

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



**“EVALUACIÓN SUPERFICIAL Y ESTRUCTURAL DE LA
CARRETERA A SELLA TRAMO CRUCE BARRIO LOS
LAURELES – MONTE CENTRO”**

Por:

KEVIN LÓPEZ BALDIVIESO

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

AGOSTO DEL 2019

TARIJA – BOLIVIA

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

DEDICATORIA:

Este trabajo lo dedico a mis padres, por su amor incondicional, trabajo y sacrificio en todos estos años, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, gracias a ustedes he logrado cumplir un sueño más.

A mis hermanos, por estar siempre presentes, acompañándome y apoyándome en todo momento, siendo todos un ejemplo a seguir.

A todas las personas que de una u otra forma me apoyaron y ayudaron para que cumpla esta meta.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecer principalmente a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida, siendo mi apoyo y fortaleza en todo momento, por estar siempre a mi lado para levantarme en aquellos momentos de dificultad y debilidad.

A mis padres, por ser mi pilar fundamental y haberme apoyado incondicionalmente, siendo mi motor y mayor inspiración.

A mis hermanos, por todos los consejos y ayuda que me brindaron siempre que la necesitaba.

A todos los docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, me ayudaron a desarrollarme como persona y profesional.

Todo lo puedo en Cristo que me fortalece.

Filipenses 4:13

ÍNDICE
CAPÍTULO I
DISEÑO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

| | Página |
|---|--------------------------------------|
| 1.1. Introducción..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.2. Antecedentes..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.3. Justificación..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.4. Planteamiento del problema | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.4.1. Situación problemática | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.4.2. Problema | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.5. Objetivos del proyecto..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.5.1. Objetivo general | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.5.2. Objetivos específicos..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6. Hipótesis | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.1. Identificación de las variables | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.1.1. Variable independiente | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.1.2. Variable dependiente..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.2. Conceptualización y operacionalización | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.2.1. Variable independiente | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.6.2.2. Variable dependiente..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7. Diseño metodológico..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.1. Componentes..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.1.1. Unidad de estudio..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.1.2. Población..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.1.3. Muestra | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.1.4. Muestreo..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.7.2. Tipo de investigación | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.8. Esquema de la perspectiva usada..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 1.8.1. Definición en el alcance | ¡Error! Marcador no definido. |

CAPÍTULO II

ESTADO DE CONOCIMIENTO

Página

| | |
|---|--------------------------------------|
| I. Marco teórico | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.1. Pavimentos..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.2. Características que debe reunir un pavimento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.3. Clasificación de los pavimentos | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.3.1. Pavimento flexible..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.4. Fallas en los pavimentos flexibles | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.4.1. Fallas superficiales | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.4.1.1. Descripción de las fallas superficiales | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.4.2. Fallas estructurales | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.5. Evaluación de pavimentos | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.6. Tipos de evaluación de pavimentos..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7. Evaluación superficial de pavimentos flexibles | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.1. Evaluación mediante el Índice de Condición de un Pavimento (PCI) | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2. Procedimiento para la evaluación del PCI..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.1. División del pavimento en unidades de muestra..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.2. Determinación de las unidades de muestra para la evaluación ... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.3. Selección de las unidades de muestra para la evaluación | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.4. Selección de las unidades de muestra adicionales | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.5. Materiales necesarios y evaluación de la condición del pavimento . | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.7.2.6. Cálculo del PCI en una capa de rodadura | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.8. Evaluación estructural de pavimentos flexibles | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.8.1. Medición de deflexiones usando viga Benkelman..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.8.2. La viga Benkelman..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.8.4. Procedimiento de medición aplicando la viga Benkelman | ¡Error! Marcador no definido. |

| | |
|---|--------------------------------------|
| 2.8.5. Cálculo de las deflexiones | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.9. Manteniendo y rehabilitación de pavimentos | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.9.1. Técnicas de mantenimiento de pavimentos | ¡Error! Marcador no definido. |
| 2.9.2. Técnicas de rehabilitación de pavimentos | ¡Error! Marcador no definido. |
| II. Marco conceptual | ¡Error! Marcador no definido. |
| III. Marco normativo | ¡Error! Marcador no definido. |

CAPÍTULO III

CRITERIOS DE RELEVAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Página

| | |
|---|--------------------------------------|
| 3.1. Zona de estudio..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.2. Relevamiento de información..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3. Evaluación superficial | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3.1. Procedimiento de la aplicación del método del PCI | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3.1.1. Unidades de muestreo | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3.1.2. Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3.1.3. Selección de las unidades de muestreo para la inspección..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.3.1.4. Cálculo del Índice de Condición del Pavimento | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.4. Evaluación estructural | ¡Error! Marcador no definido. |
| 3.4.1. Procedimiento de medición con la viga Benkelman | ¡Error! Marcador no definido. |

