



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

“Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

Título del proyecto:

“DETERMINACIÓN DEL MAPA ISO PERÍODOS DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “ALBORADA, 24 DE MAYO Y LA VICTORIA” DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”

Autores:

César Augusto Novillo Saltos
Marcelo Jesús Alvarado Zumba

Director: M.Sc. Ing. Diego Barahona

Riobamba – Ecuador
2014

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título **“DETERMINACIÓN DEL MAPA ISO PERÍODOS DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “ALBORADA, 24 DE MAYO Y LA VICTORIA” DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”** presentado por: **César Augusto Novillo Saltos y Marcelo Jesús Alvarado Zumba** y dirigida por: **Ingeniero Diego Barahona**.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la UNACH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Ángel Paredes
Presidente del Tribunal



Firma

M.Sc. Ing. Diego Barahona
Director del Proyecto



Firma

Ing. Oscar Paredes
Miembro del Tribunal



Firma

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este proyecto de graduación nos corresponde exclusivamente a: César Augusto Novillo Saltos, Marcelo Jesús Alvarado Zumba e Ing. Diego Barahona, y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo y del ICITS.

AGRADECIMIENTO

Mi más amplio agradecimiento para el M.Sc.Ing. Diego Barahona, Director de Tesis, por su valiosa orientación y apoyo para la conclusión de este estudio quien con su excelente respaldo e interés hizo posible el desarrollo óptimo de toda esta investigación.

A todas las personas que participaron en la investigación y elaboración de este trabajo excepcional, ya que su ayuda facilitó el desarrollo de la misma.

A mis revisores de tesis, por las observaciones y correcciones realizadas.

DEDICATORIA

A Dios.

Por haberme brindado un día más de vida y darme la fuerza para cumplir mis metas en la vida.

A mis padres.

*César Augusto Novillo Saltos
Martha Raquel Saltos León.*

Por el apoyo que me han brindado siempre y en especial durante mi formación profesional, por los consejos que me ayudaron a salir adelante y por el inmenso amor que me han demostrado, por ser los mejores padres.

A mis hermanos.

*Vanessa Carolina Novillo Saltos
Jonatán Renato Novillo Saltos*

Por motivarme en todo momento a seguir adelante, por creer que yo podía hacer realidad este sueño y por brindarme su ayuda cada vez que lo necesité.

CESAR AUGUSTO NOVILLO SALTOS

DEDICATORIA

A mi padre JESÚS ALVARADO por haberme enseñado a nunca rendirme y seguir mis sueños por más difíciles que sea.

A mi madre GLORIA ZUMBA por ser el ser más maravilloso de este mundo y porque sin su apoyo esto no sería posible, porque ella fue una de las personas que creyó en mí, ni cuando yo creía que esto sería posible y solo parecía un sueño.

A mi esposa ALEXANDRA GUIJARRO por haberme acompañado en esta travesía y por su amor y apoyo incondicional.

A mis hijos Marcelo Alvarado y André Alvarado, porque ellos fueron los que me motivaron a seguir adelante y son lo más importante que tengo en esta vida.

A mis hermanos:

Myriam Alvarado

Magdalena Alvarado

Edwin Alvarado

Por sus consejos y motivaciones para seguir adelante en este camino.

MARCELO JESÚS ALVARADO ZUMBA

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xi
ÍNDICE GRÁFICO	xiii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xvi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	2
1.1 GENERALIDADES	2
1.2 ESTUDIO DEL SUELO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS	3
1.3 ORIGEN DE LOS SUELOS.....	3
1.4 SISMOS	4
1.4.1 TIPOS DE SISMOS.....	4
1.4.2 ORIGEN DE LOS SISMOS.....	5
1.5 ALTO RIESGO SÍSMICO EN EL ECUADOR.....	6
1.6 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (SUCS).....	7
1.6.1 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE GRANOS GRUESOS.....	7
1.6.2 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE GRANOS FINOS.....	9
1.7 CIMENTACIÓN	13
1.7.1 PARTES DE UNA ESTRUCTURA	13
1.7.2 TIPOS DE CIMENTACIÓN.....	13
1.7.3 CÓMO ESCOGER LA CIMENTACIÓN MÁS ADECUADA.....	14
1.8 GLOSARIO	16
CAPÍTULO II.....	23
METODOLOGÍA.....	23
2.1 TIPO DE ESTUDIO.....	23
2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	23
2.3 OPERACIÓN DE VARIABLES	24
2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS	24
2.4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	24
2.4.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) (INEN 689).....	32
2.4.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA DE UN SUELO (INEN 690).....	39
2.4.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (INEN 696).....	41
2.4.5 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (INEN 691).....	44
2.4.6 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (INEN 692).....	48
2.4.7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (INEN 856).....	50
CAPÍTULO III.....	54
RESULTADOS	54
3.1 RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO.....	55
3.1.1 BARRIO 24 DE MAYO.....	55
3.1.2 BARRIO CRUZADA SOCIAL.....	69
3.1.3 BARRIO LA VICTORIA	72
3.1.4 BARRIO LA ALBORADA.....	75

3.2 BARRIO 24 DE MAYO.....	81
3.2.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).	81
3.2.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q ADM).....	81
3.2.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA.....	82
3.2.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011.....	84
3.3 CRUZADA SOCIAL.	85
3.3.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).	85
3.3.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q ADM).....	86
3.3.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA.....	87
3.3.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011.....	88
3.4 BARRIO LA VICTORIA.....	89
3.4.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).	89
3.4.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q ADM).....	90
3.4.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA.....	91
3.4.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011.....	92
3.5 BARRIO ALBORADA.....	93
3.5.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).	93
3.5.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (q adm).....	94
3.5.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA.....	94
3.5.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011.....	96
3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y PUNTOS DEL SPT	97
3.6.1 BARRIO 24 DE MAYO.....	97
3.6.2 BARRIO LA VICTORIA	98
3.6.3 BARRIO CRUZADA SOCIAL.....	99
3.6.4 BARRIO ALBORADA	100
CAPÍTULO IV.....	109
DISCUSIÓN.....	109
4.1 DISCUSIÓN DE PARÁMETROS.	109
4.2 PERÍODO FUNDAMENTAL DEL SUELO (TS)	109
4.3 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL CPE 5:2001.....	110
4.4 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN LA NEC- 11.....	110
CAPÍTULO V.....	112
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	112
5.1 CONCLUSIONES	112
5.2 RECOMENDACIONES	113
CAPÍTULO VI.....	114
PROPUESTA	114
6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.	114
6.2 INTRODUCCIÓN	114
6.3 OBJETIVOS.....	114
6.3.1 OBJETIVO GENERAL	114
6.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICOS.....	115
6.4 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.....	115
6.5 BASE DE DATOS GEOGRÁFICOS DE SUELO.	116
6.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	117
6.6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	118

6.6.2 DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS.	119
6.6.3 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).	119
6.6.4 ALMACENAJE DE MUESTRAS.....	119
6.6.5 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS	119
6.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	120
6.7.1 OBTENCIÓN DE RESULTADOS.....	120
6.7.2 ENTRADA DE INFORMACIÓN	121
6.7.3 GENERACIÓN DE MAPAS.....	122
6.7.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “24 DE MAYO, CRUZADA SOCIAL, ALBORADA Y LA VICTORIA”, SEGÚN EL INEN CPE 5:2001.....	123
6.7.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “24 DE MAYO, CRUZADA SOCIAL, ALBORADA Y LA VICTORIA”, SEGÚN EL NEC 2011.	126
6.8 PROGRAMA DE MATLAB PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN CON EL SISTEMA DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD	137
6.8.1 MÓDULO DE CORTANTE DINÁMICO DEL SUELO (G)	139
6.8.2 EJERCICIO PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN CON EL SISTEMA DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD	142
6.8.3 MANUAL PARA EL USO DEL PROGRAMA DE MATLAB PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN.	147
6.8.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA.....	149
6.9 DISEÑO ORGANIZACIONAL.....	162
6.10 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA.....	162
CAPÍTULO VII	164
7 BIBLIOGRAFÍA	164

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Estadística de los Índices de Vulnerabilidad por el método Italiano de los Barrios 24 de Mayo, Alborada, La Victoria y Cruzada Social	2
Tabla 2: Sistema Unificado de Clasificación de los Suelos	12
Tabla 3: Coordenadas puntos de inicio para el levantamiento topográfico	26
Tabla 4: Valores de k para límite líquido según el número de golpes	47
Tabla 5: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT1).....	55
Tabla 6: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT2).....	56
Tabla 7: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT3).....	57
Tabla 8: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT4).....	58
Tabla 9: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT5).....	59
Tabla 10: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT7).....	60
Tabla 11: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT7).....	61
Tabla 12: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT8).....	62
Tabla 13: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT9).....	63
Tabla 14: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT10).....	64
Tabla 15: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT11).....	65
Tabla 16: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT12).....	66
Tabla 17: Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT13).....	67
Tabla 18 : Resultados de la Perforación 24 de Mayo (SPT14).....	68
Tabla 19: Resultados de la Perforación Cruzada Social (SPT1).....	69
Tabla 20. Resultados de la Perforación Cruzada Social (SPT2).....	70
Tabla 21: Resultados de la Perforación Cruzada Social (SPT3).....	71
Tabla 22: Resultados de la Perforación La Victoria (SPT1).....	72
Tabla 23: Resultados de la Perforación La Victoria (SPT2).....	73
Tabla 24: Resultados de la Perforación La Victoria (SPT3).....	74
Tabla 25: Resultados de la Perforación Alborada (SPT1).....	75
Tabla 26: Resultados de la Perforación Alborada (SPT2).....	76
Tabla 27: Resultados de la Perforación Alborada (SPT3).....	77
Tabla 28: Resultados de la Perforación Alborada (SPT4).....	78
Tabla 29: Resultados de la Perforación Alborada (SPT5).....	79
Tabla 30: Resultados de la Perforación Alborada (SPT6).....	80
Tabla 31: Resultado del ángulo de fricción interna del Barrio 24 de Mayo.....	83
Tabla 32: Resultado del ángulo de fricción interna del Barrio Cruzada Social....	87
Tabla 33: Resultado del ángulo de fricción interna del Barrio La Victoria.....	91
Tabla 34: Resultado del ángulo de fricción interna del Barrio Alborada.....	95
Tabla 35: Base de datos para Arc-Gis, barrio 24 de Mayo.....	101
Tabla 36: Base de datos para Arc-Gis, barrio Cruzada Social.....	103
Tabla 37: Base de datos para Arc-Gis, barrio La Victoria.....	105
Tabla 38: Base de datos para Arc-Gis, barrio Alborada.....	107
Tabla 39: Tipo de suelos según los periodos fundamentales de vibración.....	124
Tabla 40: Coeficiente de suelo y coeficiente Cm.....	126
Tabla 41: Clasificación de Tipo de Perfiles del suelo.....	127
Tabla 42: Clasificación de suelos según el CPE y NEC del Barrio "24 de Mayo".....	129
Tabla 43: Clasificación de suelos según el CPE y NEC del Barrio "Alborada".....	131

Tabla 44: Clasificación de suelos según el CPE y NEC del barrio "Cruzada Social".....	133
Tabla 45: Clasificación de suelos según el CPE y NEC del barrio "La Victoria".....	135
Tabla 46: Base de datos para dibujar los mapas Iso-períodos del barrio "24 de Mayo" en SURFER.....	150
Tabla 47: Base de datos para dibujar los mapas Iso-períodos del barrio "Alborada".....	153
Tabla 48: Base de datos para dibujar los mapas Iso-períodos del barrio "Cruzada social" en SURFER.....	156
Tabla 49: Base de datos para dibujar los mapas Iso-períodos del barrio "la Victoria" en SURFER.....	159

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Riesgos sísmicos en el Ecuador	6
Ilustración 2: Levantamiento Topográfico	25
Ilustración 3: Monografía de control horizontal y vertical PMR-003.....	28
Ilustración 4: Monografía de control horizontal y vertical PMR-006.....	29
Ilustración 5: Monografía de control horizontal y vertical PMR-016.....	30
Ilustración 6: Monografía de control horizontal y vertical PMR-017.....	31
Ilustración 7: Muestreador o tubo partido.....	33
Ilustración 8: Ensayo de penetración estándar (SPT).	36
Ilustración 9: Ensayo realizados en el laboratorio de Ingeniería Civil.	39
Ilustración 10: Instrumental para el ensayo de granulometría	42
Ilustración 11: Instrumental para el ensayo de Límite Líquido	45
Ilustración 12: Instrumental para el ensayo de Límite Plástico.	48
Ilustración 13: Instrumental para determinar el peso específico del suelo	51
Ilustración 14: Levantamiento topográfico y curvas de nivel barrio 24 de Mayo 97	
Ilustración 15: Levantamiento topográfico y curvas de nivel barrio La Victoria.98	
Ilustración 16: Levantamiento topográfico y curvas de nivel barrio Cruzada Social.....	99
Ilustración 17: Levantamiento topográfico y curvas de nivel barrio Alborada.....	100
Ilustración 18: Modelo Digital de superficie Barrio 24 de Mayo	102
Ilustración 19: Modelo Digital de superficie Barrio Cruzada Social.....	104
Ilustración 20: Modelo Digital de superficie Barrio La Victoria.....	106
Ilustración 21: Modelo Digital de superficie Barrio Alborada.....	108
Ilustración 22: Modelo digital de superficie en el programa Surfer del barrio "24 de Mayo"	130
Ilustración 23: Modelo digital de superficie del barrio "Alborada"	132
Ilustración 24: Modelo digital de superficie en el programa Surfer del barrio "Cruzada Social".....	134
Ilustración 25: Modelo digital de superficie en el programa Surfer del barrio "La Victoria"	136
Ilustración 26: Programa digital MATLAB para el cálculo del período de vibración.....	137
Ilustración 27: Diseño del programa digital Matlab para el cálculo del periodo de vibración	142
Ilustración 28: Diseño del programa digital Matlab para el cálculo del periodo de vibración	147
Ilustración 29: Datos ingresados para el programa digital MATLAB.....	148
Ilustración 30: Datos Obtenidos en el programa digital MATLAB para el cálculo del período de vibración.....	148
Ilustración 31: Datos obtenidos en el programa digital MATLAB para el cálculo del período de vibración.....	149

Ilustración 32: Resultado obtenidos en el programa digital MATLAB para el cálculo del período de vibración	149
Ilustración 33: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el mapa de Iso-Períodos barrio "24 de Mayo".....	151
Ilustración 34: Curvas de Iso-Períodos en 3D barrio"24 de Mayo".....	152
Ilustración 35: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el mapa de Iso-períodos barrio "la Alborada".....	154
Ilustración 36: Curvas de Iso-Períodos en 3D barrio la "Alborada".....	155
Ilustración 37: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el mapa de Iso-Períodos barrio "Cruzada Social".....	157
Ilustración 38: Curvas de Iso-Períodos en 3D barrio "Cruzada Social".....	158
Ilustración 39: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el mapa de Iso-Períodos barrio "La Victoria".....	160
Ilustración 40: Curvas de Iso-Períodos en 3D barrio "La Victoria".....	161

ÍNDICE GRÁFICO

Gráfico 1: Clasificación SUCS de los suelos 24 de Mayo.....	81
Gráfico 2: Esfuerzo admisible a los 50 golpes en el barrio 24 de Mayo.....	82
Gráfico 3: Ángulo de fricción interna del Barrio 24 de Mayo.....	83
Gráfico 4: Tipos de Perfil del suelo según el INEN CPE 5:2001 y el NEC 2011 Barrio 24 de Mayo	84
Gráfico 5: Clasificación SUCS de los suelos Cruzada Social	85
Gráfico 6: Esfuerzo admisible a los 50 golpes en el barrio Cruzada Social	86
Gráfico 7: Ángulo de fricción interna del Barrio Cruzada Social.....	87
Gráfico 8: Tipos de Perfil del suelo según el INEN CPE 5:2001 y el NEC 2011 Barrio Cruzada Social.....	88
Gráfico 9: Clasificación SUCS de los suelos Barrio la Victoria.....	89
Gráfico 10: Esfuerzo admisible a los 50 golpes en el barrio la Victoria.....	90
Gráfico 11: Ángulo de fricción interna del Barrio la Victoria.....	91
Gráfico 12: Tipos de Perfil del suelo según el INEN CPE 5:2001 y el NEC 2011 Barrio La Victoria.....	92
Gráfico 13: Clasificación SUCS de los suelos Barrio la Alborada.....	93
Gráfico 14: Esfuerzos admisibles a los 50 golpes Barrio la Alborada.....	94
Gráfico 15: Ángulo de fricción interna del Barrio la Alborada.....	95
Gráfico 16: Tipos de Perfil del suelo según el INEN CPE 5:2001 y el NEC 2011 Barrio la Alborada.....	96

RESUMEN

Para que un edificio o una pequeña construcción funcionen adecuadamente y tengan una buena estabilidad depende de un 100% de su cimentación por que ésta debe transferir toda su carga al suelo, lo bueno de la cimentación es que se la puede realizar en cualquier tipo de terreno siempre y cuando se realicen los procedimientos adecuados para la investigación sobre el tipo de suelo.

Lo esencial en toda construcción o edificación seria cimentar siempre en roca, para así poder realizar la obra más rápido y abaratar los costos, pero en la mayoría de las ocasiones no es posible por los diferentes tipos de terreno que se tiene en cada sector, por tal motivo todo constructor tiene que adaptarse al tipo de estrato, solo así se podrá analizar el comportamiento de cada tipo de suelo.

Si en todas las ocasiones se podría cimentar en un suelo firme o bien compactado, no harían falta cimientos, y así se podría en el mismo terreno construir las mamposterías, columnas, etc. Pero hacer una edificación de este tipo no es posible, hay que analizar y buscar la manera más técnica de que todas estas cargas vivas y cargas muertas sean transmitidas al suelo a fin de que cada porción del suelo pueda absorber el peso de la estructura.

Por todo lo expuesto anteriormente el suelo cede, por todas las cargas que tiene una estructura y obliga a sus moléculas a que se modifiquen en sus distancias y posiciones donde el suelo cambia de forma, todo esto dependerá del tipo de terreno que se encuentre la edificación.

En la construcción de una cimentación en un terreno duro y bien compactado formado por estratos o capas de un espesor adecuado, con una resistencia considerable no existe peligro alguno para la construcción.

Pero si tenemos un suelo que no es compacto, pero tiene pequeños bancos de extensión con menor resistencia, y si los estratos o capas tengan espesores muy variables, se puede cimentar pero sin las garantías adecuadas para el que recibe la obra.

Toda la información recopilada fue mediante el ensayo del SPT (ensayo de penetración estándar). Para determinar las características geotécnicas del suelo, así como la interpretación y redacción de los informes correspondientes obtenidos en el laboratorio de la Escuela de Ingeniería Civil y que se los expone a continuación en la elaboración de ésta tesis, en la que se creó una tabla de resultados en EXCEL de todos los ensayos realizados en el laboratorio como son: contenido de humedad, granulometría, clasificación de los suelos en el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), módulo de finura, límite plástico, límite líquido, peso específico, ángulo de fricción, ángulo de cohesión, período de vibración del suelo, todo esto se realizó con la certeza de dar con el tipo de resistencia y la vulnerabilidad del suelo de los barrios “24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y la Victoria” de la ciudad de Riobamba y en donde fueron realizados estos estudios.

Se realizó la clasificación de los suelos mediante las normas INEN CPE 5:2001 y la NEC 2011, con la obtención de las tablas de resultados en EXCEL se elaboró un programa en MATLAB que nos permite calcular el período de vibración de los suelos mediante el método del sistema de varios grados de libertad, obteniendo los datos para la elaboración de los mapas de Iso períodos y que fueron dibujados en el programa SURFER.



Dr Geovanny Armas

SUMMARY

16 de Diciembre del 2013

For the correct working and good stability of a small building or construction, it depends 100% on its foundation since this one must transfer all its load to the ground, the good thing about foundation is that it can be founded on any type of soil as long as the adequate procedures for research on soil type are carried out.

What is essential in any construction or building is the foundation built on rock, in order to make the work faster and cut costs, but in most cases it is not possible because of the different types of land existing in each area, for this reason every builder has to match the type of layer, only in this way the behavior of every soil type can be analyzed.

If foundation would be carried out on firm or well-compacted soil, it would not be necessary to lay foundations, in this way, masonry and columns would be built on the land, etc. But making a building like this is not possible since it is necessary to analyze and find the most technical way so that all live and dead loads can be transmitted to the neighboring land and each portion of the soil can absorb the weight of the structure.

For this reason the ground moves because of all the charges the structure has, and forces the molecules to be modified in their distances, positions where the soil changes shape, all this depends on the type of land on which the building is.

In the building of a foundation on a hard, well-compacted land made up by layers of a suitable thickness, with considerable resistance, there is no danger for the construction.

But if the soil is not compact and has smaller extension banks with less resistance, and if the strata or layers have highly variable thicknesses, it is possible to found but without the adequate guarantee for the one who receives the work.

All of the information gathered was by SPT (standard penetration test). To determine the geotechnical characteristics of the soil as well as the interpretation and writing of the corresponding reports gotten in the Civil Engineering School





Dr Geovanny Armas

16 de Diciembre del 2013

Laboratory are shown below in the preparation of this thesis, in which a table of results was created in EXCEL with all of the tests performed in the laboratory such as: moisture content, grain size measuring, classification of soils in the Unified System of Soil Classification (USSC), fineness modules, plastic limit, liquid limit, specific gravity, friction angle, cohesion angle, ground vibration period, all this was carried out with the certainty of finding the type of soil resistance and vulnerability in the 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social and La Victoria neighborhoods in Riobamba, city in which these studies were carried out.

The classification of soils was performed by the INEN CPE 5:2001 and NEC 2011, with obtaining the results tables in EXCEL, a MATLAB-based software was developed, it allows us to calculate the period of vibration of the soil through the method system of several degrees of freedom, obtaining data for making Iso periods maps which were drawn in the SURFER software.

INTRODUCCIÓN

La zona urbano- marginales de la Ciudad de Riobamba, crecen aceleradamente debido a la demanda de viviendas, dando como resultado que estas zonas se cuenta con pocos estudios de los peligros geológicos, ya que a menudo pueden presentarse fenómenos que amenazen la seguridad de la población, dentro de esos se encuentran los sismos, los cuales presentan el mayor peligro pues pueden tener efectos catastrófico aunque no ocurran con mucha frecuencia, este fenómeno se presenta generalmente debido al constante movimiento de las placas tectónicas y a la posible actividad volcánica que se tiene muy cerca la presencia del Volcán Tungurahua.

Para conocer o predecir el comportamiento que tendrán los diferentes tipos de suelo en el área de nuestro estudio ante un evento sísmico, es necesario llevar a cabo una microzonificación sísmica.

Debe entenderse que de acuerdo a las diferentes variaciones de las propiedades físicas del suelo será afectado por las ondas sísmicas. Para evitar en lo posible efectos desagradables ante eventos sísmicos, se realizó el ensayo de penetración estándar (SPT), la que da como resultado muestras de suelo, obtenidas a diferentes profundidades, las cuales fueron ensayados en el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Chimborazo, el mismo que nos permitirá determinar el tipo de suelos en los Barrios “ALBORADA, CRUZADA SOCIAL, 24 DE MAYO Y LA VICTORIA”.

El ensayo del SPT es uno de los más confiables y usados para la exploración del subsuelo. Esta prueba nos permite conocer la capacidad de los mantos que es la característica fundamental respecto a su comportamiento físico y mecánico del suelo. Finalmente los resultados obtenidos en el laboratorio, nos permite realizar los mapas Iso Períodos del presente estudio, donde servirán estos datos al G.A.D.M.R para realizar un control, planificación estratégica y restricciones sobre el tipo de vivienda a construirse en estos sectores.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 GENERALIDADES

En la mayor parte de la ciudad de Riobamba las construcciones o edificaciones se encuentran en los sectores más conocidos como barrios (urbanos-marginales), y por la escasa información existente de las propiedades mecánicas de los suelos tienen un alto porcentaje de vulnerabilidad sísmica ante los movimientos telúricos por tal motivo los habitantes de estos lugares corren un peligro muy alto.

La siguiente información fue obtenida por el ICITS (Instituto de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes) con el tema “DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS EXISTENTES EN LOS CUATRO BARRIOS (24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y la Victoria) DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA”.

Teniendo como resultado

Tabla 1: Estadísticas De Los Índices De Vulnerabilidad Por El Método Italiano De Los Barrios 24 de Mayo, Alborada, La Victoria y Cruzada Social.

	BARRIO 24 DE MAYO	BARRIO ALBORADA	BARRIO LA VICTORIA	BARRIO CRUZADA SOCIAL
MUY VULNERABLES	0.97%	4.26%	1.72%	7%
MEDIANAMENTE SEGURAS	67.46%	59.57%	29.31%	34%
SEGURAS	10.68%	36.17%	18.97%	45%
NO SE REALIZO	20.89%	0%	50%	14%

Fuente: Proyecto “Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas de los barrios urbano-marginales de la Ciudad de Riobamba” ICITS (Instituto de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes) UNACH.

En los años de 1970 y 1980 ya se comenzó a medir el peligro sísmico y a partir del 2002 este código comenzó a regir en el Ecuador y es conocido como Código

Ecuatoriano de la Construcción, ahora llamada Norma Ecuatoriana de la Construcción.

Actualmente, las edificaciones en los barrios 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y la Victoria, fueron edificadas con sistemas deficientes en la construcción.

1.2 ESTUDIO DEL SUELO EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

Hoy en día es cada vez más concluyente el hecho de que ningún ingeniero que sienta la responsabilidad técnica y moral de su profesión deje efectuar un estudio de las condiciones del subsuelo cuando se diseñan estructuras de cierta importancia, ya que ello conlleva dos características que se conjugan: seguridad y economía. No olvidemos “Quien solo conoce la teoría de la Mecánica de Suelos y carece de práctica puede ser un peligro público”, Dr. Karl V. Terzaghi.

Es por eso que en los proyectos de construcción se desprende la necesidad de contar, tanto en la etapa de proyecto, como durante la ejecución de la obra, con datos firmes, seguros y abundantes respecto al suelo que se está tratando. El conjunto de estos datos debe llevar al proyectista a adquirir una concepción razonable exacta de las propiedades físicas del suelo que hayan de ser consideradas en el análisis para la construcción de una edificación. En realidad es en el laboratorio de Mecánica de Suelos en donde se va a obtener los datos del ensayo del SPT de los barrios en estudio.

1.3 ORIGEN DE LOS SUELOS¹

Los suelos son producto de la descomposición de las rocas por procesos físico-químicos. Entre los fenómenos físicos podemos citar principalmente a la fatiga y el desgaste; los cambios de temperatura, la acción del agua corriente, el viento, etc. son fenómenos físicos que dan lugar a la descomposición de la roca por fatiga y desgaste.

¹Luis Marín Nieto (1991) “Mecánica de suelos”. Quinta Edición. Editado por la Universidad de Guayaquil.

La descomposición de la roca también ocurre por fenómenos químicos de los minerales constituyentes. Las principales clases de esta descomposición, desilicización, disolución directa en el agua o la combinación de estos procesos.

Las arenas, las gravas y ciertos limos inorgánicos son originados por fenómenos físicos, y algunos limos, en general todos los suelos arcillosos, son originados generalmente por la meteorización química de los minerales de la roca.

Los materiales producto de la descomposición de la roca, posteriormente son transportados, por el agua o por el viento a lugares distantes, formando a su vez depósitos nuevos, que cubren la corteza de las rocas originarias o anteriores.

Estos suelos son catalogados como suelos transportados. Los suelos transportados según sea su móvil, el agua o el viento, se clasifican en depósitos fluviales y depósitos eólicos.

1.4 SISMOS²

Estos movimientos se producen por el choque de las placas tectónicas. La colisión libera energía mientras los materiales de la corteza terrestre se reorganizan para volver a alcanzar el equilibrio mecánico.

Una de las principales causas de los sismos es la deformación de las rocas contiguas a una falla activa, que liberan su energía potencial acumulada y producen grandes temblores. Los procesos volcánicos, los movimientos de laderas y el hundimiento de cavidades modelados también pueden generar sismos.

1.4.1 TIPOS DE SISMOS.

Al generar un temblor las ondas sísmicas se propagan en todas las direcciones,

² Astroza M (2007) "Reinterpretación de las intensidades del terremoto de 1996", VI Congreso Chileno de Geotecnia

provocando el movimiento del suelo tanto en forma horizontal como vertical.

- ✓ En los temblores oscilatorios el movimiento es horizontal, se produce un balanceo y se siente como si nos moviéramos de un lado a otro.
- ✓ En los trepidatorios las sacudidas son verticales, es decir, de arriba hacia abajo y viceversa, pudiendo provocar que los objetos sean lanzados al aire.

1.4.2 ORIGEN DE LOS SISMOS.

Para comprender mejor los orígenes de los sismos, es necesario conocer la estructura interna del planeta la cual está establecida por tres grandes capas que son:

- ✓ Núcleo
- ✓ Manto
- ✓ Corteza

El centro del planeta está constituido por el núcleo que se divide en núcleo interno compuesto de metales pesados en estado sólido y muy denso, el núcleo externo compuesto por metales pesados en estado fundido y a altas temperaturas.

La capa intermedia, denominada manto es sólida de gran espesor y se caracteriza por presentar en su parte superior una zona en estado viscoso capaz de deformarse y fluir plásticamente.

Finalmente, existe una pequeña capa denominada corteza que es rígida y tiene un espesor muy pequeño en comparación con las otras capas (promedio de 35 km).

Esta corteza aunque es rígida, se deforma, se pliega y fractura por fuerzas que son transmitidas desde el manto superior ayudando a conformar los rasgos de la superficie terrestre actual.

Uno de los resultados más importantes de la "dinámica interna" de nuestro planeta, ha sido el hecho de que la corteza se muestra dividida en una serie de "placas tectónicas", parecido a un rompecabezas.

Estas placas se mueven unas respecto a otras, generándose en sus bordes la concentración de una gran cantidad de energía. Esta concentración de fuerzas puede llegar a ser lo suficientemente grande como para que se dé una liberación brusca de energía, originándose un sismo, el cual dependiendo de su posición y sus características puede ser de interplaca (falla de interplaca) o intraplaca (falla local).

1.5 ALTO RIESGO SÍSMICO EN EL ECUADOR.

Dos factores se presentan como antesala a ese posible evento catastrófico. Por un lado son los tipos de suelos donde están asentadas las viviendas y por otro, la construcción informal creciente, que no responde a estudios técnicos antisísmicos, refiere Nelson Vásquez, técnico de Riesgos y Vulnerabilidad de la Secretaría Nacional de Riesgos.

El temor entre vulcanólogos y técnicos es que mientras en el país ni autoridades ni la población asumen sus responsabilidades, bajo la corteza terrestre del suelo ecuatoriano la tierra no deja de temblar, la energía se acumula a un ritmo continuo y el riesgo de un gran terremoto está cada vez más cerca, por el comportamiento histórico de los hechos sísmicos en el país.

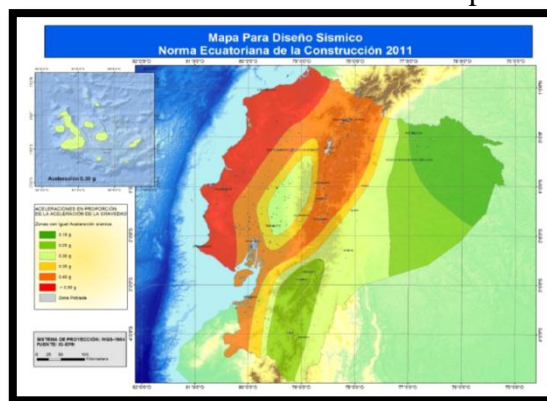


Ilustración 1: Riesgos Sísmicos en el Ecuador
Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) 2011

1.6 SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS (SUCS)³.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se deriva de un sistema desarrollado por el ensayo de Casagrande para identificar y agrupar suelos en forma rápida en obras militares durante la guerra.

Este sistema divide los suelos primero en dos grandes grupos, de granos gruesos y de granos finos. Los primeros tienen más del 50 por ciento en peso de granos mayores que 0,08 mm; se representan por el símbolo G si más de la mitad, en peso, de las partículas gruesas son retenidas en tamiz 5 mm, y por el símbolo S si más de la mitad pasa por tamiz 5 mm.

A la G o a la S se les agrega una segunda letra que describe la graduación: W, buena graduación con poco o ningún fino; P, graduación pobre, uniforme o discontinua con poco o ningún fino; M, que contiene limo o limo y arena; C, que contiene arcilla o arena y arcilla.

Los suelos finos, con más del 50 por ciento bajo tamiz 0,08 mm, se dividen en tres grupos, las arcillas (C), los limos (M) y limos o arcillas orgánicos (O).

Estos símbolos están seguidos por una segunda letra que depende de la magnitud del límite líquido e indica la compresibilidad relativa: L, si el límite líquido es menor a 50 y H, si es mayor.

Para mayor comprensión describiremos el procedimiento de clasificación:

1.6.1 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE GRANOS GRUESOS

Una vez efectuados los ensayos de clasificación, determine la distribución acumulativa de los tamaños de las partículas y clasifique la muestra como grava (G), si el 50%, o más de la fracción gruesa (> 0,08 mm) es retenida en tamiz 5

³Juarez Badillo –Rico Rodríguez. 2005 “Mecánica de Suelos” Tomo 1. Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Editorial LIMUSA. S.A

mm, y clasifíquela como arena (S), si más del 50% de la fracción gruesa (> 0,08 mm) pasa por tamiz 5 mm.

Si menos del 5% en peso de la muestra pasa por tamiz 0,08 mm, calcule:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad y \quad C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} * D_{60}}$$

Clasifique la muestra como grava bien graduada (GW), o arena bien graduada (SW), si C_u es mayor que 4 para las gravas y mayor que 6 para las arenas, y C_c está comprendido entre 1 y 3.

Clasifique la muestra como grava pobremente graduada (GP), o arena pobremente graduada (SP), si no se satisfacen simultáneamente los criterios de C_u y C_c para bien graduada.

Si más que el 12%, en peso, de la muestra del ensayo, pasa por 0.08 mm, analice los valores del límite líquido (wL) e índice de plasticidad (IP) mediante la línea "A" de la carta de plasticidad).

Clasifique la muestra como grava limosa (GM), o arena limosa (SM), si los resultados de los límites de consistencia muestran que los finos son limosos, es decir, si al dibujar wL versus IP, este punto cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4.

Clasifique la muestra como grava arcillosa (GC), o arena arcillosa (SC), si los finos son arcillosos, es decir, si al dibujar el w, versus IP, cae sobre la línea "A" y el IP es mayor que 7.

Si el punto del límite líquido versus índice de plasticidad cae prácticamente en la línea "A" o está sobre esta línea, pero el índice de plasticidad está comprendido entre 4 y 7, dé clasificación doble tal como GM-GC o SM-SC.

Si pasa por tamiz 0,08 mm del 5 al 12% de la muestra, el suelo llevará clasificación doble, basada en los criterios de graduación y límites de consistencia, tales como GW-GC o SP-SM. En casos dudosos, la regla es favorecer a la clasificación de menos plasticidad. Por ejemplo una grava con 10% de finos, un C_u de 20, C_w de 2,0 y un índice de plasticidad de 6, será clasificado como GW-GM en vez de GW-CG.

1.6.2 PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE GRANOS FINOS.

Clasifique el suelo como una arcilla inorgánica (C), si al dibujar el punto del límite líquido versus índice de plasticidad, éste cae sobre la línea "A" y el índice de plasticidad es mayor que 7.

Clasifique el suelo como limo inorgánico (M), si al dibujar el punto w_L versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor que 4, a menos que se sospeche que hay materia orgánica presente en cantidades suficientes como para influir en las propiedades del suelo (suelo de color oscuro y olor orgánico cuando está húmedo y tibio), en cuyo caso se debe efectuar un segundo límite líquido con la muestra de ensaye secada al horno a una temperatura de $110 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 24 horas. Se clasifica como limo o arcilla orgánicos (O), si el límite líquido después del secado al horno, es menor que 75% del límite líquido de la muestra original determinado antes del secado.

Clasifique el suelo como limo inorgánico de baja plasticidad (ML), o como limo o limo arcilla orgánicos de baja plasticidad (OL), si el límite líquido es menor que 50 y al dibujar w_L versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

Clasifique el suelo como limo inorgánico de media a alta plasticidad (MH), o como una arcilla u limo arcilla orgánico de media a alta plasticidad (OH), si el w_L es mayor que 50 y el punto dibujado de w_L versus IP cae bajo la línea "A" o el IP es menor a 4.

Con el fin de indicar sus características de borde, algunos suelos de grano fino deben clasificarse mediante simbología doble. Si el punto dibujado del w_L versus IP cae prácticamente en la línea "A" o sobre la línea "A" donde el Índice de Plasticidad tiene un rango de 4 a 7, el suelo debe tener clasificación doble tales como CL-ML o CH-OH. Si el punto dibujado de w_L versus IP cae prácticamente en la línea del límite líquido igual a 50, el suelo deberá tener clasificación doble tales como CL-CH o ML-MH.

En casos dudosos la regla de clasificación favorece al más plástico. Por ejemplo, un suelo fino con un $w = 50$ y un índice de plasticidad de 22 se deberá clasificar como CH-MH en lugar de CL-ML.

Este sistema fue adoptado por el U.S. Army Corps of Engineers en 1942 y en 1947 le introdujo algunos límites para evitar doble clasificación. En 1952, el Cuerpo de Ingenieros en conjunto con el Bureau of Reclamation y asesorados por el Dr. Casagrande efectuaron las últimas modificaciones.

Basados en observaciones de terreno y ensayos de Laboratorio de materiales de base para caminos y aeropuertos, el Cuerpo de Ingenieros subdividió los grupos GM y SM en dos grupos, designados por los sufijos "d" y "u", que han sido escogidos para representar a materiales que son convenientes o no, respectivamente, para ser empleados en bases de caminos y aeropuertos. Símbolos típicos son GM, y SM.

Se emplea el sufijo "d" cuando el límite líquido es menor o igual a 25 y el índice de plasticidad menor o igual a 5.

