

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO
DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN



**“ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A
SUBRASANTE ESTABILIZADA”**

Por:

ARENAS ISABEL GABRIELA

SEMESTRE - I - 2021
TARIJA - BOLIVIA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO
DE TOPOGRAFÍA Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

“ANÁLISIS DE DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE POR LOS
MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO APLICADO A
SUBRASANTE ESTABILIZADA”

Por:

ARENAS ISABEL GABRIELA

SEMESTRE - I - 2021

TARIJA - BOLIVIA

.....
M.Sc. Ing. Ernesto Roberto Álvarez Gozalvez

.....
M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

**DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

**VICEDECANA
FACULTAD DE CIENCIAS
Y TECNOLOGÍA**

TRIBUNAL:

.....
Ing. Marcelo Segovia Cortez

.....
Ing. Laura Karina Soto Salgado

.....
Ing. Oscar Marcelo Chávez C.

ADVERTENCIA:

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

DEDICATORIAS:

A DIOS:

Por enviarme al mundo para cumplir sus propósitos y sin importar lo que pasa ÉL siempre guía mis pasos y me cuida.

A MIS PADRES:

GREGORIO QUISPE y ÁNGELA ARENAS por la paciencia y el amor infinito que me tuvieron desde que nací, por enseñarme que en la vida todo se puede lograr, y a pesar de su ausencia siempre me cuidan desde el cielo.

AGRADECIMIENTOS:

A DIOS:

Por haberme guiado siempre por el camino correcto, por estar en cada momento de mi vida.

A MIS PADRES:

GREGORIO QUISPE y ÁNGELA ARENAS, porque me dieron la vida, por todos los valores que me enseñaron, por todo el cariño que me tuvieron.

A MIS HERMANOS:

Por ser pacientes conmigo y darme su apoyo: Nandy Quipe Arenas, Sandra Quispe Arenas, Richard Quispe Arenas y Frider Quispe Arenas.

PENSAMIENTO:

No es la especie más fuerte la que sobrevive,
ni la más inteligente, sino la que responde
mejor el cambio.

Charles Darwin

ÍNDICE

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

	PÁG.
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN	2
1.3. DISEÑO TEÓRICO.....	2
1.3.1. Determinación del problema.....	2
1.3.1.1. Situación problemática.....	2
1.3.1.2. Problema	3
1.4. OBJETIVOS.	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	4
1.5. HIPÓTESIS	4
1.5.1. Definición de variables Independientes y Dependientes	4
1.5.1.1. Variables Independientes.....	4
1.5.1.2. Variables Dependientes	4
1.5.1.3. Unidad de Observación (UO).....	5
1.6. DISEÑO METODOLÓGICO	5
1.6.1. Unidades de estudio y decisión muestral	5
1.6.1.1. Unidad de estudio	5
1.6.1.2. Población	5
1.6.1.3. Muestra	6
1.6.2. Métodos y técnicas empleadas	6
1.6.2.1. Experimentales	6
1.6.2.2. Experimento	7

	PÁG.
1.6.3. Selección de métodos y técnicas	7
1.6.4. Técnica.....	7
1.6.5. Metodología.....	9
1.6.6. Descripción de los instrumentos	11
1.6.7. Procedimiento de aplicación	11
1.6.8. Procedimiento para el análisis de la interpretación de la información.....	12
1.7. ALCANCE	14

CAPÍTULO II

ASPECTOS GENERALES DE LOS PAVIMENTOS FLEXIBLES POR LOS MÉTODOS AASHTO 93 Y RACIONAL

	PÁG.
2.1. PAVIMENTOS	15
2.1.1. Pavimentos flexibles	15
2.1.2. Funciones de las capas de un pavimento flexible	16
2.2. ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.....	18
2.2.1. Estabilización de suelo.....	18
2.2.2. Criterios geotécnicos para establecer la estabilización de suelos.	18
2.2.3. Estabilización mecánica de suelos.	18
2.2.4. Estabilización o mejoramiento de subrasante	19
2.2.4.1. Estabilización por combinación de suelos.	19
2.2.4.2. Estabilización por sustitución de los suelos.....	19
2.2.5. Ensayos de la subrasante	21
2.3. TRÁNSITO.....	32
2.3.1. Periodo de diseño.....	32
2.3.2. Factor distribución direccional.....	32
2.3.3. Factor de crecimiento.....	32
2.3.4. Factor de distribución por carril.....	33
2.3.5. Factores equivalentes de carga (LEF).....	34
2.3.6. Factor de camión	34

