

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Evaluación del comportamiento estructural de
pavimentos flexibles según suelo de subrasante,
carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021**

Luis Javier Flores Cazorla

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

Agradecimientos

Mis más sinceros agradecimientos
a: mis padres y abuelos por el apoyo
moral e incondicional en el desarrollo
de esta investigación.

Dedicatoria

A Dios y a mi familia por el apoyo
Incondicional durante cada etapa
de mi vida, especialmente en mi
formación académica y personal.

INDICE GENERAL

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
INDICE GENERAL	iii
INDICE DE TABLAS	vii
INDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	xiii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 Planteamiento y formulación del estudio.....	1
1.1.1 Problema General.....	2
1.1.2 Problemas específicos	2
1.2 Objetivos de la investigación	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivos Específicos.....	3
1.3 Justificación e importancia de la investigación.....	3
1.3.1 Justificación teórica	3
1.3.2 Justificación práctica.....	3
1.3.3 Justificación Metodológica	4
1.4 Hipótesis y descripción de variables	4
1.4.1 Hipótesis General.....	4
1.4.2 Hipótesis Específicas	4
1.5 Variables.....	4
• Variable Independiente: Tipo de suelo en sub rasante.....	4
• Variable Dependiente: Comportamiento estructural	5
1.6 Operacionalización de variables / categorías:	5
1.7 Delimitación de la investigación	7
1.7.1 Delimitación conceptual	7

1.7.2	Delimitación espacial.....	7
1.7.3	Delimitación temporal	7
1.8	Importancia.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO		8
1.9	Antecedentes del problema	8
1.9.1	Antecedentes internacionales.....	8
1.9.2	Antecedentes nacionales	9
1.10	Bases teóricas	10
1.10.1	Sub rasantes	10
1.10.1.1	Tipos de Suelos de Sub Rasante	10
1.10.1.1.1	Suelo granular.....	10
1.10.1.1.2	Suelo cohesivo.....	10
1.10.1.1.3	Suelo mixto.....	10
1.10.2	Comportamiento estructural.....	11
1.10.2.1	Características del comportamiento estructural.....	11
1.10.2.1.1	Deflexión.	11
1.10.2.1.2	Deformación.	15
1.10.2.1.3	Fatiga.	15
1.11	Definición de términos básicos	17
CAPÍTULO III: METODOLOGIA		18
1.12	Método y alcance de la investigación: Científico	18
1.13	Tipo de la investigación: Aplicada.....	18
1.14	Nivel de la investigación: Explicativo	18
1.15	Diseño de la investigación.....	18
1.16	Población, muestra y muestreo.....	19
1.16.1	Población.....	19
1.16.2	Muestra	19
1.16.3	Muestreo	19
1.17	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	19
1.17.1	Técnica: Observación directa.....	19
1.17.2	Instrumentos de recolección de datos: Ficha de recopilación de información	20
1.17.3	Validez	20
1.17.4	Confiabilidad.....	21
1.18	Procedimiento.....	21

1.19	Métodos de análisis de datos	21
1.20	Aspectos éticos	22
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS - RESULTADOS		23
1.21	Descripción de la zona de estudio	23
1.21.1	Ubicación	23
1.21.2	Características de la zona de estudio	23
1.22	Estudios previos	24
1.22.1	Estudios de Campo	24
1.22.1.1	Estudios Topográficos	24
1.22.1.2	Estudios de aforo vehicular	24
1.22.1.3	Estudios de laboratorio de suelos	29
1.23	Análisis de la información.....	29
1.23.1	Estimación de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	29
1.23.1.1	Clasificación de vía	29
1.23.1.2	Verificación de la estructura del pavimento (Fuente Exp. Técnico)	30
1.23.1.3	Medición de las deflexiones, aplicando el ensayo con viga Benkelman.....	30
1.23.2	Cuantificación del cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante	43
1.23.3	Determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	52
	Según los Datos:	55
1.23.4	Determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	58
1.24	Resultados de la investigación	60
1.24.1	Resumen de resultados de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	60
1.24.2	Resumen de resultados de la Cuantificación del cambio de la deformación de la estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante	62
1.24.3	Resumen de resultados de la determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	63
1.24.4	Resumen de resultados en la determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.....	64
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN		67
1.25	Discusión OE1:	67
1.26	Discusión 2:.....	68

1.27	Discusión 3:.....	69
1.28	Discusión 4:.....	70
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES		72
1.29	Conclusión 1:.....	72
1.30	Conclusión 2:.....	72
1.31	Conclusión OE3:	73
1.32	Conclusión OE4:	73
CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES		75
1.33	Recomendación C1:	75
1.34	Recomendación C2:	75
1.35	Recomendación C3:	75
1.36	Recomendación C4:	75
REFERENCIAS.....		76
ANEXOS 79		
•	Deflexión promedio.....	113
•	Desviación estándar.....	113
•	Deflexión característica	113
•	Deflexión admisible.....	113
•	Deflexión crítica	113