En el primer grupo, se hallan las gravas, arenas y suelos gravosos o arenosos, con pequeña cantidad de material fino (limo o arcilla). Estos suelos corresponden, en líneas generales, a los clasificados como A-1, A-2, A-3, por la AASHTO y son designados en la siguiente forma:

Gravas, o suelos gravosos: GW. GC, GP Y GM.

Arenas, o suelos arenosos: SW, SC, SP Y SM.

Las siglas representan:

G = Grava o suelo gravoso.

S = Arena o suelo arenoso.

W = Bien graduado.

C = Arcilla inorgánica.

P = Mal graduado.

M = Limo inorgánico o arena muy fina.

Así por ejemplo, SM significa suelos arenosos con cierto contenido de limo.

En el siguiente grupo se hallan los materiales finos, limosos o arcillosos, de baja o alta comprensibilidad, y son designados en la siguiente forma:

Suelos de baja o mediana comprensibilidad. ML, CL Y OL.

Suelos de alta comprensibilidad. MH, CH Y OH.

Las siglas representan:

M = Limo inorgánico o arena muy fina.

C = arcilla.

O = Limos, arcillas y mezclas limo arcillosas con alto contenido de materia orgánica.

L = Baja a mediana comprensibilidad.

H = Alta comprensibilidad.

Así, CH será un suelo arcilloso de alta comprensibilidad.

En la tabla 2 se resume la información anteriormente descrita

Tabla 2: Sistema Unificado de Clasificación de los suelos (SUCS)

SÍMBOLO	CARACTERÍSTICAS GENERALES		
GW GP GM GC	GRAVAS (>50% en tamiz # 4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
		Con finos (Finos > 12%)	Pobremente graduadas
			Componente limoso
			Componente arcilloso
SW SP SM SC	ARENAS (<50% en tamiz # 4 ASTM)	Limpias (Finos < 5%)	Bien graduadas
		Con finos (Finos > 12%)	Pobremente graduadas
			Componente limoso
			Componente arcilloso
ML MH	LIMOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
		Alta plasticidad (LL > 50)	
CL CH	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL < 50)	
		Alta plasticidad (LL > 50)	
OL OH	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL < 50)	
		Alta plasticidad (LL > 50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: Libro Mecánica de suelos de Aníbal Ávila (1994)

1.7 CIMENTACIÓN

El objeto de una cimentación es el medio para que las cargas de la estructura, concentradas en columnas o en muros, se transmitan al terreno produciendo en éste sistema de esfuerzos que puedan ser resistidos con seguridad sin producir asentamientos, o con asentamientos tolerables, ya sean éstos uniformes o diferenciales.

1.7.1 PARTES DE UNA ESTRUCTURA

En toda estructura es necesario distinguir dos partes principales: la superestructura y la subestructura.

- ✓ La superestructura, en el caso de edificios, es aquella parte de la estructura que está formado por losas, traveses, muros, columnas, etc.
- ✓ La subestructura es la parte de la estructura que sirve para transmitir las cargas de ésta al suelo de cimentación.

1.7.2 TIPOS DE CIMENTACIÓN

En forma general las cimentaciones pueden ser clasificadas en dos grupos:

- ✓ Cimentaciones directas
- ✓ Cimentaciones indirectas

Una cimentación directa es aquélla en la cual los elementos verticales de la superestructura se prolongan hasta el terreno de cimentación, con el fin de reducir el esfuerzo unitario que se transmite al suelo.

De este tipo son las zapatas aisladas, las zapatas conectadas, las zapatas ligadas, las cimentaciones por traveses y las losas de cimentación.

Una cimentación indirecta es aquella que se lleva a cabo por elementos intermedios como los pilotes, cilindros y cajones de cimentación ya que el suelo resistente se encuentra relativamente a gran profundidad.

Para poder elegir acertadamente un determinado tipo de cimentación es necesario seguir la escuela que a continuación se indica:

- a) Estudio de cargas y de la compatibilidad entre el tipo de cargas y las características del subsuelo (según el tipo de estructura), llevado a cabo análisis cuidadosos y los más apegados posible a la realidad.
- b) Determinación de la capacidad de carga del suelo de cimentación y de los asentamientos probables.
- c) Preparación de varios anteproyectos de los diferentes tipos posibles de cimentación.
- d) Selección del tipo de cimentación más adecuado atendiendo a:
 - ✓ Tipo de subsuelo.
 - ✓ Rapidez en la construcción.
 - ✓ Adaptación.
 - ✓ Economía.

1.7.3 CÓMO ESCOGER LA CIMENTACIÓN MÁS ADECUADA.

Para la selección del tipo de cimentación más conveniente de acuerdo con las características mecánicas del suelo de desplante, y para los asentamientos tanto totales como diferenciales queden dentro de los límites permitidos según el tipo de estructura, se pueden seguir estos lineamientos:

- ✓ Usar zapatas aisladas en suelos de baja compresibilidad (C_c menor a 0.20) y donde los asentamientos diferenciales entre columnas puedan ser controlados, empleando el método de asentamientos iguales; incluyendo

juntas en la estructura, o cuando se tenga una estructura con cierta flexibilidad en su comportamiento.

- ✓ Cuando se encuentren suelos con compresibilidad media (C_c menor a 0.20 y 0.4), para mantener los asentamientos dentro de ciertos límites, conviene emplear zapatas continuas rigidizadas con vigas de cimentación. La intensidad de las cargas indicará si se unen las zapatas en una o más direcciones.
- ✓ Cuando las cargas sean bastante pesadas y al emplear zapatas continuas éstas ocupen cerca del 50% del área del edificio en planta, es más económico usar una sola losa de cimentación.
- ✓ En aquellos suelos que presenten una compresibilidad media, alta o muy alta, y que además tenga baja capacidad de carga, es recomendable el uso de cimentaciones compensadas. Estos suelos pueden presentar un índice de compresión (C_c desde 0.20 hasta más de 0.4).
- ✓ Cuando la cimentación por compensación no sea económicamente adecuada para soportar las cargas pueden combinarse la compensación parcial y pilotes de fricción.
- ✓ Cuando las cargas sean demasiado elevadas conviene, para el caso de suelos de baja capacidad de carga, usar pilotes de punta apoyados en un estrato resistente.

1.8 GLOSARIO

Análisis granulométrico

Su finalidad es obtener la distribución por tamaño de las partículas presentes en una muestra de suelo.

Ángulo de fricción interno (ϕ)

Es un valor característico de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y se define como la envolvente de falla según el diagrama de Mohr.

Arcilla (C)

Suelo cohesivo de grano fino que presenta plasticidad, en el que sus partículas tienen diámetros menores que $75 \mu\text{m}$ y cuyas características de consistencia lo ubican sobre la línea A en la carta de plasticidad (SUCS).

Arena (S)

La arena es un conjunto de partículas de rocas disgregadas. En geología se denomina arena al material compuesto de partículas cuyo tamaño varía entre 0,063 y 2 milímetros. Una partícula individual dentro de este rango es llamada grano.

Capacidad de carga (capacidad de carga última) (q)

Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él sin que se produzcan falla por corte.

Capacidad de carga admisible (q_{adm})

Capacidad de carga afectada de un factor de seguridad, de acuerdo a las características del subsuelo y a las condiciones de carga analizadas, y que produce un asentamiento del subsuelo, admisible para la obra construida sobre él.

Cimentación

Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación o elementos apoyados a este al suelo

distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.

Cohesión (c)

Parte de la resistencia al esfuerzo cortante del suelo debida a la atracción molecular entre las partículas, determinada en la intersección de la envolvente de falla con el eje vertical, en el diagrama de Mohr.

Contenido de agua (w)

Es la cantidad de agua contenida en un material, tal como el suelo, las rocas, la cerámica o la madera medida en base a análisis volumétricos o gravimétricos.

Consistencia del suelo

Es la característica física que gobierna las fuerzas de cohesión-adhesión, responsables de la resistencia del suelo a ser moldeado o roto.

Curva granulométrica

Representación gráfica del ensayo granulométrico. A partir de ella es posible observar la graduación de un suelo.

Densidad del agua (fw)

Se define como el cociente entre la masa de un cuerpo y el volumen que ocupa.

Esfuerzo (presión)

Es la Fuerza por unidad de área.

Estratificación

Disposición de los sedimentos en capas.

Estrato

En Geología se llama estrato a cada una de las capas en que se presentan divididos los sedimentos, las rocas sedimentarias y las rocas metamórficas que derivan de ellas.

Estructura – Geológica

Conjunto de características de disposición relativa de las formas geológicas de una zona dada.

Estructura – mecánica de suelos

Disposición y estado de concreción de las partículas de un suelo.

Grado de saturación (Sr)

Es la cantidad de una sustancia que se puede absorber con otra sustancia. A menudo, se refiere a cuánta agua se puede absorber en el suelo, roca, aire u otro medio.

Granulometría

Es la medición y graduación que se lleva a cabo de los granos de una formación sedimentaria, de los materiales sedimentarios, así como de los suelos, con fines de análisis, tanto de su origen como de sus propiedades mecánicas.

Grava (G)

Se denomina grava a las rocas de tamaño comprendido entre 4.75 mm y 75 mm (SUCS). Pueden ser producidas por el ser humano, en cuyo caso suele denominarse piedra partida o caliza, o resultado de procesos naturales.

Índice de plasticidad (Ip)

Diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

Licuación (licuación espontánea)

La licuefacción de suelo describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado.

Límite líquido (LL)

Cuando el suelo pasa de un estado líquido a un estado plástico. Para la determinación de este límite se utiliza la cuchara de Casagrande.

Límite plástico (LP)

Cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe.

Limo

El limo o légamo es un material suelto con una granulometría comprendida entre la arena fina y la arcilla.

Muestra

Parte o porción de un material natural o elaborado que se toma como representativa del mismo, cuando se desea investigar sus propiedades, y cuyas dimensiones características y manera de seleccionarlás se fijan conforme a métodos normalizados.

Muestra alterada

Muestra de suelo obtenida de tal modo, que se puede considerar, que no mantiene todas las características que se verifiquen in situ.

Muestreo

Se conoce como muestreo a la técnica para la selección de una muestra a partir de una porción.

Nivel freático

El nivel freático corresponde al nivel superior de una capa freática o de un acuífero en general. A menudo, en este nivel la presión de agua del acuífero es igual a la presión atmosférica.

Número de golpes S.P.T. (N)

Resultado normalizado del Ensayo de Penetración Estándar.

Perfil estratigráfico

Representación gráfica de una sección vertical que indica la secuencia y espesores de las variadas capas de suelo.

Perforación

Orificio o pozo, usualmente vertical, abierto o excavado con el propósito de determinar la naturaleza, secuencia, profundidad y condiciones de un suelo o una roca.

Permeabilidad

Es la capacidad que tiene un material de permitirle a un flujo que lo atraviese sin alterar su estructura interna.

Peso específico del suelo

Se le llama peso específico a la relación entre el peso de una sustancia y su volumen.

Plasticidad de los suelos

La plasticidad es la propiedad mecánica de un material inelástico, natural, artificial, biológico o de otro tipo, de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico, es decir, por encima de su límite elástico.

Porcentaje parcial retenido en un tamiz

Corresponde al porcentaje en masa del suelo directamente retenido en ese tamiz.

Porcentaje acumulado retenido en un tamiz

Corresponde al porcentaje en masa de todas las partículas de mayor tamaño que la abertura de un determinado tamiz.

Porcentaje acumulado que pasa por un tamiz

Corresponde al porcentaje en masa de todas las partículas de menor tamaño que la abertura de un determinado tamiz.

Presión de sobrecarga efectiva (svo)

Presión vertical efectiva in situ, existente antes del muestreo o excavación

Presión del suelo (p)

Presión que el suelo ejerce sobre una superficie que lo limita

Subsuelo

Parte del perfil o corte geológico que se extiende entre la capa vegetal y el lecho de roca.

Suelo

El subsuelo, o sustrato, es la capa de suelo debajo de la capa superficial de la tierra. El subsuelo puede incluir sustancias como arcilla y/o arena, que sólo han sido parcialmente desglosadas por aire, luz solar, agua, viento, etc., para producir suelo verdadero

Suelo cohesivo

Suelo, que no estando confinado, tiene considerable resistencia cuándo se ha secado al aire, y tiene una cohesión importante cuando está sumergido.

Suelo consolidado

Es un proceso de reducción de volumen de los suelos finos cohesivos (arcillas y limos plásticos), provocado por la actuación de sollicitaciones (cargas) sobre su masa y que ocurre en el transcurso de un tiempo generalmente largo. Producen asentamientos, es decir, hundimientos verticales, en las construcciones que pueden llegar a romper si se producen con gran amplitud.

Sedimentos

Material sólido en forma de partículas, granos o pequeños bloques, depositado sin consolidar tras un proceso de arranque, suspensión y transporte, ocasionado por agentes erosivos, como el agua, el hielo y el viento: sedimento fluvial.

Sismos

Son perturbaciones súbitas en el interior de la tierra, que dan origen a las vibraciones o movimientos del suelo; la causa principal o responsable de la mayoría de los sismos (grandes y pequeños) es la ruptura y fracturamiento de las rocas en las capas más exteriores de la tierra.

Suelo no cohesivo

Suelo que, cuando está confinado, tiene poca o ninguna resistencia que cuando está secado al aire, y que tiene poca o ninguna cohesión cuando está sumergido.

Suelo pre consolidado

Suelo arcilloso que recibe hoy en día cargas menores de las que en su historia geológica ha recibido. Es una arcilla generalmente dura.

Tamiz

Se llama tamiz al utensilio que se emplea para separar materiales de diferente grosor, como el suelo. Y se utiliza para la determinación de curvas granulométricas en varios tipos de materiales.

Textura del suelo

Disposición granulométrica de los elementos de un suelo.

Vulnerabilidad

Es la incapacidad de resistencia cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad de reponerse después que ha ocurrido un desastre.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

En este presente trabajo de investigación consiste en la división de un territorio en microzonas geográficas, de manera que puedan definirse recomendaciones para el diseño y construcción de edificios sismos resistentes en la zona urbanos-marginales de la Ciudad de Riobamba.

En general las técnicas de microzonificación envuelven el manejo de una gran cantidad de información del área de estudio y su futura expansión, pero principalmente se busca la delimitación y análisis del efecto del sitio, el cual puede ser estimado a través de los métodos: exploración, teóricos y experimental.

2.1 TIPO DE ESTUDIO

El proyecto de investigación está dirigido al sector de diseñadores estructurales, constructores de viviendas, edificaciones públicas y privadas involucradas dentro del proyecto, en general a los profesionales afines a la construcción de obras civiles que necesiten contar con datos específicos sobre las características físicas y mecánicas del suelo de cimentación para que estos cuenten con proyectos dentro de los estándares de calidad.

Otro sector beneficiario será el departamento de Planificación y Construcciones del G.A.D Municipal del Cantón Riobamba. Al igual que los habitantes de los barrios “Alborada, Cruzada Social, 24 de Mayo y La Victoria”

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población involucrada en la investigación será definida por los límites de los barrios: 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y La Victoria del Cantón Riobamba de la Provincia de Chimborazo.

El análisis realizado a partir del levantamiento topográfico cubre un área para el Barrio 24 de Mayo de 14.30 ha. Barrio Cruzada Social cubre un área de 1.01 ha. Barrio Alborada cubre un área de 8.34 ha y el Barrio La Victoria cubre un área de 2.32 ha.

Por considerar que la investigación nos arroja datos generales, se realiza el muestreo mediante perforaciones, una perforación por cada 1,7 has, y de acuerdo a las necesidades en el campo; la toma de muestras se lo realiza a intervalos de un metro de profundidad y cada cambio de estrato hasta llegar a una profundidad establecida por la norma INEN 689.

2.3 OPERACIÓN DE VARIABLES

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Características físicas y propiedades mecánicas del suelo de los barrios en investigación.

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Ensayo de Penetración Estándar (SPT)

2.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

2.4.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico de los barrios determinados para el estudio de sectorización y caracterización de las propiedades físicas y mecánicas del suelo, es de importante utilidad para trazar los planos que ayuden a organizar un plan de trabajo, mediante la ubicación geoespacial de los accidentes del terreno, edificaciones, calles, terrenos baldíos, lo cual sirve para definir los sitios donde se

tomarán las muestras mediante el ensayo de SPT y determinar la configuración del terreno.

Este proceso se ha dividido en dos partes que son el trabajo de campo y el de oficina.

Trabajo de campo

Es la recopilación de datos en el terreno

Equipo utilizado:

- ✓ Estación total marca Sokkia Set 630RK. con el grado de aproximación de 2mm en distancia y 1 en ángulo
- ✓ Trípode.
- ✓ 2 Prismas.
- ✓ Flexómetro

Proceso:

Con la respectiva delimitación de los barrios y la ubicación de los puntos de partida (vértices con coordenadas UTM y elevación) para la toma de datos. Obtenidas de los estudios de los planes maestros del agua potable y alcantarillado de la Ciudad de Riobamba.



Ilustración 2: Levantamiento Topográfico.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla 3: Coordenadas puntos de inicio para el levantamiento topográfico.

DATUM WG-84			
N° FICHA	Norte	Este	Elevación
03	9'816.410,882	761.564,498	2.800,221 m. (G)
06	9'816.485,327	762.272,783	2.786,017 m. (G)
16	9 817 214.238	755 327.844	2919.099 m. (G)
17	9 816 922.689	756 146.829	2 884.304 m. (G)

Fuente: Estudios de los Planes Maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba 2008.

Para la iniciación del punto de partida del levantamiento topográfico para los barrios Alborada, Cruzada Social y 24 De Mayo, se procederá a replantear la estación total sobre la placa PMR-017 que se encuentra empotrada en el parterre de la vía a Guayaquil a 302 m del redondel de la Media Luna y enlazamos con la placa PMR-016 que se encuentra empotrada en el bordillo del parterre de la vía a Licán.

Para la iniciación del punto de partida del levantamiento topográfico para los barrios la Victoria, se procederá a replantear la estación total sobre la placa PMR-006 que se encuentra empotrada sobre las gradas de la cancha de uso múltiple en el parque Vicente Maldonado y enlazamos con la placa PMR-003 que se encuentra empotrada en la losa superior del tanque de cúpula circular, a 2 m en dirección sur del centro de la reserva.

A partir de los puntos de control, se toman los puntos de detalle en tres dimensiones (x, y, z) y se almacena en la memoria de la estación total. Se realiza un croquis de ubicación que permita identificar las edificaciones, calles, bordillos, cerramientos, lotes baldíos y elementos naturales.

Selección y ubicación de los puntos de control en lugares con buena visibilidad hacia el área de trabajo con posibilidad de acceso. Estos puntos están ubicados a

una distancia promedio de 50 m. entre ellos y permiten su enlace mediante poligonales.

Trabajo de gabinete.

Es el procesamiento, cálculos y análisis de los datos tomados en el campo.

Equipo utilizado:

- ✓ Procesador de datos Laptop.
- ✓ Software: hojas de cálculo de Microsoft Office, paquetes Cad, ArcGis.
- ✓ Software: Calcula el período de vibración del suelo, paquetes en Matlab.

Procedimiento.

Se descarga los datos de la estación total a través del programa Prolink 1.15 en formato SDR33 al PC, se realiza las respectivas transformaciones de formatos para su respectivo uso se configura los parámetros para el cálculo de curvas de nivel y el dibujo.

Utilizando el programa de dibujo Cad, se dibuja el levantamiento topográfico de la zona del proyecto a escala horizontal 1:1000 y vertical 1:100.

Las curvas de nivel se calculan y dibujan a intervalos de un metro.

Sobre este levantamiento se ubican los sitios donde se tomaran las muestras de suelo mediante el ensayo del SPT.



**ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**



MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL

PROYECTO: ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA
 FECHA: MAY.-2008
 VÉRTICE: PMR-003
 N° FICHA: 03

PROVINCIA: CHIMBORAZO
 CANTÓN: RIOBAMBA
 PARROQUIA: VELASCO

COORDENADAS UTM
 NORTE 9'816.410,882
 ESTE 761.564,498
 DATUM: WGS-84
 ELEVACIÓN 2.800,221 m. (G)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 LATITUD: 1°39'34.47731"S
 LONGITUD: 78°38'56.64973"W

DESCRIPCIÓN:
 Placa de bronce con la siguiente inscripción:
 EMAPAR-ACSAM PMR-003 2008



FOTOGRAFÍAS



REFERENCIAS DE UBICACIÓN:
 Partiendo del redondel de la Av. Circunvalacion y Av. Antonio José de Sucre, seguimos por la vía con dirección al norte en una distancia de 215 m, luego ingresamos a las reservas conocidas como Maldonado, lugar en donde está colocada la placa.

OBSERVACIONES.
 La placa se encuentra empotrada en la losa superior del tanque de cúpula ciclar, a 2 m en dirección sur del centro de la reserva.

ELABORADO POR: ACSAM CONSULTORES
 REVISADO POR: EMAPAR
 FISCALIZADOR: PRINCON

Ilustración 3: Monografía de Control Horizontal y Vertical PMR-003.
Fuente: Estudios de los planes maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba 2008.



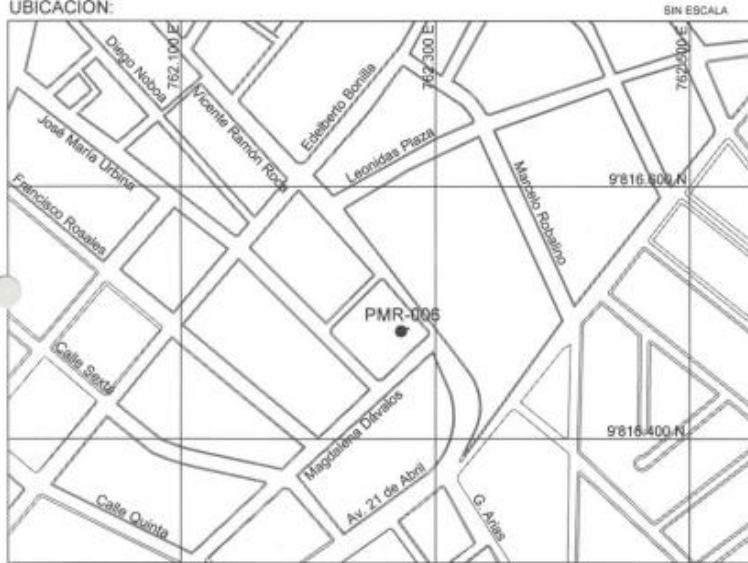


 ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL			
PROYECTO:	FECHA:	VÉRTICE:	N° FICHA: 06
ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA	MAY.-2008	PMR-006	
PROVINCIA:	CANTÓN:	PARROQUIA:	
CHIMBORAZO	RIOBAMBA	VELASCO	
COORDENADAS UTM		DATUM: WGS-84	
NORTE 9'816.485,327	ESTE 762.272,783	ELEVACIÓN 2.786,017 m. (G)	
COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
LATITUD:	1°39'32.02728"S	LONGITUD:	78°38'33.74789"W
DESCRIPCIÓN:			
Placa de bronce con la siguiente inscripción: EMAPAR-ACSAM PMR-006 2008			
UBICACIÓN:		FOTOGRAFÍAS	
		PLANTA:  PANORÁMICA: 	
REFERENCIAS DE UBICACIÓN:			
Partiendo de la Av. Circunvalación y la Av. Vicente Rocafuerte, seguimos por esta en dirección Este, en un recorrido de 0,57 km, hasta llegar al parque Vicente Rocafuerte en el barrio del mismo nombre. En el parque existe una cancha de uso múltiple de piso de hormigón y junto a la cancha dos gradas. La placa está colocada sobre las gradas en la parte central.			
OBSERVACIONES:			
La placa se encuentra empotrada sobre las gradas de la cancha de uso múltiple en el parque Vicente Maldonado.			
ELABORADO POR:	REVISADO POR:	FISCALIZADOR	
ACSAM CONSULTORES	EMAPAR	PRINCON	

Ilustración 4: Monografía de Control Horizontal y Vertical PMR-006.
Fuente: Estudios de los planes maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba 2008.



**ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS
DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO
DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA**



MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL

PROYECTO: ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA
 FECHA: MAY.-2008
 VÉRTICE: PMR-016
 N° FICHA: 16

PROVINCIA: CHIMBORAZO
 CANTÓN: RIOBAMBA
 PARROQUIA: LIZARZABURU

COORDENADAS UTM
 NORTE 9.817.214,238
 ESTE 755.327,844
 DATUM: WGS-84
 ELEVACIÓN 2.919,099 m. (G)

COORDENADAS GEOGRÁFICAS
 LATITUD: 1°39'08.57155"S
 LONGITUD: 78°42'18.36698"W

DESCRIPCIÓN:
 Placa de bronce con la siguiente inscripción:
 EMAPAR-ACSAM PMR-016 2008



FOTOGRAFÍAS

PLANTA:



PANORÁMICA:



REFERENCIAS DE UBICACIÓN:
 Partiendo del redondel conocido como Media Luna (Av. Leonidas Proaño y Via a Guayaquil), seguimos por la Via a Guayaquil en una distancia de 854 m hasta llegar a una Y, desde donde seguimos por el lado izquierdo de la vía que se dirige al sector de la parroquia Licán en una distancia de 317 m, donde se encuentra ubicada la placa.

OBSERVACIONES:
 La placa se encuentra empotrada en el bordillo del parterre de la Via a Licán.

ELABORADO POR: ACSAM CONSULTORES
 REVISADO POR: EMAPAR
 FISCALIZADOR: PRINCON

Ilustración 5: Monografía de Control Horizontal y Vertical PMR-016.
Fuente: Estudios de los planes maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba 2008.



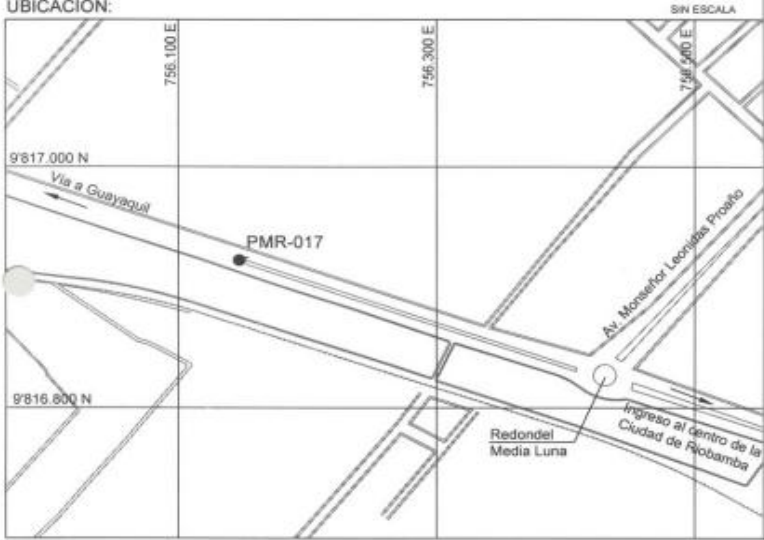

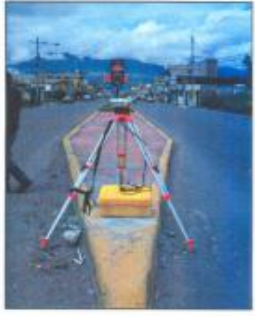
		ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA			
MONOGRAFÍA DE CONTROL HORIZONTAL Y VERTICAL					
PROYECTO: ESTUDIOS DE LOS PLANES MAESTROS DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA		FECHA: MAY.-2008	VÉRTICE: PMR-017	Nº FICHA: 17	
PROVINCIA: CHIMBORAZO		CANTÓN: RIOBAMBA	PARROQUIA: LIZARZABURU		
COORDENADAS UTM			DATUM: WGS-84		
NORTE 9'816.922,689	ESTE 756.146,829	ELEVACIÓN 2.884,304 m. (G)			
COORDENADAS GEOGRÁFICAS					
LATITUD: 1°39'18.02876"S		LONGITUD: 78°41'51.87053"W			
DESCRIPCIÓN: Placa de bronce con la siguiente inscripción: EMAPAR-ACSAM PMR-017 2008					
UBICACIÓN:					
					
REFERENCIAS DE UBICACIÓN: Partiendo del redondel conocido como la Media Luna (Av. Leonidas Proaño y Via a Guayaquil), se sigue por la Via a Guayaquil, con un recorrido de 302 m hasta llegar a la placa.					
OBSERVACIONES: La placa se encuentra empotrada en la vereda del parterre de la Via a Guayaquil.					
ELABORADO POR: ACSAM CONSULTORES		REVISADO POR: EMAPAR		FISCALIZADOR PRINCON	
FOTOGRAFÍAS					
PLANTA: 					
PANORÁMICA: 					

Ilustración 6: Monografía de Control Horizontal y Vertical PMR-017.
Fuente: Estudios de los planes maestros de Agua Potable y Alcantarillado de la ciudad de Riobamba 2008.

2.4.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA DEL SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT) (INEN 689).

Esta norma establece un método de ensayo para determinar indirectamente el grado de resistencia del suelo in situ.

El registro de la resistencia a la penetración permite determinar, en forma aproximada, el grado de compacidad o la consistencia del suelo in situ.

La recuperación de la muestra de suelo, que se inserta en el muestreador, proporciona el material necesario para su descripción en el campo y para verificar sus propiedades físico-mecánicas en el laboratorio.

Este ensayo deberá ser utilizado conjuntamente con otros adicionales, para medir con mayor exactitud la resistencia y compresibilidad del suelo, si el caso así lo requiere.

Aparatos.

Para determinar la resistencia a la penetración in situ es necesario disponer del siguiente instrumental:

Equipo de perforación. Puede aceptarse cualquier equipo de perforación e hincado y accesorios que permitan una limpieza adecuada del pozo, de tal manera que no altere el suelo antes de la inserción del muestreador.

Muestreador o tubo partido. Debe tener las características y dimensiones indicadas en la ilustración 7.

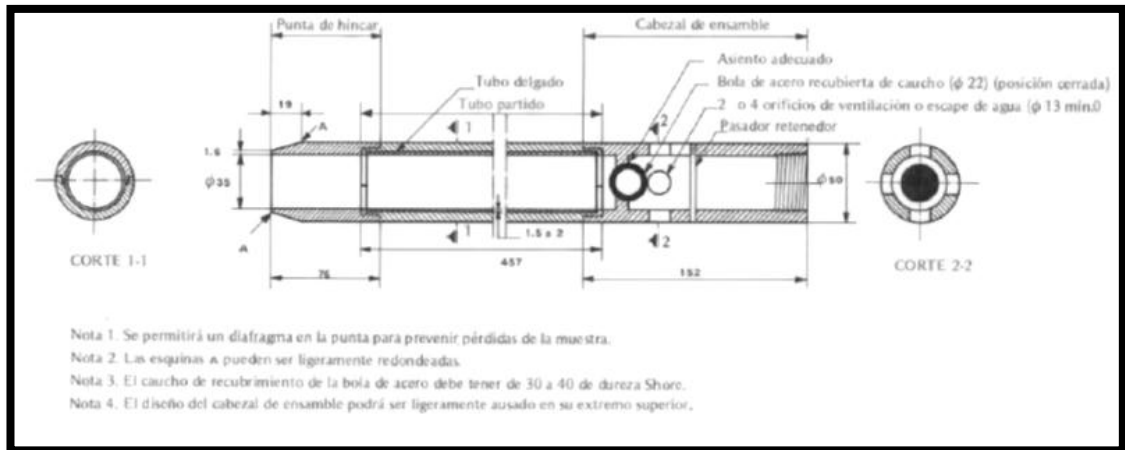


Ilustración 7: Muestreador o tubo partido
Fuente: Norma INEN 689

La punta de hincado debe ser de acero duro (acero al cromo tungsteno) y el cabezal de ensamble debe tener dos o cuatro orificios de ventilación.

Como alternativa, puede utilizarse un muestreador partido de las características y dimensiones indicadas en la ilustración 7, el mismo que contiene una pequeña cavidad, dentro de la cual se introduce un tubo delgado de bronce, acero o plástico rígido, el cual recibe la muestra de suelo y permite su manipuleo y traslado con el máximo de seguridad. Este tipo de muestreador se utiliza cuando se trata de arcilla y se desea recuperar muestras con menor grado de alteración.

Dispositivo para aplicación de la carga.

Debe tener características tales que la carga pueda aplicarse en forma dinámica, sin que pierda su energía, y estará constituido de:

- a) Un martinete de 65 kg de masa total.
- b) Una barra rígida de acero que sirve de guía en la caída del martinete.
- c) Un vástago ensanchado o cabeza de golpe, constituido de acero duro (Acero al cromo tungsteno).
- d) Un dispositivo para accionar el martinete.

e) Barras de conexión del diámetro AW o similar. Para profundidades mayores de 15 m, se recomienda de diámetro BW o similar.

Preparación previa al ensayo

Efectuada la perforación y alcanzada la profundidad a la que se va a realizar el ensayo, se limpia el pozo, cuidando que el material a muestrear no resulte alterado por dicha operación.

Cuando se detecten suelos sin cohesión, poco cohesivos o muy blandos, debe asegurarse la estabilidad de las paredes de la perforación entibando la misma, utilizando tubos, lodo de perforación o mediante cualquier otro método que se considere conveniente.

En el caso de arenas o limos saturados, las herramientas de perforación deben retirarse lentamente, para impedir el derrumbamiento de las paredes del pozo y, a la vez, se debe mantener el agua de inyección a/o sobre el nivel freático, con la finalidad de evitar la ebullición del fondo.

No se debe entibar una perforación más abajo del nivel en que se va a tomar la muestra.

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación.

Luego de apoyar el muestreador en el fondo del pozo perforado, se procede a hincarlo mediante golpes del martinete lanzado en caída libre desde una altura de 75 ± 5 cm sobre la cabeza de golpe (nota 2).

Para el izaje del martinete debe usarse cabo de manila o similar y, en caso de ser accionado mecánicamente, el cabo no debe enrollarse más de dos vueltas en el malacate.

Debe cuidarse de que la barra rígida de acero que sirve de guía en la caída del martinete esté completamente vertical, con lo cual se asegura que la energía de los golpes no resulte disminuida por efecto de la fricción del martinete sobre dicha barra.

El muestreador debe penetrar en primer lugar 15 cm, lo cual se considera como un proceso necesario de preparación y ajuste para el ensayo, por lo que, el número de golpes necesarios para este primer tramo de hincado tiene únicamente un valor relativo de orientación.

Se inicia entonces el ensayo contando el número de golpes (N) necesarios para hacer penetrar el muestreador 30 cm (nota 3), lo cual determina la resistencia a la penetración de dicho suelo.

NOTA 2. Un método para mantener una caída uniforme consiste en marcar la barra guía a los 70, 75 y 80 cm sobre la parte superior de la cabeza del golpe; de esta forma, el operador podrá levantar el martinete hasta que en su parte inferior aparezcan las marcas de los 70 o 75 cm, pero nunca la marca de los 80 cm.

NOTA 3. Es conveniente registrar separadamente durante el hincado el número de golpes necesarios para la penetración de cada 15 cm.

Si al hincar este tramo se sobrepasan los 50 golpes, sin que hubiera penetrado la totalidad de la medida indicada en el párrafo anterior (15 cm), se debe anotar el número de golpes efectuados y la fracción o longitud de penetración del muestreador.

Luego del hincado y antes de extraer el muestreador a la superficie debe girarse por lo menos dos revoluciones, a fin de cortar la muestra por el fondo, luego de lo cual, se extrae el muestreador a la superficie, se lo abre y se determina la longitud de la muestra recuperada, se retira la muestra de suelo, desechando la

parte superior que se considera no representativa.

La muestra se describirá según lo establecido en la Norma INEN 693, luego de lo cual se la debe acondicionar y cerrar herméticamente en un envase apropiado para su envío al laboratorio.

Cuando se utilice el tipo de muestreador mencionado en el numeral 2, una vez obtenida la muestra, se desarma el muestreador y se retira el tubo interior, se lo enrasa, sella y se lo envía al laboratorio.

Para la identificación de las muestras, los recipientes que las contengan deben etiquetarse adecuadamente.

Las etiquetas deben protegerse con un forro plástico y su inscripción debe hacerse con tinta indeleble, y constará de los siguientes datos:

- a) designación del trabajo;
- b) número de perforación;
- c) número de la muestra;
- d) profundidad o cota de extracción;
- e) número de golpes (N) y todo dato adicional que sea útil para su fácil reconocimiento e identificación.



Ilustración 8: Ensayo de penetración estándar (SPT)
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado.

Cálculos

Determinación del N corregido

Utilizando la fórmula de Peck.

$$N_c = N \times \left(0,77 \times \text{Log} \left(\frac{20}{q} \right) \right)$$

Dónde:

N_c = número de golpes corregido

N = número de golpes en campo

Log = logaritmo en base 10

q = sobrecarga en Kg/cm².

Expresión válida siempre que q sea mayor o igual a 0.25 Kg/cm².

Determinación del N corregido con Nivel freático

En arenas gruesas o gravas, la saturación del terreno no afecta los resultados; en arenas finas y limos bajo el nivel freático, Terzaghi y Peck recomendaron corregir el valor obtenido, siendo $N > 15$, por la relación

$$N_c = 15 + \frac{1}{2}(N - 15)$$

Dónde:

N_c = número de golpes corregido

N = número de golpes en campo

Que traduce el debilitamiento de la resistencia la corte bajo el efecto de las presiones intersticiales en exceso que se generan en el momento del golpeado.

Determinación del ángulo de fricción interna

Fórmula obtenida mediante la regresión logarítmica de las correlaciones propuestas por Osaki, Meyerhof y Schmertmann en función del factor n.

$$\phi = (3,612 \times \ln(Nc)) + 20,58$$

Dónde:

ϕ = ángulo de fricción interna

Nc = número de golpes corregido

Ln = logaritmo natural

Determinación de la capacidad portante del suelo

Utilizando la fórmula de Meyerhof.

$$qadm = 12 \times Nc \times \left(1 + \frac{D}{3 \times B}\right) \times \left(\frac{St}{25}\right) \left(\frac{KN}{m^2}\right)$$

Para $B < 1.2$

$$\left(1 + \frac{D}{3 \times B}\right) \text{ siempre debe ser } \leq 1,3$$

Dónde:

qadm = capacidad portante admisible del suelo

Nc = número de golpes corregido

D = profundidad de desplante

B = ancho de zapata

St = asentamiento (mm)

2.4.3 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA DE UN SUELO (INEN 690)

Esta norma establece el método para determinar en el laboratorio el contenido de agua en los suelos mediante el secado al horno.

