

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**

**“ESTUDIO DE LA CONSTRUCCION DE EXPLANACIONES EN
CAMINOS MUNICIPALES”**

Por:

JAVIER ERNESTO CISNEROS CACERES

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTONOMA
“JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el Grado Académico de
Licenciatura en Ingeniería Civil.**

Julio de 2008

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

Ing. Johnny Orgaz F.
PROFESOR GUIA

MSc. Lic. Efraín Torrejón T.
**DECANO
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGIA**

MSc. Ing. Marlene Simons S.
**VICEDECANA
FACULTAD CIENCIAS
Y TECNOLOGIA**

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. Wilson Yucra R.

Ing. David Rojas P.

Ing. Adolfo Molina F.

El Tribunal Calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo ellos únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIAS:

A mis padres, Raúl y Rossemary, a mis hermanos y a todos mis amigos y compañeros, por el esfuerzo y su ayuda incalculable por guiarme en el camino de la superación y ser la constante motivación en la conclusión del presente trabajo.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios por haberme dado la dicha de alcanzar una profesión, sin su voluntad y su bendición nada es realidad.

A mi Profesor Guía: Ing. Johnny Orgaz Fernández, por el apoyo desinteresado durante la realización y revisión de este trabajo.

A mis hermanos: Doris, Gaby, Alexis, ya que con mucha esperanza y sacrificio me acompañaron en el camino de la vida.

A cada uno de mis amigos/as y personas que me brindaron su granito de arena para la realización de este trabajo.

PENSAMIENTO:

Ser excelente, es comprender que la vida no es algo que se nos da hecho, sin embargo tenemos que producir las oportunidades para alcanzar el éxito.

Cornejo Miguel Angel

INDICE

Página

Dedicatorias

Agradecimientos

Resumen

Pensamiento

CAPITULO I

INTRODUCCION

1. INTRODUCCION	
.....	1
1.1. JUSTIFICACION	
.....	2
1.2. OBJETIVOS	
.....	4
1.2.1. Objetivo general	
.....	4
1.2.2. Objetivos Especificos	
.....	5
1.3. ALCANCE	
.....	6

CAPITULO II

CARACTERISTICAS DE LOS SUELOS

2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS EN FUNCIÓN DE SU GRANULOMETRÍA.....
..... 8

2.2. IDENTIFICACIÓN DE SUELOS Y ROCAS EN CAMPO 10

2.2.1. Apreciación de su granulometría.....
..... 11

2.2.2.- Apreciación de la resistencia a la rotura.....
..... 12

2.2.3.- Apreciación de la plasticidad.....
..... 12

2.2.4.- Apreciación de la dilatancia.....
..... 13

2.2.5.- Apreciación de comportamiento al corte con navaja..... 13

2.2.6.- Olor.....
..... 14

2.2.7.- Apreciación de la fractura de rocas.....
..... 14

2.2.8.- Apreciación de la alterabilidad de rocas.....
.. 14

2.3. CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....
..... 15

2.3.1. Clasificación de suelos por el tamaño de sus partículas..... 15

2.3.2. Métodos de análisis granulométrico.....
..... 17

2.3.2.1. Tamizado.....
..... 17

2.3.2.1.1. Tamizado sin lavado.....
..... 17

2.3.2.1.2. Tamizado con lavado.....	
.....	19
2.3.3. Clasificación A.S.T.M.....	
.....	19
2.3.4. Clasificación A.A.S.H.T.O.....	
.....	26
2.4. COMPACTACIÓN DE SUELOS.....	
.....	30
2.4.1. Introducción.....	
.....	30
2.4.1.1. Definición.....	
.....	30
2.4.2. Objetivos.....	
.....	31
2.4.3. Estructura de un suelo.....	
.....	32
2.4.3.1. Componentes de un suelo.....	
.....	32
2.4.3.2. El diagrama densidad-humedad.....	
.....	33
2.4.4. Factores que afectan al proceso de compactación.....	
.....	34
2.4.4.1. Humedad de compactación.....	
.....	34
2.4.4.2. Energía de compactación.....	
.....	35
2.4.4.3. Tipo de suelo.....	
.....	36

2.4.5. El ensayo de apisonado proctor en laboratorio.....	37
2.4.5.1. Proctor normal.....	38
2.4.5.2. Proctor modificado.....	40
2.4.6. Medida de la humedad.....	40
2.4.7. Medida de la densidad en situ.....	41
2.4.7.1. Descripción del ensayo.....	41

CAPITULO III

ANALISIS DE PROBLEMAS GEOTECNICOS

3.1. Estudios y reconocimientos geológicos y geotécnicos.....	43
3.1.1. Objetivos.....	43
3.1.2. Metodología.....	44
3.1.2.1. Estudios previos o informativos.....	45