INDICE DE TABLAS

Tabla 3.1. Rangos de Validación	20
Tabla 3.2. Validez de contenido del instrumento de las variables:.....	20
Tipos de suelos, comportamiento estructural, por juicio de expertos..... 20	
Tabla 3.3. Tabla de confiabilidad	21
.....	21
Tabla 4.1. Datos técnicos de la vía Juliaca - Caracoto.....	23
Tabla 4.2. Datos técnicos de la vía Juliaca - Caracoto.....	24
Tabla 4.3 Datos de aforo vehicular según su tipo.....	26
Tabla 4.4. Identificación de tipo de sub rasante.....	29
Tabla 4.5. Ensayos de LL-LP-IP-CH.....	30
Tabla 4.6. Espesores de las capas de la vía de estructura del pavimento flexible	30
Tabla 4.7. Tabla de Deflexión máxima admisible desde 0+000 hasta 01+000 lado derecho.....	31
Tabla 4.8. Tabla de deflexión máxima admisible de 02+500 hasta 03+500 lado derecho	31
Tabla 4.9. Tabla de deflexión máxima admisible de 08+000 hasta 09+000 lado derecho	32
Tabla 4.10. Tabla de deflexión máxima admisible de 00+000 hasta 01+000 lado izquierdo	32
Tabla 4.11. Tabla de deflexión máxima admisible de 02+500 hasta 03+500 lado izquierdo	33
Tabla 4.12. Tabla de deflexión máxima admisible de 08+000 hasta 09+000 lado izquierdo	33
Tabla 4.13. Ubicación de puntos críticos.....	34
Tabla 4.14. Cuadro de condiciones y deformaciones	35
Tabla 4.15. Cuadro de condiciones y deformaciones	36
Tabla 4.16. Cuadro de condiciones y deformaciones	37

Tabla 4.17. Cuadro de condiciones y deformaciones	39
Tabla 4.18. Cuadro de condiciones y deformaciones	40
Tabla 4.19. Cuadro de condiciones y deformaciones	41
Tabla 4.20. Cuadro de condiciones y deformaciones	43
Tabla 4.21. Cuadro de condiciones y deformaciones	45
Tabla 4.22. Cuadro de condiciones y deformaciones	46
Tabla 4.23. Cuadro de condiciones y deformaciones	47
Tabla 4.24. Cuadro de condiciones y deformaciones	49
Tabla 4.25. Cuadro de condiciones y deformaciones	51
Tabla 4.26. Tabla de Calculo	53
Tabla 4.27. Cuadro de condiciones y deformaciones	54
Tabla 4.28. Tabla de Influencia	56
Tabla 4.29. Comparación entre estructura del pavimento y tipo de sub rasante	58
Tabla 4.30. Comparación entre estructura del pavimento y tipo de sub rasante	59
Tabla 4.31. Deflexión de la estructura según sub rasante.....	60
Tabla 4.32. Cantidad y Porcentajes en Puntos de Deflexión Admisible	61
Tabla 4.33. Parámetros y método conrevial.....	61
Tabla 4.34. Cuantificación del cambio de deformación del pavimento según sub rasante	62
Tabla 4.35. Cantidad y Porcentajes de cumplimiento con radio de curvatura.....	62
Tabla 4.36. Tabla de aforo vehicular entre el 2008 y 2021	63
Tabla 4.37. Estado según el tipo de sub rasante del pavimento.....	65
Tabla 4.38. Tabla de resúmenes de datos	65
Tabla 4.39. Estado del comportamiento de la sub rasante	65

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.2	Deformación en pavimentos flexible y sub rasante.....	2
Figura 2.1	Tipos De Deflexiones.....	11
Figura 2.2	Esquema de la Viga Benkelman.....	11
Fuente:	Bustamante (1996).....	12
Figura 2.3	Configuración Geométrica del sistema de carga de ensayos con Viga Benkelman.	12
Figura 2.4	Proceso de medición con Viga Benkelman.....	12
Figura 2.5	Características del pavimento de acuerdo al tipo de deflexión y Radio de curvatura.	15
Figura 4.1	Delfectograma desde prog. 00+000 hasta 01+000.....	35
Figura 4.2	Deflexión característica.....	36
Figura 4.3	Deflectograma desde prog. 02+500 hasta 03+500.....	37
Figura 4.4	Deflexión característica.....	37
Figura 4.5	Delfectograma desde prog, 08+000 hasta 09+000.....	38
Figura 4.6	Deflexión característica.....	38
Figura 4.7	Deflectograma desde prog. 00+000 hasta 01+000.....	39
Figura 4.8	Deflexión característica.....	40
Figura 4.9	Deflectograma desde progr. 02+500 hasta 03+500.....	41
Figura 4.10	Deflexion característica.....	41
Figura 4.11	Deflectometria desde prog08+000 hasta 09+000.....	42
Figura 4.12	Deflexión característica.....	42
Figura 4.13	Deflectograma.....	43
Figura 4.14	Detalle de la deformación.....	44

