

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL



**“COMPARACIÓN DEL USO DEL ADITIVO IÓNICO CON-AID
EN DIFERENTES TIPOS DE SUELOS”**

Por:

MICHAEL SEBASTIAN ESCALANTE ARMELLA

Modalidad de Graduación Proyecto de Grado presentado a consideración de la
Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho” como requisito para optar por el
Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil

JULIO del 2013

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

.....
Ing. Mabel Zambrana
DOCENTE GUIA

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina
**DECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

.....
Lic. Gustavo Succi.
**VICE DECANO FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina

.....
Ing. Mario Luis Ticona C.

.....
Ing. Laura Soto S.

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme dado fortaleza cuando a punto de caer he estado y permitirme realizar un logro más en mi vida.

A mi Familia

Mis padres y hermanos por estar siempre conmigo y creer en mí.

A mis Docentes:

Por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

A mis amigos:

Por los momentos compartidos en mi estadía en la universidad, a mis queridos compañeros de laboratorio porque juntos llegamos hasta este punto.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme dado la vida.

A mi Padre y mi Madre por todo el esfuerzo que realizaron para apoyarme en mis estudios pues de no haber sido así nada hubiera sido posible.

Nuestra recompensa se encuentra en el
esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo
total es una victoria completa.

Mahatma Gandhi

ÍNDICE

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

	Página
1.1. Justificación.....	2
1.2. Problema.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos.....	3
1.5 Alcance.....	4

CAPITULO II

CARACTERÍSTICAS DE LOS SUELOS Y LA SUBRASANTE

2.1 Los Suelos.....	5
2.2 Tamaño de las Partículas del Suelo.....	6
2.3 Análisis Mecánico del Suelo.....	7
2.3.1. Análisis por Cribado.....	8
2.3.2. Análisis Hidrométrico.....	10
2.3.3. Curva de Distribución Granulométrica.....	11
2.4 Plasticidad de los Suelos.....	12
2.4.1. Estados de Consistencia.....	13
2.4.1.1.- Limite Liquido.....	13

2.4.1.2.- Limite Plástico.....	15
2.4.2. Carta de Plasticidad.....	16
2.5 Clasificación de Suelos.....	18
2.5.1. Clasificación AASHTO.....	18
2.5.2. Clasificación SUCS.....	21
2.6 Compactación de los Suelos.....	24
2.6.1. Principios Generales.....	24
2.6.2. Contenido de Humedad.....	26
2.6.3. Prueba Proctor Modificado.....	27
2.7 Capacidad de Soporte de los Suelos.....	29
2.7.1 Evaluación en Laboratorio.....	30
2.8 Las Arcillas.....	31
2.8.1. Suelos Expansivos.....	31
2.8.2. Características.....	31
2.8.3. Tipos de Arcilla.....	31
2.8.4 Efecto de las Arcillas en Obras Civiles.....	32
2.9 La Subrasante.....	34
2.9.1 Definición y Características.....	34
2.9.2 Subrasante sobre Suelos Blandos.....	35
2.9.3 Estabilización de la Subrasante.....	36

CAPITULO III

TIPOS DE ESTABILIZACIONES DE SUELOS – ESTABILIZACION

CON-AID

3.1. La Estabilización de Suelos.....	37
3.2. Propiedades de los Suelos que más se Estudian en Estabilización.....	38

3.3.1	Estabilidad Volumétrica.....	39
3.3.2	Resistencia.....	39
3.3.3	Permeabilidad.....	40
3.3.4	Compresibilidad.....	40
3.3.5	Durabilidad.....	41
3.3.	Tipos de Estabilización.....	41
3.2.1.	Estabilización Mecánica.....	41
3.2.1.1.	Estabilización por Compactación.....	41
3.2.1.2.	Estabilización por mezcla de Suelos.....	42
3.2.2.	Estabilización por Medios Eléctricos.....	43
3.2.3.	Estabilización por Calcinación o Tratamiento Térmico.....	43
3.2.4.	Estabilización por Drenaje.....	43
3.2.5.	Estabilización Química.....	44
3.2.5.1.	Estabilización de Suelos con Asfalto.....	44
3.2.5.2.	Estabilización de Suelo-Cemento.....	44
3.2.5.3.	Estabilización de Suelos con Cal.....	45
3.2.6.	Estabilización Química de Suelos con Nuevas Tecnologías.....	46
3.2.6.1.	Estabilización con Polímeros.....	46
3.2.6.2.	Estabilización con Enzimas Orgánicas.....	47
3.2.6.3.	Estabilización Iónica.....	47
3.4.	Tecnología de Estabilización Iónica CON-AID.....	48
3.4.1	Reacción Química.....	51
3.4.2	Proceso Constructivo.....	55
3.4.2.1	Sugerencia-Ensayos Previos.....	55
3.4.2.2	Proceso de Estabilización.....	56
3.4.3	CON-AID (Especificaciones).....	57