El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

Aparatos

Horno de secado.- Horno de secado termostáticamente controlado, de preferencia uno del tipo tiro forzado, capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

Balanzas.- De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.01 g para muestras de menos de 200 g de 0.1 g para muestras de más de 200 g

Recipientes.- Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de Ph variable, y a limpieza.



Ilustración 9: Ensayo realizados en el laboratorio de Ingeniería Civil.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado.

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- 1.- Determinar y registrar la masa del recipiente m_1 cuidando que esté seco y limpio.
- 2.- Colocar en el recipiente la porción representativo del suelo a ensayarse
- 3.- Colocar el recipiente con la muestra húmeda en el horno de secado manteniendo una temperatura de 105 ± 5 °C
- 4.- Inmediatamente después de sacar del horno el recipiente con la muestra de suelo seca, determinar y registrar su masa si esto no es posible hacerlo inmediatamente, el recipiente debe colocarse en el desecador hasta cuando vaya a determinarse su masa.

Cálculos

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$w = \frac{m_2 - m_3}{m_3 - m_1} \times 100$$

Dónde:

- w = es el contenido de humedad, (%)
 m_1 = masa del recipiente, en gramos
 m_2 = masa del recipiente y suelo húmedo, en gramos
 m_3 = masa del recipiente y suelo seco, en gramos.

REFERENCIAS NORMATIVAS

ASTM	D 2216
INEN	690

2.4.4 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (INEN 696)

Este ensayo está basado en las Normas ASTM D 422 y AASHTO T 88, las mismas que se han adaptado al nivel de implementación y a las condiciones propias de nuestra realidad. Cabe indicar que este ensayo está sujeto a revisión y actualización continua.

Este ensayo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación.

La determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

Esta norma describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 0.075 mm (N° 200).

Aparatos

Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0.01 g para pesar el material que pase el tamiz de 4,750 mm (N° 4). Otra con sensibilidad 0.1 % del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,750 mm (N° 4).

Tamices de malla cuadrada 75 mm (3"), 50,8 mm (2"), 38,1 mm (1½"), 25,4 mm (1"), 19,0 mm (¾"), 9,5 mm (3/8"), 4,750 mm (N°4), 2,00 mm (N° 10), 0,840 mm (N° 20), 0,425 mm (N° 40), 0,250 mm (N° 60), 0,106 mm (N° 140) y 0,075 mm (N° 200).



Ilustración 10: Instrumental para el ensayo de granulometría.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a. Obtener una muestra representativa de agregado y reducirla a tamaño de ensayo según procedimientos establecidos.
- b. Ordenar los tamices en forma descendente para la serie de gruesos: $1''$, $\frac{3}{4}''$, $\frac{1}{2}''$, $\frac{3}{8}''$, N°4, N°10, N°40, N°100, N°200.
- c. Colocar la bandeja y la tapa de los tamices y ensamblarlos firmemente.
- d. Ubicar la serie de los tamices en el agitador mecánico, (Tamizadora eléctrica) cuidadosamente.
- e. Colocar el agregado por la parte superior de los tamices sin que existan pérdidas ni sobrecargas de material.

- f. Agitar los tamices alrededor de 7 minutos para evitar la segregación del material no utilice el agitador mecánico por más de 10 minutos.
- g. Determinar la masa retenida de cada tamiz con una precisión de 0.1g.
- h. Calcular el porcentaje pasante y retenido de cada tamiz en función de la masa original seca y redondearlos a un número entero.
- i. Si la suma de todas las masas retenidas en todos los tamices y la bandeja difieren en más del 3% para el agregado fino y en más del 0.5% para el agregado grueso se debe rechazar el ensayo.
- j. Determine la clasificación del suelo de acuerdo al porcentaje que pasa.

Cálculos

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso retenido en el tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

REFERENCIA NORMATIVA

INEN	696
ASTM	D 422
AASHTO	T 88

2.4.5 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO DE LOS SUELOS (INEN 691).

Esta norma establece el método para determinar el límite líquido de un suelo secado al horno a 60°C secado al aire o en estado natural.

Aparatos

Dispositivo mecánico (copa de casa grande).- Consiste en una copa de broce o de acero resistente a la corrosión, cuya base debe ser de caucho vulcanizado o de madera.

Acanaladores.- debe ser de broce o de acero resistente a la corrosión calibrados de acuerdo a la dimensiones indicadas.

Plato o fuente de mezclado.- recipiente de tamaño adecuado, apto para el mezclado de la muestra de suelo.

Espátulas.- deben ser de acero inoxidable, de tamaño adecuadas, apropiadas para el mezclado y el cortado de la muestra de suelo.

Disco de evaporación.- pueden utilizarse vidrios de reloj de tamaños adecuados o en su defecto una tela impermeable.

Equipo para determinar el contenido de agua.- como el descrito en la norma 690.

Botella de lavado.- fabricada preferentemente de plástico o un vaso de precipitación que contenga agua destilada.

Recipiente hermético.- deben ser de un material resistente a la corrosión y capaces de mantener alrededor de 200 a 250 gr de suelo húmedo.

Calibrador.- puede ser metálico o de un material resistente a la corrosión.

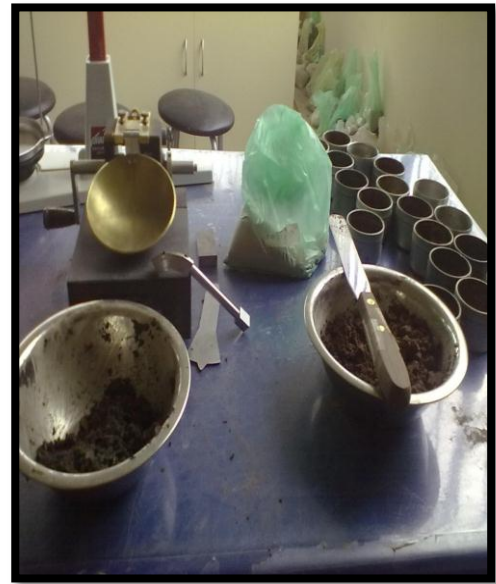


Ilustración 11: Instrumental para el ensayo de Límite Líquido.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

A continuación se describe el procedimiento de ensayo

1. Colocar una porción de esta pasta en la copa, sobre la parte que descansa en la base, extendiéndola rápido y cuidadosamente con la espátula, cuidando que no queden atrapadas burbujas de aire.
2. Nivelar el suelo con la espátula paralelamente a la base de tal manera que tenga una profundidad de 10 mm en la sección de espesor máximo, el suelo sobrante debe regresar al plato fuente de mezclado
3. Con el acanalador adecuado realizar un canal en la muestra evitando despegarla de la que el acanalador se mantenga normal a la superficie de la copa.
4. Para evitar la rotura de los lados del canal o el deslizamiento de la muestra en la copa, se permiten hasta 6 recorridos del acanalador, desde atrás hacia adelante o desde adelante hacia atrás: la profundidad del canal se

incrementa con cada recorrido y solo el último debe topar el fondo de la copa.

5. Colocar la copa en su dispositivo mecánico cuidando que la superficie inferior de la copa y la superficie de la base se encuentren libres de suelo o agua girar el manubrio a una velocidad de 2 revoluciones por segundo contar los golpes necesarios para que las dos mitades de la muestra se pongan en contacto en el fondo del canal en una distancia continua de alrededor de 10 mm, por la fluencia del suelo y no por deslizamiento entre el suelo y la copa; medir esta distancia con el extremo del acanalador y anotar el número de golpes necesarios para que esto ocurra.
6. Si el número de golpes para la primera determinación está entre 35 y 45 se continúa normalmente, si no añadir más agua o secarlo al aire lo que fuera más apropiado y repetir hasta que esta condición se obtenga.
7. Regresar la muestra de la copa al plato o fuente de mezclado, mezclar completamente, limpiar y sacar la copa y el acanalador y repetir el procedimiento hasta que tres ensayos consecutivos den el mismo resultado.
8. Del lugar donde se juntan los bordes del canal, tomar con la espátula una porción del suelo de alrededor de 10 gr, colocarla en un recipiente adecuado y determinar el contenido de agua de acuerdo a la norma INEN 690.
9. Realizar el procedimiento por lo menos cuatro veces usando la misma muestra con nuevos incrementos de agua destilada, los cuales deben hacer de tal manera que el número de golpes necesario para cerrar el canal varía de 45 a 5 de modo que dos ensayos estén bajo los 25 golpes y dos sobre los 25 golpes mezclando cada incremento de agua por lo menos cada 5 minutos.

10. Para efectuar los distintos ensayos hacer el amasado de la muestra únicamente mediante el aumento progresivo de agua de tal manera que la muestra de suelo se torne más fluida.

Cálculo

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{Peso del agua}}{\text{Peso del suelo secado en el horno}} \times 100$$

$$LL = k \times w^n$$

Dónde:

N= Número de golpes que causan el cierre de la ranura para el contenido de humedad.

W= Contenido de humedad del suelo, para N golpes.

K= factor dado en la Tabla No 4.

Tabla 4: Valores de K para límite líquido según el número de golpes

N (Número de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0,974
21	0,979
22	0,985
23	0,990
24	0,995
25	1,000
26	1,005
27	1,009
28	1,014
29	1,018
30	1,022

Fuente: Norma INEN 691

REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO	T 89
ASTM	D 4318
INEN	691

2.4.6 DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (INEN 692)

Esta norma establece el método para determinar el límite plástico del suelo.

Aparatos.

Plato o fuente de mezclado.- Recipiente de tamaño adecuado, apto para el mezclado de la muestra de suelo

Espátulas.- Deben ser de acero inoxidable, de tamaño adecuadas, apropiadas para el mezclado y el cortado de la muestra de suelo.

Equipo para determinar el contenido de agua.- Como el descrito en la norma 690.

Placa de rodado.- Puede ser de vidrio, de mármol o de cualquier material que tenga una superficie lisa no absorbente de alrededor de 15 a 20 cm.

Varrilla de calibración (opcional).- Debe ser de acero inoxidable de 3mm de diámetro y más o menos de 3 cm de largo.



Ilustración 12: Instrumental para el ensayo de Límite Plástico.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

A continuación se describe el procedimiento

1. Tomar aproximadamente 10g de muestra, moldearla entre los dedos, en una bola luego amasar y rodar la bola entre las palmas de las manos hasta que aparezcan en su superficie pequeñas fisuras con lo cual se asegura que el suelo tenga un suficiente secado.
2. Rodar esta bola entre las puntas de los dedos de una mano y la placa de vidrio con una presión suficiente para formar del suelo un rollo de 3 mm de diámetro en 5 a 15 movimientos completos hacia adelante y hacia atrás con la mano a una velocidad de 80 y 90 movimientos por minuto.
3. Si el rollo se desmenuza antes de alcanzar los 3 mm de diámetro añadir agua destilada a toda la masa del suelo. Volver a mezclar en el plano, amasarlo completamente y repetir el proceso.
4. Si el rollo llega a los 3 mm de diámetro sin presentar fisuras o desmenuzamiento recoger el rollo y moldearlo nuevamente entre los dedos hasta que el rollo de 3mm se corte.
5. Recoger las porciones desmenuzadas de los rollos de suelo en un recipiente hermético y determinar el contenido de agua.
6. Dos muestras más serán tratadas como la primera muestra

Cálculo

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua de suelo}}{P. \text{secado al horno}} \times 100$$

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = LL. - LP.$$

Dónde:

L.L. = Límite Líquido

L.P. = Límite Plástico

I.P. = Índice de plasticidad

L.L. y L.P., son números enteros

Cuando el límite líquido o el límite plástico no puedan determinarse, el índice de plasticidad se informará con la abreviatura NP (no plástico).

REFERENCIAS NORMATIVAS

AASHTO	T 90
ASTM	D 4318
INEN	691

2.4.7 PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO (INEN 856)

Para encontrar en el laboratorio los datos del peso específico necesitamos los siguientes instrumentos:

Balanza.- Que tenga una capacidad de 1kg o más, con sensibilidad de 0.01g; un picnómetro de 500cm³ de capacidad.

Un molde, (truncocónico).- Metálico, de 40 + 3mm de diámetro interior superior, 90 + 3mm de diámetro inferior, 75+3mm de altura, siendo el espesor del metal debe ser por lo menos de 0.8mm.

Una varilla de compactación.- Que debe ser metálica, recta de sección circular de 16mm de diámetro y de aproximadamente 600mm de longitud, con un extremo redondeado en forma semiesférica.



Ilustración 13: Instrumental para determinar el Peso Específico del suelo.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado.

El procedimiento para efectuar este ensayo se lo detalla a continuación:

- a) Pesar aproximadamente 1000g de árido fino, para luego sobresaturar la muestra del mismo llenando el recipiente con agua durante 24 horas.
- b) Luego de transcurrido este período de tiempo, retirar el agua contenida en el recipiente, con la precaución de evitar la pérdida de finos.
- c) Luego secar la muestra esparciéndola sobre una superficie plana, revolviéndola continuamente para obtener un secado uniforme.
- d) Tomar el molde troncocónico y asentarlos en una superficie lisa no absorbente, llenarlo en su totalidad con una parte del árido fino parcialmente seco para finalmente apisonar 25 veces con la varilla de compactación.

- e) Levantar el molde en forma lenta y vertical; si la muestra conserva la forma del molde significa que la muestra todavía contiene humedad superficial, con lo que continuamos revolviendo la muestra hasta que el árido se desmorone un poco al retirar el molde, obteniendo así su estado de superficie saturado seco (SSS).
- f) Pesar el picnómetro vacío, para luego tomar una cierta cantidad de la muestra en SSS (300 - 500g aproximadamente) e introducirla inmediatamente en el picnómetro; registrar el peso del picnómetro más árido en SSS.
- g) Llenar con agua el picnómetro hasta un 90% de su capacidad, y enseguida agitar el mismo con movimientos lentos circulares para eliminar las burbujas de aire.
- h) Completar el nivel de agua hasta su aforamiento es decir hasta la marca de los 500 cm³; con la ayuda de una pipeta, pesar y registrar el conjunto picnómetro, agua y muestra.
- i) Vaciar el picnómetro, limpiarlo y secarlo cuidadosamente. Posteriormente tabular la masa del picnómetro calibrado (llenarlo hasta la marca de 500 cm³ con agua destilada).
- j) Calcular y tabular Masa del árido en SSS, volúmen desalojado y finalmente el peso específico
Ecuación para determinar el peso específico del agregado.

$$P. esp. = \frac{A}{B + A - C}$$

Dónde:

P.esp. = Peso específico del agregado.

A = Masa de la muestra en estado saturado superficialmente seco.

B = Masa del picnómetro lleno de agua hasta la marca de 500 cm³.

C = Masa del picnómetro con la muestra y lleno de agua hasta la marca de 500 cm³.

Los datos obtenidos en el laboratorio de la caracterización, estratigrafía, capacidad portante del suelo mediante las técnicas antes mencionadas, permiten obtener una tabulación confiable de los datos, los que serán representados gráficamente para una mejor comprensión en programas de computación.

CAPÍTULO III

RESULTADOS

En los barrios 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y la Victoria de la ciudad de Riobamba se pudieron encontrar y observar un tipo de suelo que en su mayor parte es SM según el Sistema Unificado de Caracterización de suelo (SUCS), este suelo pertenece al grupo de arenas limosas, según el INEN CPE 5:2011 es un tipo de suelo S2 que son suelos intermedios o semi-densos y el tipo de perfil según el NEC 2011 es D que nos indica suelos rígidos.



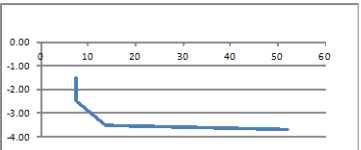



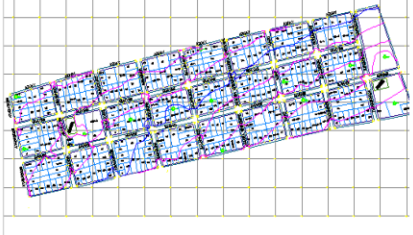
La información encontrada en los barrios en estudio, se obtuvo que en su mayor parte el período de vibración del suelo es S1 que son un tipo de roca sana o parcialmente alterada, gravas arenosas y arenas densas.

Para obtener estos resultados se realizaron varios tipos de ensayos como por ejemplo: ensayos en el laboratorio de suelos, cálculos y la obtención de tablas que se describen a continuación.

3.1 RESULTADOS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO

3.1.1 BARRIO 24 DE MAYO



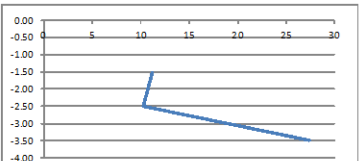


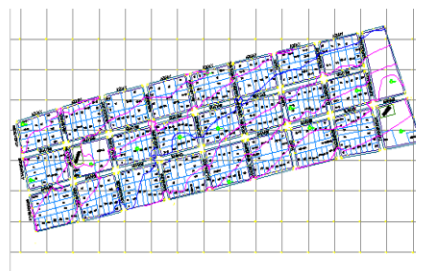
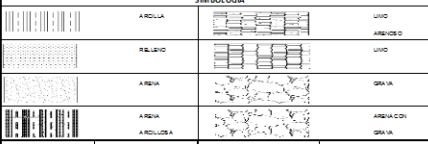
Tabla 5: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 1)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E757518.437 N9817867.685 z2842.642 Código de perforación: SPT-01				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	φ	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	7			19.91	17.90	2.01	3.83	SM	8.22	2.02	9.13	4.49	27	0.0932	S1	C
Arena limosa de color café claro	-2.50	7			21.70	18.06	3.64	3.29	SM - SC	7.96	2.02	9.05	4.45	27			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	14			19.32	17.90	1.42	3.65	SM	12.21	2.24	16.65	8.18	32			
Arena arcillosa de color café claro	-3.70	52			17.11	12.26	4.85	4.06	SM	11.28	1.95	63.64	31.25	47			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA				NOMENCLATURA					
								G (GRAVA) S (ARENA) M (LIMO) C (ARCILLA)				LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. O SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION φ = ANGULO DE FRICCION					

55

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

Tabla 6: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 2)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E 757634.206 N9817893.645 Z 2842.231 Código de perforación: SPT-02				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CÉSAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	11			21.25			2.44	SM	2.05	2.02	13.70	6.73	30	0.0754	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	10			21.70	21.67	2.26	2.36	SM-SC	2.18	1.99	12.46	6.12	29			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	27			19.32	17.50	1.60	2.46	SM	2.49	2.05	33.53	16.46	38			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST UNIFICADO D CLASIF D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					
				W (BIEN GRADUADA)				F (MAL GRADUADA)									

56

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 7: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 3)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E757722.558 N9817919.512 22840.542 Código de perforación: SPT-03				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5.2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	8			20.80	19.37	1.43	2.58	SM	1.49	2.21	10.05	4.93	28	0.0755	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	11			18.87	17.24	1.63	2.80	SM-SC	2.00	2.16	13.72	6.74	30			
Arena arcillosa de color café claro	-3.15	40			19.15	14.65	4.50	3.25	SM	2.93	1.95	48.43	23.78	43			
<p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS .				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					

57

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado



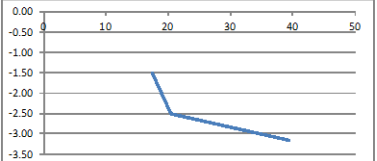


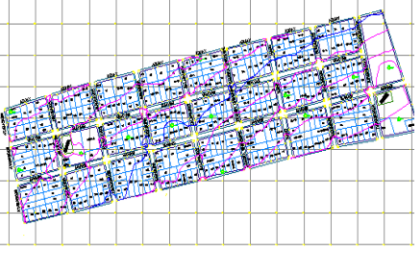
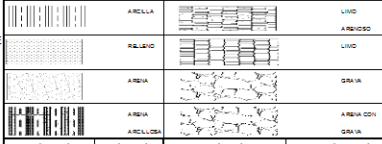
Tabla 8: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 4)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																		
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E757876.822 N9817953.195 22839.532 Código de perforación: SPT-04			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO															
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	(número de)	GRANULOMETRÍA					W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
						LL %	LP %	IP %	MF	SUCS								
Arenalimosa de color café claro	-1.50	15				19.86	18.89	0.97	2.82	SM-SC	3.20	2.12	18.62	9.14	32		S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	38				19.48	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	1.82	46.74	22.95	43	0.0483		
<p>BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.						SIMBOLOGIA				NOMENCLATURA				
										G (GRAVA) S (ARENA) M (LIMO) C (ARCILLA)				LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS W _n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION				
						W (BIEN GRADUADA) P (MAL GRADUADA)												

58

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado



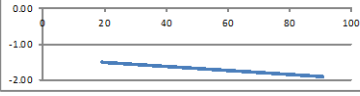

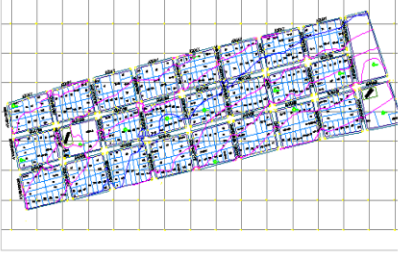
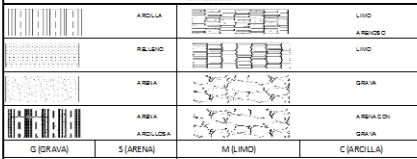
Tabla 9: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 5)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E758015.493 N9817986.077 z3838.542 Código de perforación: SPT-05				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm ³)	q adm (Tn/m ²)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	17			20.00	NF	NF	2.81	SM	7.49	1.77	21.18	10.40	34	0.0559	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	20			18.88	NF	NF	2.92	SM-SC	6.53	2.06	25.01	12.28	35			
Arena arcillosa de color café claro	-3.15	39			19.48	16.39	0.72	2.73	SM	5.95	1.92	48.24	23.69	43			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES: CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.	SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION								
					W (BIEN GRADUADA)				M (LIMO) C (ARCILLA)				F (MAL GRADUADA)				

59

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 10: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 6)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E758142.196 N9818015.358 z2837.873 Código de perforación: SPT-06				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de golpes)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T(seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	19			19.86	18.89	0.97	2.82	SM	3.20	2.03	23.37	11.48	35	0.0348	S1	C
Arena arcillosa de color café claro	-1.90	91			19.48	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	2.18	110.90	54.46	58			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES: CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SBT UNIFICADO D CLASIF D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					

69

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 11: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 7)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																												
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																												
Provincia:	Chimborazo	LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH																										
Cantón:	Riobamba	FECHA:		AGOSTO 2013																								
Barrio:	24 de Mayo	ELABORADO:		CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO																								
Ubicación coordenadas UTM:	E758208.338	N9818029.939	z2836.234																									
Código de perforación:	SPT-07																											
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUJCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011											
					LL %	LP %	IP %	MF																				
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	14			19.86	18.89	0.97	2.82	SM	3.20	2.08	17.56	8.62	32	0.0497	S2	D											
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	43			19.48	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	2.08	52.17	25.62	44														
<p>BARRIO 24 DE MAYO</p>				<p>OBSERVACIONES :</p> <p>CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.</p>	<p>SIMBOLOGIA</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>ARCILLA</td> <td></td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENAS FINAS</td> <td></td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENAS</td> <td></td> <td>GRAVA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENAS ARCILLOSAS</td> <td></td> <td>ARCILLA</td> </tr> </table>					ARCILLA		LIMO		ARENAS FINAS		LIMO		ARENAS		GRAVA		ARENAS ARCILLOSAS		ARCILLA	<p>NOMENCLATURA</p> <p>LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUJCS = SIST. UNIFICADO D. CLASIF. D. SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION</p>			
						ARCILLA		LIMO																				
	ARENAS FINAS		LIMO																									
	ARENAS		GRAVA																									
	ARENAS ARCILLOSAS		ARCILLA																									
W (BIEN GRADUADA)		P (MAL GRADUADA)																										

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 12: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 8)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																																			
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																																			
Provincia:	Chimborazo	LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH																																	
Cantón:	Riobamba	FECHA:	AGOSTO 2013																																
Barrio:	24 de Mayo	ELABORADO:	CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO																																
Ubicación coordenadas UTM:	E757897.875	N9817865.014	±3837.442																																
Código de perforación:	SPT-08																																		
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm ³)	q adm (Tn/m ²)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011																		
					LL %	LP %	IP %	MF																											
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	14			19.42	17.78	1.64	2.27	SM	3.15	2.06	17.04	8.36	32	0.0586	S1	C																		
Arena limosa de color café claro	-2.50	16			18.10	14.26	3.84	2.63	SM-SC	3.98	2.13	19.86	9.75	33																					
Arena arcillosa de color café claro	-2.80	84			18.40	11.75	6.65	2.60	SM	5.07	2.02	102.58	50.37	56																					
				OBSERVACIONES: CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMÉTRICO, UTILIZANDO EL ANÁLISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGÍA				NOMENCLATURA																							
				<table border="1"> <tr> <td></td> <td>ARCILLA</td> <td></td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENA LIMOSA</td> <td></td> <td>ARENA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARCILLA LIMOSA</td> <td></td> <td>GRAVA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>S (ARENA BIEN GRADUADA)</td> <td></td> <td>P (ARENA MAL GRADUADA)</td> </tr> </table>					ARCILLA		LIMO		ARENA LIMOSA		ARENA		ARCILLA LIMOSA		GRAVA		S (ARENA BIEN GRADUADA)		P (ARENA MAL GRADUADA)	<table border="1"> <tr> <td>G (GRAVA)</td> <td>S (ARENA)</td> <td>M (LIMO)</td> <td>C (ARCILLA)</td> </tr> </table>				G (GRAVA)	S (ARENA)	M (LIMO)	C (ARCILLA)	<p>LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION</p>			
	ARCILLA		LIMO																																
	ARENA LIMOSA		ARENA																																
	ARCILLA LIMOSA		GRAVA																																
	S (ARENA BIEN GRADUADA)		P (ARENA MAL GRADUADA)																																
G (GRAVA)	S (ARENA)	M (LIMO)	C (ARCILLA)																																

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 13: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 9)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E757856.09 N9818043.654 z2842.03 Código de perforación: SPT-09				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CÉSAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (se g)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	14			20.26	NF	NF	2.32	SM	8.42	2.02	16.56	8.13	31	0.0602	S1	C
Arena limosa de color café claro	-2.50	16			19.62	NF	NF	3.19	SM-SC	6.78	2.10	19.46	9.56	33			
Arena arcillosa de color café claro	-3.00	53			17.11	15.71	1.40	3.39	SM	5.73	2.28	64.39	31.62	47			
<p>BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					



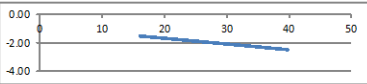

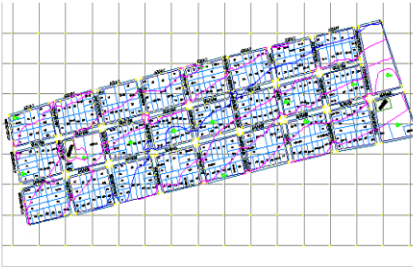
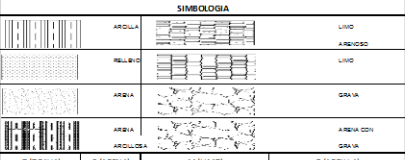
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 14: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 10)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																		
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																		
Provincia:	Chimborazo	LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH																
Cantón:	Riobamba	FECHA: AGOSTO 2013																
Barrio:	24 de Mayo	ELABORADO: CESAR NOVILLO																
Ubicación coordenadas UTM:	E757804.044	N9817938.721	22839.64	MARCELO ALVARADO														
Código de perforación:	SPT-10																	
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T(seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011	
					LL %	LP %	IP %	MF										
Arena limosa de color café claro	-1.50	14			19.18	17.22	1.96	2.89	SM-SC	8.14	1.98	16.62	8.16	31	0.049	S2	D	
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	43			18.98	14.48	4.50	2.70	SM	5.98	2.09	52.58	25.82	44				
<p>BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES: CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.	SIMBOLOGIA				NOMENCLATURA									
						ARCILIA		LIMO		ARENOSO	LL = LIMITE LIQUIDO							
						ARCILLO		LIMO		OSIAVA	LP = LIMITE PLASTICO							
						ARCILIA		OSIAVA		ARENACON	IP = INDICE DE PLASTICIDAD							
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	MF = MODULO DE FINURA												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASF. D SUELOS												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	Wn = HUMEDAD NATURAL												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	GS = GRAVEDAD ESPECIFICA												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	C = COHESION												
	ARCILLOSA		OSIAVA		OSIAVA	Ø = ANGULO DE FRICCION												
					G (GRAVA)	S (ARENA)	M (LIMO)	C (ARCILLA)										
					W (BIEN GRADUADA)				P (MAL GRADUADA)									



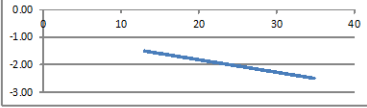

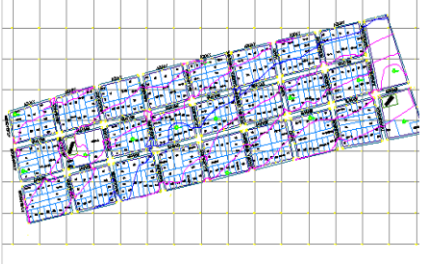
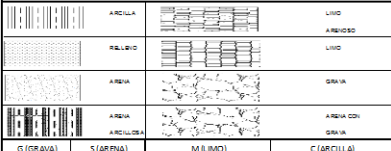
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 15: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 11)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: E757503.083 N9817959.725 z2843.432 Código de perforación: SPT-11				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Arena limosa de color café claro	-1.50	16			21.64	19.44	2.20	3.03	SM-SC	6.05	1.96	19.55	9.60	33	0.0475	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	40			19.68	17.50	2.18	2.57	SM	5.55	2.12	48.59	23.86	43			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS .				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					
					G (GRAVA)		S (ARENA)		M (LIMO)		C (ARCILLA)						
					W (BIEN GRADUADA)				P (MAL GRADUADA)								

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 16: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 12)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: N 9817867.685 E 757518.437 Z 2842.642 Código de perforación: SPT-12			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO														
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	13			17.75	17.59	0.16	2.51	SM	7.03	2.10	15.83	7.77	31.00	0.0512	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	35			17.83	15.87	1.96	2.76	SM	7.58	1.91	42.55	20.89	41			
 <p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.					SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q a adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANSULO DE FRICCION				
					G (GRAVA) S (ARENA)		M (LIMO) C (ARCILLA)		W (BIEN GRADUADA)		P (MAL GRADUADA)						

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 18: Resultados de la perforación 24 de Mayo (SPT 14)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: 24 de Mayo Ubicación coordenadas UTM: N 9817867.685 E 757518.437 Z 2842.642 Código de perforación: SPT-14				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	15			20.00	NF	NF	2.75	SM	7.55	15.24	18.63	9.15	32	0.0503	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	37			19.62	17.95	1.67	2.49	SM	6.82	37.48	45.80	22.49	42			
<p style="text-align: center;">BARRIO 24 DE MAYO</p>				OBSERVACIONES: CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCIÓN					
					G (GRAVA)		S (ARENA)		M (LIMO)		C (ARCILLA)						
					W (BIEN GRADUADA)				P (MAL GRADUADA)								

68

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

3.1.2 BARRIO CRUZADA SOCIAL

Tabla 19: Resultados de la perforación Cruzada Social (SPT 1)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																		
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: CRUZADA SOCIAL Ubicación coordenadas UTM: N 9817867.685 E 757518.437 Z 2842.642 Código de perforación: SPT-01			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO															
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	(número de golpes)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
						LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	14				20.20	NF	NF	2.71	SM	6.48	2.00	16.59	8.15	31	0.0626	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	20			19.64	18.57	1.07	3.11	SM-SC	7.12	2.03	19.54	9.59	33				
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	43			17.81	16.18	1.63	2.75	SM	7.52	2.10	43.46	21.34	42				
<p>BARRIO CRUZADA SOCIAL</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.						SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION				

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 20: Resultados de la perforación Cruzada Social (SPT 2)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																	
Provincia:	Chimborazo	LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH															
Cantón:	Riobamba	FECHA:		AGOSTO 2013													
Barrio:	CRUZADA SOCIAL	ELABORADO:		CESAR NOVILLO													
Ubicación coordenadas UTM:	E75827.198	N9817505.883	Z2815.215	MARCELO ALVARADO													
Código de perforación:	SPT-02																
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	φ	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	19			19.65	15.69	3.96	2.79	SM	9.77	1.98	23.50	11.54	35	0,0457	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	38			18.43	15.87	2.56	3.08	SC	6.34	2.08	46.60	22.88	43			
<p>BARRIO CRUZADA SOCIAL</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.	SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO O CLASIF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION φ = ANGULO DE FRICCION								
					W (BIEN GRADUADA)	P (MAL GRADUADA)											

70

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 21: Resultados de la perforación Cruzada Social (SPT 3)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: CRUZADA SOCIAL Ubicación coordenadas UTM: E759765.92 N9817447.572 z2815.345 Código de perforación: SPT-03				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	19			20.60	17.95	2.65	2.85	SM	4.86	2.02	23.50	11.21	34	0.0447	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	45			19.13	16.98	2.15	3.07	SM	9.51	2.07	46.60	26.94	45			
<p>BARRIO CRUZADA SOCIAL</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS .					SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE ELASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SBT. UNIFICADO D CLASIF D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION				

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

3.1.3 BARRIO LA VICTORIA

Tabla 22: Resultados de la perforación La Victoria (SPT 1)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: LA VICTORIA Ubicación coordenadas UTM: E760987.379 N9815994.769 22815.548 Código de perforación: SPT-01				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	15			20.72	20.56	0.16	2.40	SM	2.30	1.98	18.36	9.01	32	0.0655	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	17			19.69	18.35	1.34	2.89	SM-SC	2.57	2.08	20.94	10.28	34			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	32			17.80	15.37	2.43	4.59	SC	3.78	1.96	39.53	19.41	40			
				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLAS.F. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					



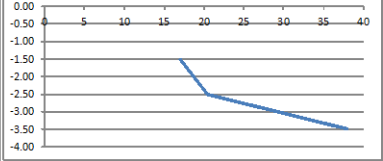


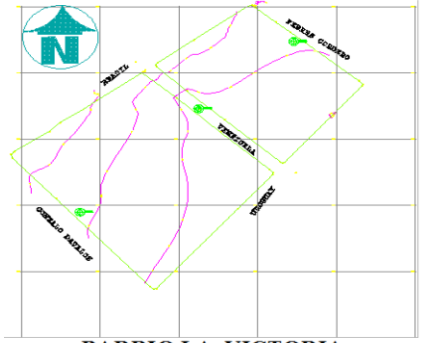
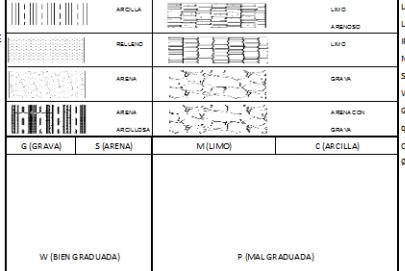
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 23: Resultados de la perforación La Victoria (SPT 2)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: LA VICTORIA Ubicación coordenadas UTM: E761062.65 N9816072.876 22815.651 Código de perforación: SPT-02		LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO															
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad) (número de	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Arena limosa de color café claro	-1.50	10			21.85	21.43	0.42	3.26	SM	8.77	2.04	12.53	6.15	29	0.0545	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	40			19.40	16.67	2.73	2.88	SC	8.29	1.96	49.21	24.16	43			
<p>BARRIO LA VICTORIA</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					
					W (BIEN GRADUADA)		P (MAL GRADUADA)										

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado



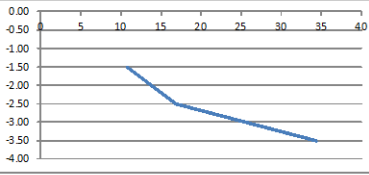


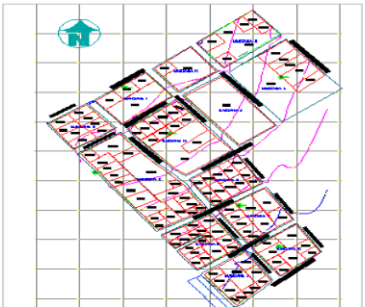
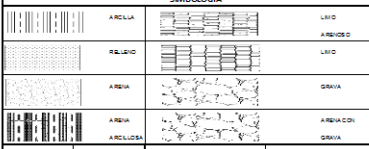
Tabla 24: Resultados de la perforación La Victoria (SPT 3)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: LA VICTORIA Ubicación coordenadas UTM: E761122.988 N9816123.663 z2815.482 Código de perforación: SPT-03			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CÉSAR NOVILLO MARCELO ALVARADO														
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm ³)	q adm (Tn/m ²)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	17			19.81	17.95	1.86	2.93	SM	2.47	1.93	20.78	10.20	33	0.0595	S2	D
Arena limosa de color café claro	-2.50	20			19.48	16.90	2.58	3.78	SM-SC	2.21	1.81	25.03	12.29	35			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	38			17.34	16.18	1.16	5.25	SC	2.47	1.92	46.41	22.79	43			
				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SBT. UNIFICADO O CLASIFICACION DE SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION					

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

3.1.4 BARRIO LA ALBORADA

Tabla 25: Resultados de la perforación Alborada (SPT 1)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: ALBORADA Ubicación coordenadas UTM: E759667.382 N9817813.99 z2815.235 Código de perforación: SPT-01			LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO											
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	φ	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	11			20.72	20.96	0.96	2.30	SM	6.12	2.00	13.16	6.46	30	0.0673	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	17			19.32	16.18	3.14	2.70	SM	6.50	1.94	20.64	10.13	33			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	34			18.35	11.75	6.60	2.75	SM	4.96	2.01	41.95	20.60	41			
 <p>BARRIO LA ALBORADA</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.					SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO O CLASIF. D. SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION φ = ANGULO DE FRICCION				
					G (GRAVA) S (ARENA) M (LIMO) C (ARCILLA)		W (BIEN GRADUADA) P (MAL GRADUADA)										