	PÁG.
2.3.7. Número total de ejes simples equivalentes (ESAL's).....	34
2.3.8. metodología	35
2.4. DISEÑO MÉTODO AASHTO 93.....	38
2.4.1. Variables de diseño método AASHTO 93.....	38
2.5. DISEÑO MÉTODO RACIONAL	47
2.5.1. Número de ejes equivalentes.....	47
2.5.2. Espesores.....	48
2.5.3. Módulo resiliente (E).....	48
2.5.4. Criterios fundamentales para el diseño de un pavimento.....	49
2.5.5. Esfuerzos admisibles.....	50
2.5.6. Carga en la superficie del pavimento.....	51
2.5.7. Relación de poisson	52
2.5.8. Aplicación de diseño de pavimento flexible por método RACIONAL	53

CAPÍTULO III

RELEVAMIENTO DE INFORMACIÓN

	PÁG.
3.1. UBICACIÓN	57
3.2. MUESTREO DE MATERIALES.....	58
3.2.1. Muestreo de material de la sub-rasante natural del barrio torrecillas, zona de la Nueva Terminal.....	59
3.2.2. Muestreo de material del suelo de mejoramiento de la Comunidad de Yesera Norte	59
3.3. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DE LA SUB-RASANTE NATURAL DEL BARRIO TORRECILLAS, ZONA DE LA NUEVA TERMINAL	60
3.3.1. Contenido de humedad in situ.....	60
3.3.2. Análisis granulométrico por tamizado	61
3.3.3. Límite de Atterberg (ASTM D4318; AASHTO T90-T89).....	64
3.3.3.1. Limite Liquido	64
3.3.3.2. Limite Plástico	65
3.3.4. Compactación (AASHTO T-180; ASTM D1557).....	67

	PÁG.
3.3.5. Relación de soporte de California C.B.R. (ASTM D 1883; AASHTO T-193) ...	70
3.3.6. Clasificación de suelos.....	74
3.4. ENSAYOS DE CARACTERIZACIÓN DEL SUELO DE MEJORAMIENTO	
DE LA COMUNIDAD DE YESERA NORTE	75
3.4.1. Contenido de humedad in situ.....	75
3.4.2. Análisis granulométrico por tamizado	76
3.4.3. Compactación (AASHTO T-180; ASTM D1557).....	78
3.4.4. Relación de soporte de California C.B.R. (ASTM D 1883; AASHTO T-193) ...	81
3.4.5. Clasificación de suelos.....	85
3.5. ENSAYOS DE LA ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE.....	
3.5.1. Contenido de humedad in situ de la mezcla de suelo – suelo	86
3.5.2. Análisis granulométrico por tamizado de la mezcla de suelo – suelo	87
3.5.3. Límite de Atterberg de la mezcla de suelo – suelo (ASTM D4318; AASHTO T90-T89).....	92
3.5.4. Compactación de la mezcla de suelo – suelo (AASHTO T-180; ASTM D1557) .	97
3.5.5. Relación de soporte de California C.B.R. de la mezcla de suelo – suelo (ASTM D 1883; AASHTO T-193).....	102
3.5.6. Clasificación de la mezcla de suelo – suelo	109

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE LOS MÉTODOS RACIONAL Y AASHTO 93

	PÁG.
4.1. SELECCIÓN DEL RESULTADO DE MEZCLAS DE SUELO FINO Y SUELO GRANULAR.....	110
4.2. ESTUDIO DE TRÁFICO	110
4.3. ANÁLISIS DEL MÉTODO AASHTO 93.....	114
4.3.1. Parámetros de diseño para el método AASHTO 93.....	114
4.4. ANÁLISIS DEL MÉTODO RACIONAL	121
4.4.1. Espesores.....	121