3.1.2.2. Estudio de materiales: préstamos, yacimientos granulares y canteras.....	
.....	
.....46	
3.1.3. Reconocimiento geológico y geotécnico.....	
.....47	
3.1.3.1. Fotogeología.....	
..48	
3.1.3.2. Inventarios.....	
.....48	
3.1.3.3. Calicatas.....	
....49	
3.1.3.4. Ensayos de penetración.....	
....49	
3.1.4. Ensayos.....	
.....50	
3.1.5. Estudios hidrogeológicos y de drenaje.....	
.....51	
3.1.6. Fuentes de los materiales.....	
.....53	
3.2. PROBLEMAS GEOTECNICOS.....	
.....54	
3.2.1. Introducción.....	
.....54	
3.2.2. Partes de la carretera con problemas geotécnicos.....	
.....54	
3.2.2.1. Terraplenes.....	
.....54	
3.2.2.2. Cortes.....	
.....57	

3.2.3. Problemas geotécnicos en terraplenes y cortes.....	
.....	59

CAPITULO IV

PROCESO CONSTRUCTIVO EN EXPLANACIONES, APLICADOS

A CAMINOS MUNICIPALES

4.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS CAMINOS MUNICIPALES.....	64
4.1.1. Generalidades.....	
.....	64
4.1.2. Características principales.....	
.....	64
4.1.3. Características Geométricas.....	
.....	65
4.1.3.1. Alineamiento Horizontal.....	
.....	66
4.1.3.2. Velocidad de diseño.....	
.....	67
4.1.3.3. Peralte.....	
.....	68
4.1.3.4. Radios de Curvatura mínimos.....	
.....	69
4.1.3.5. Pendientes máximas.....	
.....	70
4.1.3.6. Calzada.....	
.....	71

4.1.3.7. Pendiente transversal.....	72
4.1.4. Características Estructurales.....	73
4.1.4.1. Capa Subrasante.....	74
4.1.4.2. Capa de rodadura.....	75
4.1.5. Recomendaciones de Diseño: Por el (PDCR II).....	79
4.2. CONSTRUCCIÓN DE EXPLANACIONES.....	80
4.2. 1. Introducción.....	80
4.2.2. Operaciones previas a las explanaciones.....	80
4.2.2.1. Desmonte.....	81
4.2.2.1.1. Tala: Corte de árboles y arbustos.....	81
4.2.2.1.2. Desbroce.....	81
4.2.2.1.3. Desenraíce.....	82
4.2.2.1.4. Despalme.....	83
4.2.2.2. Pistas de acceso.....	83
4.2.2.4. Drenaje y desagüe.....	84

4.2.3. Condicionantes externos.....	85
4.2.4. Arranque, carga y transporte.....	86
4.2.4.1. Excavación con explosivos.....	86
4.2.4.2. Escarificado.....	87
4.2.4.3. Arranque y carga con maquinaria ordinaria.....	87
4.2.4.4. Transporte.....	90
4.3. CONSTRUCCIÓN DE TERRAPLENES.....	90
4.3.1. Origen de los terraplenes.....	90
4.3.2. Metodología de Construcción de los terraplenes.....	92
4.3.2.1. Excavación, transporte y extensión del suelo.....	92
4.3.2.2. Humectación o desecación del suelo.....	93
4.3.2.3. Compactación de las tongadas.....	94
4.3.3. Los suelos como materiales de construcción de terraplenes.....	96
4.3.4. Maquinaria de compactación de suelos y su empleo.....	98

4.3.4.1. Compactación por presión estática.....	
.....	98
4.3.4.2. Compactación por impacto dinámico.....	
.....	101
4.3.5. Control de calidad.....	
.....	102
4.3.6. Terminación y refino.....	
.....	103
4.3.7. Terraplenes sobre suelos blandos.....	
.....	104
4.3.8. Protección contra la erosión.....	
.....	105
4.4. CAPACIDAD DE SOPORTE DE LAS EXPLANADAS.....	107
4.4.1. El ensayo C.B.R.....	
.....	107
4.4.2. Descripción del ensayo.....	
.....	107
4.5. APLICACIÓN PRÁCTICA.....	
.....	111
4.5.1. Ubicación.....	
.....	111
4.5.2. Características del área de estudio.....	
.....	111
4.5.3. Metodología del estudio.....	
.....	115
4.5.3.1. Trabajo de campo.....	
.....	116

4.5.3.1.1. Selección de Muestras	116
4.5.3.1.2. Análisis de las muestras en laboratorio.....	121
4.5.3.2. Trabajo de gabinete	121
4.5.4. Resultados.....	149