75

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 26: Resultados de la perforación Alborada (SPT 2)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: ALBORADA Ubicación coordenadas UTM: E759753.243 N9817880.159 z2814.232 Código de perforación: SPT-02				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CÉSAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm ³)	q adm (Tn/m ²)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	21			19.41	15.08	4.33	2.44	SM	6.82	2.16	25.83	12.68	36	0.0461	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	36			18.28	12.16	6.12	2.87	SM	5.25	2.15	44.41	21.80	42			
<p>BARRIO LA ALBORADA</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.					SIMBOLOGIA 				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D CLAS.F. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION				

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 27: Resultados de la perforación Alborada (SPT 3)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" ALBORADA "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																	
Provincia:	Chimborazo	LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH															
Cantón:	Riobamba	FECHA:		AGOSTO 2013													
Barrio:	ALBORADA	ELABORADO:		CESAR NOVILLO													
Ubicación coordenadas UTM:	E759881.863	N9817975.788		z2814.243		MARCELO ALVARADO											
Código de perforación:	SPT-03																
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO (golpes Vs profundidad)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm ³)	q _{adm} (Tn/m ²)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	11			19.82	17.78	2.04	2.85	SM	13.79	1.90	13.90	6.83	30	0.0635	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	19			18.88	14.26	4.62	2.62	SM-SC	15.14	1.82	23.55	11.56	35			
Arena arcillosa de color café claro	-3.50	40			18.40	11.75	6.65	2.56	SM	14.22	1.91	49.31	24.21	43			
<p>BARRIO LA ALBORADA</p>				<p>OBSERVACIONES :</p> <p>CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.</p>				<p>SIMBOLOGIA</p>				<p>NOMENCLATURA</p> <p>LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO D D CLASIF. D SUELOS W n = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q_{adm} = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION</p>					
								<p>W (BIEN GRADUADA)</p> <p>P (MAL GRADUADA)</p>									

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 28: Resultados de la perforación Alborada (SPT 4)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																																												
Provincia: Chimborazo		LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH		LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO																																								
Cantón: Riobamba		FECHA: AGOSTO 2013																																										
Barrio: ALBORADA		ELABORADO: CESAR NOVILLO																																										
Ubicación coordenadas UTM: E759701.655 N9817958.051 z2814.434		MARCELO ALVARADO																																										
Código de perforación: SPT-04																																												
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	qadm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011																											
					LL %	LP %	IP %	MF																																				
Material de relleno, limo, arena fina color gris	-1.50	20			21.72	19.76	1.96	2.52	SM	2.80	1.99	24.07	11.82	35	0.0445	S2	D																											
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	40			18.74	12.98	5.76	2.85	SC	7.16	2.05	49.15	24.14	43																														
<p>BARRIO LA ALBORADA</p>				<p>OBSERVACIONES :</p> <p>CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.</p>	<p>SIMBOLOGIA</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>ARCILLA</td> <td></td> <td>LIMO ARENOSO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>FINESLIMO</td> <td></td> <td>LIMO</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENA</td> <td></td> <td>GRAVA</td> </tr> <tr> <td></td> <td>ARENA ARCILLOSA</td> <td></td> <td>ARENAZON</td> </tr> <tr> <td></td> <td>G (GRAVA)</td> <td></td> <td>S (ARENA)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>M (LIMO)</td> <td></td> <td>C (ARCILLA)</td> </tr> </table>					ARCILLA		LIMO ARENOSO		FINESLIMO		LIMO		ARENA		GRAVA		ARENA ARCILLOSA		ARENAZON		G (GRAVA)		S (ARENA)		M (LIMO)		C (ARCILLA)	<p>NOMENCLATURA</p> <p>LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE RIGIDEZ SUCS = SIST. UNIFICADO D CLASIF. D SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA qadm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION Ø = ANGULO DE FRICCION</p>											
						ARCILLA		LIMO ARENOSO																																				
	FINESLIMO		LIMO																																									
	ARENA		GRAVA																																									
	ARENA ARCILLOSA		ARENAZON																																									
	G (GRAVA)		S (ARENA)																																									
	M (LIMO)		C (ARCILLA)																																									
				<p>W (BIEN GRADUADA)</p> <p>P (MAL GRADUADA)</p>																																								



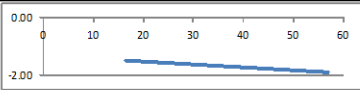

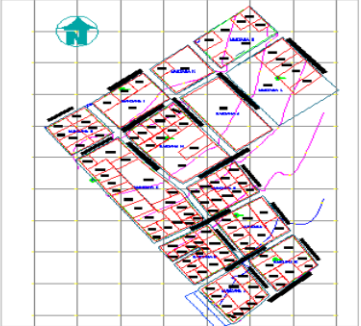








Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 29: Resultados de la perforación Alborada (SPT 5)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: ALBORADA Ubicación coordenadas UTM: E759833.551 N9817758.284 z2814.233 Código de perforación: SPT-05			LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DESUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO					LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO									
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRAFICO golpes Vs profundidad (número de golpes Vs profundidad)	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	Ø	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
Arena arcillosa de color café claro	-1.50	19			22.65	11.75	10.90	2.52	SM-SC	4.27	2.11	23.16	11.37	34	0.0378	S2	D
Arena arcillosa de color café claro	-2.50	39			22.65	14.26	8.39	2.58	SM	3.96	2.05	48.18	23.66	43			
<p>BARRIO LA ALBORADA</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANALISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS .				SIMBOLOGIA				NOMENCLATURA					
								 ARCLSA LIMO ARENOSO	 ARCLSB LIMO ARENOSO	 ARBA GRUVA	 ARBAARC GRUVA ARENOSO	LL - LIMITE LIQUIDO LP - LIMITE PLASTICO IP - INDICE DE PLASTICIDAD NF - MODULO DE FINURA SUCS - SIST. UNIFICADO D CLA SIF. D SUELOS W n - HUMEDAD NATURAL G - GRAVEDAD ESPECIFICA q a dm - CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C - COHESION Ø - ANGULO DE FRICCION	W (BIEN GRADUADA) P (MAL GRADUADA)	M (LIMO) C (ARCILLOSA)			

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

Tabla 30: Resultados de la perforación Alborada (SPT 6)

DETERMINACIÓN Y SECTORIZACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL SUELO EN LOS BARRIOS "24 DE MAYO" "ALBORADA" "CRUZADA SOCIAL" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA																	
Provincia: Chimborazo Cantón: Riobamba Barrio: ALBORADA Ubicación coordenadas UTM: E759878.877 N9817688.184 z2814.542 Código de perforación: SPT-06				LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNACH FECHA: AGOSTO 2013 ELABORADO: CESAR NOVILLO MARCELO ALVARADO													
DESCRIPCIÓN VISUAL	PROFUNDIDAD	NÚMERO DE GOLPES	ESTRATIGRAFÍA	RESUMEN GRÁFICO golpes Vs profundidad	GRANULOMETRÍA				SUCS	W natural (%)	G (gr/cm3)	q adm (Tn/m2)	C	φ	T (seg)	TIPO DE PERFIL SEGÚN INEN CEP 5:2001	TIPO DE PERFIL SEGÚN NEC 2011
					LL %	LP %	IP %	MF									
Arena limosa de color café claro	-1.50	16			19.86	18.89	0.97	2.55	SM-SC	4.58	2.00	20.03	9.83	33	0.037	S1	D
Arena arcillosa de color café claro	-1.90	57			19.48	14.65	4.83	3.26	SM	6.50	2.05	69.55	34.15	43			
 <p>BARRIO LA ALBORADA</p>				OBSERVACIONES : CON LA AYUDA DE LA CARTA DE PLASTICIDAD, Y DE ACUERDO AL ENSAYO GRANULOMETRICO, UTILIZANDO EL ANÁLISIS POR CRIBADO, SE DETERMINA QUE SE TRATA DE ARENAS ARCILLOSAS.				SIMBOLOGÍA  ARCILLA  SILTOS  ARENA  ARENA ARCILLOSA  G (GRAVA)  S (ARENA)  M (LIMO)  C (ARCILLA)				NOMENCLATURA LL = LIMITE LIQUIDO LP = LIMITE PLASTICO IP = INDICE DE PLASTICIDAD MF = MODULO DE FINURA SUCS = SIST. UNIFICADO O CLASIF. O SUELOS Wn = HUMEDAD NATURAL G = GRAVEDAD ESPECIFICA q adm = CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE C = COHESION φ = ANGULO DE FRICCION					
				W (BIEN GRADUADA)				P (MAL GRADUADA)									

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado

3.2 BARRIO 24 DE MAYO.

3.2.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

- ✓ En el barrio 24 de Mayo se obtuvo 35 muestras en total, donde 10 muestras con un porcentaje de 28.57% pertenece a una clasificación SC-SM (Mezcla de arena limosa y arena arcillosa) y 25 muestras dando un porcentaje de 71.43% pertenecen a una clasificación SM (Arenas limosas, Mezclas de arena y limo) (Ver Gráfico 1).

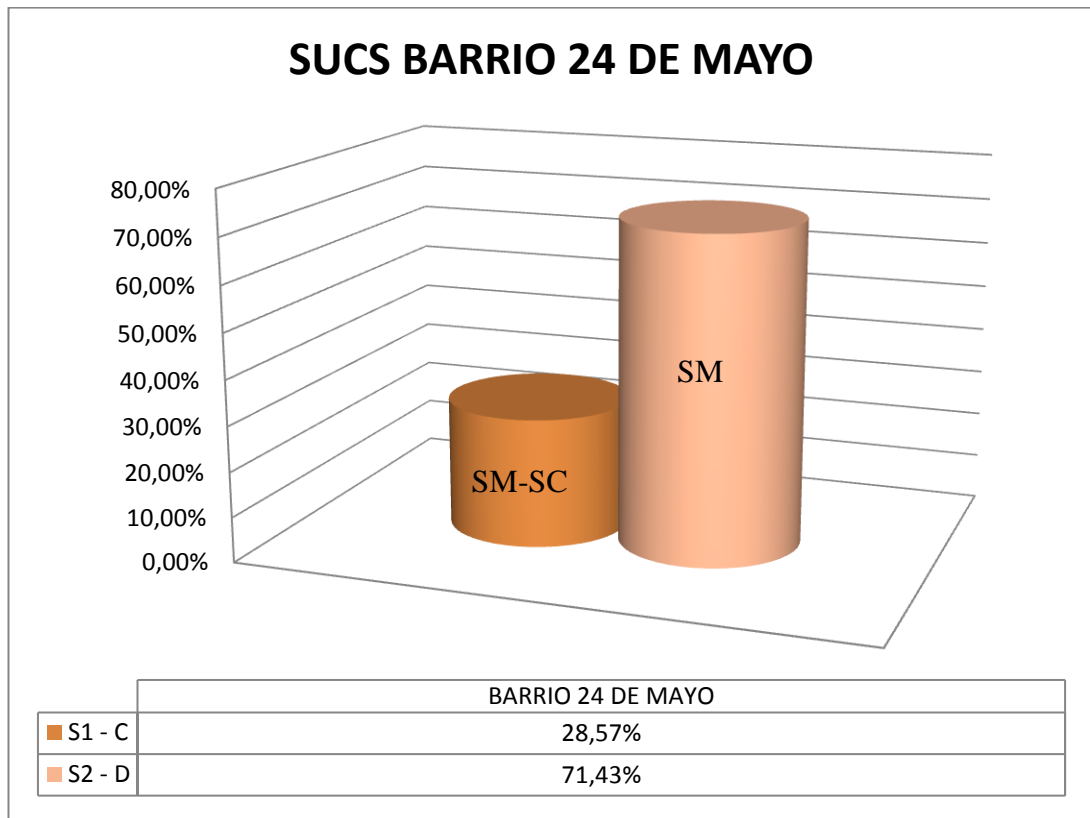


Gráfico 1: Clasificación SUCS de los suelos, Barrio 24 de Mayo.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.2.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q_{ADM})

- ✓ En este parámetro de estudio, tenemos un total de 14 perforaciones, 4 de ellas a una profundidad comprendida entre 1.5 y 2.5 metros dando un porcentaje de

31.57%, 9 perforaciones a una profundidad comprendida entre 2.5 y 3.5 metros nos da un porcentaje de 68.39% y 1 perforación a una distancia entre 3.5 y 4,50 metros, dando un porcentaje de 7%. Donde llegan todas estas perforaciones a su esfuerzo máximo admisible en el rechazo, alcanzando los 50 golpes especificados por la norma INEN 689 del ensayo de penetración estándar (SPT). (Gráfico 2).

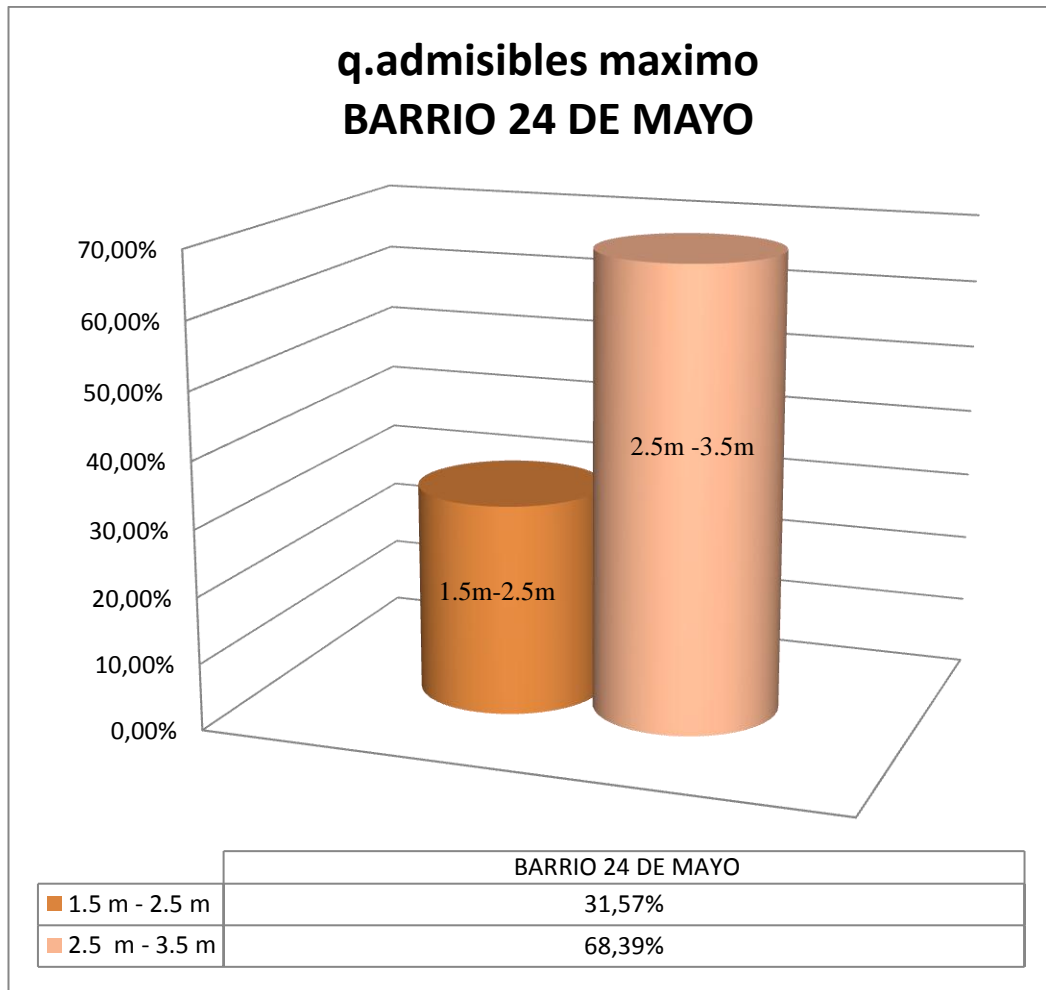


Gráfico 2: Esfuerzos admisibles a los 50 golpes en el Barrio 24 DE MAYO.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.2.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

En este parámetro de estudio, tenemos un total de 35 muestras detalladas en la siguiente (Tabla 31):

Tabla 31: Resultados del ángulo de fricción interna del Barrio 24 de Mayo.

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	Nº MUESTRAS	%
27°	2	5.71%
28°	1	2.86%
29°	1	2.86%
30°	2	5.71%
31°	3	8.57%
32°	5	14.29%
33°	3	8.57%
34°	2	5.71%
35°	2	5.71%
38°	1	2.86%
41°	1	2.86%
42°	1	2.86%
43°	4	11.43%
44°	2	5.71%
45°	1	2.86%
47°	2	5.71%
56°	1	2.86%
58°	1	2.86%
TOTAL	35	100.00%

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

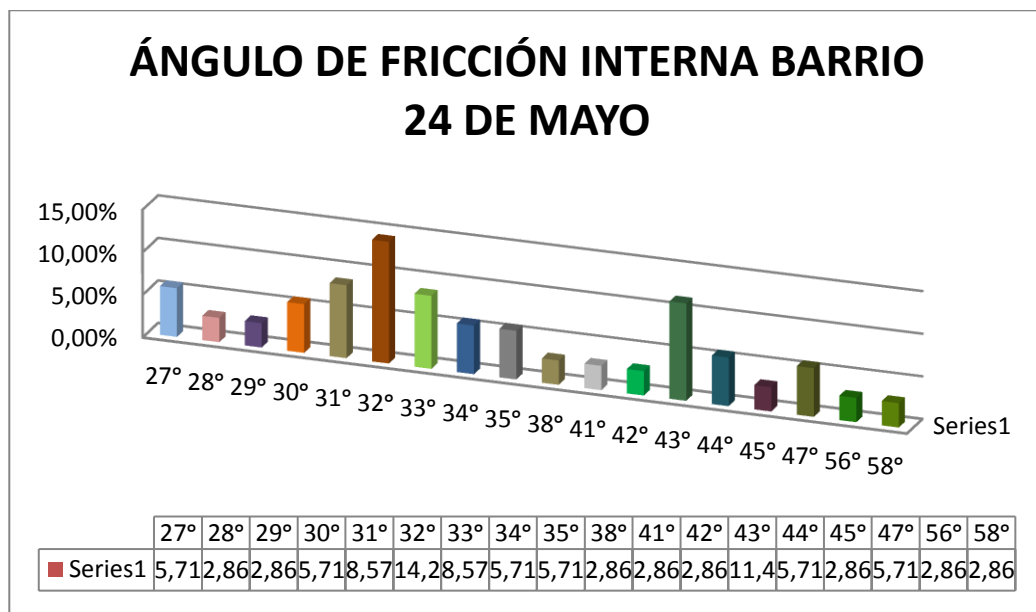


Gráfico 3: Ángulos De Fricción Interna, Barrio 24 De Mayo.

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.2.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011

- ✓ En este estudio, se realizaron 14 perforaciones, 4 perforaciones con un porcentaje de 28,57% pertenecen a un tipo de perfil S1 según el INEN CPE 5:2001 y C según la NEC 2011, 10 perforaciones dan un porcentaje de 71,43% pertenecen a un tipo de perfil S2 según el INEN CPE 5:2001 y D según la NEC 2011 (Gráfico 4).

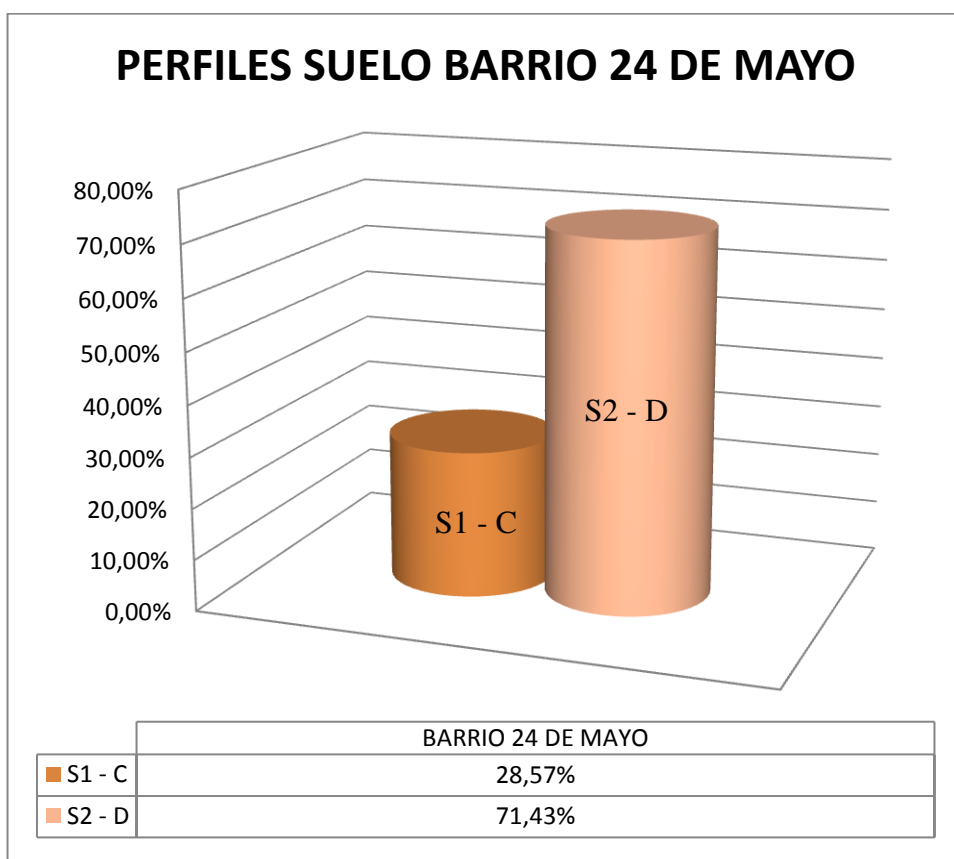


Gráfico 4: Tipos de perfiles de los suelo según el INEN CPE 5:2001 y la NEC 2011 Barrio 24 de Mayo

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.3 CRUZADA SOCIAL.

3.3.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

- ✓ En el Barrio Cruzada Social se realizaron un total de 7 muestras, 1 muestra nos da un porcentaje de 14.29% pertenecen a una clasificación SC-SM (Mezcla de arena limosa y arena arcillosa), 1 muestra dando un porcentaje de 14.29% pertenecen a una clasificación SC (Arenas arcillosas, Mezclas de arena y arcilla) y las ultimas 5 muestras tenemos un porcentaje de 71.42% pertenecen a una clasificación SM (Arenas limosas, Mezclas de arena y limo) (Gráfico 5).

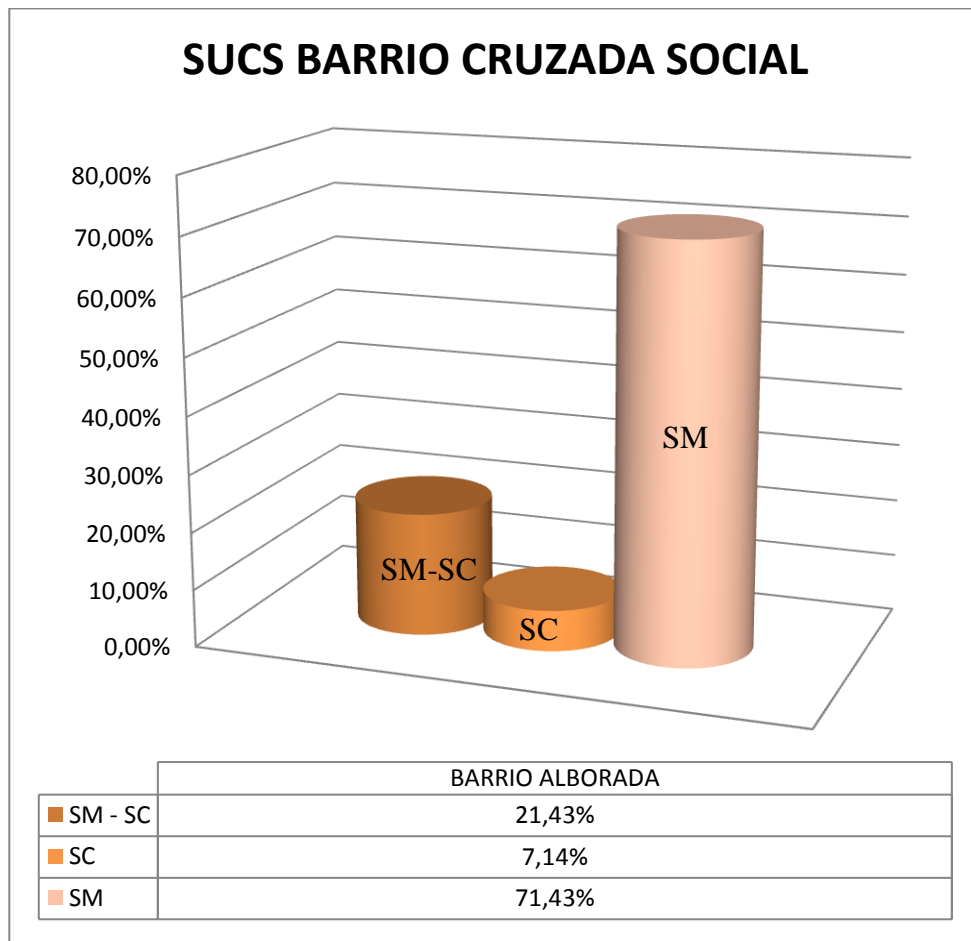


Gráfico 5: Clasificación SUCS de los suelos, Barrio Cruzada Social.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.3.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q ADM)

- ✓ Para el cálculo del esfuerzo admisible del suelo, se realizó 3 perforaciones, 2 de ellas se encuentran a una profundidad entre 1.5 y 2.5 metros, dando un porcentaje de 33.33% y 1 perforación comprendida entre 2.5 y 3.5 metros, indicando un porcentaje de 66.67%. Donde llegan a su esfuerzo máximo admisible en el rechazo, alcanzando los 50 golpes especificados por la norma INEN 689 del ensayo de penetración estándar (SPT). (Gráfico 6).

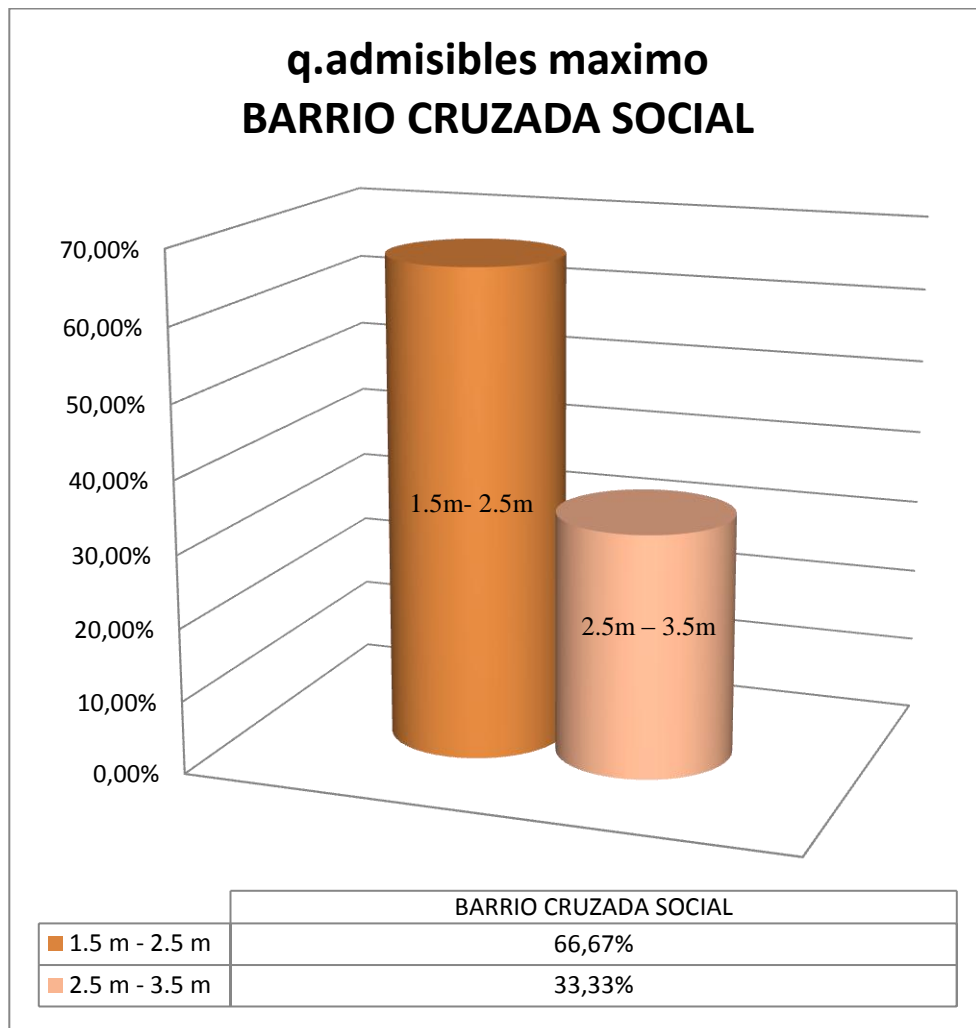


Gráfico 6: Esfuerzos admisibles a los 50 golpes en el Barrio Cruzada Social.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.3.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

En este parámetro de estudio, tenemos un total de 7 muestras detalladas en la siguiente (Tabla 32)

Tabla 32: Resultados del ángulo de fricción interna del Barrio Cruzada Social.

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	N° MUESTRAS	%
31°	1	14.29%
33°	1	14.29%
34°	1	14.29%
35°	1	14.29%
42°	1	14.29%
43°	1	14.29%
45°	1	14.29%
TOTAL	7	100.00%

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

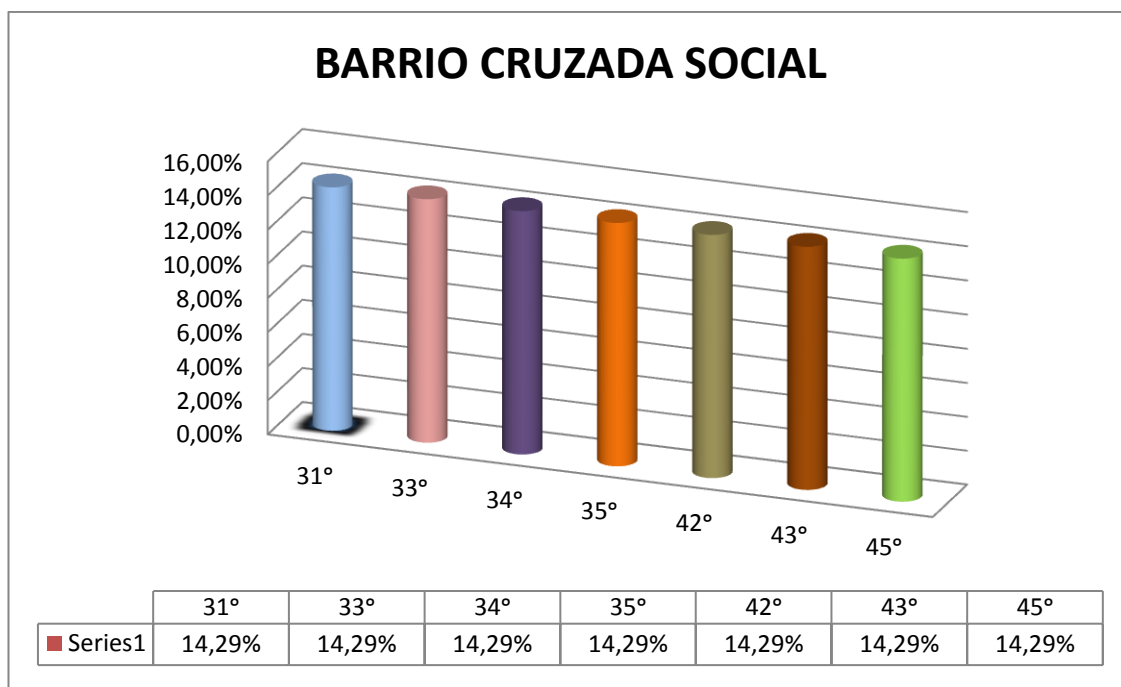


Gráfico 7: Ángulos de fricción interna, Barrio Cruzada Social.

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.3.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011

- ✓ En este parámetro de estudio, 3 perforaciones de un total de 3 dando un porcentaje de 100% pertenecen a un tipo de perfil S2 según el INEN CPE 5:2001 y D según la NEC 2011 (Gráfico 8).

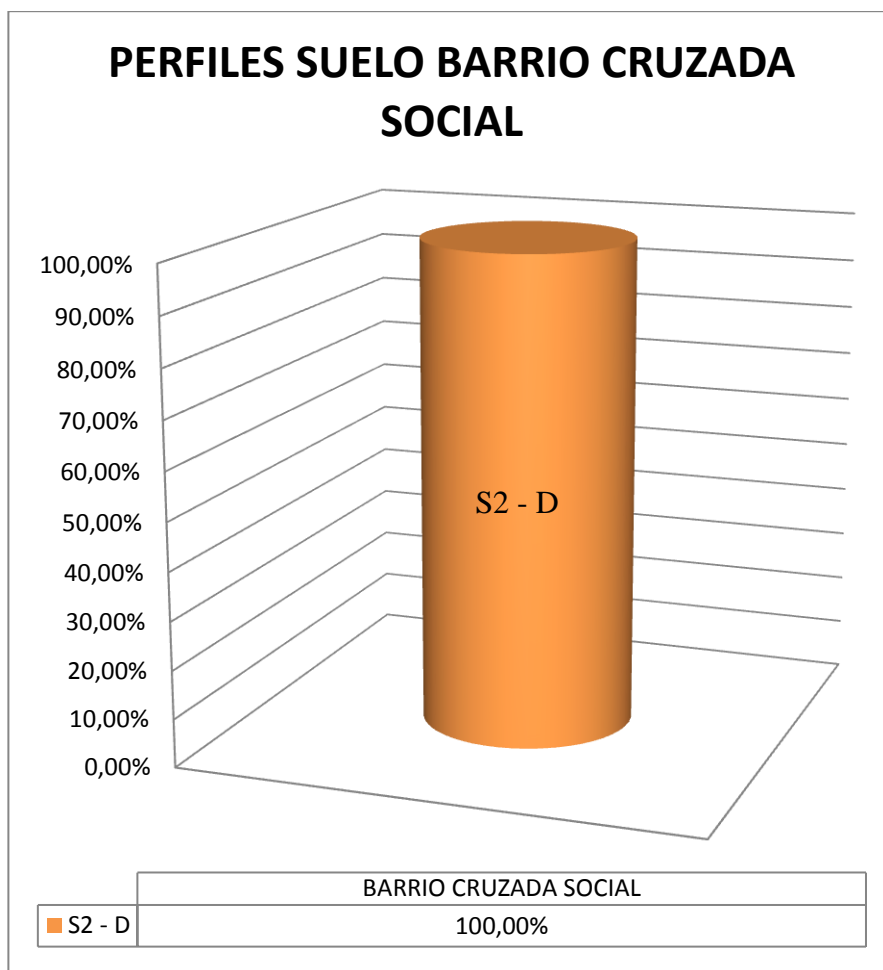


Gráfico 8: Tipos de perfiles del suelo según el INEN CPE 5:2001 y la NEC 2011 Barrio Cruzada Social.

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.4 BARRIO LA VICTORIA.

3.4.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

- ✓ En el barrio La Victoria se realizaron 8 muestras, 2 muestras dando un porcentaje de 25.00% pertenecen a una clasificación SC-SM (Mezcla de arena limosa y arena arcillosa). 1 muestras con un porcentaje de 12.50% pertenecen a una clasificación SC (Arenas arcillosas, Mezclas de arena y arcilla) y 5 muestras dando un porcentaje de 62.50% pertenecen a una clasificación SM (Arenas limosas, Mezclas de arena y limo) (Gráfico 9).

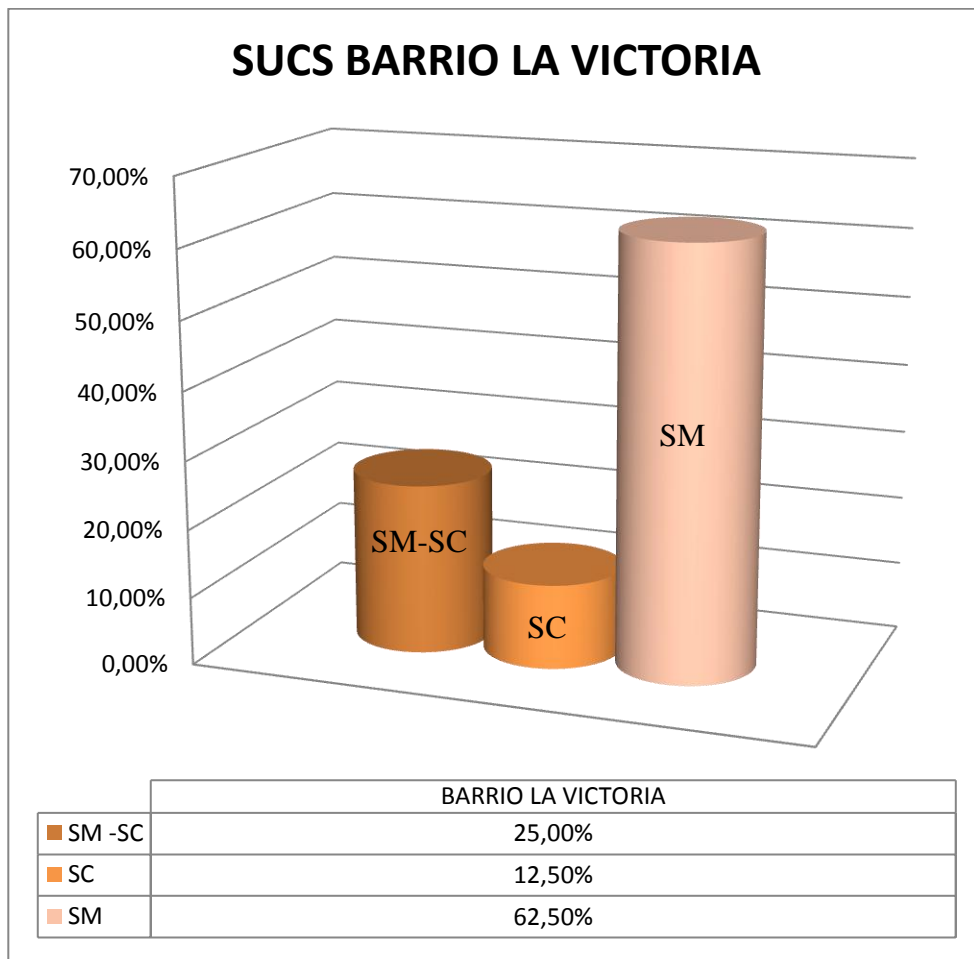


Gráfico 9: Clasificación SUCS de los suelos, Barrio La Victoria.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.4.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (Q ADM)

- ✓ Para la elaboración del esfuerzo admisible del suelo se realizaron 3 perforaciones, donde 1 perforación comprendida entre 1.5 y 2.5 metros dando un porcentaje de 33.33% y 2 perforaciones a una profundidad comprendida entre 2.5 y 3.5 metros, dando un porcentaje de 66.67% llegan a su esfuerzo máximo admisible en el rechazo, alcanzando los 50 golpes especificados por la norma INEN 689 del ensayo de penetración estándar (SPT). (Gráfico 10).

