

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**“ENSAYO DE COMPACTACION HARVARD MINIATURA PARA SUELOS
COHESIVOS Y DETERMINACION DE LA CORRELACION CON EL METODO
PROCTOR T-99”**

Por:

URZAGASTE PLAZA LUIS ALBERTO

Proyecto de grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar por el grado académico de licenciatura en ingeniería civil.

Gestión 2014
TARIJA – BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

DEPARTAMENTO DE TOPOGRAFIA
Y VIAS DE COMUNICACIÓN.

**“ENSAYO DE COMPACTACION HARVARD MINIATURA PARA SUELOS
COHESIVOS Y DETERMINACION DE LA CORRELACION CON EL METODO
PROCTOR T-99”**

Por:

URZAGASTE PLAZA LUIS ALBERTO

Gestión 2014

TARIJA – BOLIVIA

.....
Ing. Ernesto Álvarez Gonzales
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIA

.....
Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGIA

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Moisés Díaz Ayarde

.....
Ing. Ada López Rueda

.....
Ing. Laura Soto Salgado

AGREDECIMIENTO:

A mi Mamá Jimena Plaza por ser mi ejemplo de vida a seguir y apoyarme en todo momento brindándome su amor, amistad gracias por todo agradecer también a las personas que me dieron su apoyo incondicional en todo momento y me apoyaron y me dieron ánimos para terminar

DEDICATORIA:

A Dios y a la memoria de mi tío Alberto Plaza por demostrarme con humildad, paciencia y sabiduría todo es posible y brindándome su apoyo incondicional en todo momento siempre estarás en nuestros corazones que Dios te tenga en su gloria.

PENSAMIENTO:

Ello se ríen de mi por ser
diferente, Yo me río de todos
por ser iguales

Kurt Cobain

INDICE

Agradecimiento

Dedicatoria

Pensamiento

Resumen Ejecutivo

CAPITULO I

PERFIL DE LA INVESTIGACION

1.1	Introducción.-	1
1.2	Antecedentes.-	2
1.3	Justificación.-	3
1.4	Situación problemática.-	4
1.4.1	El problema.-	4
1.5	Objetivos.-	5
1.5.1	Objetivo general.-	5
1.5.2	Objetivos específicos.-	5
1.6	Hipótesis.-	6
1.7	Alcance.-	6
1.8	Diseño metodológico.-	8
1.8.1	Unidad de Estudio (Ensayos de Compactación).-	8

1.9	Población (Suelos para la utilización de Compactación en laboratorio).-.....	8
1.10	Muestra (Suelos finos de distinta clasificación).-.....	8

CAPITULO II COMPACTACION DE SUELOS

2.1.	Variables que afectan el proceso de compactación de los suelos.-.....	12
2.1.1.	La naturaleza del suelo.-.....	13
2.1.2.	El método de compactación.-.....	13
2.1.3.	La energía específica.-.....	14
2.1.4.	El contenido de agua del suelo.-.....	15
2.1.5.	La escala de humedades al efectuar la compactación.-.....	16
2.1.6.	El contenido de agua original del suelo.-.....	17
2.1.7.	La recompactación.-.....	18
2.1.8.	La temperatura.-.....	18
2.1.9.	Otras variables.-.....	19
2.2.	La curva de compactación.-.....	19
2.3.	PROCESOS DE COMPACTACION DE CAMPO.....	23
2.3.1.	Compactadores por amasado. (Rodillos pata de cabra).....	25
2.3.2.	Compactación por presión. Rodillos lisos y neumáticos.....	32
2.3.2.1.	Rodillos lisos.....	32
2.3.2.2.	Rodillos neumáticos.....	34