Figura 4.15 Detalle de la deformación.....	44
Figura 4.16 Deflectograma	45
Figura 4.17 Detalle de la deformación.....	45
Figura 4.18 Detalle de la deformación.....	46
Figura 4.19 Deflectograma	46
Figura 4.20 Detalle de la deformación.....	47
Figura 4.21 Deflectograma	48
Figura 4.22 Detalle de la deformación.....	48
Figura 4.23 Detalle de la deformación.....	48
Figura 4.24 Deflectograma	49
Figura 4.25 Detalle de la deformación.....	50
Figura 4.26 Detalle de la deformación.....	50
Figura 4.27 Detalle de la deformación.....	51
Figura 4.28 Deflectograma	52
Figura 4.29 Detalle de la deformación.....	52
Figura 4.30 Ejemplo Propuesto	53
Figura 4.13 Barras estadísticas de deflexión según tipo de sub rasante	60
Figura 4.14 Valores y porcentajes en puntos de cada ensayo.....	61
Figura 4.15 Barras estadísticas de deformación según sub rasante	62
Figura 4.16 Valores de radio de curvatura.....	63
Figura 4.17 Niveles de comparación de aforos por año	64
Figura 4.18 Porcentajes de comportamiento de sub rasante	66

RESUMEN

La presente investigación **Titulada:** Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021, fijo por **objetivo:** Determinar la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021, Como **metodología:** se aplicó el método científico, de **tipo:** aplicada, de **nivel:** explicativo y **diseño:** experimental.

Los resultados obtenidos fueron: La variación del tipo de suelo A-2 tuvo una deflexión de 0.58×10^{-2} mm y 0.54×10^{-2} mm, con una deformación de deflexiones máximas de 74×10^{-2} mm, y deflexión crítica de 81×10^{-2} mm y una fatiga que se da según el esfuerzo vertical de $\sigma_z = 3.46$ TN/m² según el incremento de índice vehicular de 3.33×10^6 a 5.03×10^6 , teniendo deflexiones máximas de 74×10^{-2} mm, por otro lado la variación en el tipo de suelo A-4 tuvo una deflexión de 0.81×10^{-2} mm, y una fatiga crítica de $\sigma_z = 3.46$ TN/m², como deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm y una deflexión característica: 129.150×10^{-2} mm., como también en la presente investigación se llegó a los resultados de 98.33 % de una cantidad de 60 puntos tomados que cumplen con el radio de curvatura y el 1.66% del ensayo que no cumplen con el radio de curvatura, finalmente se tomarón en cuenta estudios de suelos, para ver las deflexiones usamos el ensayo de viga Benkelman según la norma donde se obtuvieron como prueba de un comportamiento como : 38% malo, 16% regular y 76% bueno, esto implica que el comportamiento de la sub rasante en la mayor parte de la vía esta tratada adecuadamente

La investigación muestra como conclusión: Es muy importante hacer los estudios de suelos en una ejecución de un pavimento ya sea flexible o rígido, tener datos certeros para el diseño de pavimento según el índice de vehículos por día, estos dos puntos son importantes ya que de ellos parte el diseño estructural de un pavimento.

Palabras Claves: Pavimento flexible, deflectometría, sub rasante, capacidad de soporte, viga Benkelman

ABSTRACT

This research entitled: Evaluation of the structural behavior of flexible pavements according to subgrade soil, Juliaca - Caracoto highway, Puno 2021, fixed by Objective: To determine the variation of the structural behavior of flexible pavements according to subgrade soil, Juliaca - Caracoto highway, Puno 2021, As Methodology: the scientific method was applied, of type: applied, level: explanatory and design: experimental.