CAPÍTULO IV

CÁLCULOS Y ANÁLISIS

Página

| | |
|---|--------------------------------------|
| 4.1. Evaluación superficial por el método del PCI..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.1. Procedimiento de cálculo | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2. Resultados de la evaluación superficial | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2.1. Resultados de la clasificación del PCI para cada kilómetro | ¡Error! Marcador no definido. |

| | |
|--|--------------------------------------|
| 4.1.2.2. Cantidad de metros de cada falla según su severidad en cada kilómetro | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2.3. Resultados del porcentaje de cada tipo de falla en cada kilómetro .. | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.3. Tratamiento estadístico..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4. Análisis de los resultados | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4.1. Análisis de resultados según el porcentaje de cada tipo de falla . | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4.2. Análisis de resultados según la clasificación del PCI en todo el tramo..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4.3. Cantidad de metros de cada falla según su severidad en todo el tramo..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4.4. Alternativas de solución | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.2. Evaluación estructural por el método de la viga Benkelman ... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.1. Procedimiento de cálculo de deflexiones..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.2. Resultados de la evaluación estructural | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.3. Tratamiento estadístico..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 4.1.4. Análisis de resultados de la evaluación estructural | ¡Error! Marcador no definido. |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | Página |
|----------------------------|--------------------------------------|
| 5.1. Conclusiones..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| 5.2. Recomendaciones | ¡Error! Marcador no definido. |

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1: Carta de confirmación de uso de laboratorio de suelos

ANEXO 2: Caracterización de los materiales

ANEXO 3: Datos de la evaluación superficial

ANEXO 4: Cálculos y resultados de la evaluación superficial

ANEXO 5: Análisis de precios unitarios

ANEXO 6: Gráficas y tablas de valores deducidos

ANEXO 7: Carta de aprobación de uso de laboratorio de asfaltos

ANEXO 8: Comprobación de pesaje de la volqueta para evaluación estructural

ANEXO 9: Datos de la evaluación estructural

ANEXO 10: Cálculos y resultados de la evaluación estructural

ANEXO 11: Imágenes

ÍNDICE DE TABLAS

| | Página |
|---|--------------------------------------|
| Tabla 1. 1. Conceptualización variable independiente..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 1. 2. Conceptualización variable dependiente.. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 1. 3. Población del trabajo..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 2. 1. Niveles de severidad para huecos..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 2. 2. Rangos de clasificación del PCI..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 2. 3. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 2. 4. Correlación de categoría de acción con el rango de PCI; | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 3. 1. Paquete estructural del tramo. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 3. 2. Longitudes de unidades de muestreo asfálticas..... | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 3. 3. Hoja de registro de fallas por el método del PCI. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 3. 4. Ejemplo de relevamiento de fallas. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Tabla 3. 5. Hoja de relevamiento de fallas para la viga Benkelman. | ¡Error! Marcador no definido. |

Tabla 3. 6. Ejemplo de relevamiento de datos de la viga Benkelman.....**¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 1. Fallas existentes en la unidad de muestra. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 2. Valores deducidos para fisuras en bloque. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 3. Obtención de los valores deducidos. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 4. Valores deducidos corregidos. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 5. Obtención de los valores deducidos corregidos. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 6. Resultados de la unidad de muestra N°1 .. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 7. Rangos de clasificación del PCI. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 8. Resultados del PCI para el km 1. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 9. Resultados del PCI para el km 2. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 10. Resultados del PCI para el km 3. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 11. Resultados del PCI para el km 4. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 12. Resultados del PCI para el km 5. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 13. Resultados del PCI para el km 6. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 14. Metrado de fallas según severidad en el km 1. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 15. Metrado de fallas según severidad en el km 2. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 16. 14. Metrado de fallas según severidad en el km 3. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 17. Metrado de fallas según severidad en el km 4. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 18. Metrado de fallas según severidad en el km 5. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 19. Metrado de fallas según severidad en el km 6. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 20. Porcentaje de fallas en el km 1..... **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 21. Porcentaje de fallas en el km 2..... **¡Error! Marcador no definido.**

- Tabla 4. 22. Porcentaje de fallas en el km 3..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 23. Porcentaje de fallas en el km 4..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 24. Porcentaje de fallas en el km 5..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 25. Porcentaje de fallas en el km 6..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 26. Tratamiento estadístico del PCI. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 27. Porcentaje de fallas en cada km. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 28. Porcentaje de cada falla en todo el tramo..... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 29. Calificación del PCI por kilómetro en todo el tramo. . **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 30. Calificación del PCI de todo el tramo. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 31. Metrado de fallas según severidad en todo el tramo. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 32. Operaciones de mantenimiento y rehabilitación para cada falla....**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 33. Presupuesto general de mantenimiento de la vía. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 34. Datos de deflexiones en el carril derecho del tramo. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 35. Rangos de la evaluación estructural. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 36. Resultados de la viga Benkelman en el carril derecho. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 37. Resultados de la viga Benkelman en el carril izquierdo.**¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 38. Tabla de frecuencias viga Benkelman carril derecho.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 39. Tabla de frecuencias viga Benkelman carril derecho.. **¡Error! Marcador no definido.**
- Tabla 4. 40. Tabla de frecuencias viga Benkelma carril izquierdo. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 41. Tabla de frecuencias viga Benkelma carril izquierdo. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 42. Valores promedio de deflexiones en todo el tramo. **¡Error! Marcador no definido.**