	PÁG.
4.4.2. Módulo resiliente (E).....	121
4.4.3. Esfuerzos admisibles	123
4.4.4. Carga en la superficie del pavimento.....	125
4.4.5. Relación de poisson.....	125
4.4.6. Aplicación de diseño de pavimento flexible por método racional.....	126
4.5. PRUEBA DE CONFIANZA.....	131
4.6. PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	132
4.7. ELABORACIÓN DE LA PROPUESTA.....	133
4.8. COSTO.....	134

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	PÁG.
5.1 CONCLUSIONES	136
5.2 RECOMENDACIONES	138

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

Anexo 1: Ensayos de suelos en estado natural suelo fino

Anexo 2: Ensayos de suelos en estado natural suelo granular

Anexo 3: Ensayos de suelos estabilizados

Anexo 4: Análisis de tráfico

Anexo 5: Aplicación de los métodos AASHTO y Racional

Anexo 6: Tablas

Anexo 7: Especificaciones técnicas

Anexo 8: Costos

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁG.
Tabla N°1.1. Conceptualización y operacionalización de variables	5
Tabla N°2.1. Límites del Tamaño para Suelos.....	21
Tabla N°2.2. Clasificación de suelos sistema AASHTO.....	25
Tabla N°2.3. Clasificación de suelos sistema unificado.....	26
Tabla N°2.4. Especificaciones para prueba de Proctor estándar (ASTM D698-91).....	30
Tabla N°2.5. Especificaciones para prueba de Proctor modificada (ASTM D1557-91).....	30
Tabla N°2.6. Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	32
Tabla N°2.7. Factor de crecimiento.....	33
Tabla N°2.8. Factor de distribución por carril.....	33
Tabla N°2.9. Resumen total del aforo vehicular.....	38
Tabla N°2.10. Índice de serviciabilidad en función de calidad de la vía.....	39
Tabla N°2.11. Niveles de confiabilidad por tipo de vía.....	40
Tabla N°2.12. Determinación de la desviación estándar normal ZR a partir de la confiabilidad.....	40
Tabla N°2.13. Valores recomendados para la desviación estándar (So).....	41
Tabla N°2.14. Capacidad de drenaje	44
Tabla N°2.15. Coeficientes de drenaje (mi) recomendados	44
Tabla N°2.16. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	45
Tabla N°2.17. Parámetros.....	46
Tabla N°2.18. Espesores de la capa estructural.....	48
Tabla N° 2.19. Mezclas Asfálticas.....	52
Tabla N° 2.20. Relación de Poisson	52
Tabla N° 2.21. Relación de Poisson	52
Tabla N°2.22. Parámetros de diseño.....	53
Tabla N° 3.1. Contenido de humedad in situ suelo N°1 muestra 1.....	61

	PÁG.
Tabla N° 3.2. Resumen de resultados del contenido de humedad in situ suelo N°1.....	61
Tabla N° 3.3. Análisis granulométrico del suelo N°1 muestra 1.....	62
Tabla N° 3.4. Resumen de resultados del análisis granulométrico del suelo N°1.....	63
Tabla N° 3.5. Límite de Atterberg del suelo N°1 muestra 1.....	66
Tabla N° 3.6. Resumen de resultados de los límites de Atterberg suelo N°1.....	66
Tabla N° 3.7. Ensayo de compactación del suelo N°1 muestra 1.....	69
Tabla N° 3.8. Resumen de resultados de los ensayos de compactación del suelo N°1...	69
Tabla N° 3.9. Ensayo de C.B.R. del suelo N°1 muestra 1.....	72
Tabla N° 3.10. Resumen de resultados del ensayo de C.B.R. del suelo N°1.....	72
Tabla N° 3.11. Resumen de resultados de la clasificación de suelo N°1.....	75
Tabla N° 3.12. Contenido de humedad in situ suelo N°2 muestra 1.....	75
Tabla N° 3.13. Resumen de resultados del contenido de humedad in situ suelo N°2.....	76
Tabla N° 3.14. Análisis granulométrico del suelo N°2 muestra 1.....	77
Tabla N° 3.15. Resumen de resultados del análisis granulométrico del suelo N°2.....	77
Tabla N° 3.16. Ensayo de compactación del suelo N°2 muestra 1.....	80
Tabla N° 3.17. Resumen de resultados de los ensayos de compactación del suelo N°2.....	80
Tabla N° 3.18. Ensayo de C.B.R. del suelo N°2 muestra 1.....	83
Tabla N° 3.19. Resumen de resultados del ensayo de C.B.R. del suelo N°2.....	83
Tabla N° 3.20. Resumen de resultados de la clasificación de suelo N°2.....	85
Tabla N° 3.21. Porcentajes utilizados para la estabilización de suelo – suelo.....	86
Tabla N° 3.22. Contenido de humedad in situ del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	86
Tabla N° 3.23. Resumen de resultados del contenido de humedad in situ de los suelos estabilizados	86
Tabla N° 3.24. Análisis granulométrico del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	87
Tabla N° 3.25. Resumen de resultados del análisis granulométrico de los suelos estabilizados.....	88
Tabla N° 3.26. Límite de Atterberg del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	92