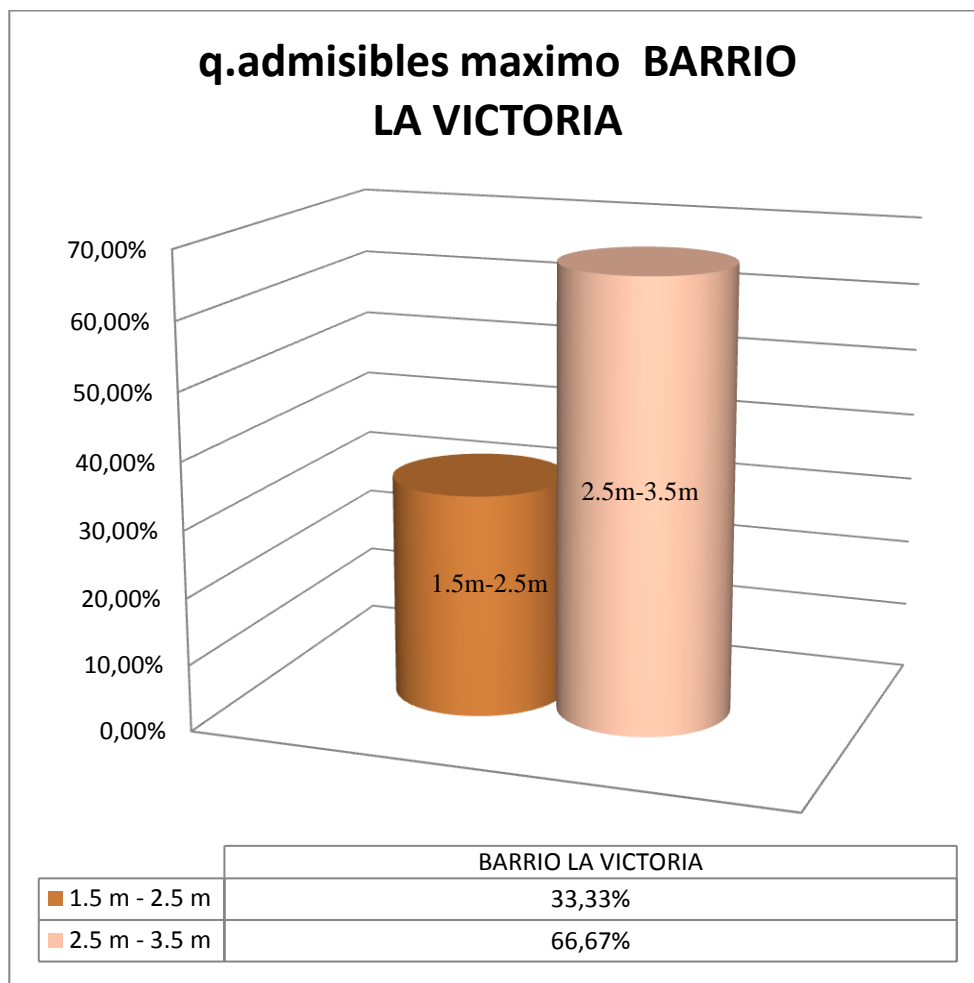


Gráfico 10: Esfuerzos admisibles a los 50 golpes en el Barrio La Victoria.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.4.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

En este parámetro de estudio, tenemos un total de 8 muestras detalladas en la siguiente tabla. (Tabla 33).

Tabla 33: Resultados del ángulo de fricción interna del Barrio La Victoria.

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	N° MUESTRAS	%
29°	1	12.50%
32°	1	12.50%
33°	1	12.50%
34°	1	12.50%
35°	1	12.50%
40°	1	12.50%
43°	2	25.00%
TOTAL	8	100.00%

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

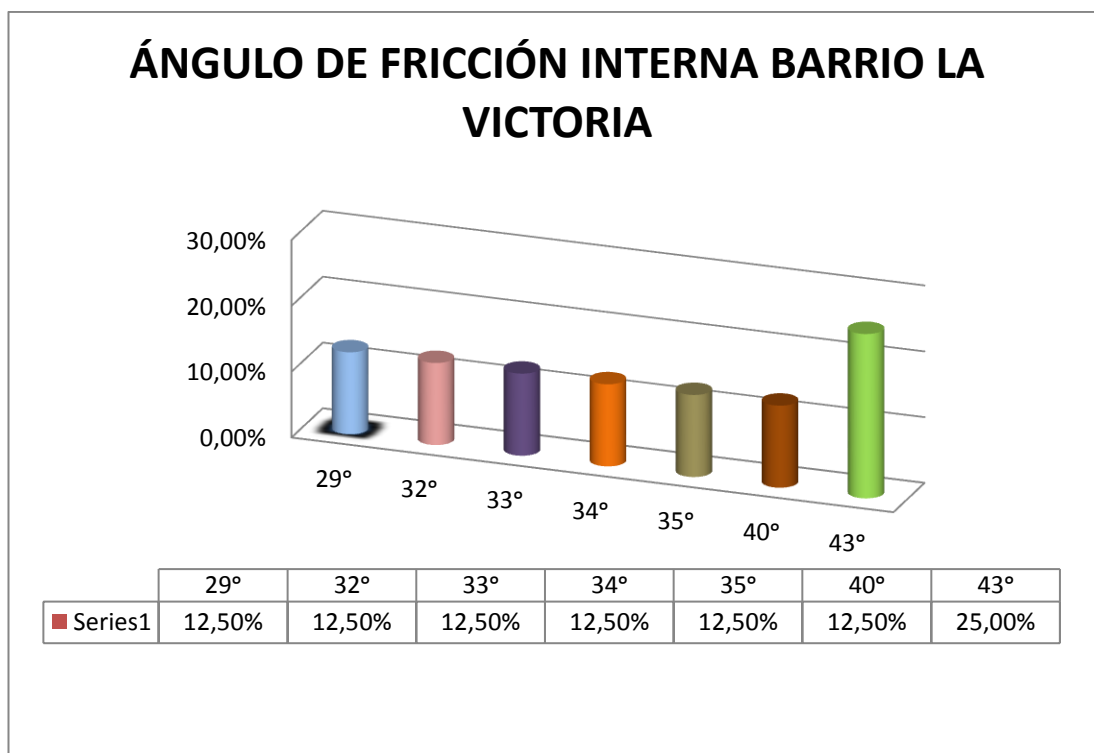


Gráfico 11: Ángulos de fricción interna, Barrio La Victoria.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.4.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011

- ✓ En este parámetro de estudio se realizó un total de 3 perforaciones de las cuales las 3 perforaciones nos da un porcentaje de 100%, que pertenecen a un tipo de perfil S2 según el INEN CPE 5:2001 y D según la NEC 2011 (Gráfico 12)

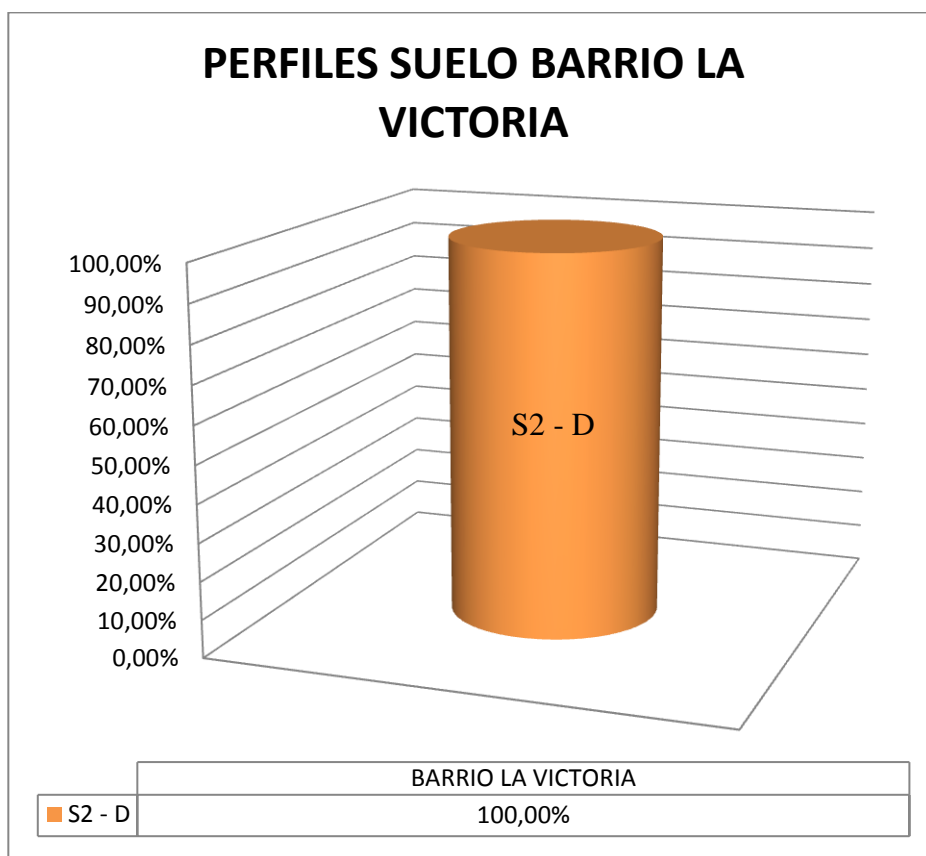


Gráfico 12: Tipos de perfiles de suelo según el INEN CPE 5:2001 y la NEC 2011 Barrio la Victoria

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.5 BARRIO ALBORADA.

3.5.1 CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS).

- ✓ En el Barrio la Alborada se obtuvieron un total de 14 muestras, 3 de las cuales nos da un porcentaje de 21.43% pertenecen a una clasificación SC-SM (Mezcla de arena limosa y arena arcillosa). 1 muestra con un porcentaje de 7.14% pertenecen a una clasificación SC (Arenas arcillosas, Mezclas de arena y arcilla) y 10 muestras nos da un porcentaje de 71.43% pertenecen a una clasificación SM (Arenas limosas, Mezclas de arena y limo) (Gráfico 13).

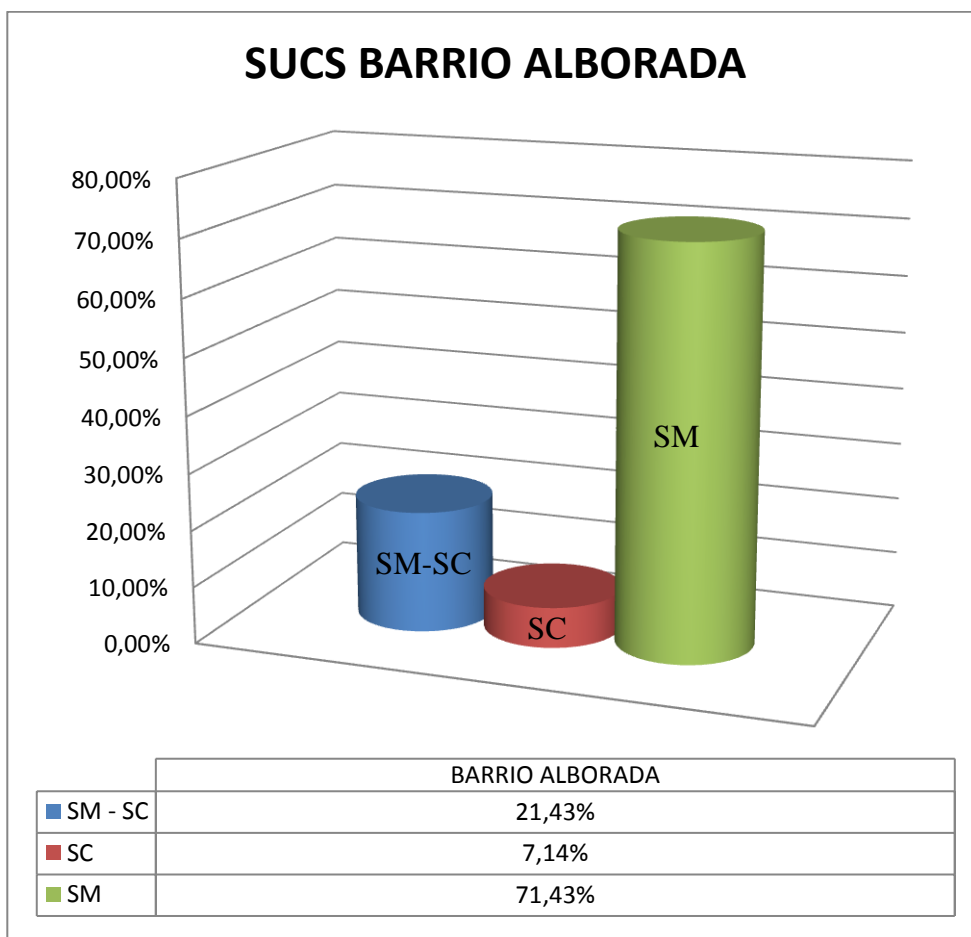


Gráfico 13: Clasificación SUCS de los suelos, Barrio Alborada.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.5.2 ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO (q_{adm})

- ✓ Para encontrar el esfuerzo admisible del suelo se realizaron 6 perforaciones, 4 de estas perforaciones comprendida entre 1.5 y 2.5 metros, nos da un porcentaje de 66.67% y 2 perforaciones comprendida entre 2.5 y 3.5 metros, dando un porcentaje de 33.33% .Donde estas perforaciones llegan a su esfuerzo máximo admisible en el rechazo, alcanzando los 50 golpes especificados por la norma INEN 689 del ensayo de penetración estándar (SPT) (Gráfico 14).

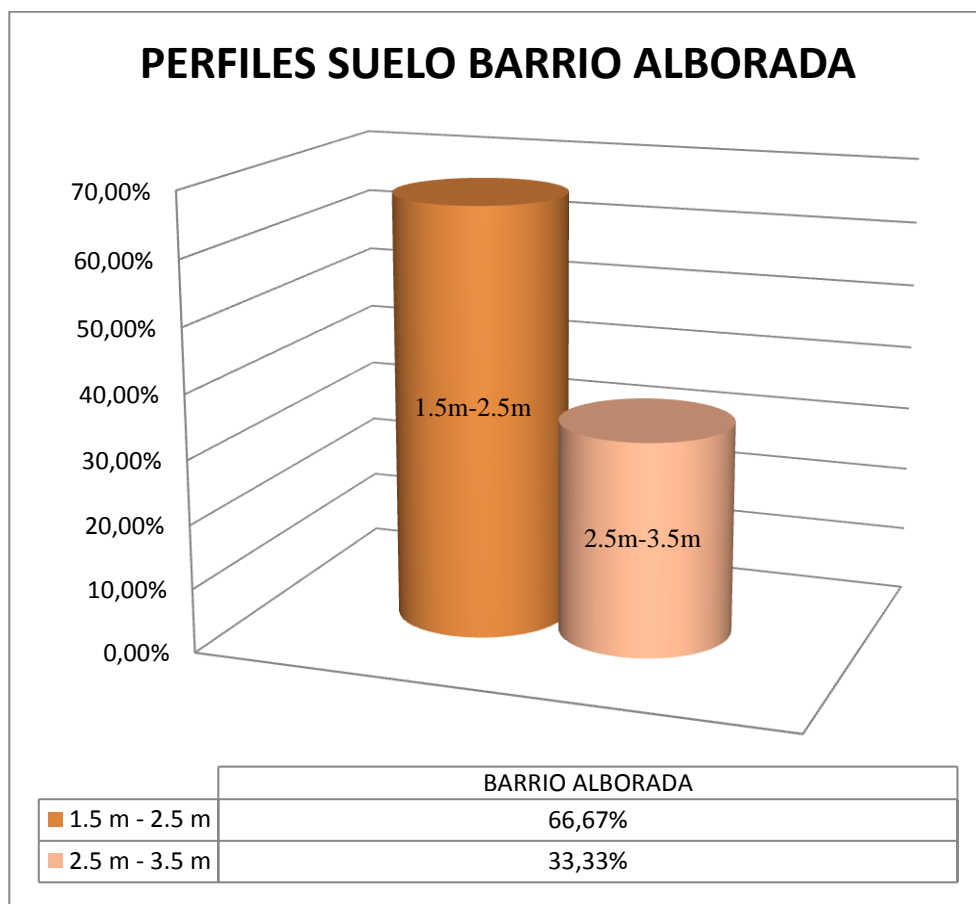


Gráfico 14: Esfuerzos admisibles a los 50 golpes en el Barrio Alborada.
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.5.3 ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA

En este parámetro de estudio, tenemos un total de 14 muestras detalladas en la siguiente tabla. (Tabla 34).

Tabla 34: Resultados del ángulo de fricción interna del Barrio Alborada.

ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	N° MUESTRAS	%
30°	2	14.29%
33°	2	14.29%
34°	1	7.14%
35°	2	14.29%
36°	1	7.14%
41°	1	7.14%
42°	1	7.14%
43°	4	28.57%
TOTAL	14	100.00%

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

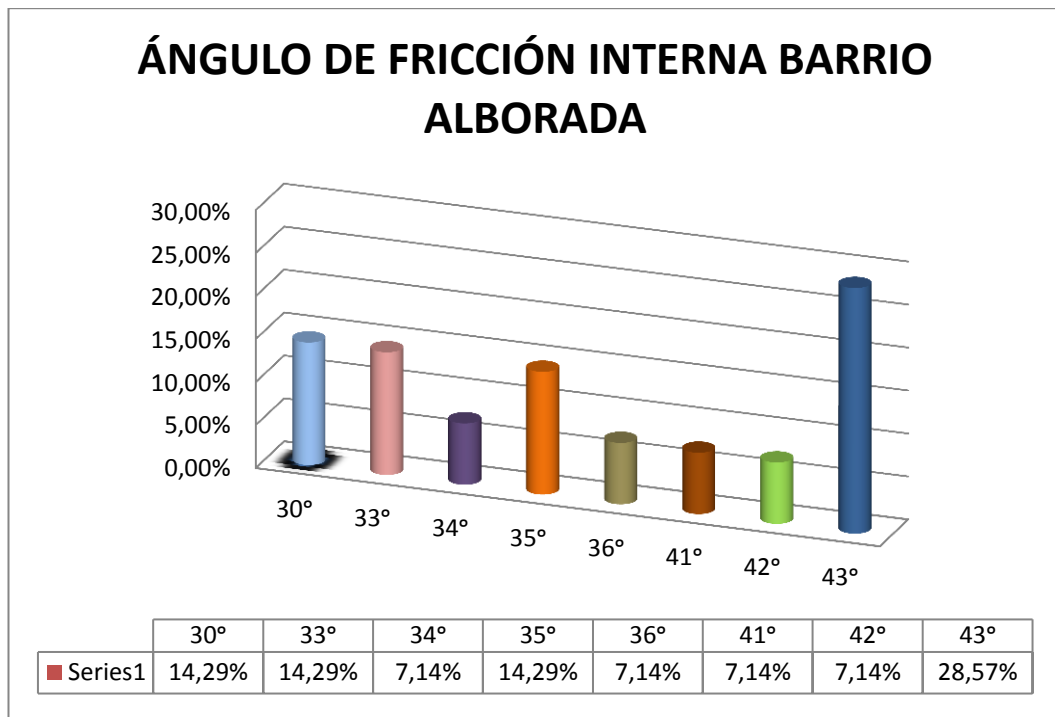


Gráfico 15: Ángulos de fricción interna, Barrio Alborada
Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.5.4 TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL INEN CPE 5:2001 Y LA NEC 2011

- ✓ En este parámetro de estudio se realizó 6 perforaciones, 1 perforacion nos da un porcentaje de 16,67% que pertenecen a un tipo de perfil S1 según el INEN CPE 5:2001 y C según la NEC 2011 y 5 perforaciones con un porcentaje de 83,33% pertenecen a un tipo de perfil S2 según el INEN CPE 5:2001 y D según la NEC 2011 (Gráfico 16).

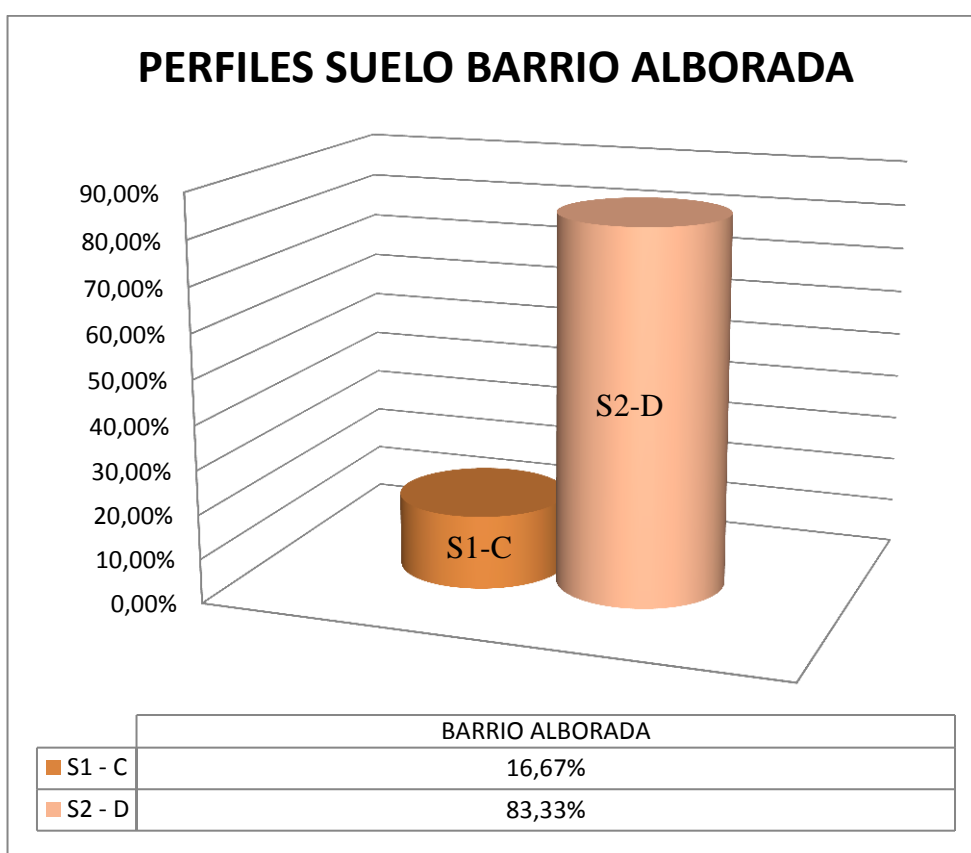


Gráfico 16: Tipos de perfiles de suelo según el INEN CPE 5:2001 y la NEC 2011 Barrio Alborada.

Elaborado por: César Novillo y Marcelo Alvarado.

3.6 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y PUNTOS DEL SPT

3.6.1 BARRIO 24 DE MAYO

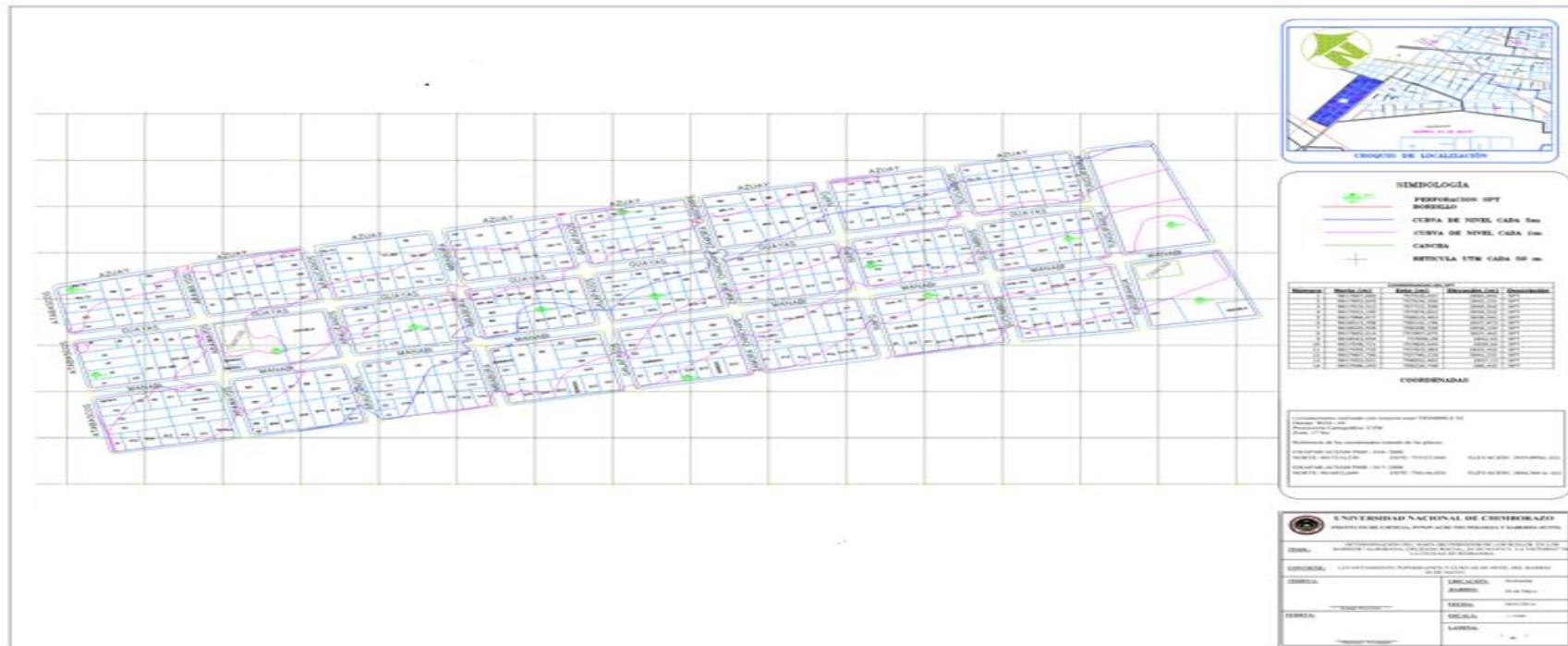


Ilustración 14: Levantamiento topográfico y curvas de nivel Barrio 24 de Mayo.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

3.6.2 BARRIO LA VICTORIA



Ilustración 15: Levantamiento topográfico y curvas de nivel Barrio La Victoria.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

3.6.3 BARRIO CRUZADA SOCIAL

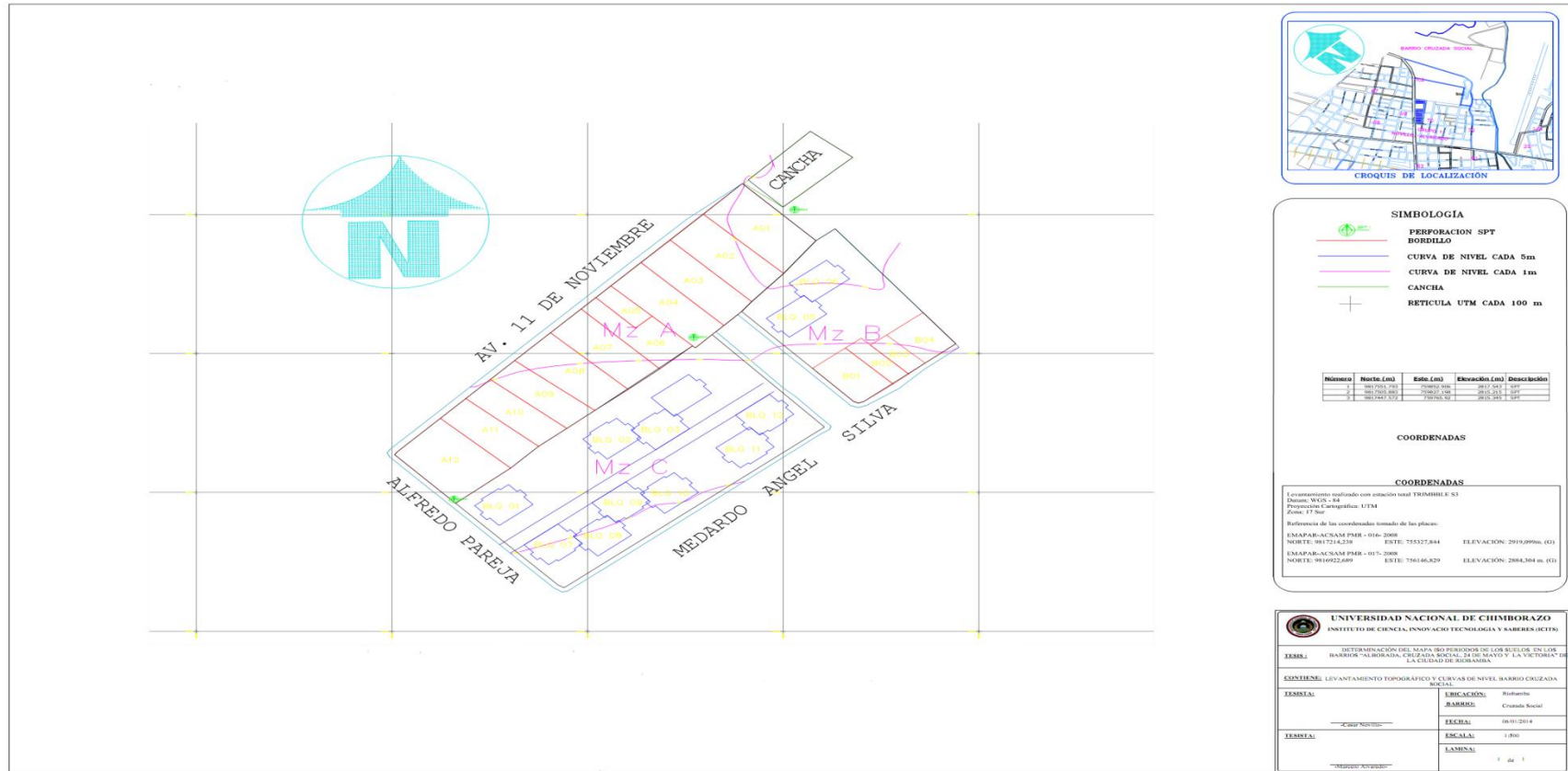


Ilustración 16: Levantamiento topográfico y curvas de nivel Barrio Cruzada Social.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

3.6.4 BARRIO ALBORADA

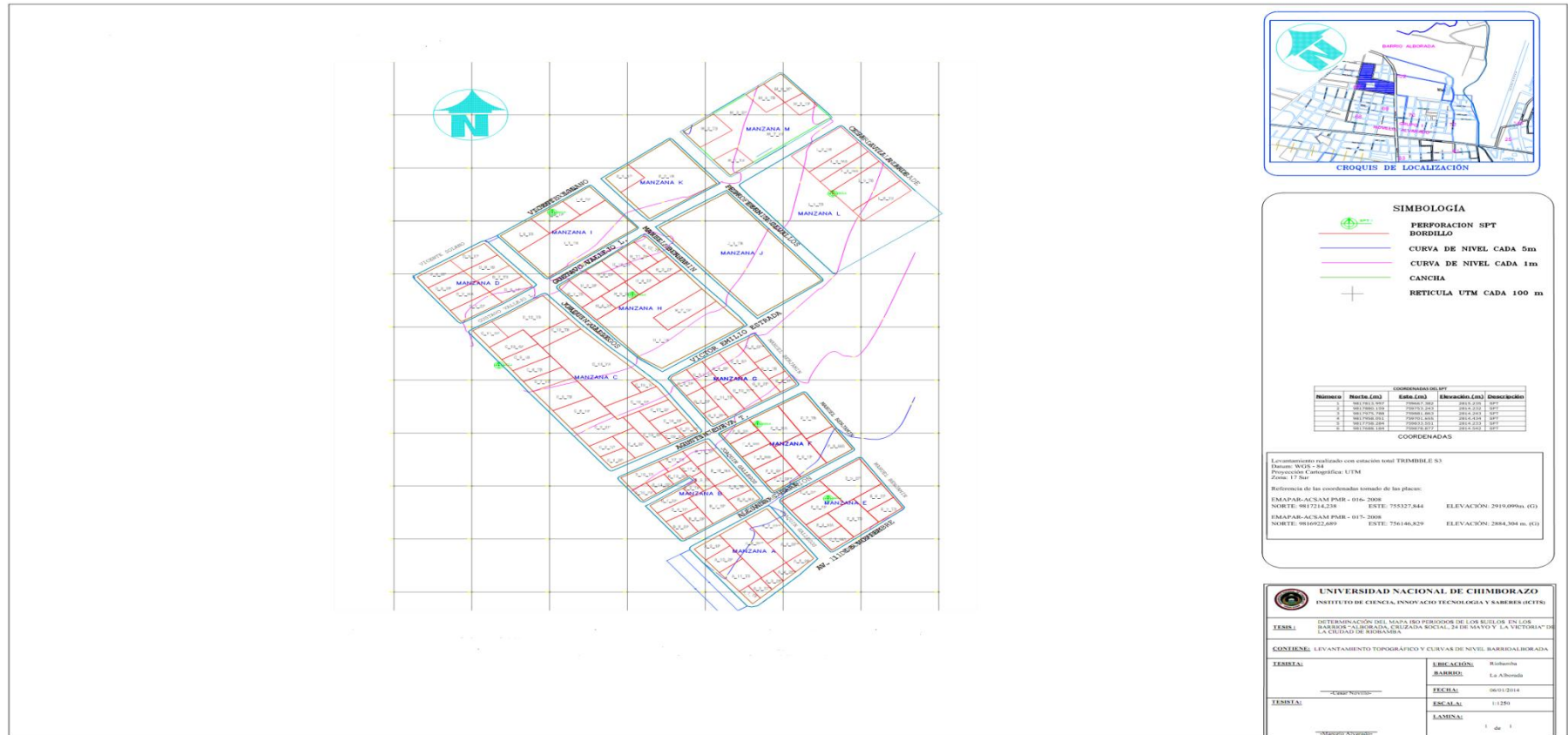


Ilustración 17: Levantamiento topográfico y curvas de nivel Barrio Alborada.
 Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BASE DE DATOS PARA EL MODELO DIGITAL DE SUPERFICIES

BARRIO 24 DE MAYO

Tabla N° 35. Base de datos para Arc-Gis Barrio 24 de Mayo.

