3	3	19	46,00	147,70	143,90	3,80	97,90	3,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-4	4	92	43,80	167,40	162,90	4,50	119,10	3,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-5	5	63	41,30	142,30	137,20	5,10	95,90	5,3	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-6	6	49	44,20	136,80	131,10	5,70	86,90	6,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-7	7	51	46,60	155,10	148,00	7,10	101,40	7,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-8	8	7	49,60	173,10	166,30	6,80	116,70	5,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-9	9	35	45,00	181,70	171,70	10,00	126,70	7,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-10	10	5	50,20	193,70	183,80	9,90	133,60	7,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-11	11	66	10,22	300,31	280,19	20,12	269,97	7,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-12	12	67	10,20	300,46	277,85	22,61	267,65	8,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-13	13	68	11,21	300,31	279,15	21,16	267,94	7,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-14	14	69	11,33	298,66	276,50	22,16	265,17	8,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-15	15	70	11,28	299,71	276,56	23,15	265,28	8,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA

E.2 Humedad natural perforación 2 (P2)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216									
PROCEDENCIA: ÁREA N-05-01					CALICATA:		PERFORACIÓN: P2		
COORDENADAS UTM: N: 957082					E: 470749		DATUM: REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES
M-1	1	05	50,20	133,20	131,30	1,90	81,10	2,3	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-2	2	309	68,60	145,50	143,60	1,90	75,00	2,5	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-3	3	301	65,30	249,00	236,90	12,10	171,60	7,1	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-4	4	308	67,20	171,60	165,70	5,90	98,50	6,0	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-5	5	302	67,50	239,40	228,30	11,10	160,80	6,9	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-6	6	303	63,40	177,80	170,60	7,20	107,20	6,7	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-7	7	304	66,60	155,80	153,70	2,10	87,10	2,4	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-8	8	306	64,30	151,10	149,50	1,60	85,20	1,9	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-9	9	307	64,20	179,10	176,90	2,20	112,70	2,0	ARENA MARRÓN OSCURO
M-10	10	305	63,70	127,30	125,10	2,20	61,40	3,6	ARENA MARRÓN OSCURO
M-11	11	77	38,80	113,70	110,70	3,00	71,90	4,2	ARENA MARRÓN OSCURO
M-12	12	103	41,30	232,10	223,70	8,40	182,40	4,6	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-13	13	51	46,50	109,70	105,60	4,10	59,10	6,9	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-14	14	49	44,10	128,60	125,00	3,60	80,90	4,4	ARENA MARRÓN ROJIZA
M-15	15	102	40,90	143,80	137,90	5,90	97,00	6,1	ARENA MARRÓN ROJIZA

E.3 Humedad natural perforación 3 (P3)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P3
COORDENADAS UTM:		N:	957277		E:	470691		DATUM:		REGVEN
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA N°	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	60	43,90	242,20	235,60	6,60	191,70	3,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-2	2	48	45,90	195,10	189,70	5,40	143,80	3,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-3	3	02	46,30	325,70	311,80	13,90	265,50	5,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-4	4	09	50,20	123,90	121,80	2,10	71,60	2,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-5	5	14	44,50	279,30	268,60	10,70	224,10	4,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-6	6	37	51,80	312,40	299,70	12,70	247,90	5,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-7	7	55	52,80	184,20	176,60	7,60	123,80	6,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-8	8	102	66,70	208,50	200,00	8,50	133,30	6,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-9	9	115	67,10	290,90	280,30	10,60	213,20	5,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-10	10	92	65,90	255,20	245,10	10,10	179,20	5,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-11	11	07	49,70	214,70	209,20	5,50	159,50	3,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-12	12	05	50,20	187,30	179,90	7,40	129,70	5,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-13	13	66	10,22	300,31	280,19	20,12	269,97	7,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-14	14	67	10,20	300,46	277,85	22,61	267,65	8,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-15	15	68	11,21	300,31	279,15	21,16	267,94	7,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA	