Tabla N° 3.27. Resumen de resultados de los límites de Atterberg de los suelos estabilizados.....	93
Tabla N° 3.28. Ensayo de compactación del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	97
Tabla N° 3.29. Resumen de resultados de los Ensayos de Compactación de los suelos estabilizados.....	97
Tabla N° 3.30. Ensayo de C.B.R. del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	102
Tabla N° 3.31. Resumen de resultados del ensayo de C.B.R. de los suelos estabilizados.....	103
Tabla N° 3.32. Resumen de resultados de la clasificación de los suelos estabilizados..	109
Tabla N°4.1. Resumen de resultados de resistencia de suelos estabilizados.....	110
Tabla N°4.2. Resultados del aforo vehicular.....	110
Tabla N°4.3. Periodo de diseño.....	111
Tabla N°4.4. Factor de carril.....	112
Tabla N°4.5. Resultados del estudio de tráfico.....	113
Tabla N°4.6. Parámetros.....	114
Tabla N°4.7. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.....	114
Tabla N°4.8. Resumen de resultados del número estructural.....	118
Tabla N°4.9. Resumen de resultados del espesor.....	118
Tabla N°4.10. Espesores de la capa estructural.....	121
Tabla N° 4.11. Mezclas Asfálticas	125
Tabla N° 4.12. Relación de Poisson	125
Tabla N° 4.13. Relación de Poisson	126
Tabla N°4.14. Parámetros de diseño.....	126
Tabla N° 4.15. Características de las capas de la estructura del pavimento	126
Tabla N° 4.16. Comparación de los esfuerzos y deformaciones calculadas con las admisibles.....	128
Tabla N°4.17. Resumen de resultados del cálculo del módulo resiliente (E).....	129
Tabla N°4.18. Resumen de resultados y comparación de los esfuerzos y deformaciones calculadas con las admisibles.....	130
Tabla N°4.19. Datos de CBR (%).....	131

	PÁG.
Tabla N°4.20. Estadística descriptiva.....	131
Tabla N°4.21. Resultados de espesores con el diseño de ambos métodos.....	134
Tabla N°4.22. Costo unitario de construcción de cada capa.....	134
Tabla N°4.23. Costo total de construcción de cada capa.....	135
Tabla N°4.24. Costo total de construcción de cada capa.....	135
Tabla N°5.1. Resultados de espesores con el diseño de ambos métodos.....	137
Tabla N° 5.2. Comparación de los esfuerzos y deformaciones calculadas con las admisibles.....	137