X	Y	Z	PROVINCIA	CANTON	PARROQ_URB	CODIGO	PROFUND	NGcorreg	LL_porcen	LP_porcen	IP_porcen	Mod_Finura	SUCS	HNatporcen	Grav_espec	q_adm	Ang_fric	NECperftip	CPeperftip	DESCRIPCIÓN
9817867.685	757518.437	2842.642	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 1	-1.5	7.48	19.91	17.90	2.01	3.83	SM	8.22	2.02	9.13	27	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817867.685	757518.437	2842.642	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 1.1	-2.5	7.41	19.91	18.06	3.64	3.29	SM-SC	7.96	2.02	9.05	27	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817867.685	757518.437	2842.642	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 1.2	-3.5	13.63	19.32	17.90	1.42	3.65	SM	12.21	2.24	16.65	32	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817867.685	757518.437	2842.642	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 1.3	-3.7	52.08	19.32	12.26	4.85	4.06	SM	11.28	1.95	63.64	47	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817893.645	757634.206	2842.231	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 2	-1.5	11.22	19.32			2.44	SM	2.05	2.02	13.70	30	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817893.645	757634.206	2842.231	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 2.1	-2.5	10.20	19.32	21.67	2.26	2.36	SM-SC	2.18	1.93	12.46	29	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817893.645	757634.206	2842.231	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 2.2	-3.5	27.44	19.32	17.50	1.60	2.46	SM	2.49	2.05	33.53	38	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817919.512	757722.558	2840.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 3	-1.5	8.22	19.32	19.37	1.43	2.58	SM	1.49	2.21	10.05	28	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817919.512	757722.558	2840.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 3.1	-2.5	11.23	19.32	17.24	1.63	2.80	SM-SC	2.00	2.16	13.72	30	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817919.512	757722.558	2840.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 3.2	-3.5	39.63	19.32	14.65	4.50	3.25	SM	2.93	1.95	48.43	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817953.195	757876.822	2839.532	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 4	-1.5	15.24	19.32	18.89	0.97	2.82	SM-SC	3.20	2.12	18.62	32	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817953.195	757876.822	2839.532	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 4.1	-2.5	38.25	19.32	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	1.82	46.74	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817986.077	758015.493	3838.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 5	-1.5	17.33	19.32	NF	NF	2.81	SM	7.49	1.77	21.18	34	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817986.077	758015.493	3838.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 5.1	-2.5	20.47	19.32	NF	NF	2.92	SM-SC	6.53	2.06	25.01	35	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817986.077	758015.493	3838.542	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 5.2	-3.5	39.48	19.32	16.39	0.72	2.73	SM	5.95	1.92	48.24	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9818015.358	758142.196	2837.873	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 6	-1.5	19.13	19.32	18.89	0.97	2.82	SM	3.20	2.03	23.37	35	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9818015.358	758142.196	2837.873	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 6.1	-1.9	90.76	19.32	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	2.18	110.90	58	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9818029.939	758208.338	2836.234	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 7	-1.5	14.37	19.32	18.89	0.97	2.82	SM	3.20	2.08	17.56	32	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9818029.939	758208.338	2836.234	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 7.1	-2.5	42.69	19.32	14.65	4.83	3.16	SM	6.74	2.08	52.17	44	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817865.014	757897.875	3837.442	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 8	-1.5	13.94	19.32	17.78	1.64	2.27	SM	3.15	2.06	17.04	32	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817865.014	757897.875	3837.442	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 8.1	-2.5	16.25	19.32	14.26	3.84	2.63	SM-SC	3.98	2.13	19.86	33	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817865.014	757897.875	3837.442	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 8.2	-2.8	83.95	19.32	11.75	6.65	2.60	SM	5.07	2.02	102.58	56	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9818043.654	757856.09	2842.03	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 9	-1.5	13.55	19.32	NF	NF	2.32	SM	8.42	2.02	16.56	31	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9818043.654	757856.09	2842.03	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 9.1	-2.5	15.93	19.32	NF	NF	3.19	SM-SC	6.78	2.10	19.46	33	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9818043.654	757856.09	2842.03	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 9.2	-3.0	52.69	19.32	15.71	1.40	3.39	SM	5.73	2.28	64.39	47	C	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817938.721	757804.044	2839.64	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 10	-1.5	13.60	19.32	17.22	1.96	2.89	SM-SC	8.14	1.98	16.62	31	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817938.721	757804.044	2839.64	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 10.1	-2.5	43.03	19.32	14.48	4.50	2.70	SM	5.98	2.09	52.58	44	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817959.725	757503.083	2843.432	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 11	-1.5	16.00	19.32	19.44	2.20	3.03	SM-SC	6.05	1.96	19.55	33	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817959.725	757503.083	2843.432	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 11.1	-2.5	39.76	19.32	17.50	2.18	2.57	SM	5.55	2.12	48.59	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817967.756	757740.218	2841.231	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 12	-1.5	12.95	19.32	17.59	0.16	2.51	SM	7.03	2.10	15.83	31	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817967.756	757740.218	2841.231	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 12.1	-2.5	34.82	19.32	15.87	1.96	2.76	SM	7.58	1.91	42.55	41	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817953.921	758052.402	2837.13	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 13	-1.5	18.88	19.32	18.61	1.51	2.51	SM-SC	3.45	1.93	23.07	34	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817953.921	758052.402	2837.13	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 13.1	-2.5	45.35	19.32	14.65	3.56	2.76	SM	4.48	1.89	55.42	45	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817948.243	758226.748	286.432	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 14	-1.5	15.24	19.32	NF	NF	2.75	SM	7.55	15.24	18.63	32	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817948.243	758226.748	286.432	Chimborazo	Riobamba	Lizarzaburo	mayo 14.1	-2.5	37.48	19.32	17.95	1.67	2.49	SM	6.82	37.48	45.80	42	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

MODELO DIGITAL DE SUPERFICIES BARRIO 24 DE MAYO

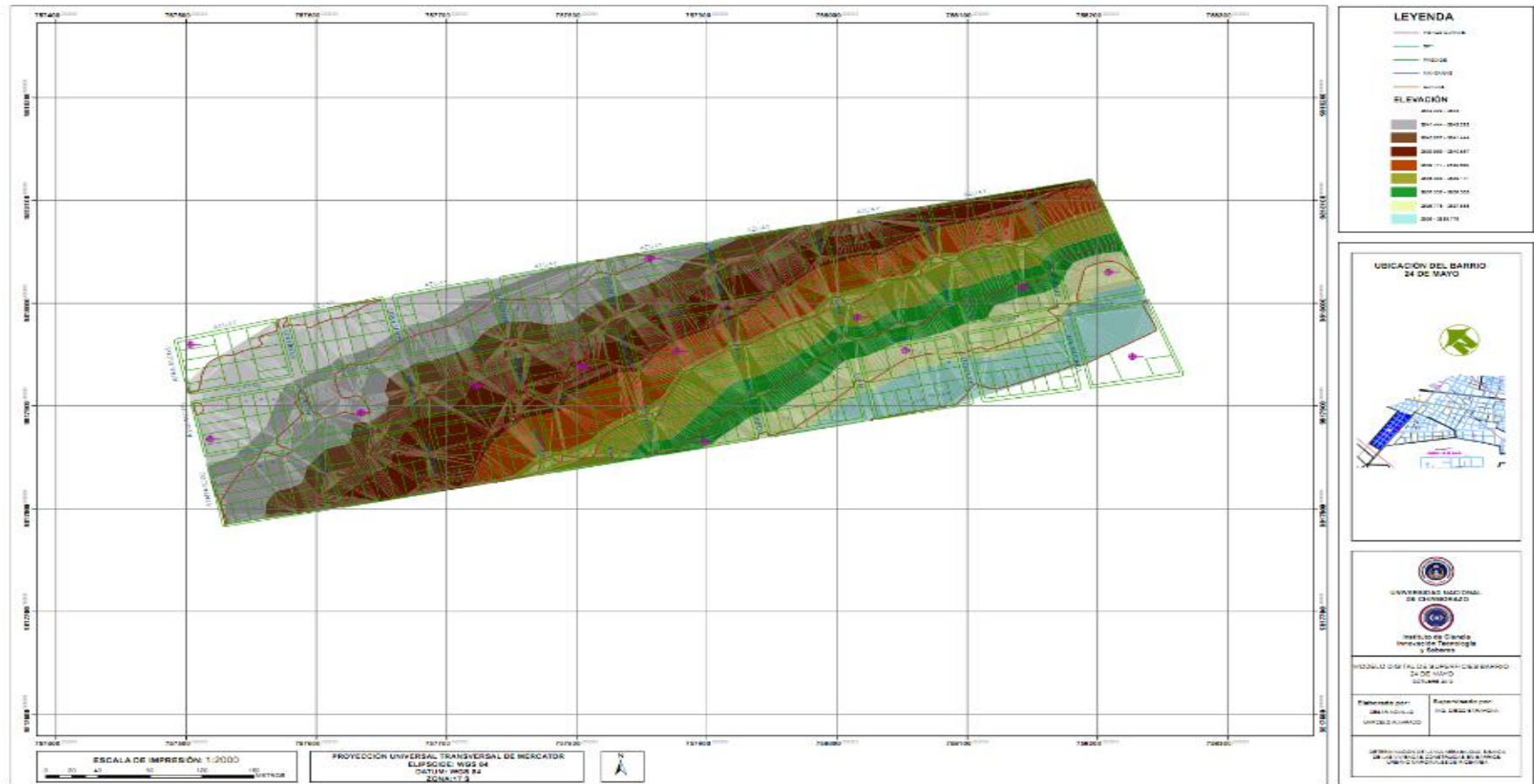


Ilustración 18: Modelo digital de superficies Barrio 24 de Mayo
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO CRUZADA SOCIAL

Tabla N° 36. Base de datos para Arc-Gis Barrio Cruzada Social

X	Y	Z	PROVINCIA	CANTON	PARROQ_U RB	CODIGO	PROFUND	NGcorreg	LL_porcen	LP_porcen	IP_porcen	Mod_Finura	SUCS	HNatporcen	Grav_espec	q_adm	Ang_fric	NECperftip	CPEperftip	DESCRIPCIÓN
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1	-1.50	13.58	20.20	NF	NF	2.71	SM	6.48	2.00	16.59	31	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1.1	-2.50	19.54	19.64	18.57	1.07	3.11	SM-SC	7.12	2.03	19.54	33	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1.3	-3.50	43.46	17.81	16.18	1.63	2.75	SM	7.52	2.10	43.46	42	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817505.883	759827.198	2815.215	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco2	-1.50	19.23	19.65	15.69	3.96	2.79	SM	9.77	1.98	23.50	35	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817505.883	759827.198	2815.215	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco2.1	-2.50	38.14	18.43	15.87	2.56	3.08	SC	6.34	2.08	46.60	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817447.572	759765.92	2815.345	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco3	-1.50	18.69	20.60	17.95	2.65	2.85	SM	4.86	2.02	23.50	34	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817447.572	759765.92	2815.345	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco3.1	-2.50	44.90	19.13	16.98	2.15	3.07	SM	9.51	2.07	46.60	45	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

MODELO DIGITAL DE SUPERFICIES BARRIO CRUZADA SOCIAL

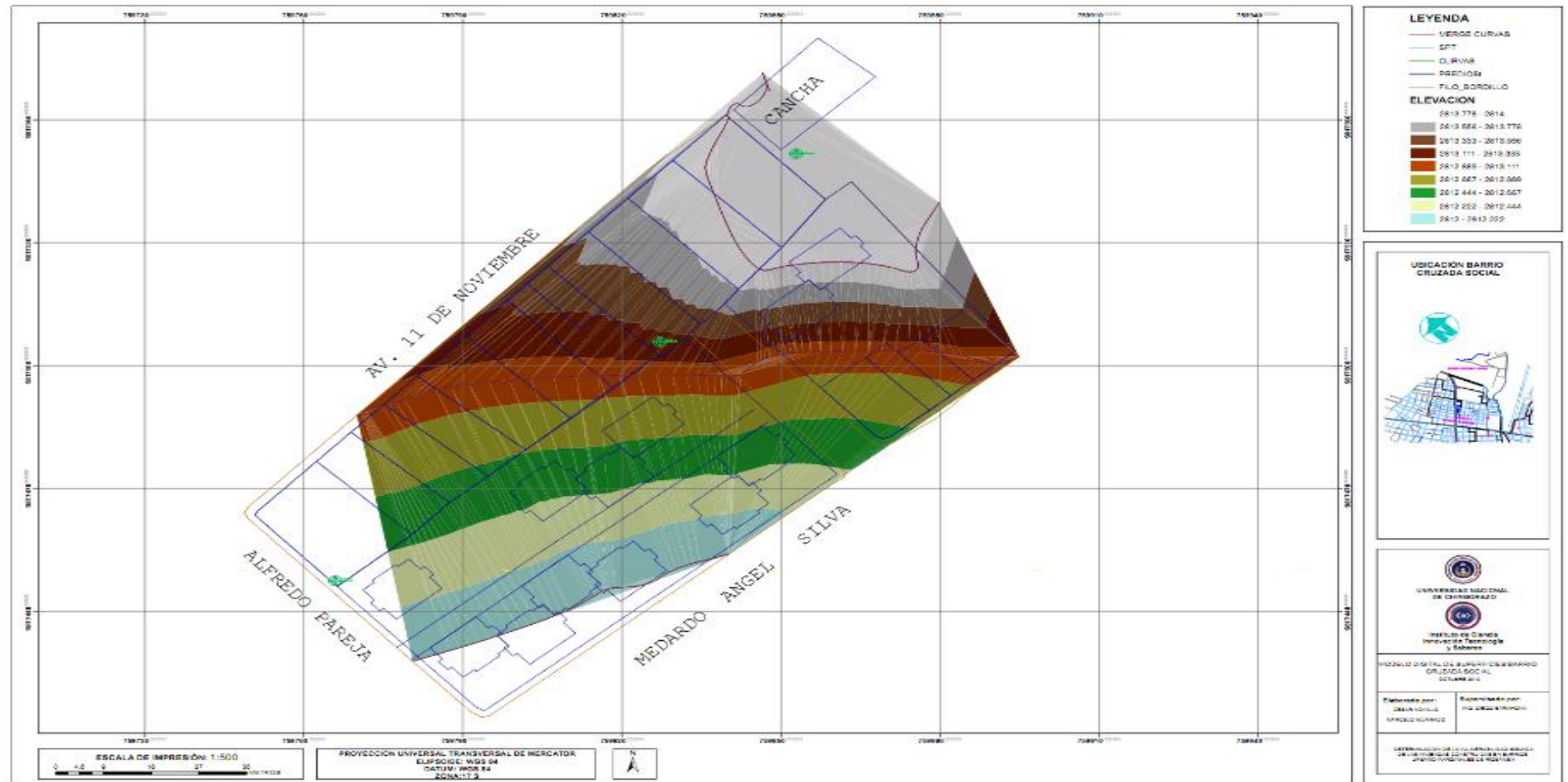


Ilustración 19: Modelo digital de superficies Barrio Cruzada Social
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO LA VICTORIA

Tabla N° 37. Base de datos para Arc-Gis Barrio La Victoria

X	Y	Z	PROVINCIA	CANTON	PARROQ_U RB	CODIGO	PROFUND	NGcorreg	LL_porcen	LP_porcen	IP_porcen	Mod_Finura	SUCS	HNatporcen	Grav_espec	q_adm	Ang_fric	NECperftip	CPEperftip	DESCRIPCIÓN
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1	-1.50	13.58	20.20	NF	NF	2.71	SM	6.48	2.00	16.59	31	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1.1	-2.50	19.54	19.64	18.57	1.07	3.11	SM-SC	7.12	2.03	19.54	33	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817551.793	759852.906	2817.543	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco1.3	-3.50	43.46	17.81	16.18	1.63	2.75	SM	7.52	2.10	43.46	42	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817505.883	759827.198	2815.215	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco2	-1.50	19.23	19.65	15.69	3.96	2.79	SM	9.77	1.98	23.50	35	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817505.883	759827.198	2815.215	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco2.1	-2.50	38.14	18.43	15.87	2.56	3.08	SC	6.34	2.08	46.60	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817447.572	759765.92	2815.345	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco3	-1.50	18.69	20.60	17.95	2.65	2.85	SM	4.86	2.02	23.50	34	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817447.572	759765.92	2815.345	Chimborazo	Riobamba	Velasco	velasco3.1	-2.50	44.90	19.13	16.98	2.15	3.07	SM	9.51	2.07	46.60	45	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO LA ALBORADA

Tabla N° 38. Base de datos para Arc-Gis Barrio Alborada

X	Y	Z	PROVINCIA	CANTON	PARROQ_URB	CODIGO	PROFUND	NGcorreg	LL_porcen	LP_porcen	IP_porcen	Mod_Finura	SUCS	HNatporcen	Grav_espec	q_adm	Ang_fric	NECperftip	CPEperftip	DESCRIPCIÓN
9817813.997	759667.382	2815.235	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB1	-1.50	10.77	20.72	20.36	0.36	2.30	SM	6.12	2.00	13.16	30	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817813.997	759667.382	2815.235	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB1.1	-2.50	16.89	19.32	16.18	3.14	2.70	SM	6.50	1.94	20.64	33	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817813.997	759667.382	2815.235	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB1.2	-3.50	34.33	18.35	11.75	6.60	2.75	SM	4.36	2.01	41.95	41	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817880.159	759753.243	2814.232	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB2	-1.50	21.14	19.41	15.08	4.33	2.44	SM	6.82	2.16	25.83	36	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817880.159	759753.243	2814.232	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB2.1	-2.50	36.34	18.28	12.16	6.12	2.87	SM	5.25	2.15	44.41	42	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817975.788	759881.863	2814.243	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB3	-1.50	11.38	19.82	17.78	2.04	2.85	SM	13.79	1.90	13.90	30	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817975.788	759881.863	2814.243	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB3.1	-2.50	19.27	18.88	14.26	4.62	2.62	SM-SC	15.14	1.82	23.55	35	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817975.788	759881.863	2814.243	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB3.2	-3.50	40.35	18.40	11.75	6.65	2.56	SM	14.22	1.91	49.31	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817958.051	759701.655	2814.434	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB4	-1.50	19.70	21.72	19.76	1.96	2.52	SM	2.80	1.99	24.07	35	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817958.051	759701.655	2814.434	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB4.1	-2.50	40.23	18.74	12.98	5.76	2.85	SC	7.16	2.05	49.15	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817758.284	759833.551	2814.233	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB5	-1.50	18.96	22.65	11.75	10.90	2.52	SM-SC	4.27	2.11	23.16	34	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817758.284	759833.551	2814.233	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB5.1	-2.50	39.43	22.65	14.26	8.39	2.58	SM	3.96	2.05	48.18	43	D	S2	ARENAS ARCILLOSAS.
9817688.184	759878.877	2814.542	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB6	-1.50	16.39	19.86	18.89	0.97	2.55	SM-SC	4.58	2.00	20.03	33	D	S1	ARENAS ARCILLOSAS.
9817688.184	759878.877	2814.542	Chimborazo	Riobamba	Velasco	ALB6.1	-1.90	56.92	19.48	14.65	4.83	3.26	SM	6.50	2.05	69.55	43	D	S1	ARENAS ARCILLOSAS.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

MODELO DIGITAL DE SUPERFICIES BARRIO ALBORADA

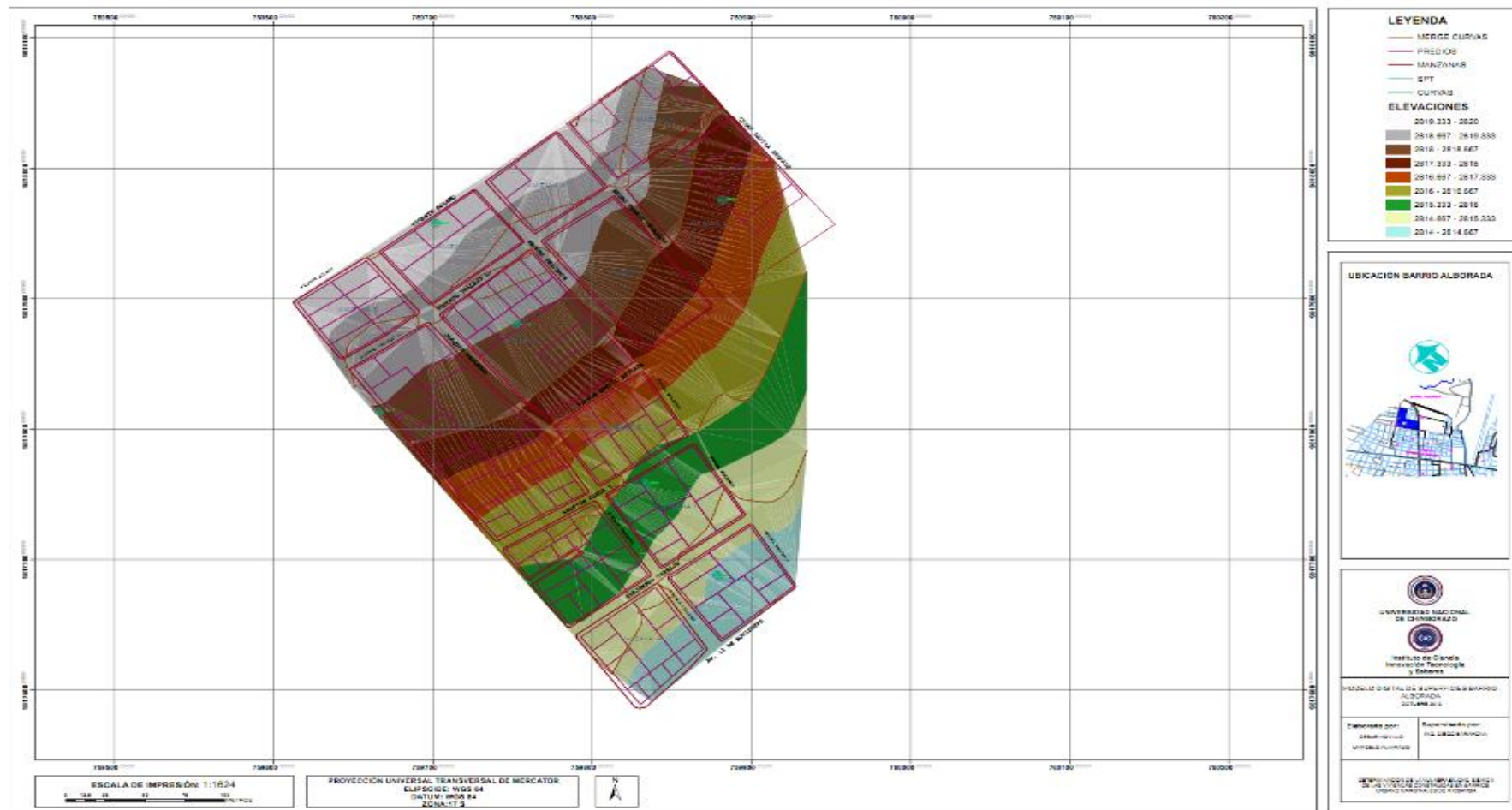


Ilustración 21: Modelo digital de superficies Barrio Alborada
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

4.1 DISCUSIÓN DE PARÁMETROS.

En cuanto se refiere a la sismicidad en la Ciudad de Riobamba, se considera como una zona de alta actividad sísmica, en donde han ocurrido eventos sísmicos que ocasionaron pérdidas económicas y de vidas humanas. La ciudad no está exenta de este tipo de fenómenos, así que, en cualquier momento podrían presentarse movimientos sísmicos.

Para este trabajo de investigación se basó en el ensayo SPT según la Norma INEN 689.

Teniendo en cuenta que los resultados obtenidos en el laboratorio y en el Programa de Matlab (Cálculo de período de vibración del suelo). Donde nos permite realizar la clasificación del tipo de suelo según la Norma INEN CPE 5:2001. Con estos resultados nos permite realizar la elaboración de los mapas de Iso Períodos de los Barrios "24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y la Victoria"

4.2 PERÍODO FUNDAMENTAL DEL SUELO (TS)

El período fundamental del suelo (T_s), es uno de los indicadores más usados mundialmente para estimar los efectos locales de los suelos, al ser sometidos a sollicitaciones sísmicas.

En muchas ocasiones se han podido asociar estos efectos a los daños observados en edificaciones, debido principalmente al fenómeno de resonancia en el cual tanto el suelo como la estructura oscilan en forma sincronizada y esta última se ve sometida a mayores esfuerzos y desplazamientos, los cuales pueden conducir al colapso.

Una forma económica de calcular el T_s , sin tener que recurrir a costosas perforaciones y ensayos de laboratorios, es el registro de sismos en diferentes sitios de la ciudad, mediante el ensayo del SPT, donde se realizó el programa para calcular el período de vibración y a su vez con este dato realizar el plano de Iso Período.

4.3 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN EL CPE 5:2001

En los barrios que se realizaron los ensayos de SPT se encontró el estrato S1 que corresponde a las rocas y suelos endurecidos y que incluyen los siguientes tipos:

Rocas sana o parcialmente endurecidas, gravas arenosas, limosas o arcillas densas y secas.

En este estudio la mayor parte de estratos encontrados son de tipo S2 debido a que cumplen con las condiciones del INEN CPE 5:2001 que nos dice que: Será S2 si no cumple con las condiciones del S1 y S3.

Se encuentra dentro de la clasificación S3 debido a que cumplen con las condiciones del INEN CPE 5:2001 que nos dice que: será S3 si se trata de suelos blandos o estratos profundos y las perforaciones realizadas llegan hasta 5.5 metros.

El perfil S4 tiene condiciones especiales de evaluación como son: colapsables, sensitivos, turbas, lodos, suelos orgánicos y rellenos sin control ingenieril.

4.4 CLASIFICACIÓN DE TIPOS DE PERFILES DE SUELO SEGÚN LA NEC-11

En los barrios donde fueron realizados los ensayos de SPT los estratos se encuentran dentro de la clasificación C debido a que cumplen con las condiciones de la NEC-11. Que nos dice que: si N golpes del SPT es $>$ a 50 se clasificará como C.

En este trabajo la mayor parte de estratos se encuentra dentro de la clasificación D debido a que cumplen con las condiciones de la NEC-11. Que nos dice que: si el número golpes del SPT está entre $50 > N \geq 15$ se clasificará como D.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- ✓ Para los Barrios Alborada, Cruzada Social y La Victoria, el mayor número de golpes está entre 2.50 a 3.5 m y el Barrio 24 de Mayo está comprendido a una profundidad de 1.5 a 2.5 m.
- ✓ El Ángulo de fricción interna del suelo en los barrios 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y La Victoria están comprendidos entre 25 y 58 grados, siendo el predominante para el barrio la 24 de Mayo 32 grados, mientras que en los Barrios Alborada, La Victoria predominan 43 grados y en el Barrio la Cruzada Social no predomina ningún ángulo.
- ✓ En el Barrio 24 de Mayo el menor esfuerzo admisible encontrado es de 33.53 Tn/m² en la perforación SPT-02 a una profundidad de 0 a 3.5 metros y el de mayor esfuerzo admisible es de 64.39 Tn/m² en la perforación SPT-09 en la profundidad de 0 a 1,90 metros.
- ✓ En el Barrio Cruzada Social el menor esfuerzo admisible encontrado es de 32.36 Tn/m² en la perforación SPT-01 a una profundidad de 0 a 3.5 metros y el de mayor esfuerzo admisible es de 46.60 Tn/m² en la perforación SPT-02 en la profundidad de 0 a 2.5 metros.
- ✓ En el barrio La Victoria el menor esfuerzo admisible encontrado es de 39.53 Tn/m² en la perforación SPT-01 a una profundidad de 0 a 3.5 metros y el de mayor esfuerzo admisible es de 49.21Tn/m² en la perforación SPT-02 en la profundidad de 0 a 2.5 metros.
- ✓ En el barrio Alborada el menor esfuerzo admisible encontrado es de 41.45 Tn/m² en la perforación SPT-01 a una profundidad de 0 a 3.5 metros y el de mayor

esfuerzo admisible es de 69.55 Tn/m² en la perforación SPT-06 en la profundidad de 0 a 2.5 metros.

- ✓ En los barrios 24 de Mayo, Alborada, Cruzada Social y La Victoria por la Norma INEN CPE 5:2001 los tipos de suelos según los periodos de vibración pertenece al tipo de suelo S1 porque su periodo de vibración es <0.2 (seg).

5.2 RECOMENDACIONES

- ✓ El Municipio de Riobamba tiene que comenzar a plantearse la creación de una nueva ordenanza en la cual efectivamente se tope no solo el tema del diseño estructural y el control de los materiales sino también el control del suelo de cimentación por ejemplo se puede hablar de un plan de gestión de control de estudios geotécnicos.
- ✓ Integrar un sistema de información permanentemente y actualizado para recopilar y generar información a través de estudios del suelo con el objetivo de levantar mapas de riesgo producto de un análisis de peligros y de vulnerabilidad y efectuar el monitoreo del mismo.
- ✓ Adoptar y difundir el código de ética y catálogo de valores al interior de la entidad exigiéndose el seguimiento y rendición de cuentas sobre la ejecución y cumplimiento de las normas referentes a la prevención de riesgos bajo una fiscalización en todas las etapas del ámbito de la construcción y no como se suele hacer al final, cuando las construcciones se van a recibir aparece el fiscalizador y de esa manera no se ha controlado absolutamente nada.
- ✓ Es recomendable el apego a estándares locales e internacionales de suelos cuando se quiere construir una vivienda, lo que brindara seguridad y disminuirá el costo de mantenimiento de las obras civiles en los distintos sectores de la ciudad.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.

Elaboración de mapas de Iso Períodos.

6.2 INTRODUCCIÓN

La información sobre los períodos de vibración del suelos de los barrios “24 de Mayo, Alborada, Cruzada social y La Victoria”, son muy escasas, haciendo que los diseñadores calculen las estructuras con datos no reales del tipo de suelo donde se va elaborar la obra.

Por tal motivo se realizó este proyecto de Investigación, en estos sectores por la necesidad de contar con datos confiables y actuales sobre las características físicas, mecánicas y períodos de vibración del suelo, que utilizarán para efectuar una planificación y control por parte de los organismos pertinentes, al igual que será de utilidad para los profesionales de Ingeniería Civil y afines.

Por lo que se procede a la construcción de mapas de Iso Períodos.

Su importancia radica en que se constituye en una herramienta visual y analítica capaz de mostrar la variación y organización de una selección de datos y su procesamiento.

6.3 OBJETIVOS.

6.3.1 OBJETIVO GENERAL

Crear un conjunto de mapas de Iso Períodos, organizados con una base de datos a fin de evitar desastres durante un evento sísmico, utilizando el método de una modelación en un sistema de varios grados de libertad de los suelos en los barrios

“24 de Mayo, Alborada, Cruzada social y La Victoria”, de la ciudad de Riobamba.

6.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Determinar la clasificación de los suelos según el INEN CPE 5:2001 y el NEC 2011 de los Barrios “24 de Mayo, Alborada, Cruzada social y La Victoria”.
- ✓ Analizar y determinar los diferentes períodos naturales de vibración del suelo en los diferentes puntos encontrados con el ensayo del spt

6.4. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO-TÉCNICA.

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado, están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas. Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales.

El conocimiento básico de la textura del suelo es importante para los ingenieros que construyen edificios, carreteras y otras estructuras sobre y bajo la superficie terrestre.

La interacción suelo-estructura en la interface suelo-cimiento, es de fundamental importancia en la estimación de los asentamientos. Este aspecto muy pocas veces es tenido en cuenta, sin embargo es bien conocido que la distribución de tensiones no posee una distribución uniforme debajo de la cimentación.

En los suelos colapsables, los estados de deformaciones son los que gobiernan el comportamiento de la cimentación. En general, la rotura global del suelo no se alcanza sin antes haber producido daños significativos a las estructuras.

6.5 BASE DE DATOS GEOGRÁFICOS DE SUELO.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de “hardware”, “software”, datos geográficos y personal capacitado, organizados para capturar, almacenar, consultar, analizar y presentar todo tipo de información que pueda tener una referencia geográfica. Un SIG es una base de datos espacial.

Los Sistemas de Información Geográfica son herramientas de análisis que ofrecen la posibilidad de identificar las relaciones espaciales de los fenómenos que se estudian.

Un SIG es un sistema de información diseñado para trabajar con datos georeferenciados mediante coordenadas espaciales o geográficas (Star y Estes,1990), es decir con información geográfica. La geografía constituye el elemento clave para estructurar la información dentro de un SIG y para realizar operaciones de análisis.

El National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA), de los Estados Unidos, define a un SIG como un sistema de hardware, software y procedimientos diseñado para realizar la captura, almacenamiento, manipulación, análisis, modelización y presentación de datos referenciados espacialmente para la resolución de problemas complejos de planificación y gestión.

Los objetivos básicos de un SIG son los siguientes:

- ✓ Consultar y analizar información a través de su representación espacial y sus atributos asociados.

- ✓ Conocer el comportamiento espacial de los datos para resolver situaciones y problemas del mundo real.

La base de datos espacial de un SIG es un modelo del mundo real, una representación digital en base a objetos discretos. Una base de datos espacial es en definitiva una colección de datos referenciados en el espacio que actúa como un modelo de la realidad. Las reglas según las cuales se modeliza el mundo real por medio de objetos discretos constituyen el modelo de datos.

Básicamente existen dos grandes modelos de datos: el ráster y el vectorial. En realidad se trata de dos concepciones del espacio: una basada en entidades y otra basada en campos.

El modelo vectorial utiliza coordenadas discretas para representar las características geográficas en forma de puntos, líneas y polígonos.

El modelo “raster” trabaja con celdas de igual tamaño que poseen un valor; el tamaño de la celda define el nivel de detalle de la información.

Una Base de Datos Geográfica de Suelos (SGDB), es una estructura digital de datos que contiene información acerca de la distribución geográfica y propiedades de la cobertura del suelo en un área específica. Representa el reemplazo digital para los mapas y reportes resultado de un levantamiento de suelos, pero pueden ser mucho más útiles que sus predecesores (papel) por todas las ventajas que una base de datos digital posee en sus diversos campos de aplicación.

6.6 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

Uno de los principales problemas que existe en ciudad de Riobamba, es que no cuentan con una base de datos específica, confiable y actualizada sobre los períodos de vibración del suelo.

Por esta razón se ve la necesidad de contar con una base de datos sobre los periodos de vibración de los suelos que sirvan como referencia tanto para la planificación como para la construcción.

Su contenido nos permite realizar los mapas Iso Períodos para conocer el comportamiento del suelo ante un evento sísmico y así poder evitar pérdidas económicas y humanas.

6.6.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

El levantamiento topográfico para la investigación de las características de los suelos debe contar con los siguientes parámetros:

La actividad se debe realizar con profesionales afines a la rama

Descripción del equipo utilizado con sus respectivas características técnicas.

Georeferenciación referida al Datum WGS 84, zona 17 Sur, coordenadas U.T.M.; utilizando las monografías de control horizontal y vertical de los estudios de los planes maestros de agua potable y alcantarillado de la ciudad de Riobamba o del Instituto Geográfico Militar.

Los datos referentes al levantamiento se tomaran en coordenadas tridimensionales (X, Y, Z).

Se debe tomar un número suficiente de detalles que permitan obtener con gran exactitud el dibujo en planta; en espacial los cambios de pendiente del terreno para la generación de curvas de nivel.

Los cálculos y dibujos se deben realizar en hardware y software apropiados para este tipo de trabajo.

La escala del dibujo deberá estar de acuerdo a los estándares predefinidos y a la

superficie del barrio levantado.

En los planos debe constar el levantamiento topográfico en planta general con las respectivas curvas de nivel, el perfil longitudinal del terreno, procurando que éste pase por la mayor cantidad de puntos donde se toman las muestras para los respectivos ensayos de suelo.

6.6.2 DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS.

La ubicación de los lugares en donde se realizarán los ensayos del SPT están en función de los siguientes parámetros: la topografía del terreno, la accesibilidad, lugares que no contemplen edificaciones (lotes baldíos), separación entre perforaciones.

6.6.3 TOMA DE MUESTRAS DE SUELO MEDIANTE EL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT).

Se debe fundamentar en las siguientes normas de la Mecánica de suelos:

Terminología y simbología NTE INEN 685.

Toma de muestras alteradas NTE INEN 686.

Ensayo de penetración estándar NTE INEN 689.

6.6.4 ALMACENAJE DE MUESTRAS

El almacenamiento se debe hacer en un lugar libre de humedad a una temperatura media de $\pm 20^{\circ} \text{C}$, las muestras se embazaran en recipientes de polietileno selladas herméticamente.

6.6.5 ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE SUELOS

Para el análisis de las muestras se debe regir a las siguientes normas de la Mecánica de suelos:

- ✓ Preparación de muestras alteradas para ensayos NTE INEN 688.
- ✓ Determinación del contenido de agua - método del secado al horno NTE INEN 690.
- ✓ Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso NTE INEN 857.
- ✓ Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso NTE INEN 696.
- ✓ Determinación del límite líquido – método de Casa Grande NTE INEN 691.
- ✓ Determinación del límite plástico NTE INEN 692.
- ✓ Clasificación de suelos y mezclas de suelo – agregados con finalidad vial NORMA AASHTO – M 145.

6.7 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

La información recopilada producto de los análisis de las muestras de suelo obtenidas en el laboratorio debe ser digitada y almacenada en medios magnéticos e impresos.

Los respectivos cálculos de los datos obtenidos en el laboratorio y en el campo que definan los parámetros para la caracterización de los suelos se deben realizar mediante la utilización de la hoja de cálculo de Microsoft Office Excel o alguna otra hoja de cálculo electrónica.

6.7.1 OBTENCIÓN DE RESULTADOS

Los resultados de la investigación deben ser presentados en una base de datos y

mapas georeferenciados.

En base a los parámetros obtenidos de los ensayos de suelos se debe proceder a su respectiva representación en mapas de Iso Períodos mediante el empleo de un software, en el cual debe constar la ubicación georeferenciada de los sitios donde se tomaron las muestras de suelo, con su período de vibración a una escala definida con su respectivo valor.

Para una mejor visualización y comprensión de los resultados, el software también debe arrojar como resultado la generación de mapas georeferenciados en tres dimensiones (3D).

El software Arc-Gis debe ser utilizado para la creación de la base de datos en la cual se almacena información cartográfica digital, a la cual se anexa una información atributiva organizada mediante tablas. Los datos descriptivos recogidos en las tablas permiten realizar las consultas, análisis, gráficos e informes relativos a los datos espaciales.

Los datos geográficos se organizan según sus similitudes temáticas, dado que un archivo geográfico va acompañado de una tabla de atributos que almacena los correspondientes datos descriptivos. La abstracción gráfica en Arc-View para la representación de los datos geográficos incluye puntos, líneas y polígonos.

6.7.2 ENTRADA DE INFORMACIÓN

La entrada de información se puede realizar de distintas formas: digitalización, barredor óptico (escáner), importación de ficheros de CAD o de otro SIG, importación de ficheros con datos sobre los atributos de los objetos. También es posible incorporar imágenes de satélites, fotografías aéreas, fotografía digital o importar ficheros generados mediante la tecnología de sistema de posicionamiento global (GPS).

6.7.3 GENERACIÓN DE MAPAS.

Para el trazo de iso líneas se utilizó el software Surfer 11.0 en conjunto con el software ArcGis 10.1.

ARCGIS

ArcGis cuenta con aplicaciones como:

Arma es una aplicación de edición, análisis y creación de mapas a partir de una base de datos dentro de la cual se encuentra una de las principales herramientas de interpolación como:

ArcGIS Spatial Analyst que provee herramientas de análisis y modelaje espacial para datos de tipo raster. Spatial Analyst permite realizar análisis de densidad espacial a partir de puntos o líneas, interpolación de muestras con varios algoritmos de interpolación (IDW), Krigging, spline etc.

Un Shapefile SPH es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos.

SURFER 11.0

SURFER es esencialmente un programa para la interpolación y la cartografía en 2D y 3D, en modo RASTER o IMAGEN. La cartografía y análisis se hacen por lo esencial sobre una matriz o retícula, de ahí que el módulo Grid sea uno de los más importantes.

Grid-Data lee un archivo ASCII con formato (X, Y, Z1, Z2,...Zn) e interpola un archivo imagen (*.GRD), utilizando el algoritmo de interpolación especificado (p.e., Inverso de la Distancia, Regresión Polinomial, Mínima Curvatura, etc.).

Map es el módulo destinado a hacer la cartografía en SURFER.

Estos mapas nos permiten detectar rápidamente los problemas de compactación del suelo en diferentes áreas, para luego constatarlos con la descripción de perfil del terreno en el mismo plano del mapa de temático de clasificación.

6.7.4 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “24 DE MAYO, CRUZADA SOCIAL, ALBORADA Y LA VICTORIA”, SEGÚN EL INEN CPE 5:2001.

Las condiciones geotécnicas de los sitios o perfiles de suelo se clasifican de acuerdo con las propiedades mecánicas del sitio, los espesores de los estratos y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Este último parámetro puede ser correlacionado con otros parámetros del suelo, como por ejemplo el número de golpes de SPT, para algunos tipos de suelo en sitio donde se disponga las correlaciones correspondientes.