E.4 Humedad natural perforación 4 (P4)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P4
COORDENADAS UTM:		N:	956603		E:	471667		DATUM:		REGVEN
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA N°	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	03	44,80	137,80	132,60	5,20	87,80	5,9	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-2	2	09	54,30	232,80	219,00	13,80	164,70	8,4	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-3	3	10	40,60	175,90	164,20	11,70	123,60	9,5	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-4	4	07	46,70	127,30	121,90	5,40	75,20	7,2	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-5	5	95	42,90	209,50	193,10	16,40	150,20	10,9	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-6	6	67	57,50	287,40	274,00	13,40	216,50	6,2	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-7	7	21	62,70	154,20	145,30	8,90	82,60	10,8	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-8	8	86	65,10	221,00	207,80	13,20	142,70	9,3	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-9	9	17	60,30	144,70	138,90	5,80	78,60	7,4	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-10	10	29	45,90	197,20	186,20	11,00	140,30	7,8	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-11	11	62	10,31	301,44	277,33	24,11	267,02	9,0	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-12	12	63	10,46	300,96	274,83	26,13	264,37	9,9	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-13	13	64	10,38	300,46	272,30	28,16	261,92	10,8	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-14	14	65	11,16	299,16	271,25	27,91	260,09	10,7	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	
M-15	15	66	11,18	299,10	272,64	26,46	261,46	10,1	ARENA LOMOSA MARRÓN ROJIZA	

E.5 Humedad natural perforación 5 (P5)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216									
PROCEDENCIA: AREA N-06-01			CALICATA:			PERFORACIÓN: P5			
COORDENADAS UTM: N: 956952			E: 473753			DATUM: REGVEN			
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (w)	OBSERVACIONES
M-1	1	302	66,20	128,50	125,20	3,30	59,00	5,6	ARENA LIMOSA MARRÓN
M-2	2	304	64,70	176,20	169,60	6,60	104,90	6,3	ARENA LIMOSA MARRÓN
M-3	3	301	62,80	147,40	139,50	7,90	76,70	10,3	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-4	4	309	45,90	238,20	224,20	14,00	178,30	7,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-5	5	55	42,10	187,30	174,80	12,50	132,70	9,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-6	6	88	50,60	156,70	147,60	9,10	97,00	9,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-7	7	306	67,80	254,20	243,00	11,20	175,20	6,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-8	8	307	63,40	177,60	170,20	7,40	106,80	6,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-9	9	2	61,30	160,80	153,70	7,10	92,40	7,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-10	10	9	42,00	202,00	193,20	8,80	151,20	5,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-11	11	63	41,30	142,30	137,20	5,10	95,90	5,3	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-12	12	49	44,20	136,80	131,10	5,70	86,90	6,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-13	13	51	46,60	155,10	148,00	7,10	101,40	7,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-14	14	7	49,60	173,10	166,30	6,80	116,70	5,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-15	15	35	45,00	181,70	171,70	10,00	126,70	7,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA

E.6 Humedad natural perforación 6 (P6)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216									
PROCEDENCIA: AREA N-06-01			CALICATA:			PERFORACIÓN: P6			
COORDENADAS UTM: N: 957017			E: 473753			DATUM: REGVEN			
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (w)	OBSERVACIONES
M-1	1	101	62,80	139,40	131,20	8,20	68,40	12,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-2	2	102	67,40	163,20	154,30	8,90	86,90	10,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-3	3	103	43,90	184,90	173,20	11,70	129,30	9,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-4	4	111	48,20	173,20	164,90	8,30	116,70	7,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-5	5	116	44,50	276,20	258,30	17,90	213,80	8,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-6	6	19	63,80	128,50	123,80	4,70	60,00	7,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-7	7	44	45,00	170,40	158,50	11,90	113,50	10,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-8	8	306	61,30	273,20	257,30	15,90	196,00	8,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-9	9	302	46,40	218,30	201,70	16,60	155,30	10,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-10	10	309	42,70	264,50	242,10	22,40	199,40	11,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-11	11	90	62,40	132,90	125,80	7,10	63,40	11,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-12	12	117	11,16	299,16	271,25	27,91	260,09	10,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-13	13	116	11,18	299,10	272,64	26,46	261,46	10,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-14	14	115	10,81	291,16	262,04	29,12	251,23	11,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA
M-15	15	114	10,76	291,33	260,17	31,16	249,41	12,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA

E.7 Humedad natural perforación 7 (P7)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216											
PROCEDENCIA:		AREA N-06-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P7	
COORDENADAS UTM:		N:		957082		E:		473753		DATUM:	REGVEN
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES		
M-1	1	02	57,40	156,80	150,60	6,20	93,20	6,7	ARENA LIMOSA MARRÓN		
M-2	2	04	48,30	129,50	123,40	6,10	75,10	8,1	ARENA LIMOSA MARRÓN		
M-3	3	09	51,30	218,20	209,60	8,60	158,30	5,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-4	4	10	43,20	197,10	188,50	8,60	145,30	5,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-5	5	13	63,70	135,60	130,30	5,30	66,60	8,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-6	6	07	61,90	213,70	204,20	9,50	142,30	6,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-7	7	5	46,30	157,80	151,80	6,00	105,50	5,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-8	8	21	44,80	164,80	156,30	8,50	111,50	7,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-9	9	36	39,30	207,60	200,40	7,20	161,10	4,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-10	10	1	42,40	175,30	167,90	7,40	125,50	5,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-11	11	115	67,10	290,90	280,30	10,60	213,20	5,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-12	12	92	65,90	255,20	245,10	10,10	179,20	5,6	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-13	13	07	49,70	214,70	209,20	5,50	159,50	3,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-14	14	05	50,20	187,30	179,90	7,40	129,70	5,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-15	15	66	10,22	300,31	280,19	20,12	269,97	7,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		

E.8 Humedad natural perforación 8 (P8)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216											
PROCEDENCIA:		AREA N-06-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P8	
COORDENADAS UTM:		N:		957147		E:		473753		DATUM:	REGVEN
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES		
M-1	1	04	44,80	137,80	132,60	5,20	87,80	5,9	ARENA LIMOSA MARRÓN		
M-2	2	25	54,30	232,80	219,00	13,80	164,70	8,4	ARENA LIMOSA MARRÓN		
M-3	3	15	40,60	175,90	164,20	11,70	123,60	9,5	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-4	4	17	46,70	127,30	121,90	5,40	75,20	7,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-5	5	23	42,90	209,50	193,10	16,40	150,20	10,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-6	6	33	57,50	287,40	274,00	13,40	216,50	6,2	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-7	7	87	62,70	154,20	145,30	8,90	82,60	10,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-8	8	88	65,10	221,00	207,80	13,20	142,70	9,3	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-9	9	89	60,30	144,70	138,90	5,80	78,60	7,4	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-10	10	14	45,90	197,20	186,20	11,00	140,30	7,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-11	11	62	10,31	301,44	277,33	24,11	267,02	9,0	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-12	12	63	10,46	300,96	274,83	26,13	264,37	9,9	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-13	13	64	10,38	300,46	272,30	28,16	261,92	10,8	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-14	14	65	11,16	299,16	271,25	27,91	260,09	10,7	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		
M-15	15	66	11,18	299,10	272,64	26,46	261,46	10,1	ARENA LIMOSA MARRÓN ROJIZA		

E.9 Humedad natural perforación 9 (P9)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		AREA Q-06-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P9
COORDENADAS UTM:		N: 962839		E: 474919		DATUM:		REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	10	59,70	266,30	260,70	5,60	201,00	2,8	ARENA FINA MARRON CLARO	
M-2	2	2	65,40	227,90	222,80	5,10	157,40	3,2	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-3	3	1	46,30	178,40	174,40	4,00	128,10	3,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-4	4	14	42,80	145,30	140,30	5,00	97,50	5,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-5	5	17	63,10	119,60	117,30	2,30	54,20	4,2	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-6	6	8	47,60	244,70	232,10	12,60	184,50	6,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-7	7	9	42,30	231,10	223,60	7,50	181,30	4,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-8	8	13	65,00	156,60	152,80	3,80	87,80	4,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-9	9	66	66,80	112,90	110,40	2,50	43,60	5,7	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-10	10	40	63,40	173,40	168,30	5,10	104,90	4,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-11	11	04	41,30	325,70	311,80	13,90	270,50	5,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-12	12	01	59,20	337,00	321,80	15,20	262,60	5,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-13	13	09	44,30	275,30	265,80	9,50	221,50	4,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-14	14	12	51,20	310,40	296,00	14,40	244,80	5,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	
M-15	15	300	63,50	294,00	283,70	10,30	220,20	4,7	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZA	