CAPITULO V
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones.....	151
Recomendaciones.....	156
Bibliografía.....	158

INDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro II-1 Denominación de los suelos según el tamaño de sus partículas.....	10
Cuadro II-2 Clasificación de suelos por el tamaño de sus partículas.....	16
Cuadro II-3 Carta de plasticidad según ASTM.....	22
Cuadro II-4 Características y uso de suelos según ASTM.....	23
Cuadro II-5 Propiedades de los suelos clasificados según la ASTM.....	25
Cuadro II-6 Carta de plasticidad según AASHTO.....	27
Cuadro II-7 Características de suelos según AASHTO.....	28
Cuadro II-8 Sistema de clasificación de suelos AASHTO.....	29
Cuadro II-9 Características generales de compactación de los distintos tipos de suelos.....	37
Cuadro II-10 Comparación de los resultados obtenidos con los ensayos Proctor normal y modificado.....	39
Cuadro III-1 Denominación del relleno de acuerdo al tamaño de sus partículas..	57
Cuadro IV-1 Velocidad de Diseño.....	68
Cuadro IV-2 Peralte máximo.....	69
Cuadro IV-3 Radios mínimos y grados de curvatura máximos.....	69
Cuadro IV-4 Pendientes máximas.....	70
Cuadro IV-5 Ancho de Carriles de Circulación y Anchos de Bermas.....	72
Cuadro IV-6 Pendiente transversal de la Calzada.....	72
Cuadro IV-7 Espesores mínimos sugeridos para capas de revestimiento.....	75
Cuadro IV-8 Granulometría especificada para capa de rodadura del camino.....	76

Cuadro IV-9 Recomendaciones de diseño.....	77
Cuadro IV-10 Pendientes típicas de terraplenes.....	77
Cuadro IV-11 Parámetros referenciales para el diseño de Alcantarillas.....	78
Cuadro IV-12 Parámetros referenciales para cortes en suelos.....	78
Cuadro IV-13 Parámetros referenciales para el diseño de puentes vehiculares....	79

Página

Cuadro IV-14 Especificaciones técnicas de diseño (PDCR II).....	79
Cuadro IV-15 Producción estimada de tractores de oruga.....	88
Cuadro IV-16 Densidades mínimas según la cota y el tipo de terreno.....	95
Cuadro IV-17 Valores de carga unitaria (CBR).....	109
Cuadro IV-18 Clasificación de suelos para Infraestructura.....	110
Cuadro IV-19 Clasificación del suelo de acuerdo al CBR.....	110
Cuadro IV-20 Resultados clasificación de suelos.....	149
Cuadro IV-21 Resultados Proctor T-180.....	149
Cuadro IV-22 Resultados grado de compactación.....	150
Cuadro IV-23 Resultados CBR.....	150

INDICE DE FIGURAS

	Página
Fig. II-1 Utensilios para la identificación de suelos y rocas en campo.....	11
Fig. II-2 Apreciación de su granulometría.....	11
Fig. II-3 Apreciación de la resistencia a la rotura.....	12
Fig. II-4 Apreciación de la plasticidad.....	13
Fig. II-5 Apreciación de la dilatancia.....	13
Fig. II-6 Apreciación de comportamiento al corte con navaja.....	14
Fig. II-7 Apreciación de la fractura de rocas.....	14
Fig. II-8 Apreciación de la alterabilidad de rocas.....	15
Fig. II-9 Equipo para la determinación de la densidad in situ.....	42
Fig. III-1 Metodología de ejecución de terraplenes.....	55
Fig. III-2 Metodología de ejecución de cortes.....	58
Fig. IV-1 Características estructurales de un camino municipal.....	74
Fig. IV-2 Pistas de acceso.....	83
Fig. IV-3 Escarificado.....	87
Fig. IV-4 Zonas de los terraplenes.....	91
Fig. IV-5 Ubicación del tramo en estudio.....	111

INDICE DE FOTOGRAFIAS

	Página
Fotografía 1 Características topografías del área de estudio.....	112
Fotografía 2 Características topografías del área de estudio.....	112
Fotografía 3 Terraplén N° 1, ubicado en la progresiva 6+220.....	117
Fotografía 4 Terraplén N° 1, ubicado en la progresiva 6+220.....	117
Fotografía 5 Toma de muestra N° 1.....	118
Fotografía 6 Terraplén N° 2, ubicado en la progresiva 3+560.....	118
Fotografía 7 Terraplén N° 2, ubicado en la progresiva 3+560.....	119
Fotografía 8 Toma de muestra N° 2.....	119
Fotografía 9 Terraplén N° 3, ubicado en la progresiva 0+020.....	120
Fotografía 10 Toma de muestra N° 3.....	120