Los tipos de perfiles de suelo se clasifican de la siguiente manera:

Perfil tipo S1: Roca o suelo firme.

A este grupo corresponden las rocas y los suelos endurecidos con velocidades de onda de corte similares a las de una roca (mayores a 750 m/s), con períodos fundamentales de vibración menores a 0,20 s. Se incluyen los siguientes tipos de suelo.

- a) Roca sana o parcialmente alterada, con resistencia a la compresión no confinada mayor o igual a 500 KPa (5 kg/cm^2).
- b) Gravillas arenosas, limosas o arcillosas, densas y secas.
- c) Suelos cohesivos duros con resistencia al corte en condiciones no drenadas mayores a 100 KPa (1 kg/m^2), con espesores menores a 20 m y

sobreyacente a roca u otro material endurecido, con velocidad de onda de corte superior a 750 m/s.

d) Arenas densas con número de golpes del SPT: $N > 50$, con espesores menores a 20 m sobreyacente a roca u otro material endurecido con velocidad de onda de corte superior a 750 m/s.

e) Suelos y depósitos de origen volcánico firmemente cementados, tobas y conglomerado con número de golpes SPT: $N > 50$.

Perfil tipo S2: Suelos Intermedios.

Suelos con características intermedias o que no se ajustan a los perfiles de suelo tipo S1 y S3.

Perfil tipo S3: Suelos blandos o estratos profundos.

En este grupo se incluye los perfiles de suelos blandos o estratos de gran espesor, en los que los períodos fundamentales de vibración son mayores a 0,6s, incluyéndose los siguientes casos.

Tabla 39: Tipos de suelos según los períodos fundamentales de vibración.

Tipo de Suelo	Vs (m/s)	N (SPT)	Ts (seg)	Descripción
S1	>750	>50	<0.2	<ul style="list-style-type: none"> Roca sana o parcialmente alterada, gravas arenosas, limosas o arcillosas densas y secas, arenas densas, suelos y depósitos de origen volcánico, firmemente cementados, tobas y conglomerados.
S2	200 < Vs < 750 < 200	10 < N < 30 4 < N < 10	0.2 < Ts < 0.6	<ul style="list-style-type: none"> Intermedios Semi-densos Sueltos
S3	<200		>0.6	<ul style="list-style-type: none"> Blandos
S4				<ul style="list-style-type: none"> Especiales, con alto potencial de licuación, colapsibles y sensitivos, turbas, lodos, suelos orgánicos, rellenos, arcillas y limos de alta plasticidad (IP > 75).

Fuente: INEN CPE 5:2001

Los valores de N , V_s y S_u son valores promedio del sitio y serán determinados según las siguientes expresiones:

Donde:

h_i = Espesor del estrato i .

V_{si} = Velocidad de ondas de corte en el estrato i .

S_{ui} = Resistencia al corte no drenada promedio del estrato i .

Perfil tipo S4: Condiciones especiales de evaluación del suelo.

En este grupo se incluye los siguientes tipos de suelo.

- a) Suelos con alto potencial de licuefacción, colapsables y sensitivos.
- b) Turbas, lodos y suelos orgánicos.
- c) Rellenos colocados sin control ingenieril.
- d) Arcillas y limos de alta plasticidad ($IP > 75$).
- e) Arcillas suaves y medias duras con espesor mayor a 30 m.

Los perfiles de este grupo incluyen los suelos altamente compresibles y donde las condiciones geológicas y/o topográficas sean especialmente desfavorables, que requieran estudios geotécnicos no rutinarios para determinar sus características mecánicas.

El tipo de suelo existente en el sitio de construcción de la estructura, y por ende, el coeficiente de suelo S , se establecerán de acuerdo con lo especificado en la tabla 41. El coeficiente S se establecerá analizando el perfil que mejor se ajuste a las características locales. En los sitios donde las propiedades del suelo sean poco conocidas, se podrán utilizar los valores del perfil de suelo tipo S3. Adicionalmente se encuentra tabulado el coeficiente C_m , relacionado con la definición del espectro del sismo de diseño establecido más adelante en este código, y que depende del perfil de suelo a utilizar.

Tabla 40: Coeficiente de suelo y coeficiente Cm

Perfil tipo	Descripción	S	Cm
S1	Roca o suelo firme	1	2,5
S2	Suelos intermedios	1,2	3,0
S3	Suelos blandos y estrato profundo	1,5	2,8
S4	Condiciones especiales de suelo	2*	2,5

Fuente: INEN CPE 5:2001

6.7.5 CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS “24 DE MAYO, CRUZADA SOCIAL, ALBORADA Y LA VICTORIA”, SEGÚN LA NEC 2011.

Tipos de perfiles de suelo.

Se definen seis tipos de perfiles de suelo los cuales se presentan en la tabla 2.3. Los parámetros utilizados en la clasificación son los correspondientes a los 30 m superiores del perfil para los perfiles tipo A a E. aquellos perfiles que tengan estratos claramente diferenciables deben subdividirse, asignándole un subíndice y que va desde 1 en la superficie, hasta n en la parte inferior de los 30 m superiores del perfil. Para el perfil tipo F se aplican otros criterios y la respuesta no debe limitarse a los 30 m superiores del perfil en los casos de perfiles 30 m espesor de suelo significativo.

Tabla 41: Clasificación de Perfiles del suelo.

<u>Tipo de perfiles</u>	<u>Descripción</u>	<u>Definición</u>
A	Perfil de roca competente	$\bar{V}_s \geq 1500 \text{ m/s}$
B	Perfil de roca de rigidez media	$1500 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 760 \text{ m/s}$
C	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumpla con el criterio de velocidad de la onda de corte, o	$760 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 360 \text{ m/s}$
	Perfiles de suelos muy densos o roca blanda que cumpla con cualquier de los dos criterios.	$\bar{N} \geq 50.0$ $\bar{S}_u \geq 100 \text{ KPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2)$
D	Perfiles de suelos rígidos que cumplan con el criterio de velocidad de la onda de corte, o	$360 \text{ m/s} > \bar{V}_s \geq 180 \text{ m/s}$
	Perfil de suelos rígidos que cumplan cualquiera de las dos condiciones.	$50 > \bar{N} \geq 15.0$ $100 \text{ kPa } (\approx 1 \text{ kgf/cm}^2) > \bar{S}_u \geq 50 \text{ kPa } (\approx 0.5 \text{ kgf/cm}^2)$
E	Perfil que cumpla el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$\bar{V}_s < 180 \text{ m/s}$
	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas.	IP > 20 w ≥ 40% $\bar{S}_u < 50 \text{ kPa } (\approx 0.50 \text{ kgf/cm}^2)$
F	Los perfiles de suelo tipo F requieren una evaluación realizada explícitamente en el sitio por un ingeniero geotecnista. Se contempla las siguientes subclases.	
	F1- Suelos susceptibles a la falla o colapso causado por la excitación sísmica, tales como; suelos licuables, arcillas sensitivas, suelos dispersivos o débilmente cementados, etc.	

F2- Turba y arcillas orgánicas y muy orgánicas (H>3m para turba o arcilla orgánica y muy orgánicas).
F3- Arcillas de muy alta plasticidad (H>7.5m con índice de plasticidad IP>75)
F4- Perfiles de gran espesor de arcillas de rigidez mediana a blanda (H>30 m)
F5- Suelos con contrastes de impedancia α ocurriendo dentro de los primeros 30 m superiores del perfil de subsuelo, incluyendo contactos entre suelos blandos y roca, con variaciones bruscas de velocidades de onda de corte.
F6- Rellenos colocados sin control ingenieril.

Fuente: NEC 2011.

Tabla N° 42.- Clasificación del suelo según el INEN CPE 5:2001 y NEC 2011 del Barrio “24 de Mayo”

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)	INEN CPE 5:2001	NEC 2011
757518.437	9817867.685	2842.642	SPT-01	0.0932	S1	C
757634.206	9817893.645	2842.231	SPT-02	0.0754	S2	D
757722.558	9817919.512	2840.542	SPT-03	0.0755	S2	D
757876.822	9817953.195	2839.532	SPT-04	0.0483	S2	D
758015.493	9817986.077	2838.542	SPT-05	0.5990	S2	D
758142.196	9818015.358	2837.873	SPT-06	0.0348	S1	C
758208.338	9818029.939	2836.234	SPT-07	0.0497	S2	D
757897.875	9817865.014	2837.442	SPT-08	0.0586	S1	C
757856.09	9818043.654	2842.03	SPT-09	0.0602	S1	C
757804.044	9817938.721	2839.64	SPT-10	0.0490	S2	D
757503.083	9817959.725	2843.432	SPT-11	0.0475	S2	D
757740.218	9817967.756	2841.231	SPT-12	0.0512	S2	D
758052.402	9817953.921	2837.13	SPT-13	0.0433	S2	D
758226.748	9817948.243	2836.432	SPT-14	0.0503	S2	D

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

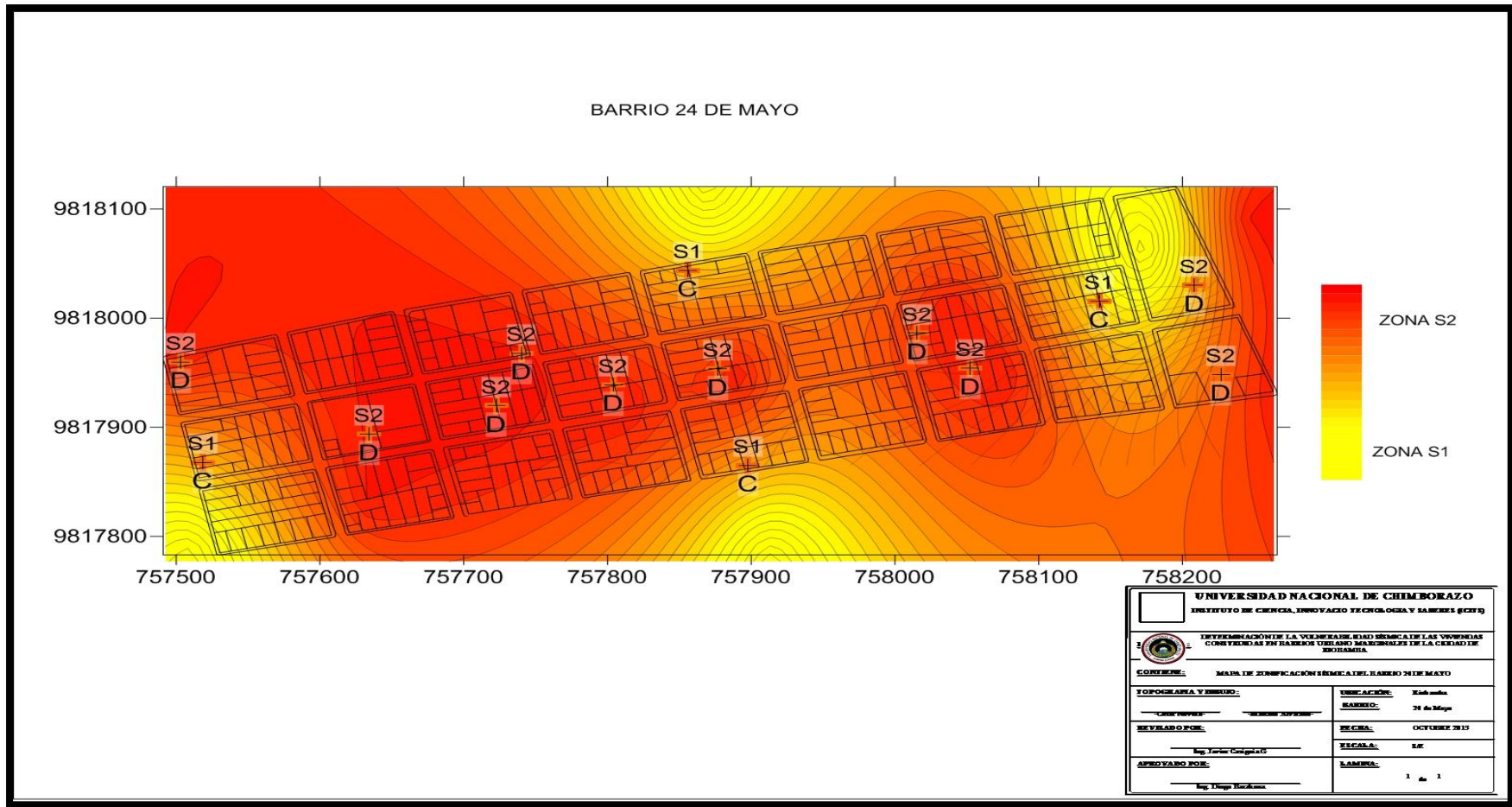


Ilustración 22: Modelo digital de superficie en el programa Surfer del Barrio 24 de Mayo
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 43.- Clasificación del suelo según el INEN CPE 5:2001 y NEC 2011 del Barrio “Alborada”

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)	INEN CPE 5:2001	NEC 2011
759667.382	9817813.997	2815.235	SPT-01	0.0673	S2	D
759753.243	9817880.159	2814.232	SPT-02	0.0461	S2	D
759881.863	9817975.788	2814.243	SPT-03	0.0635	S2	D
759701.655	9817958.051	2814.434	SPT-04	0.0445	S2	D
759833.551	9817758.284	2814.233	SPT-05	0.0378	S2	D
759878.877	9817688.184	2814.542	SPT-06	0.0370	S1	C

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

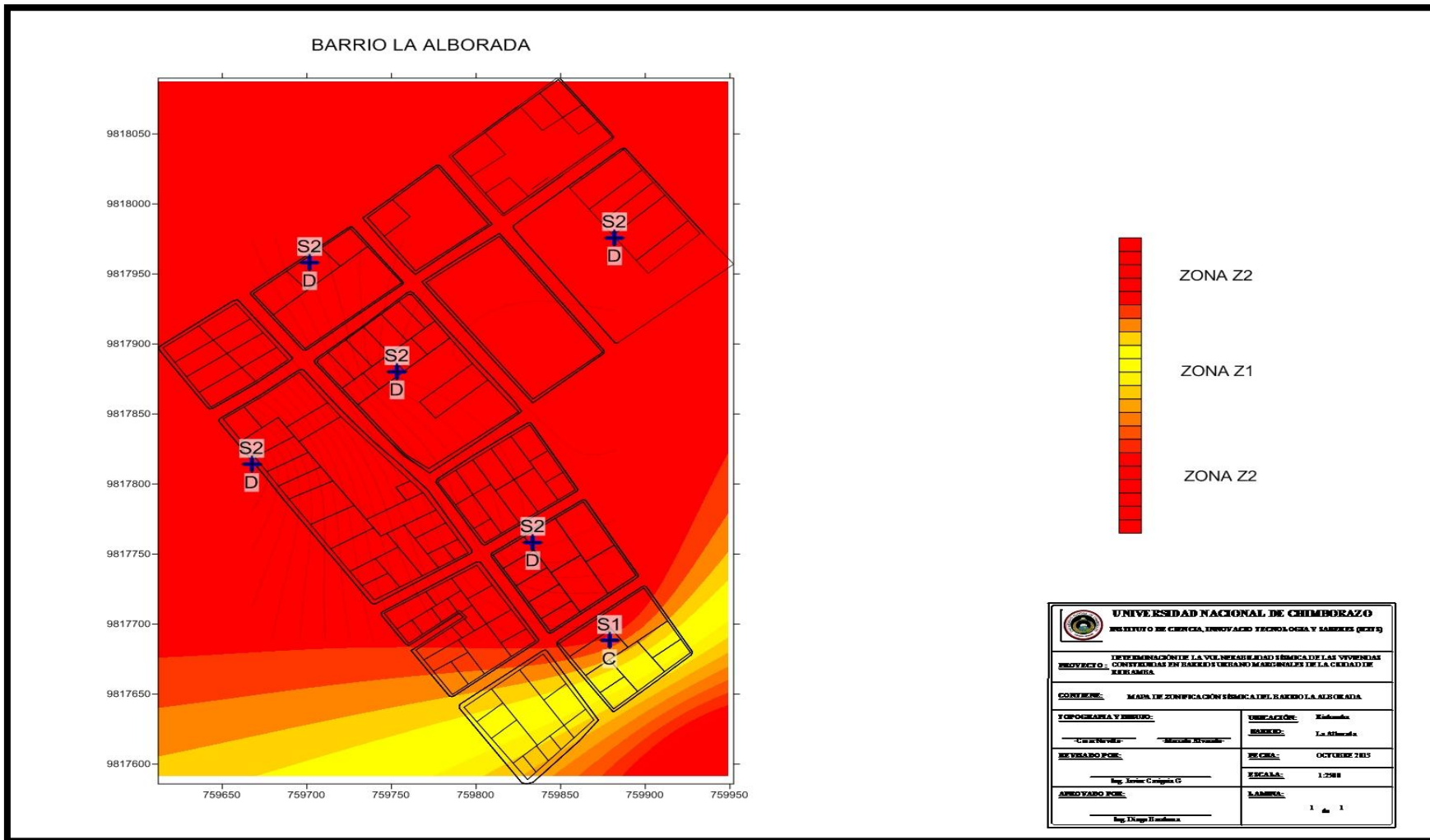


Ilustración 23: Modelo digital de superficie en el programa Surfer del Barrio Alborada
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 44.- Clasificación del suelo según el INEN CPE 5:2001 y NEC 2011 del barrio “Cruzada Social”

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)	INEN CPE 5:2001	NEC 2011
759852.906	9817551.793	2817.543	SPT-01	0.0622	S2	D
759827.198	9817505.883	2815.215	SPT-02	0.0457	S2	D
759765.92	9817447.572	2815.345	SPT-03	0.0447	S2	D

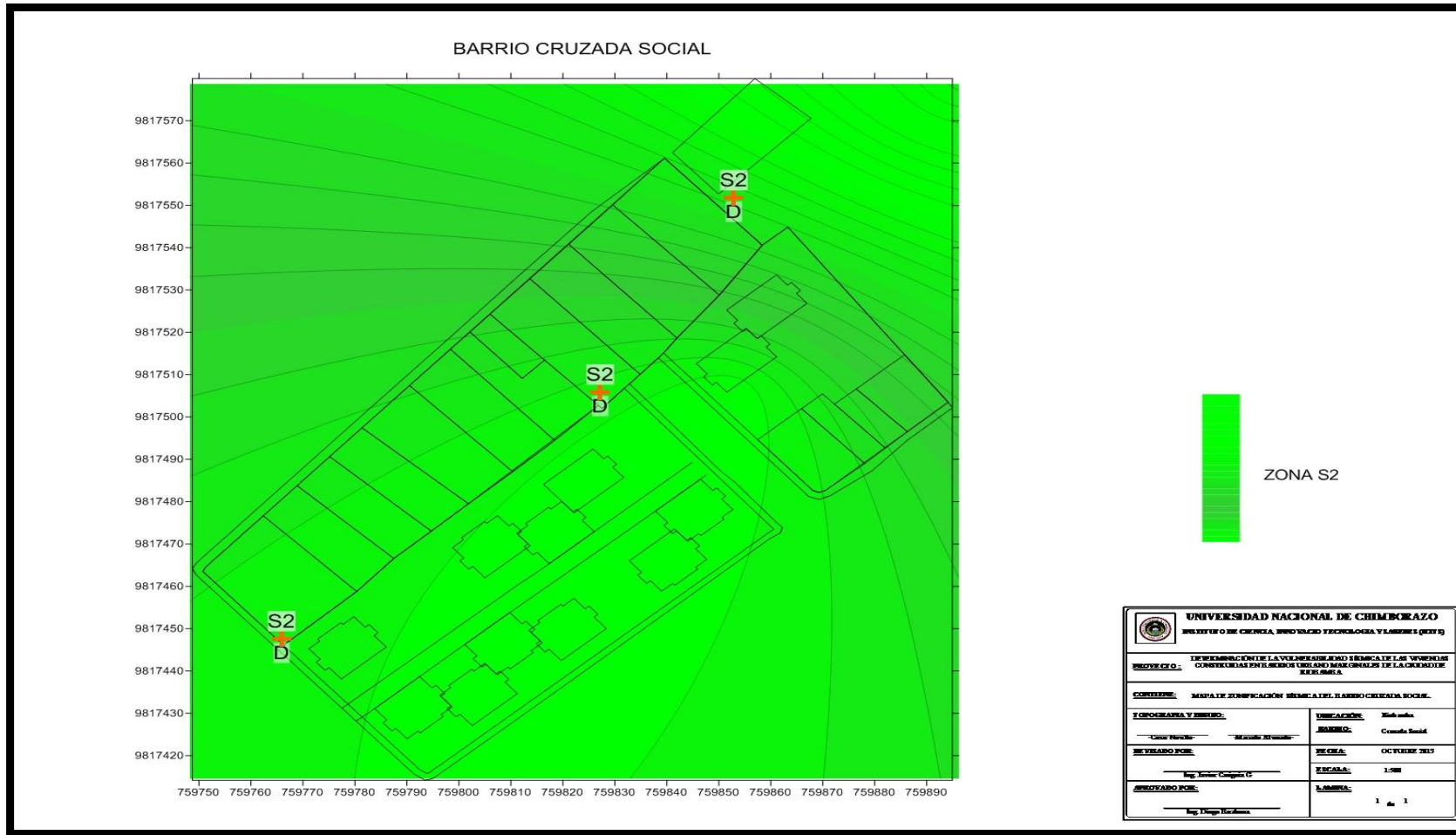


Ilustración 24: Modelo digital de superficies en el programa Surfer del Barrio Cruzada Social
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 45.- Clasificación del suelo según el INEN CPE 5:2001 y NEC 2011 del Barrio “La Victoria”

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)	INEN CPE 5:2001	NEC 2011
760987.379	9815994.769	2815.548	SPT-01	0.0655	S2	D
761062.65	9816072.876	2815.651	SPT-02	0.0545	S2	D
761122.988	9816123.663	2815.482	SPT-03	0.0595	S2	D

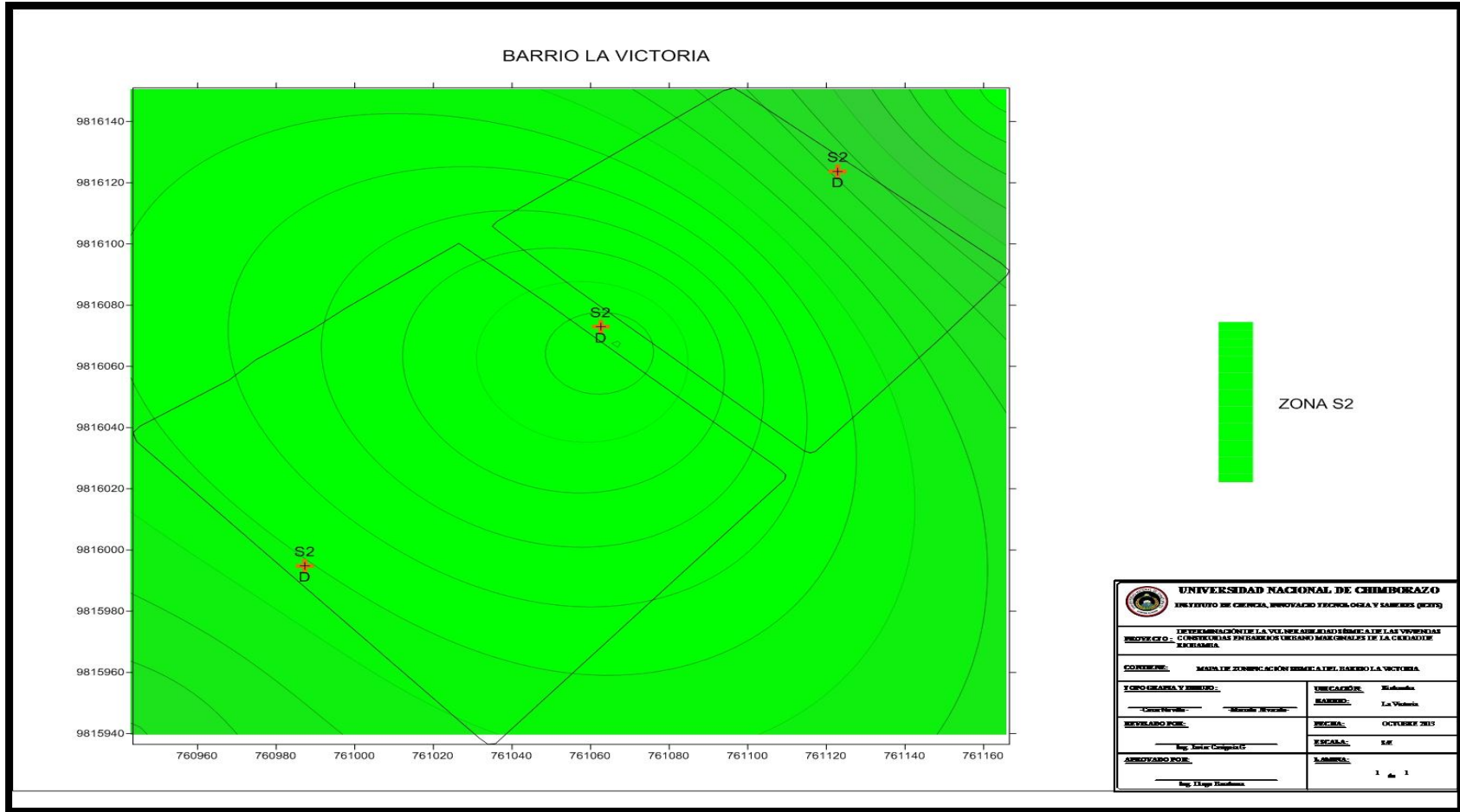


Ilustración 25: Modelo digital de superficies en el programa Surfer del Barrio La Victoria
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

6.8 PROGRAMA DE MATLAB PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN CON EL SISTEMA DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD

Matlab.10.1

Es un programa interactivo para computación numérica y visualización de datos. Es ampliamente usado por Ingenieros de Control en el análisis y diseño, posee además una extraordinaria versatilidad y capacidad para resolver problemas en matemática aplicada, física, química, ingeniería, finanzas y muchas otras aplicaciones.



Ilustración 26: Programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Este programa está diseñado para el cálculo del fenómeno de vibración de los suelos estratificados como un movimiento de vibración libre de varios grados de libertad, formado por cada uno de los estratos de la columna estratigráficas.

El programa sigue la matricial del ejemplo que a continuación demostramos:

La constante de resorte o rigidez al cortante de la masa de suelo, para cada estrato, está dada por la siguiente expresión.

$$K_i = \frac{5}{6} * \frac{G * A}{h}$$

En donde:

K_i: es la rigidez al corte de la masa de suelo que se obtiene en (T/m)

G: es el módulo dinámico de corte (T/m^2)

h: es el espesor del estrato (m)

A: es la sección de la columna de suelo considerada (m^2)

✓ Se toma como un hecho, que las masas de los diferentes estratos que constituyen la columna de suelo, estén concentradas en el punto medio de cada uno de ellos.

✓ Se determina la masa del suelo de cada estrato, de la siguiente manera:

$$m_i = (h_{i-1} * \gamma_{i-1} + h_i * \gamma_i) * \frac{A}{2 * g}$$

En donde:

m_i: es la masa del estrato i que se obtiene en (TS^2/m)

h: es la altura del estrato expresada en (m)

γ: es el peso específico del suelo del estrato (T/m^3)

g: es la aceleración de la gravedad en (m/s^2)

✓ Las características mecánicas de los diferentes estratos que conforman la columna, se conservan aproximadamente invariables, aunque para el cálculo de la masa del estrato se realiza un promedio del producto de los pesos propios del suelo.

6.8.1 MÓDULO DE CORTANTE DINÁMICO DEL SUELO (G)

El módulo de corte se define como la relación entre el esfuerzo cortante y la deformación de corte.

Este módulo, puede ser obtenido tanto en ensayos estáticos como en dinámicos, en términos generales, el módulo de corte dinámico, está asociado a la respuesta del suelo ante cargas de aplicación rápida, mientras que el módulo de corte estático, está asociado a la respuesta del suelo ante cargas de aplicación lenta, en adelante, únicamente se hará referencia al módulo de corte dinámico.

Es de gran importancia el estudio de este parámetro, debido a que los movimientos sísmicos inducen en el suelo principalmente el esfuerzo y de formaciones de cortante.

El módulo de corte (G) depende del grado de deformación al que está sometido el suelo, para valores de deformación pequeños, menores a 10^{-3} %, el módulo de corte se define como G_{max} (Anderson, España y Mc Lamore, 1978). El valor del módulo de corte decrece considerablemente con el incremento de la deformación de corte. La deformación de corte del suelo para exploración sísmica y micro temblores se encuentra en el rango de 10^{-5} a 10^{-3} %. Para fuertes terremotos el rango es aproximadamente de 0,5 a 1 %, llegando a reducirse el valor de G hasta 1/5 del G_{max} para arcillas y 1/10 de G_{max} para arenas (Ohsaki, 1982).

Resulta de gran utilidad la relación que se ha establecido entre el módulo de corte con la velocidad de onda de corte del suelo, estableciéndose la siguiente expresión.

$$G = \rho * Vs^2$$

En donde:

G: es el módulo de cortante dinámico del suelo

V_s : es la velocidad de onda de corte del suelo

Existe también una correlación propuesta por (Yorihico y Ryoji Iwasaki) quien proponen la siguiente expresión:

$$G_{max} = 1200 * N^{0.8}$$

En donde:

G_{max} : es el módulo de cortante dinámico del suelo para valores de deformación menores que 10^{-3} % que se obtiene en (T/m^2) .

N : es el número de golpes del ensayo de penetración estándar SPT.

Matriz de rigidez

Trabajaremos para el efecto con el modelo representado en la siguiente expresión y realizado las deformadas se obtiene la matriz A que queda de la siguiente manera:

$$\bar{A} = \begin{vmatrix} 1/h3 & -1/h3 & 0 \\ 1/h3 & -1/h3 & 0 \\ 0 & 1/h2 & -1/h2 \\ 0 & 1/h2 & -1/h2 \\ 0 & 0 & 1/h1 \\ 0 & 0 & 1/h1 \end{vmatrix}$$

La matriz de rigidez de miembro, para cada estrato es de forma:

$$K^i = \begin{vmatrix} K_i & a_i \\ a_i & K_i \end{vmatrix}$$

Para determinar la matriz de rigidez de la estructura de suelo, utilizamos la expresión conocida por análisis matricial que es la siguiente.

$$\bar{K} = \sum A^{(i)t} * K^{(i)} * A^{(i)}$$

Realizando las operaciones que intervienen en la expresión anterior, la matriz de rigidez que se obtiene para la estructura es la siguiente:

$$\bar{K} = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$$

Como todo lo expuesto anteriormente, se puede deducir que la matriz de rigidez de una columna de suelo de n estratos sería.

$$\bar{K} = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -k_3 & k_3 & \dots & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & k_{n-2} + k_{n-1} & -k_{n-1} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -k_{n-1} & k_{n-1} + k_n & -k_n \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -k_n & k_n \end{bmatrix}$$

Matriz de masas:

La matriz de masas tiene la siguiente forma:

$$\bar{M} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & m_n \end{bmatrix}$$

Solución del problema:

El problema se reduce al cálculo de valores y vectores propios que se definen así:

$$[\bar{K} - \gamma \bar{M}] \bar{\phi} = \bar{0}$$

En donde:

γ : Son los valores propios

$\bar{\phi}$: Son los vectores propios

Sabemos que las frecuencias de vibración se calculan con la expresión:

$$w_n = \sqrt{\gamma}$$

En donde:

w_n : Es la frecuencia de vibración

Entonces, calculamos el período de vibración con la fórmula:

$$T = \frac{2\pi}{w_n}$$

6.8.2 EJERCICIO PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN CON EL SISTEMA DE VARIOS GRADOS DE LIBERTAD

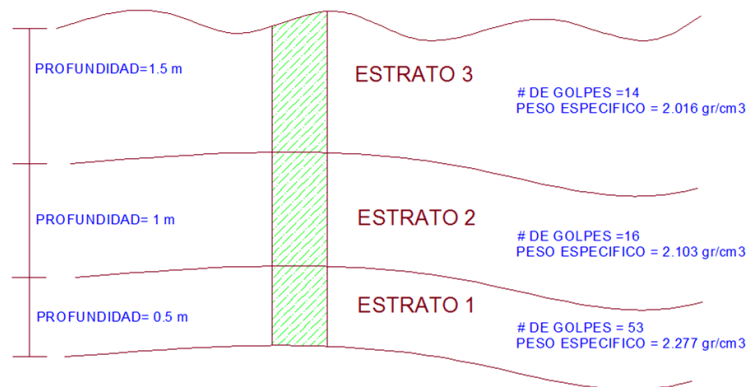


Ilustración 27: Diseño del Programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

DATOS:

$$N_1 = 53$$

$$N_2 = 16$$

$$N_3 = 14$$

$$A = 0,1 \text{ m} \times 0,1 \text{ m} = 0,01 \text{ m}^2$$

$$h_1 = 0,5 \text{ m}$$

$$h_2 = 1 \text{ m}$$

$$h_3 = 1,5 \text{ m}$$

$$\gamma_1 = 2,016 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_2 = 2,103 \text{ T/m}^3$$

$$\gamma_3 = 2,277 \text{ T/m}^3$$

SOLUCIÓN:

$$G_{\max} = 1200 * N^{0.8}$$

$$G_{\max1} = 1200 * 53^{0.8}$$

$$G_{\max1} = 28747,62 \text{ T/m}^2$$

$$G_{\max2} = 1200 * 16^{0.8}$$

$$G_{\max2} = 11027,50 \text{ T/m}^2$$

$$G_{\max3} = 1200 * 14^{0.8}$$

$$G_{\max3} = 9910,23 \text{ T/m}^2$$

En donde:

G_{max}: es el módulo de cortante dinámico del suelo para valores de deformación menores que 10^{-3} % que se obtiene en (T/m^2).

N: es el número de golpes del ensayo de penetración estándar SPT.

Rigidez al corte de la masa de suelo.

$$K_i = \frac{5}{6} * \frac{G * A}{h}$$

$$K_{i1} = \frac{5}{6} * \frac{28747,62 * 0,01}{0.5}$$

$$K_{i1} = 479,13 \text{ T/m}$$

$$K_{i2} = \frac{5}{6} * \frac{11027,50 * 0,01}{1}$$

$$K_{i2} = 91,90 \text{ T/m}$$

$$K_{i3} = \frac{5}{6} * \frac{9910,23 * 0,01}{1,5}$$

$$K_{i2} = 55,05 \text{ T/m}$$

En donde:

K_i : es la rigidez al corte de la masa de suelo que se obtiene en (T/m)

G : es el módulo dinámico de corte (T/m^2)

h : es el espesor del estrato (m)

A : es la sección de la columna de suelo considerada (m^2)

Masa del estrato i .

$$m_i = (h_{i-1} * \gamma_{i-1} + h_i * \gamma_i) * \frac{A}{2g}$$

$$m_{i1} = (0,5 * 2,016) * \frac{0,01}{2 * 9,8}$$

$$m_{i1} = 0,00058 \text{ T S}^2/\text{m}$$

$$m_{i2} = (0,5 * 2,016 + 1 * 2,103) * \frac{0,01}{2 * 9,8}$$

$$m_{i2} = 0,0017 \text{ T S}^2/\text{m}$$

$$m_{i3} = (1 * 2,103 + 1,5 * 2,277) * \frac{0,01}{2 * 9,8}$$

$$m_{i3} = 0,0026 \text{ T S}^2/\text{m}$$

En donde:

m_i : es la masa del estrato i que se obtiene en (TS^2/m)

h : es la altura del estrato expresada en (m)

γ : es el peso específico del suelo del estrato (T/m^3)

g : es la aceleración de la gravedad en (m/s^2)

Matriz de rigidez K.

$$K^i = \begin{vmatrix} K_i & a_i \\ a_i & K_i \end{vmatrix}$$

$$K^{i1} = \begin{vmatrix} 479,13 & 239,57 \\ 239,57 & 479,13 \end{vmatrix}$$

$$K^{i2} = \begin{vmatrix} 91,90 & 45,95 \\ 45,95 & 91,90 \end{vmatrix}$$

$$K^{i3} = \begin{vmatrix} 55,05 & 27,53 \\ 27,53 & 55,05 \end{vmatrix}$$

Matriz de rigidez A.

$$\bar{A} = \begin{vmatrix} 1/h3 & -1/h3 & 0 \\ 1/h3 & -1/h3 & 0 \\ 0 & 1/h2 & -1/h2 \\ 0 & 1/h2 & -1/h2 \\ 0 & 0 & 1/h1 \\ 0 & 0 & 1/h1 \end{vmatrix}$$

$$\bar{A} = \begin{vmatrix} 2 & -2 & \\ 2 & -2 & \\ 0 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & -1 \\ & & 0.67 \\ & & 0.67 \end{vmatrix}$$

Para determinar la matriz de rigidez de la estructura.

$$\bar{K} = \sum A^{(i)t} * K^{(i)} * A^{(i)}$$

$$\bar{K} = \begin{vmatrix} 0 & 0 \\ 0.67 & 0.67 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 479,13 & 239,57 \\ 239,57 & 479,13 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 0 & 0.67 \\ 0 & 0.67 \end{vmatrix} + \begin{vmatrix} 1 & 1 \\ -1 & -1 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 91,90 & 45,95 \\ 45,95 & 91,90 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 1 & -1 \\ 1 & -1 \end{vmatrix} \\ + \begin{vmatrix} 2 & 2 \\ -2 & -2 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 55,06 & 27,53 \\ 27,53 & 55,06 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 2 & -2 \\ 2 & -2 \end{vmatrix}$$

Realizando las operaciones que intervienen en la expresión anterior, la matriz de rigidez que se obtiene para la estructura es la siguiente:

$$\bar{\mathbf{K}} = \begin{bmatrix} k_1 + k_2 & -k_2 & 0 \\ -k_2 & k_2 + k_3 & -k_3 \\ 0 & -k_3 & k_3 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{K}} = \begin{bmatrix} 571,03 & -91,90 & 0 \\ -91,90 & 146,95 & -55,05 \\ 0 & -55,05 & 55,05 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{M}} = \begin{bmatrix} m_1 & 0 & 0 \\ 0 & m_2 & 0 \\ 0 & 0 & m_3 \end{bmatrix}$$

$$\bar{\mathbf{M}} = \begin{bmatrix} 0,00058 & 0 & 0 \\ 0 & 0,0017 & 0 \\ 0 & 0 & 0,0026 \end{bmatrix}$$

Solución del problema:

El problema se reduce al cálculo de valores y vectores propios que se definen así:

$$[\bar{\mathbf{K}} - \gamma \bar{\mathbf{M}}] \bar{\boldsymbol{\phi}} = \bar{\mathbf{0}}$$

$$\gamma_1 = 1088,3$$

$$\gamma_2 = 8928,8$$

$$\gamma_3 = 99278,2$$

En donde:

$\boldsymbol{\gamma}$: Son los valores propios

$\bar{\boldsymbol{\phi}}$: Son los vectores propios

Sabemos que las frecuencias de vibración se calculan con la expresión:

$$\mathbf{w}_n = \sqrt{\boldsymbol{\gamma}}$$

$$\mathbf{w}_{n1} = 104,319$$

$$\mathbf{w}_{n2} = 298,811$$

$$\mathbf{w}_{n3} = 996,386$$

En donde:

w_n : Es la frecuencia de vibración.