E.10 Humedad natural perforación 10 (P10)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		AREA Q-06-01				CALICATA:		PERFORACIÓN:		P10
COORDENADAS UTM:		N: 962774		E: 474919		DATUM:		REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF, (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	100	65,80	156,80	153,20	3,60	87,40	4,1	ARENA FINA MARRON CLARO	
M-2	2	102	62,00	132,60	130,70	1,90	68,70	2,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-3	3	109	60,90	214,40	211,00	3,40	150,10	2,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-4	4	101	57,60	278,50	267,40	11,10	209,80	5,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-5	5	104	63,20	199,60	193,80	5,80	130,60	4,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-6	6	107	42,10	257,40	250,00	7,40	207,90	3,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-7	7	112	47,80	274,20	264,30	9,90	216,50	4,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-8	8	116	63,80	129,30	126,40	2,90	62,60	4,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-9	9	110	61,30	203,00	194,70	8,30	133,40	6,2	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-10	10	113	45,20	140,40	135,30	5,10	90,10	5,7	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-11	11	46	63,00	154,80	149,80	5,00	86,80	5,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-12	12	16	43,70	265,00	254,70	10,30	211,00	4,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-13	13	301	61,40	138,90	135,30	3,60	73,90	4,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-14	14	306	64,60	143,20	139,80	3,40	75,20	4,5	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-15	15	14	44,50	279,30	268,60	10,70	224,10	4,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	

E.11 Humedad natural perforación 11 (P11)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		AREA Q-06-01			CALICATA:			PERFORACIÓN:		P11
COORDENADAS UTM:		N: 962644		E: 474919		DATUM:		REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF. (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	40	63,40	157,40	154,90	2,50	91,50	2,7	ARENA MARRON CLARO	
M-2	2	13	65,00	139,60	136,80	2,80	71,80	3,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-3	3	08	47,60	127,00	125,10	1,90	77,50	2,5	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-4	4	14	42,80	243,70	237,50	6,20	194,70	3,2	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-5	5	02	65,40	208,60	202,10	6,50	136,70	4,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-6	6	111	60,20	178,10	172,30	5,80	112,10	5,2	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-7	7	110	61,30	132,60	127,40	5,20	66,10	7,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-8	8	112	47,80	265,90	254,80	11,10	207,00	5,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-9	9	101	57,60	195,30	185,90	9,40	128,30	7,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-10	10	100	65,80	211,50	205,30	6,20	139,50	4,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-11	11	9	43,70	265,00	254,70	10,30	211,00	4,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-12	12	301	61,40	138,90	135,30	3,60	73,90	4,9	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-13	13	306	64,60	143,20	139,80	3,40	75,20	4,5	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-14	14	14	44,50	279,30	268,60	10,70	224,10	4,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-15	15	115	67,10	290,90	280,30	10,60	213,20	5,0	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	

E.12 Humedad natural perforación 12 (P12)

ENSAYO DE HUMEDAD NATURAL ASTM-D-2216										
PROCEDENCIA:		AREA Q-06-01			CALICATA:			PERFORACIÓN:		P12
COORDENADAS UTM:		N: 962514		E: 474919		DATUM:		REGVEN		
MUESTRA Nro	PROF. (m)	CAPSULA Nº	PESO CAPSULA (g)	PESO HUM. + PESO CAPSULA (g)	PESO SECO + PESO CAPSULA (g)	PESO AGUA (g)	PESO SUELO SECO (g)	% HUMEDAD (W)	OBSERVACIONES	
M-1	1	77	42,80	189,50	184,10	5,40	141,30	3,8	ARENA MARRON CLARO	
M-2	2	51	43,10	218,50	212,70	5,80	169,60	3,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-3	3	100	63,70	209,70	202,00	7,70	138,30	5,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-4	4	40	60,60	169,80	164,80	5,00	104,20	4,8	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-5	5	61	47,40	120,40	117,30	3,10	69,90	4,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON CLARO	
M-6	6	103	60,20	245,70	239,50	6,20	179,30	3,5	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-7	7	301	65,90	150,80	146,30	4,50	80,40	5,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-8	8	306	66,20	171,30	164,80	6,50	98,60	6,6	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-9	9	55	52,80	127,80	123,90	3,90	71,10	5,5	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-10	10	307	61,70	219,00	212,80	6,20	151,10	4,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-11	11	308	66,20	137,20	134,20	3,00	68,00	4,4	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-12	12	309	60,40	233,40	226,30	7,10	165,90	4,3	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-13	13	310	61,90	121,70	119,40	2,30	57,50	4,0	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-14	14	311	67,20	273,10	263,20	9,90	196,00	5,1	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	
M-15	15	312	60,90	160,00	155,30	4,70	94,40	5,0	ARENA FINA LIMOSA MARRON ROJIZO	