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	PÁG.
Grafico N° 3.1. Distribución granulométrica del suelo N°1 – muestra 1.....	63
Grafico N° 3.2. Distribución granulométrica del suelo N°1 – muestra 2.....	63
Grafico N° 3.3. Distribución granulométrica del suelo N°1 – muestra 3.....	64
Grafico N° 3.4. Límite liquido suelo N°1 – muestra 1.....	66
Grafico N° 3.5. Límite liquido suelo N°1 – muestra 2.....	67
Grafico N° 3.6. Límite liquido suelo N°1 – muestra 3.....	67
Grafico N° 3.7. Curva de compactación suelo N°1 – muestra 1.....	69
Grafico N° 3.8. Curva de compactación suelo N°1 – muestra 2.....	70
Grafico N° 3.9: Curva de compactación suelo N°1 – muestra 3.....	70
Grafico N° 3.10. Grafico carga – penetración. Suelo N°1 – muestra 1.....	73
Grafico N° 3.11. Grafico carga – penetración. Suelo N°1 – muestra 2.....	74
Grafico N° 3.12. Grafico carga – penetración. Suelo N°1 – muestra 3.....	74
Grafico N° 3.13. Distribución granulométrica del suelo N°2 – muestra 1.....	77
Grafico N° 3.14. Distribución granulométrica del suelo N°2 – muestra 2.....	78
Grafico N° 3.15. Distribución granulométrica del suelo N°2 – muestra 3.....	78
Grafico N° 3.16. Curva de compactación suelo N°2 – muestra 1.....	80
Grafico N° 3.17. Curva de compactación suelo N°2 – muestra 2.....	81
Grafico N° 3.18. Curva de compactación suelo N°2 – muestra 3.....	81
Grafico N° 3.19. Grafico carga – penetración. Suelo N°2 – muestra 1.....	84
Grafico N° 3.20. Grafico carga – penetración. Suelo N°2 – muestra 2.....	84
Grafico N° 3.21. Grafico carga – penetración. Suelo N°2 – muestra 3.....	85
Grafico N° 3.22. Distribución granulométrica del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	89
Grafico N° 3.23. Distribución granulométrica del suelo fino 90 % y suelo granular 10 %.....	89
Grafico N° 3.24. Distribución granulométrica del suelo fino 85 % y suelo granular 15 %.....	89
Grafico N° 3.25. Distribución granulométrica del suelo fino 80 % y suelo granular 20 %.....	90

Grafico N° 3.26. Distribución granulométrica del suelo fino 75 % y suelo granular 25 %.....	90
Grafico N° 3.27. Distribución granulométrica del suelo fino 70 % y suelo granular 30 %.....	90
Grafico N° 3.28. Distribución granulométrica del suelo fino 65 % y suelo granular 35 %.....	91
Grafico N° 3.29. Distribución granulométrica del suelo fino 60 % y suelo granular 40 %.....	91
Grafico N° 3.30. Distribución granulométrica del suelo fino 55 % y suelo granular 45 %.....	91
Grafico N° 3.31. Distribución granulométrica del suelo fino 50 % y suelo granular 50 %.....	92
Grafico N° 3.32. Límite liquido del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	93
Grafico N° 3.33. Límite liquido del suelo fino 90 % y suelo granular 10 %.....	93
Grafico N° 3.34. Límite liquido del suelo fino 85 % y suelo granular 15 %.....	94
Grafico N° 3.35. Límite liquido del suelo fino 80 % y suelo granular 20 %.....	94
Grafico N° 3.36. Límite liquido del suelo fino 75 % y suelo granular 25 %.....	94
Grafico N° 3.37. Límite liquido del suelo fino 70 % y suelo granular 30 %.....	95
Grafico N° 3.38. Límite liquido del suelo fino 65 % y suelo granular 35 %.....	95
Grafico N° 3.39. Límite liquido del suelo fino 60 % y suelo granular 40 %.....	95
Grafico N° 3.40. Límite liquido del suelo fino 55 % y suelo granular 45 %.....	96
Grafico N° 3.41. Límite liquido del suelo fino 50 % y suelo granular 50 %.....	96
Grafico N° 3.42. Curva de compactación del suelo fino 95 % y suelo granular 5 %.....	97
Grafico N° 3.43. Curva de compactación del suelo fino 90 % y suelo granular 10 %....	98
Grafico N° 3.44. Curva de compactación del suelo fino 85 % y suelo granular 15 %....	98
Grafico N° 3.45. Curva de compactación del suelo fino 80 % y suelo granular 20 %....	99
Grafico N° 3.46. Curva de compactación del suelo fino 75 % y suelo granular 25 %....	99
Grafico N° 3.47. Curva de compactación del suelo fino 70 % y suelo granular 30 %..	100
Grafico N° 3.48. Curva de compactación del suelo fino 65 % y suelo granular 35 %..	100
Grafico N° 3.49. Curva de compactación del suelo fino 60 % y suelo granular 40 %..	101