CAPITULO IV

APLICACIÓN PRÁCTICA

4.1. Caracterización de los Suelos en Estudio.....	60
4.1.1. Selección de las Muestras.....	60
4.1.2. Ubicación de las Muestras.....	61
4.1.3. Obtención de las Muestras.....	62
4.1.4. Denominación de las Muestras.....	62
4.1.5. Resumen de Resultados.....	64
4.2. Estabilización de las Muestras.....	65
4.2.1. Proceso de Estabilización.....	65
4.2.2. Denominación de las Muestras Estabilizadas.....	67
4.2.3. Resumen de Resultados (Estabilizados).....	68
4.3. Análisis de Resultados.....	71
4.3.1. Límites de Consistencia.....	71
4.3.2. Compactación.....	74
4.3.3. Expansión o Hinchamiento.....	77
4.3.4 California Bearing Ratio.....	79
4.3.5 Cantidad Idónea de Aditivo Para Cada Suelo.....	82
4.3.6 Comparación del uso de CON-AID frente al uso de CAL.....	84

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	88
5.2. Recomendaciones.....	90

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

ANEXO 1 MEMORIA DE LABORATORIOS

ANEXO 2 PLANILLAS DE CÁLCULO

ANEXO 3 PRECIOS UNITARIOS

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pagina
Figura II-1 Tamices.....	8
Figura II-2 Hidrómetro.....	11
Figura II-3 Curva Granulométrica.....	12
Figura II-4 Estados de Consistencia.....	13
Figura II-5 Equipo de Casa Grande (LL).....	14
Figura II-6 Limite Plástico.....	16
Figura II-7 Carta de Plasticidad.....	17
Figura II-8 Curva de Compactación.....	25
Figura II-9 Prueba de Proctor Modificado.....	27
Figura III-1 Estabilización CON-AID.....	49
Figura III-2 Molécula CON-AID.....	52
Figura III-3 CON-AID en las Arcillas.....	53
Figura III-4 Partícula de Arcilla Estabilizada.....	54
Figura IV-1 Zona el Parada el Norte.....	61
Figura IV-2 Zona el Portillo.....	61

Figura IV-3 Zona el Tejar.....	62
Figura IV-4 Extracción Material Parada el Norte.....	63
Figura IV-5 Extracción Material Mercado el Sur.....	63
Figura IV-6 Muestras en Laboratorio.....	63
Figura IV-7 Estabilización de las Muestras (1).....	65
Figura IV-8 Estabilización de las Muestras (2).....	65
Figura IV-9 Estabilización de las Muestras (3).....	66
Figura IV-10 Estabilización de las Muestras (4).....	66
Figura IV-11 Influencia de CON-AID en el contenido de arcilla.....	71
Figura IV-12 Influencia de CON-AID en los límites de consistencia suelo (A-4)....	72
Figura IV-13 Influencia de CON-AID en los límites de consistencia suelo (A-6)....	73
Figura IV-14 Influencia de CON-AID en los límites de consistencia suelo (A-7)....	74
Figura IV-15 Influencia de CON-AID en la densidad máxima del suelo (A-4).....	75
Figura IV-16 Influencia de CON-AID en la densidad máxima del suelo (A-6).....	76
Figura IV-17 Influencia de CON-AID en la densidad máxima del suelo (A-7).....	77
Figura IV-18 Influencia de CON-AID en la expansión del suelo (A-4).....	78
Figura IV-19 Influencia de CON-AID en la expansión del suelo (A-6).....	79
Figura IV-20 Influencia de CON-AID en la expansión del suelo (A-7).....	79
Figura IV-21 Influencia de CON-AID en el CBR del suelo (A-4).....	80
Figura IV-22 Influencia de CON-AID en el CBR del suelo (A-6).....	81

Figura IV-23 Influencia de CON-AID en el CBR del suelo (A-7).....	82
Figura IV-24 Influencia de CON-AID y CAL en el CBR del suelo.....	87
Figura IV-25 Precio Unitario aproximado de CON-AID y CAL.....	87

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla II-1 Tamaños de las Partículas del Suelo.....	6
Tabla II-2 Abertura de Tamices.....	7
Tabla II-3 Clasificación AASHTO.....	20
Tabla II-4 Clasificación SUCS; Suelos Tipo Grava.....	22
Tabla II-5 Clasificación SUCS; Suelos Arenosos.....	23
Tabla II-6 Clasificación SUCS; Suelos Arcillosos.....	23
Tabla II-7 Especificaciones Prueba de Proctor Modificado.....	28
Tabla IV-1 Clasificación de las Muestras en Estudio.....	64
Tabla IV-2 Descripción de las Muestras en Estudio.....	64
Tabla IV-3 Análisis Mecánico de los Muestras en Estudio.....	64
Tabla IV-4 Promedio CBR.....	68
Tabla IV-5 Clasificación suelos estabilizados.....	69
Tabla IV-6 Descripción suelos estabilizados.....	69
Tabla IV-7 Análisis Mecánico suelos estabilizados.....	70
Tabla IV-8 Cantidad idónea de aditivo Suelo A-4.....	83
Tabla IV-9 Cantidad idónea de aditivo Suelo A-6.....	84
Tabla IV-10 Cantidad idónea de aditivo Suelo A-7.....	84