APÉNDICE F
CÁLCULOS DE PESO UNITARIO

F.1 Peso unitario área N0501

ENSAYO DE PESO UNITARIO HUMEDO										
PROCEDENCIA:		ÁREA N-05-01					PERFORACIÓN: X			
COORDENADAS UTM:		N:			E:			DATUM:		REGVEN
MUESTRA N°	PROF, (m)	PESO EN AIRE (g)	PESO CON PARAFINA (g)	PESO PARAFINA (g)	PESO EN AGUA CON PARAFINA (g)	VOLUMEN CON PARAFINA (cm3)	DENSIDAD PARAFINA (g/cm3)	VOLUMEN PARAFINA (cm3)	VOL. SIN PARAFINA (cm3)	DENSIDAD HUMEDA (kg/m3)
P1-M2	2	56,75	57,59	0,84	29,30	28,29	0,90	0,93	27,36	2074
P2-M5	5	40,65	43,26	3,30	19,56	23,70	0,90	3,67	20,03	2029
P3-M7	7	35,16	37,26	1,30	18,50	18,76	0,90	1,44	17,32	2031
P4-M10	10	45,56	48,69	0,90	24,56	24,13	0,90	1,00	23,13	1970
OBSERVACIÓN:										

F.2 Peso unitario área N0601

ENSAYO DE PESO UNITARIO HUMEDO										
PROCEDENCIA:		ÁREA N-06-01					PERFORACIÓN: X			
COORDENADAS UTM:		N:			E:			DATUM:		REGVEN
MUESTRA N°	PROF, (m)	PESO EN AIRE (g)	PESO CON PARAFINA (g)	PESO PARAFINA (g)	PESO EN AGUA CON PARAFINA (g)	VOLUMEN CON PARAFINA (cm3)	DENSIDAD PARAFINA (g/cm3)	VOLUMEN PARAFINA (cm3)	VOL. SIN PARAFINA (cm3)	DENSIDAD HUMEDA (kg/m3)
P5-M2	2	56,70	57,46	0,76	28,30	29,16	0,90	0,84	28,32	2002
P6-M4	4	41,65	42,26	3,30	18,21	24,05	0,90	3,67	20,38	2043
P7-M8	8	35,16	36,26	1,30	17,45	18,81	0,90	1,44	17,37	2025
P8-M11	11	45,56	48,69	0,90	25,50	23,19	0,90	1,00	22,19	2053
OBSERVACIÓN:										

F.3 Peso unitario área Q0601

ENSAYO DE PESO UNITARIO HUMEDO										
PROCEDENCIA:		Q-06-01					PERFORACIÓN: X			
COORDENADAS UTM:		N:			E:			DATUM:		REGVEN
MUESTRA N°	PROF, (m)	PESO EN AIRE (g)	PESO CON PARAFINA (g)	PESO PARAFINA (g)	PESO EN AGUA CON PARAFINA (g)	VOLUMEN CON PARAFINA (cm3)	DENSIDAD PARAFINA (g/cm3)	VOLUMEN PARAFINA (cm3)	VOL. SIN PARAFINA (cm3)	DENSIDAD HUMEDA (kg/m3)
P9-M2	2	44,70	45,46	0,76	22,14	23,32	0,90	0,84	22,48	1989
P10-M6	6	43,62	44,30	3,30	17,75	26,55	0,90	3,67	22,88	1906
P11-M8	8	43,89	45,30	1,30	21,50	23,80	0,90	1,44	22,36	1963
P12-M12	12	45,26	48,13	0,90	23,91	24,22	0,90	1,00	23,22	1949
OBSERVACIÓN:										