2.3.3.	Comparación de resultados entre rodillos neumáticos y gata de cabra.....	37
2.3.4.	Compactación por impacto.....	39
2.3.5.	Compactación por vibración.....	40
2.3.6.	Compactación por métodos mixtos.....	45
2.4.	Algunos Problemas Especiales De Compactación En El Campo.....	47
2.4.2.	Zonas próximas a puentes, alcantarillas, muros de retención, etc.....	48
2.4.3.	Compactación en los bordes de terraplenes.....	48
2.4.4.	Compactación de las primeras capas de un terraplén sobre terrenos blandos. 48	
2.4.5.	Suelos friccionantes que se torsan "mordidos".....	49
2.5.	Pruebas de compactación en laboratorio.....	51
2.5.1.	Pruebas dinámicas.....	53
2.5.2.	Pruebas Estáticas.....	63
2.5.3.	Compactación por amasado.....	64
2.5.4.	Compactación por vibración.....	65
2.6.	Criterios para la selección de pruebas de laboratorio comparación de resultados obtenidos en el laboratorio y el campo.-.....	69
2.7.	Propiedades mecánicas de los suelos finos compactados.-.....	70
2.7.1.	Efecto del contenido de agua.-.....	71
a)	En el peso volumétrico seco.....	71
b)	En el grado de saturación.....	71

c) En la estructura.....	72
2.7.2. Efecto de la energía de compactación.-.....	72
a) En el peso volumétrico seco.....	72
b) En el grado de saturación.....	73
c) En la estructura.....	73
2.7.3. Efecto del método de compactación.....	73
2.7.4. Efecto de la fracción gruesa.....	76
2.7.5. Efecto de la preparación de la muestra.....	76
a) Permeabilidad.....	76
b) Compresibilidad y expansión.....	77
2.7.6. Resistencia al esfuerzo cortante.....	79
2.7.7. Resistencia a la erosión interna.....	80
2.7.8. Efectos de tiempo.....	80

CAPITULO III

ENSAYO HARVARD MINIATURA

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.-.....	82
3.1. Resumen de la investigación.....	82
3.2. Caracterización de Suelos Aplicados en la Investigación.....	82
3.3. Características del equipo Harvard miniatura.....	83
3.4. Preparación de la Muestra.....	87
3.5. Procedimiento de prueba.....	89

3.6.	Procedimiento para la determinación de la densidad máxima seca y humedad óptima.....	95
3.6.1.	Calculo el Peso del Suelo húmedo:.....	95
3.6.2.	Calculo de la Densidad Húmeda:.....	96
3.6.3.	Calculo del Peso del Agua:.....	96
3.6.4.	Calculo del Peso seco del suelo:.....	96
3.6.5.	Calculo del Porcentaje de Humedad:.....	97
3.6.6.	Calculo de la Densidad Seca:.....	97
3.6.7.	Determinación de la Humedad Óptima y Densidad Máxima Seca:.....	97
3.7.	Resumen de Densidades Máximas y humedades Óptimas.....	99
3.8.	Determinación de la Correlación entre el Harvard Miniatura y el Proctor	
T-99	101
3.8.1.	Calculo del Promedio Aritmético.....	101
3.8.2.	Determinación de la ecuación de correlación de densidades máximas para resorte de 40 lb.....	103
3.8.3.	Determinación de la ecuación de Correlacion de Humedades Óptimas para el Resorte de 40 lb.....	105
3.8.4.	Determinación de la ecuación de correlación de densidades máximas para resorte de 37.5 lb.....	107
3.8.5.	Determinación de la ecuación de Correlacion de Humedades Óptimas para el Resorte de 37.5 lb.....	109
3.8.6.	Determinación de la ecuación de correlación de densidades máximas para resorte de 20 lb.....	111

3.8.7. Determinación de la ecuación de Correlación de Humedades Óptimas para el Resorte de 20 lb.....	113
3.9. Prueba De Kruskal-Wallis Para La Densidad.....	115
3.10. Prueba De Bondad Para Las Humedades.....	117
3.10.1. Prueba De Ajuste Para 40Lb.....	117
3.10.2. Prueba De Ajuste Para 37.5Lb.....	118
3.10.3. Prueba De Ajuste Para 20Lb.....	119
3.11. Validación de Las Ecuaciones.....	120

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	122
4.2. Recomendaciones.....	124

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación de Suelos.....	125
Anexo 2. Ensayos de Compactación.....	152
Anexo 3. Datos Obtenidos de la ingeniería de la Investigación.....	212