Tabla 4. 43. Porcentaje de resultados en todo el tramo. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE IMÁGENES

Página

Imagen 2. 1. Sección típica transversal pavimento flexible. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 2. Piel de cocodrilo de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 3. Piel de cocodrilo de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 4. Piel de cocodrilo de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 5. Exudación de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 6. Exudación de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 7. Exudación de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 8. Grietas en bloque de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 9. Grietas en bloque de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 10. Grietas en bloque de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 11. Grietas en bloque de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 12. Abultamientos y hundimientos de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 13. Abultamientos y hundimientos de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 14. Corrugación de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 15. Corrugación de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 16. Corrugación de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 17. Depresión de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 18. Depresión de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 19. Depresión de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 20. Grieta de borde de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 21. Grieta de borde de severidad media. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 22. Grieta de borde de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 23. Grieta de reflexión de junta de baja severidad. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 24. Grieta de reflexión de junta de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 25. Grieta de reflexión de junta de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 26. Desnivel carril / berma de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 27. Desnivel carril / berma de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 28. Desnivel carril / berma de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 29. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de baja severidad.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 30. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de severidad media.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 31. Grietas longitudinales y transversales (No PCC) de alta severidad.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 32. Parcheo y acometidas de servicios públicos de baja severidad. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 33. Parcheo y acometidas de servicios públicos de severidad media.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 34. Parcheo y acometidas de servicios públicos de alta severidad. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 35. Pulimento de agregados..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 36. Hueco de baja severidad..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 37. Hueco de severidad media..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 38. Hueco de severidad alta..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 39. Cruce de vía férrea de baja severidad.. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 40. Cruce de vía férrea de severidad media..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 41. Cruce de vía férrea de severidad alta... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 42. Ahuellamiento de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 43. Ahuellamiento de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 44. Ahuellamiento de alta severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 45. Desplazamiento de baja severidad. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 46. Desplazamiento de severidad media. .. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 47. Desplazamiento de severidad alta. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 48. Grieta parabólica (slippage) de baja severidad.... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 49. Grieta parabólica (slippage) de severidad media. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 50. Grieta parabólica (slippage) de alta severidad. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 51. Ejemplo de hinchamiento..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 52. Meteorización / desprendimiento de agregados de baja severidad.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 53. Meteorización / desprendimiento de agregados de severidad media.
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 54. Meteorización / desprendimiento de agregados de alta severidad
..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 55. Formato de exploración de condición. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 56. Formato para las iteraciones del cálculo del CDV. ... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 57. Esquema y principio de operación de la viga Benkelman..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 58. Posiciones de la viga Benkelman **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 59. Punto de ubicación del extremo de la viga Benkelman..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 60. Geometría de colocación de la viga Benkelman. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 61. Procedimiento de medición de deflexión. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 62. Sellado de grietas..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 63. Procedimiento típico de colocación de parches... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 64. Procedimiento típico de sello arena sello arena – asfalto.....**¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 65. Procedimiento típico de riego negro. .. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 66. Procedimiento típico de arenado. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 67. Aplicación de lechada asfáltica y micro-aglomerado en frío.**¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 68. Tratamiento superficial con asfalto modificado con polímeros. .**¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 69. Sobre-carpeta de asfalto. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 2. 70. Sobre-carpeta de concreto de cemento portland.. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 1. Ubicación geográfica de la zona. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 2. Coordenadas de la ubicación del tramo. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 3. Espesores del paquete estructural..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 4. Ensayo de granulometría. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 5. Ensayo de límites de atterberg..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 6. Ensayo de proctor T - 180. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 3. 7. Ensayo de CBR. **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 4. 1. Curva de Valor deducido de Fisuras en bloque..... **¡Error! Marcador no definido.**

Imagen 4. 2. Curva de los valores deducidos corregidos. **¡Error! Marcador no definido.**

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Página

| | |
|---|-------------------------------|
| Gráfica 4. 1. PCI vs progresiva del km 1. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 2. PCI vs progresiva del km 2. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 3. PCI vs progresiva del km 3. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 4. PCI vs progresiva del km 4. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 5. PCI vs progresiva del km 5. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 6. PCI vs progresiva del km 6. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 7. Diagrama de frecuencias del PCI. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 8. Porcentaje de cada tipo de falla en todo el tramo.. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 9. Deflexiones máximas y radios de curvatura carril derecho. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 10. Deflexiones máximas y radios de curvatura carril izquierdo. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 11. Diagrama de frecuencias viga Benkelman carril derecho. | ¡Error! Marcador no definido. |
| Gráfica 4. 12. Diagrama de frecuencias de la viga Benkelman carril izquierdo. | ¡Error! Marcador no definido. |