APÉNDICE G
CÁLCULOS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

G.1 Parámetros estimados del suelo para el diseño de fundaciones en el área N0501

PARÁMETROS ESTIMADOS DEL SUELO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES			
1	TIPO DE SUELOS	Arena Limo-Arcillosa Marrón Rojiza, Tipo SC-SM (ML-CL) (Baja Plasticidad), de consistencia Densa Nspt 32.	
2	PESO UNITARIO [t/m3]	γ (promedio) 2,03	
3	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN	Nspt 32	Ncorr 30 N1(60) 22
4	COHESIÓN EN T/M2	0,50	
5	ÁNGULO DE FRICCIÓN (Φ°)	Arena limosa, Densa. Terzaghi y Peck (1980) 34	
6	MODULO DE DEFORMACIÓN (E)	$E=215+(10,6Nspt)[kg/cm^2]$ (D'Apollonia et. al. 1970) 452,44	
7	MODULO DE POISSON (ν)	Arena Limo-Arcillosa, SC-SM(ML-CL) (densa) = 0,30-0,45 (tabla 4.5, Braja Das, 1999) 0,375	
8	MODULO DE REACCIÓN Ks (kg/cm3)	$Ks=1,2qu$ (Schmertmann, 1970) y $Ks=E/[B(1-\nu^2)]$ (Braja Das, 1999) 3,89	
9	MÓDULO DE CORTE DINÁMICO [kg/m2]	Suelo Tipo S3 en zona sísmica 3 con $Ao=0,20$ [$G=(Vspi)^{2*\gamma}$]	Vspi 238,16
10	COEFICIENTES DE EMPUJE DE TIERRA	Reposo Ko 0,47092	Activo Ka Pasivo Kp
OBSERVACIONES		En general el comportamiento del suelo de fundación bajo la acción de las cargas inducidas por las estructuras será bajo condiciones no drenadas.	

G.2 Parámetros estimados del suelo para el diseño de fundaciones en las áreas N0601 y Q0601

PARÁMETROS ESTIMADOS DEL SUELO PARA EL DISEÑO DE FUNDACIONES			
1	TIPO DE SUELOS	Arena Limosa Marrón. Tipo SM(ML) (Baja Plasticidad), de consistencia suelta Nspt 8.	
2	PESO UNITARIO [t/m3]	γ (promedio) 1,99	
3	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN	Nspt 8	Ncorr 8 N1(60) 6
4	COHESIÓN EN T/M2	0,50	
5	ÁNGULO DE FRICCIÓN (Φ°)	Arena limosa, Compacta. Terzaghi y Peck (1980) 28	
6	MODULO DE DEFORMACIÓN (E)	$E=215+(10,6Nspt)[kg/cm^2]$ (D'Apollonia et. al. 1970) 274,36	
7	MODULO DE POISSON (ν)	Arena Limosa, SM (M3) (suelta) = 0,20-0,40 (tabla 4.5, Braja Das, 1999) 0,3	
8	MODULO DE REACCIÓN Ks (kg/cm3)	$Ks=1,2qu$ (Schmertmann, 1970) y $Ks=E/[B(1-\nu^2)]$ (Braja Das, 1999) 2,50	
9	MÓDULO DE CORTE DINÁMICO [kg/m2]	Suelo Tipo S3 en zona sísmica 3 con $Ao=0,20$ [$G=(Vspi)^{2*\gamma}$]	Vspi 237,25
10	COEFICIENTES DE EMPUJE DE TIERRA	Reposo Ko 0,72909	Activo Ka Pasivo Kp
OBSERVACIONES		En general el comportamiento del suelo de fundación bajo la acción de las cargas inducidas por las estructuras será bajo condiciones no drenadas.	