Grafico N° 3.50. Curva de compactación del suelo fino 55 % y suelo granular 45 %..	101
Grafico N° 3.51. Curva de compactación del suelo fino 50 % y suelo granular 50 %..	102
Grafico N° 3.52. Grafico carga–penetración del suelo fino 95% y suelo granular 5%.	104
Grafico N° 3.53. Grafico carga–penetración del suelo fino 90% y suelo granular 10%	104
Grafico N° 3.54. Grafico carga–penetración del suelo fino 85% y suelo granular 15%	105
Grafico N° 3.55. Grafico carga–penetración del suelo fino 80% y suelo granular 20%	105
Grafico N° 3.56. Grafico carga–penetración del suelo fino 75% y suelo granular 25%	106
Grafico N° 3.57. Grafico carga–penetración del suelo fino 70% y suelo granular 30%	106
Grafico N° 3.58. Grafico carga–penetración del suelo fino 65% y suelo granular 35%	107
Grafico N° 3.59. Grafico carga–penetración del suelo fino 60% y suelo granular 40%	107
Grafico N° 3.60. Grafico carga–penetración del suelo fino 55% y suelo granular 45%	108
Grafico N° 3.61. Grafico carga–penetración del suelo fino 50% y suelo granular 50%	108
Grafico N°4.1. Resultados de los espesores vs muestra.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura N°1.1. Población.....	6
Figura N°1.2. Caracterización de los agregados.....	8
Figura N°1.3. Caracterización de los agregados.....	8
Figura N°1.4. Metodología por el método RACIONAL.....	9
Figura N°1.5. Metodología de diseño general de la AASHTO 93.....	10
Figura N°2.1. Estructural de un Pavimento Flexible.....	15
Figura N°2.2. Carta de plasticidad.....	26
Figura N°2.3. Clasificación de suelos SUCS.....	27
Figura N°2.4. Configuración vehicular por ejes.....	36
Figura N°2.5. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1).....	42
Figura N°2.6. El coeficiente estructural (a2).....	42
Figura N°2.7. Coeficiente estructural (a3), ábaco para Mr de la sub-base.....	43
Figura N°2.8. Acceso e inicio a DEPAV.....	53
Figura N°2.9. Definición y parámetros necesarios para DEPAV.....	54
Figura N°2.10. Menú de cascada (opciones) DEPAV.....	54
Figura N° 3.1. Imagen satelital de la zona de extracción.....	57
Figura N° 3.2. Imagen satelital de la zona de extracción.....	58
Figura N° 3.3. Zona de extracción.....	59
Figura N° 3.4. Zona de extracción.....	60
Figura N° 3.5. Taras con muestras de suelo para el contenido de humedad.....	60
Figura N° 3.6. Lavado el suelo por la malla N° 200.....	62
Figura N° 3.7. Tamizado lo que queda en la malla N°200.....	62
Figura N° 3.8. Equipo de casa grande para el limite líquido.....	64
Figura N° 3.9. Limite plástico de la muestra de arcilla.....	65
Figura N° 3.10. Ensayo de compactación.....	68
Figura N° 3.11. Proceso de inmersión y penetración del ensayo de C.B.R.....	71
Figura N° 3.12. Ensayo de análisis granulométrico por tamizado.....	76
Figura N° 3.13. Ensayo de compactación.....	79
Figura N° 3.14. Proceso de inmersión y penetración del ensayo de C.B.R.....	82

Figura N° 4.1. Determinación de esfuerzos y deformaciones en el programa DEPAV para la estructura diseñada.....	127
Figura N° 4.2. Esfuerzos y deformaciones en el programa DEPAV para la estructura diseñada.....	127
Figura N° 4.3. Esfuerzos y deformaciones en el programa DEPAV para la estructura diseñada.....	128