Entonces, calculamos el período de vibración con la fórmula:

$$T = \frac{2\pi}{w_n}$$

$$T = 0,0602 \text{ segundos}$$

$$T = 0,0210 \text{ segundos}$$

$$T = 0,0063 \text{ segundos}$$

6.8.3 MANUAL PARA EL USO DEL PROGRAMA DE MATLAB PARA EL CÁLCULO DEL PERÍODO DE VIBRACIÓN.

- ✓ Primer Paso.- Ingresar el número de estratos según las perforaciones obtenidas en el SPT (ilustración 28).



Ilustración 28: Diseño del Programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

- ✓ Segundo Paso.- En la primera columna se ingresa la profundidad obtenida en el ensayo del SPT (todos los datos de ingreso se realizara en forma ascendente).

- ✓ Tercer Paso.- En la segunda columna se ingresa el número de golpes obtenidos en el ensayo del SPT.
- ✓ Cuarta Paso.- En la tercera columna se ingresa el peso específico del suelo en cada estrato, estos datos se obtienen mediante el ensayo de gravedad específica.

Ingreso el número de estratos

	Profundidad	# de Golpes	Peso Especifico
1	0.5	53	2.277
2	1	16	2.103
3	1.5	14	2.016

Ilustración 29: Datos ingresados para el programa digital Matlab
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

- ✓ Quinto Paso.- Se presiona el botón aceptar para que el programa realice el cálculo para la obtención del período de vibración.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 INSTITUTO DE CIENCIA INNOVACIÓN TECNOLOGÍA Y SABERES
 ESTUDIO DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS EDIFICACIONES CONSTRUIDAS EN LOS BARRIOS URBANO MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Ingreso el número de estratos

Profundidad	# de Golpes	Peso Especifico
1	53	2.277
2	16	2.103
3	14	2.016

Matriz K

571.0229	-91.8959	0
-91.8959	145.9527	-55.0568
0	-55.0568	55.0568

Matriz M

5.8087e-04	0	0
0	0.0017	0
0	0	0.0028

$[\bar{K} - \lambda M] \bar{\phi} = \bar{0}$

$\omega_n = \sqrt{\lambda_n}$

1.0883e+04
8.9288e+04
9.9278e+05

$T_n = \frac{2\pi}{\omega_n}$

104.3198
286.8117
996.3860

0.0602
0.0210
0.0063

Aceptar

Ilustración 30: Datos obtenidos en el programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

6.8.4 RESULTADOS OBTENIDOS EN EL PROGRAMA



Ilustración 31: Datos obtenidos en el programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

- ✓ Cuadro de la Matriz K.- En este primer cuadro se obtiene la matriz de rigidez de una columna del suelo según el número de estratos ingresados en el programa.
- ✓ Cuadro de la Matriz M.- En el segundo cuadro a matriz de masas.
- ✓ Obteniendo las dos matrices K y M, donde se realizará el cálculo de valores y vectores propios con la siguiente fórmula $[\bar{K} - \gamma \bar{M}] \bar{\phi} = \bar{0}$, el resultado que se va utilizar para el valor del período de vibración será el menor.

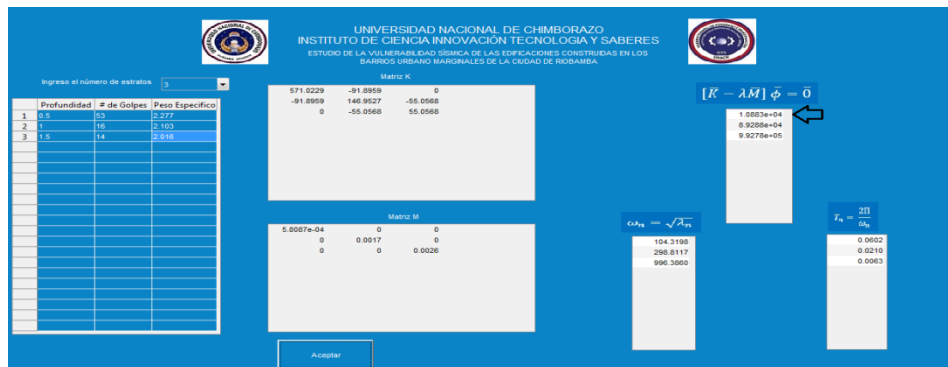


Ilustración 32: Resultado Total en el programa digital Matlab para el cálculo del período de vibración.

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

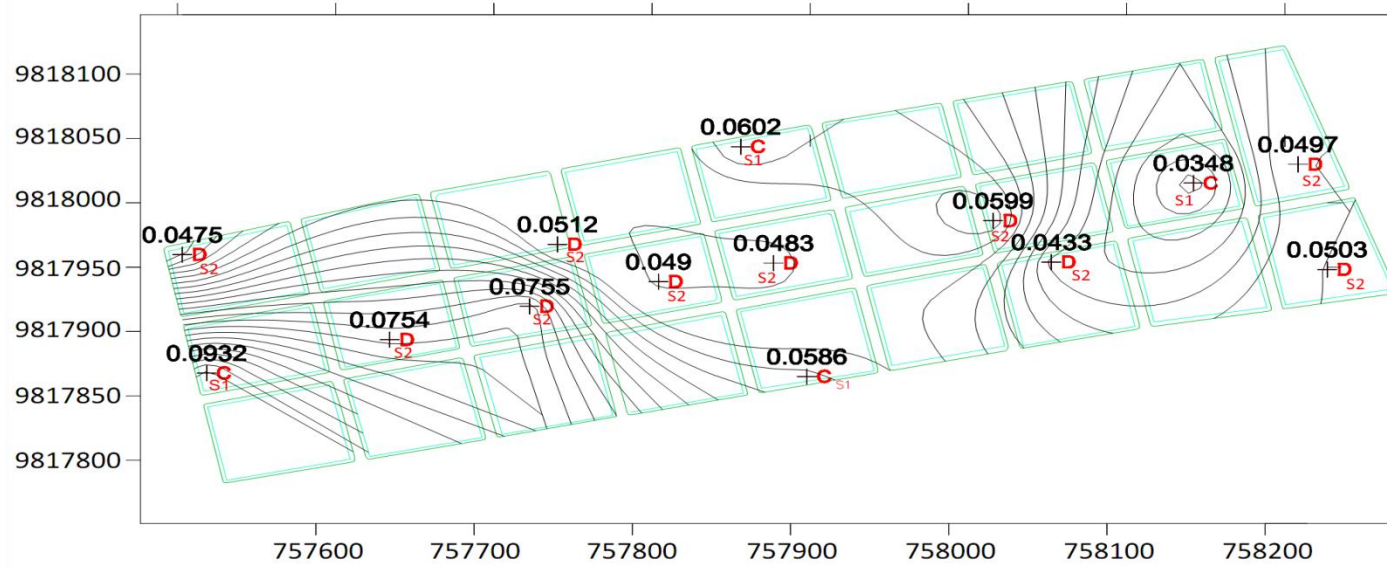
- ✓ Calcula frecuencias de vibración $w_n = \sqrt{\gamma}$ por último tenemos con la siguiente fórmula el período de $T = \frac{2\pi}{w_n}$ ción

Tabla N° 46.- Base de datos para dibujar los mapas Iso Períodos del Barrio “24 de Mayo” en SURFER

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)
757518.437	9817867.685	2842.642	SPT-01	0.0932
757634.206	9817893.645	2842.231	SPT-02	0.0754
757722.558	9817919.512	2840.542	SPT-03	0.0755
757876.822	9817953.195	2839.532	SPT-04	0.0483
758015.493	9817986.077	2838.542	SPT-05	0.5990
758142.196	9818015.358	2837.873	SPT-06	0.0348
758208.338	9818029.939	2836.234	SPT-07	0.0497
757897.875	9817865.014	2837.442	SPT-08	0.0586
757856.09	9818043.654	2842.03	SPT-09	0.0602
757804.044	9817938.721	2839.64	SPT-10	0.0490
757503.083	9817959.725	2843.432	SPT-11	0.0475
757740.218	9817967.756	2841.231	SPT-12	0.0512
758052.402	9817953.921	2837.13	SPT-13	0.0433
758226.748	9817948.243	2836.432	SPT-14	0.0503

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO 24 DE MAYO



SIMBOLOGIA

- PERFORACION SPT
- BORDILLO
- CURVA DE NIVEL CADA 5m
- CURVA DE NIVEL CADA 1m
- CANCHA
- + RETICULA UTM CADA 50 m

COORDENADAS DEL SPT				
Número	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
1	9817867,685	757618,437	2842,632	SPT
2	9817893,645	757626,296	2842,231	SPT
3	9817915,512	757722,558	2840,542	SPT
4	9817925,195	757826,822	2839,532	SPT
5	9817986,077	758015,493	2838,542	SPT
6	9818015,368	758143,186	2837,653	SPT
7	9818029,639	758208,338	2836,234	SPT
8	9817825,014	757697,875	2837,442	SPT
9	9818043,654	757856,09	2842,03	SPT
10	9817928,721	757864,084	2839,04	SPT
11	9817959,725	757953,083	2843,432	SPT
12	9817967,796	757740,218	2841,215	SPT
13	9817933,921	758054,462	2842,13	SPT
14	9817948,243	758226,748	286,432	SPT

COORDENADAS

Levantamiento realizado con estación total TRIMBLE S3
 Datum: WGS - 84
 Proyección Cartográfica: UTM
 Zona: 17 Sur

Referencia de las coordenadas tomado de las placas:
 EMAPAR-ACSAM PMR - 016- 2008
 NORTE: 9817214,238 ESTE: 755327,844 ELEVACION: 2910,099m. (G)
 EMAPAR-ACSAM PMR - 017- 2008
 NORTE: 9816922,689 ESTE: 756146,829 ELEVACION: 2884,304 m. (G)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SABERES (ICITS)

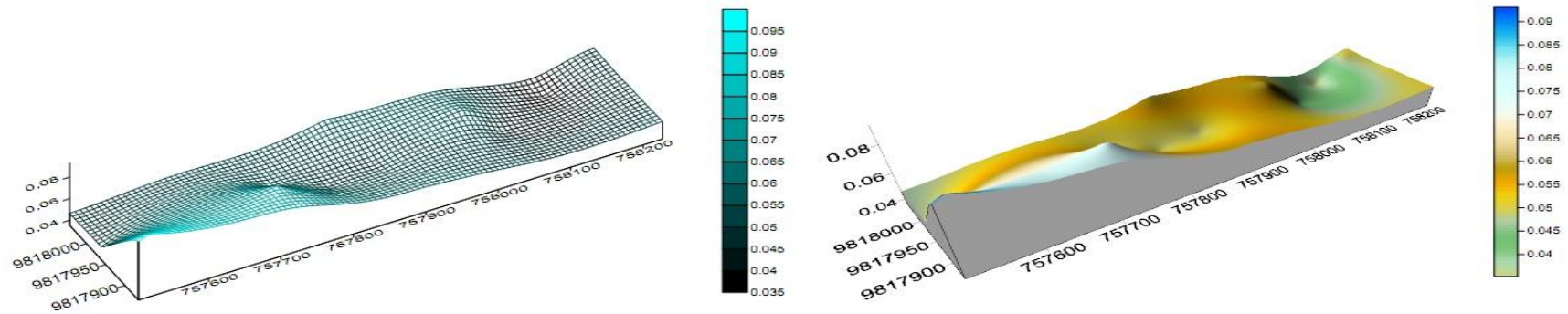
TESIS DETERMINACIÓN DEL MAPA ISO PERÍODOS DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS "ALBORADA, CRUZADA SOCIAL, 24 DE MAYO Y LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE BOMBAMA.

CONTIENE: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el mapa de Iso-Períodos Barrio 24 de Mayo.

TESISTA:	UBICACIÓN:
César Novillo	Riobamba
	BARRIO:
	24 de Mayo
	FECHA:
	18/01/2014
TESISTA:	ESCALA:
	1:1280
	LAMINA:
	1 de 1

Ilustración 33: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el Mapa de Iso-Períodos Barrio 24 de Mayo
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO 24 DE MAYO




 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACION TECNOLOGIA Y SABERES (ICITS)	
TESIS: DETERMINACION DEL MAPA ISO PERIODOS DE LOS SUELOS EN LOS BARRIOS "MIRAFLORES, CREGADA SOCIAL, 24 DE MAYO Y LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIGAMBA.	
CONTIENE: Curvas de Iso Periodos en 3D Barrio 24 de Mayo.	
TITULO:	LUBRICACION: Rigambra
FECHA:	FECHA: 24 de Mayo
FECHA:	FECHA: 16/01/2014
FECHA:	FECHA: 11/08/00
FECHA:	FECHA: 11/08/00
FECHA:	FECHA: 11/08/00

Ilustración 34: Curvas de Iso- Períodos en 3D Barrio 24 de Mayo
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 47.- Base de datos para dibujar los mapas Iso Períodos del Barrio “La Alborada” en SURFER

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)
759667.382	9817813.997	2815.235	SPT-01	0.0673
759753.243	9817880.159	2814.232	SPT-02	0.0461
759881.863	9817975.788	2814.243	SPT-03	0.0635
759701.655	9817958.051	2814.434	SPT-04	0.0445
759833.551	9817758.284	2814.233	SPT-05	0.0378
759878.877	9817688.184	2814.542	SPT-06	0.0370

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

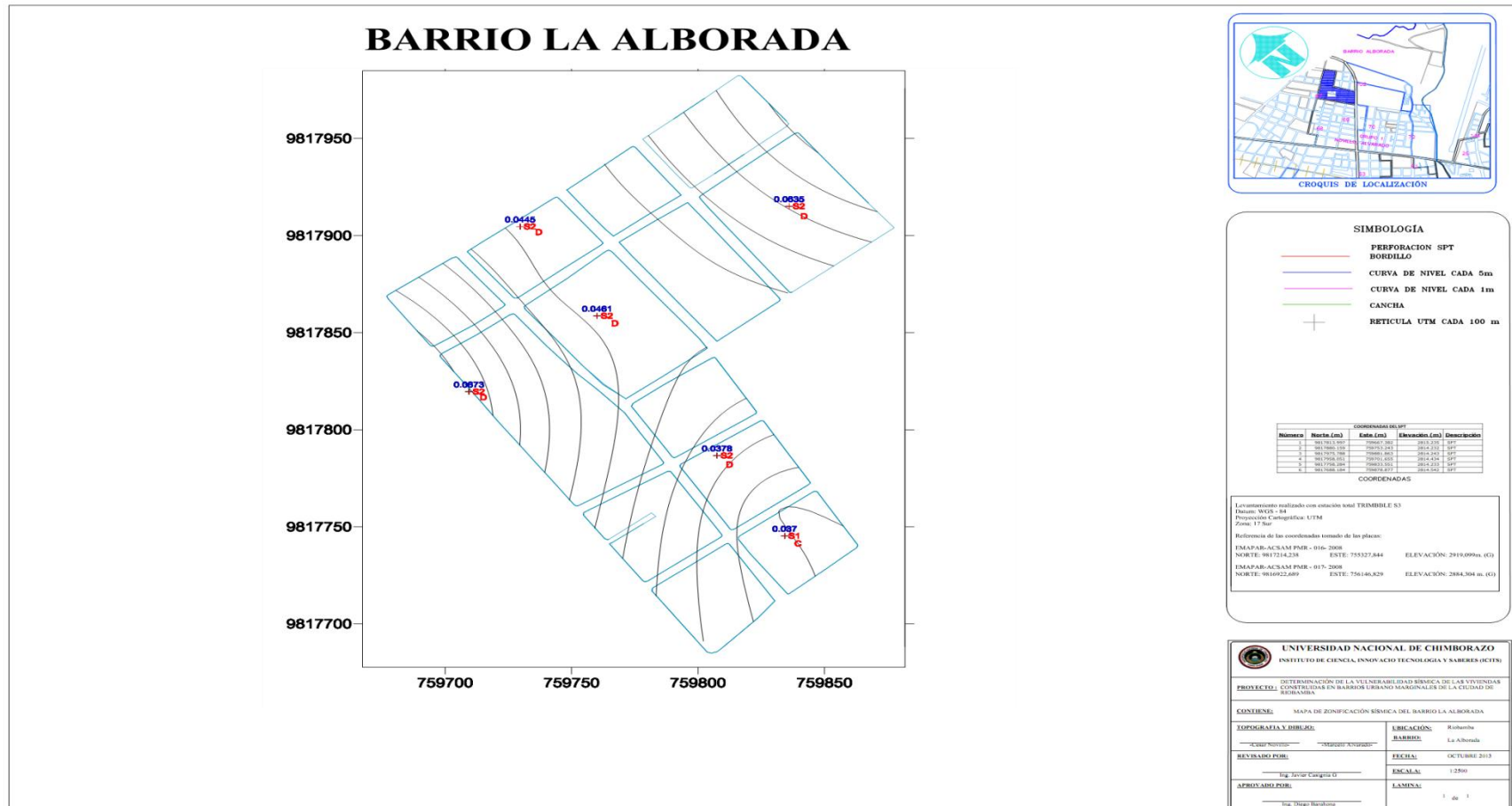
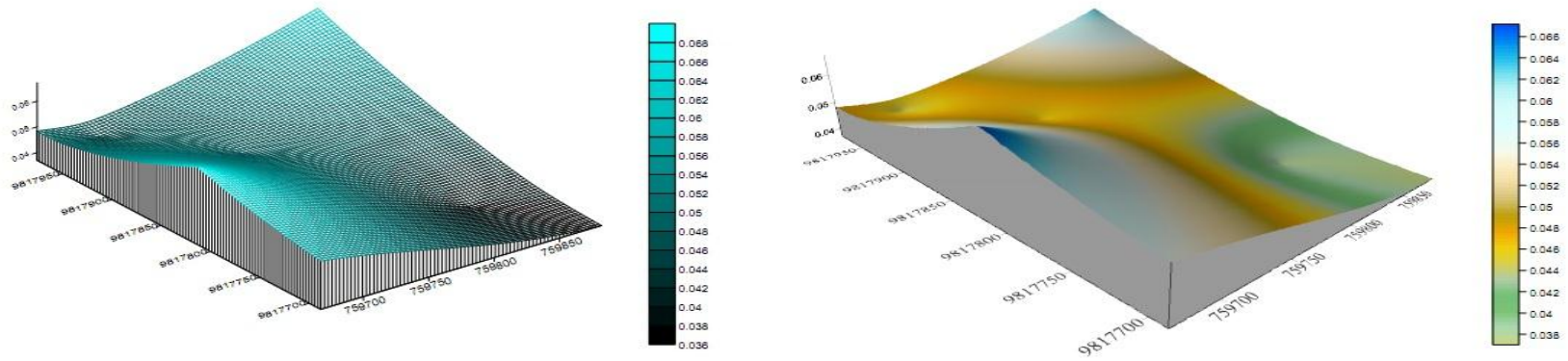


Ilustración 35: Datos obtenidos en el programa digital SURFER para el Mapa de Iso-Períodos Barrio La Alborada
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO LA ALBORADA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y AMBIENTE (ICITA)	
TÍTULO: DETERMINACIÓN DEL MAPA DE PERÍODOS DE LAS MUELAS EN LAS ZONAS URBANAS, INSTACIÓN ESPECIAL DE INGENIERÍA Y LA URBANIZACIÓN DE LA CIUDAD DE KIBIKANDA.	
EXEQUENTE: Elvira de los Patricios en: 2013 Barrio La Alborada.	
LABORAL:	LABORAL: Matemática
LABORAL:	LABORAL: La Alborada
LABORAL:	LABORAL: 08/01/2016
LABORAL:	LABORAL: 1:1000
LABORAL:	LABORAL:

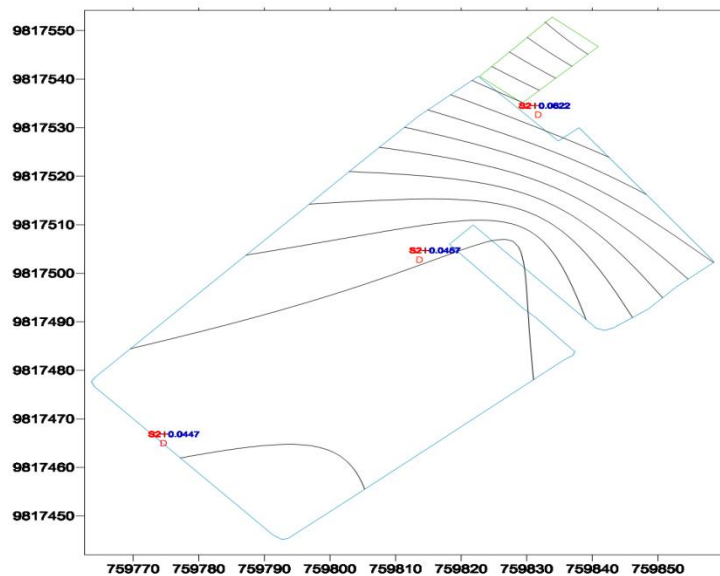
Ilustración 36: Curvas de Iso- Períodos en 3D Barrio La Alborada
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 48.- Base de datos para dibujar los mapas Iso Períodos del Barrio “Cruzada Social” en SURFER

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)
759852.906	9817551.793	2817.543	SPT-01	0.0622
759827.198	9817505.883	2815.215	SPT-02	0.0457
759765.92	9817447.572	2815.345	SPT-03	0.0447

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO CRUZADA SOCIAL



SIMBOLOGÍA

- PERFORACION SPT
- BORDILLO
- CURVA DE NIVEL CADA 5m
- CURVA DE NIVEL CADA 1m
- CANCHA
- RETICULA UTM CADA 100 m

Número	Norte (m)	Este (m)	Elevación (m)	Descripción
1	9817467.79	759827.00	2015.310	SPT
2	9817465.85	759827.10	2015.310	SPT
3	9817471.17	759826.92	2015.300	SPT

COORDENADAS

COORDENADAS

Levantamiento realizado con estación total TREIBHE F-53
 Datum: WGS - 84
 Proyección Cartográfica: UTM
 Zona: 18 N
 Referencia de las coordenadas tomada de las placas:
 ENAPAR-ACSAM PMB - 016-2008 NORTE: 9817214.250 ESTE: 753327.844 ELEVACIÓN: 2019.099m. (G)
 ENAPAR-ACSAM PMB - 017-2008 NORTE: 9816922.689 ESTE: 756148.820 ELEVACIÓN: 2084.304 m. (G)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
 INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SABERES (ICITS)

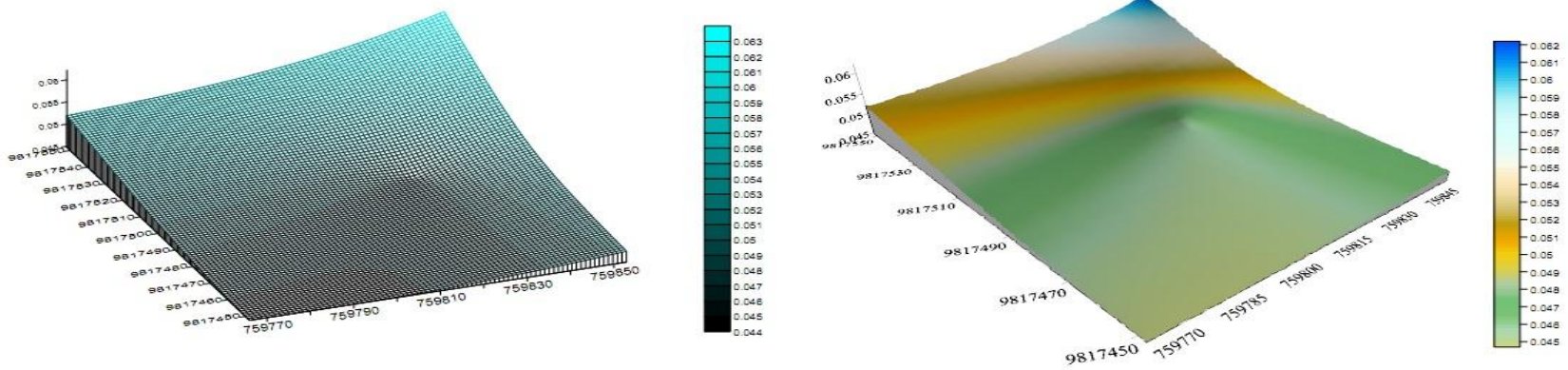
DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANOS MARGINALES DE LA CIUDAD DE BOLÍVAR.

PROYECTO:

CONTIENE: MAPA TEMÁTICO DE CLASIFICACION GRANULOMÉTRICA DE BUELOS DEL BARRIO CRUZADA SOCIAL.	UBICACIÓN: Bolívar
TIPOGRAFÍA Y DISEÑO:	BARRIO: Cruzada Social
REALIZADO POR:	FECHA: OCTUBRE 2013
PROYECTO POR:	ESCALA: 1:500
	LÁMINA: 1 de 1

Ilustración 37: Datos obtenidos en el programa digital Surfer para el Mapa de Iso períodos Barrio Cruzada Social
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO CRUZADA SOCIAL



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO	
INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y AMBIENTE (ICITA)	
DISTRIBUCIÓN DEL MAPA DE PERÍODOS DE LOS RIESGOS EN LAS BARRIAS "Cruzada Social, La Cruzada Social, La Cruzada Social y La Cruzada Social" DE LA CIUDAD DEL ROSARIO	
TÍTULO: Curvas de Iso-Períodos en 3D Barrio Cruzada Social	
FECHA:	ELABORACIÓN:
FECHA:	FECHA:
FECHA:	FECHA:
FECHA:	FECHA:

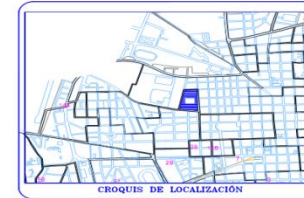
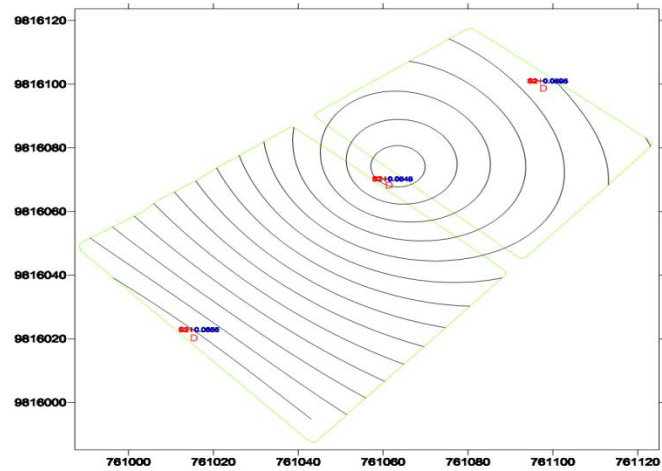
Ilustración 38: Curvas de Iso- Períodos en 3D Barrio Cruzada Social
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

Tabla N° 49.- Base de datos para dibujar los mapas Iso Períodos del Barrio La Victoria en SURFER

X	Y	Z	CODIGO	T (seg)
760987.379	9815994.769	2815.548	SPT-01	0.0655
761062.65	9816072.876	2815.651	SPT-02	0.0545
761122.988	9816123.663	2815.482	SPT-03	0.0595

Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO LA VICTORIA



SIMBOLOGIA

- PERFORACION SPT
- BORDILLO
- CURVA DE NIVEL CADA 5m
- CURVA DE NIVEL CADA 1m
- CANCHA
- +
 RETICULA UTM CADA 100 m

COORDENADAS (m)				
Numero	Norte (m)	Este (m)	Altura (m)	Observaciones
1	9816080	7611000	2500	
2	9816080	7610600	2500	
3	9816080	7610200	2500	

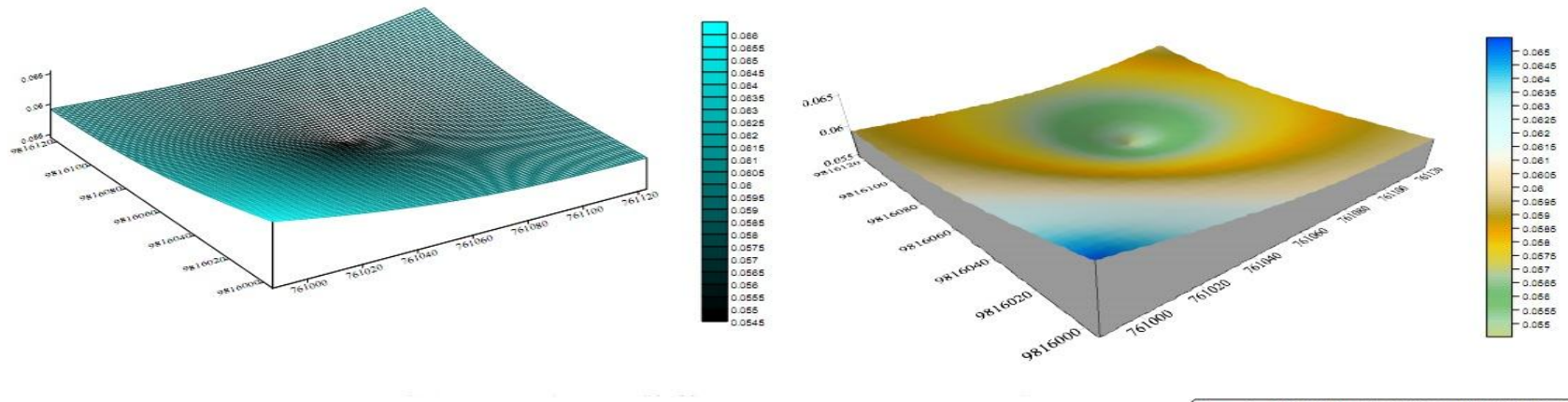
COORDENADAS

Levantamiento realizado con estación total TRIMBLE E-53
 Datum: WGS-84
 Proyección Cartográfica: UTM
 Zona: 18m
 Referencia de las coordenadas tomado de los planos:
 EMAPAR-ACSAM PMB - 03-2008 NORTE: 9816410,882 ESTE: 761264,498 ELEVACIÓN: 2500,221m. (G)
 EMAPAR-ACSAM PMB - 06-2008 NORTE: 9816445,327 ESTE: 762272,783 ELEVACIÓN: 2786,017 m. (G)

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACION TECNOLÓGICA Y SERVICIOS (ICTS)	
PROYECTO: DETERMINACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LAS VIVIENDAS CONSTRUIDAS EN BARRIOS URBANOS MARGINALES DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.	
CONTIENE: MAPA TEMÁTICO DE CLASIFICACIÓN ORANOLÓGICA DE SUELO DEL BARRIO LA VICTORIA.	
TITULO: MAPA TEMÁTICO DE CLASIFICACIÓN ORANOLÓGICA DE SUELO DEL BARRIO LA VICTORIA.	UBICACIÓN: Riobamba
ELABORADO POR: Ing. Javier Cárdenas	BARRIO: La Victoria
REVISADO POR: Ing. Javier Cárdenas	FECHA: OCTUBRE 2013
APROBADO POR: Ing. Javier Cárdenas	ESCALA: 6/8
	LAMINA: 1 de 1

Ilustración 39: Datos obtenidos en el programa digital Surfer para el Mapa de Iso períodos Barrio La Victoria
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

BARRIO LA VICTORIA




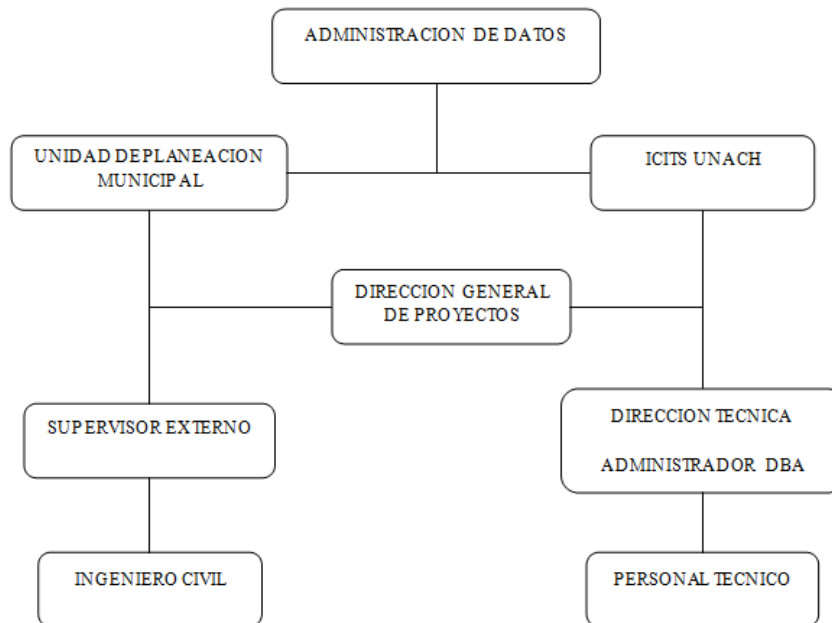
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO INSTITUTO DE CIENCIA, INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y SABERES (ICITS)	
TESIS: DETERMINACIÓN DEL MAPA ISO PERIÓDICO DE LOS RUIJLOS, EN LOS BARRIOS "ALBORATA, CUELESTA SOCIAL, "LA DE MAYO" Y "LA VICTORIA" DE LA CIUDAD DE RIOBAMBA.	
CONTENIDO: Curvas de Iso Períodos en 3D Barrio la Victoria	
TESISTA: César Novillo	UBICACIÓN: Riobamba
FECHA: 16/01/2014	BARRIO: La Victoria
ESCALA: 1:500	FECHA: 16/01/2014
LÁMINA: 1 de 1	ESCALA: 1:500

Ilustración 40: Curvas de Iso- Períodos en 3D Barrio La Victoria
Elaborado por: César Novillo – Marcelo Alvarado

6.9 DISEÑO ORGANIZACIONAL

Para que la propuesta sea funcional se sugiere el siguiente diagrama organizacional:



6.10 MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA PROPUESTA

El monitoreo durante la ejecución de la investigación fue realizada en forma constante por parte del Director del Proyecto “Determinación de la vulnerabilidad sísmica de las viviendas construidas en barrios urbanos marginales de la ciudad de Riobamba” del Instituto de Ciencias, Investigación, Tecnología y Saberes (ICITS) de la Universidad Nacional de Chimborazo, conjuntamente con su equipo de trabajo.

La evaluación de la propuesta debe ser realizada por el departamento de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo y por funcionarios del departamento de planificación del Ilustre municipio de Riobamba una vez concluida y entregada la investigación.

Estos organismos de control deben analizar la información obtenida y compararla con datos de muestras aleatorias que se debería llevar a cabo.

A los diseñadores y constructores de edificaciones que pretendan realizar estas labores por estos sectores se deberían exigir como uno de los requisitos para esta actividad, realizar estudios de la caracterización del suelo donde se planifique construir; estos datos relacionarlos con los de la investigación y adicionar a la base de datos.

En forma permanente se mantendrá un adiconamiento en la base de datos sobre las características de los suelos cuando se proyecten nuevas construcciones en estos sectores.

CAPÍTULO VII

7 BIBLIOGRAFÍA

1. LUIS MARÍN NIETO (1991) “Mecánica de suelos”. Quinta Edición. Editado por la Universidad de Guayaquil.
2. ASTROZA M (2007) “Reinterpretación de las intensidades del terremoto de 1996”, VI Congreso Chileno de Geotecnia
3. JUAREZ BADILLO –Rico Rodríguez. 2005 “Mecánica de Suelos” Tomo 1. Fundamentos de la Mecánica de Suelos. Editorial LIMUSA. S.A
4. ÁVILA, Anibal. (1994). Mecánica de Suelos. Quito Ecuador
5. CRESPO VILLALAZ, Carlos. (2004). Mecánica de Suelos y Cimentaciones. Quinta Edición. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Monterrey México.
6. BRINKER, Russell C. (1982). Topografía Moderna. Sexta edición. Editorial Harla. México D.F
7. DELGADO VARGAS, Manuel. (2002). Ingeniería de Fundaciones. Fundamentos e introducción al análisis geotécnico. Tercera reimpresión. Editorial Escuela colombiana de Ingeniería, Bogotá Colombia.
8. MITCHELL, Andy. (1999). The ESRI Guide to GIS Analysis Vol 1. Geographic pattern and relationship. Esri Press.
9. MUELAS RODRÍGUEZ, Ángel. Manual de Mecánica del Suelo y Cimentaciones.
10. NORMA INEN 685. Terminología y simbología.
11. NORMA NTE INEN 686. Toma de muestras alteradas.
12. NORMA INEN 689. Ensayo de penetración estándar.
13. NORMA INEN 690. Determinación del contenido de agua método del secado al horno.
14. NORMA NTE INEN 857. Áridos. Determinación de la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción del árido grueso.
15. NORMA NTE INEN 696. Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.

16. NORMA INEN 691. Determinación del límite líquido método de casa grande.
17. NORMA INEN 692. Determinación del límite plástico.
18. SANTIAGO, Iván. (2005). Fundamentos de ArcGIS –Versión Arcview 9.1. Tutorial de Lecturas. Primera y Segunda parte. Oficina de Gerencia y Presupuesto del Estado Libre Asociado de Puerto Rico.