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE FUNDACIONES COMPETENTES EN LAS ÁREAS N-05-01, N-06-01 Y Q-06-01, PERTENECIENTES A LA EMPRESA PETROCARABOBO, UBICADA EN EL MUNICIPIO INDEPENDENCIA, ESTADO ANZOÁTEGUI, VENEZUELA.
Subtítulo	

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
VILLANUEVA B., FABIOLA DE LOS A.	CVLAC	22.970.673
	e-mail	Fvillanueva476@gmail.com
	e-mail	
FUENTES Y., JOSELIN C.	CVLAC	23.899.065
	e-mail	Fuentesjc_88@hotmail.com
	e-mail	

Palabras o frases claves:

Caracterización geotécnica
Diseño estructural de fundaciones
Formación Mesa
Arenas limo-arcillosas
Arenas limosas
Consideraciones sísmicas
Velocidades de ondas
Carga admisible
Asentamientos elásticos
Potencial de colapso y expansión

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Ingeniería Geológica

Resumen (abstract):

Este trabajo de grado se centra en una caracterización geológica y geotécnica para proponer el diseño estructural de fundaciones competentes en las áreas N-05-01, N-06-01, y Q-06-01, pertenecientes a la empresa Petrocarabobo, ubicada en el municipio Independencia del estado Anzoátegui. La caracterización geológica se realizó a través de un diagnóstico investigativo, para comparar la geología del sitio con los análisis geotécnicos que se llevaron a cabo. La caracterización geotécnica se realizó a partir de datos aportados por la empresa SERSUPICA, la cual realizó la exploración de suelo mediante 12 perforaciones, aplicando el método SPT. Con los datos aportados fue posible construir perfiles del terreno donde se muestran la continuidad lateral de la arena limo-arcillosa marrón rojiza y el aumento progresivo en dirección NE de la arena limosa marrón; así mismo, basados en la norma COVENIN 1756-98. Rv-2001 se estudió el riesgo sísmico de la zona, con la intención de que las estructuras puedan soportar dichos eventos, para ello se determinaron las velocidades de ondas, la forma espectral y el factor de corrección que nos ubicaron en una zona de riesgo sísmica 3 (intermedio). Se calcularon las propiedades del suelo: granulometría, límites de consistencia, clasificación, humedad natural y peso unitario. También se determinaron los parámetros: ángulo de fricción, cohesión, módulo de deformación, módulo de Poisson, entre otros; para lo cual fue necesario conocer el tipo de suelo y la resistencia a la penetración, puesto que algunos de estos parámetros se encuentran ya tabulados, en caso de no contar con los ensayos requeridos, y otros fueron determinados a través de ecuaciones. Debido a que en las perforaciones realizadas, no se detectó una litología lo suficientemente densa, no se proponen fundaciones con pilotes en el caso de requerir estructuras con cargas muy elevadas, solo se recomiendan fundaciones superficiales, tipo losas y zapatas, para los cuales se calculó la carga admisible y el asentamiento elástico. Por último tuvo lugar el cálculo de potencial de colapso y expansión el cual arrojó que no existen riesgos. Estos cálculos son de gran importancia en cualquier obra ingenieril, debido a que se deben tomar en cuenta todos los posibles factores que puedan poner en riesgo, la estabilidad, durabilidad y seguridad de una fundación.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL/ Código CVLAC / e-mail	
Ramos, Javier	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	14.145.647
	e-mail	jdramos@udo.edu.ve
	e-mail	
Monteverde, Francisco	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	12.192.676
	e-mail	monteverdefr@gmail.com
	e-mail	
Dafnis Echeverría	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	4.506.408
	e-mail	Dafnisecheverria2807@gmail.com
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2018	08	02
-------------	-----------	-----------

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
TESIS- Caracterización geológica y geotécnica para el diseño estructural de fundaciones.docx
TESIS- Caracterización geológica y geotécnica para el diseño estructural de fundaciones.pdf

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .**

Alcance:

Espacial: _____ (Opcional)

Temporal: _____ (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniero Geólogo

Nivel Asociado con el Trabajo: Pre-Grado

Pre-grado

Área de Estudio:

Departamento de Ingeniería Geológica

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

Juan A. Bolanos Curvelo

JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA

RECIBIDO POR *[Signature]*

FECHA 5/8/09 HORA 5:30

C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Telemática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

Fabiola Villanueva

FABIOLA VILLANUEVA
AUTOR 1

Josefin Fuentes

JOSELIN FUENTES
AUTOR 2

Javier Ramos

Javier Ramos
TUTOR

Francisco Monteverde

Francisco Monteverde
JURADO

Dafnis Echeverría
JURADO