The results obtained were: The variation of the type of soil A-2 had a deflection of 0.58×10^{-2} mm and 0.54×10^{-2} mm, with a deformation of 241.13 and 231.33 and a fatigue in the increase of vehicular index from 3.33×10^6 to 5.03×10^6 , having maximum deflections of 74×10^{-2} mm, on the other hand the variation in the type of soil A-4 had a deflection of 0.74×10^{-2} mm, with a deformation of 240.17 and a critical fatigue of 0.81×10^{-2} mm. as admissible deflection of 74×10^{-2} mm, a critical deflection of 81×10^{-2} mm and a characteristic deflection: 129.150×10^{-2} mm., as also in the present investigation the results of 98.33% of a quantity of 60 points taken that comply with the radius of curvature and 1.66% of the test that do not comply with the radius of curvature, finally soil studies were taken into account, to see the deflections we used the Benkelman beam test according to the standard where they were obtained as proof of a behavior such as: 38% bad, 16% regular and 76% good, this implies that the behavior of the subgrade in most of the road is adequately treated

The investigation shows as a conclusion: It is very important to carry out soil studies in an execution of a pavement, whether flexible or rigid, to have accurate data for the pavement design according to the number of vehicles per day, these two points are important since they start from the structural design of a pavement

Keywords: Flexible pavement, deflectometry, subgrade, bearing capacity, Benkelman beam

INTRODUCCIÓN

Conforme al paso del tiempo los pavimentos flexibles se van con detrimento a lo largo del paso del tiempo; debido a factores como: mal diseño, defectos y errores en la construcción, aumento del tránsito esperado, falta o deficiencias de mantenimiento y desgaste de los materiales que conforman el pavimento. Esto produce una disminución de la serviciabilidad, ya que el tránsito en el pavimento se ve limitada, teniendo gran repercusión en el desarrollo social, cultural y económico de un país, región o localidad.

La presente investigación titulada: “Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021”. Que busca dar una solución de porque al deterioro de los pavimentos flexibles según el suelo de sub rasante, en su desarrollo se revisa teorías de: estudios de suelos y aplicación de ensayos de laboratorio de suelos los cuales están relacionados con las variables de los tipos de suelo de sub rasante y el comportamiento estructural de la investigación.

En su desarrollo se fija como Objetivo: Determinar la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021, con lo cual se obtuvieron los siguientes resultados: Según los estudios realizados el comportamiento estructural fue del 38% malo, 16% regular y 76% bueno, esto implica que el comportamiento de la sub rasante en la mayor parte de la vía esta tratada adecuadamente

La investigación es de importancia porque podemos prevenir, observar, analizar el comportamiento en la estructura de un pavimento, según el suelo de sub rasante que tengamos en cualquier parte de una vía, para poder realizar proyectos de mantenimiento y conservación de los pavimentos

Esta investigación está compuesta por los siguientes capítulos:

Capítulo I: Contiene el planteamiento del problema, donde identificamos el problema que tiene la estructura del pavimento flexible, en la vía de Juliaca – Caracoto, ya van varios años que esta vía

no tiene mantenimientos ni cuidado alguno y que remos ver el porqué del comportamiento estructural del pavimento flexible.

Capitulo II: Contiene el marco teórico, teniendo en cuenta que se citó a varias investigaciones, donde pudimos recopilar teorías, conceptos de investigaciones relacionas a nuestro tema pudiendo obtener bases teóricas que son claves para nuestra investigación.

Capitulo III: Contiene la metodología de la investigación, se tomaron una serie de conceptos, principios y leyes que nos permite encauzar de un modo eficiente y tendiente el proceso de nuestra investigación.

Capitulo IV: Contiene los análisis y resultados, se calculó y entrelazo todos los datos y resultados obtenidos según la información de nuestras bases teóricas y antecedentes, donde analizamos todos los resultados en cada tipo de ensayo que se realizó en este trabajo de investigación

Capítulo V: Contiene la discusión, se relacionó todos nuestros resultados obtenidos en campo con la teoría.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Planteamiento y formulación del estudio

Los pavimentos flexibles cada vez se deterioran a lo largo del tiempo, y estos tienden como factores principales de deterioro, a un mal diseño, errores de construcción o al no tener datos certeros de un laboratorio.

Según, Ministerio de transportes Movilidad y Agencia Urbana (2018) “Un pavimento a de diseñarse de tal modo que las cargas atribuidas por el tránsito jamás formen desproporciones permanentes en la calzada. (p.24)

MTC (2013) Ministerio de transportes y Comunicaciones, la sub rasante es un suelo el cual en varias cuestiones logra ser renovado porque esta consiga ser afectada por la presión de diseño procedente del tráfico (p. 46).

Según el diagnóstico y evaluación realizada in situ, se ha determinado que el problema de las fallas que se ven en la vía es por una sub rasante inestable, Juliaca – Caracoto, este problema se va llevando ya hace más de ocho años, ya que esta vía es altamente transitada por todo tipo de vehículos, ya que va perjudicando a los conductores y población, una alternativa de solución es verificar el suelo de sub rasante y tener datos certeros para una proceso de estabilización contundente al momento de ejecutar la estructura de un pavimento.



Fuente: Elaboración Propia

Figura 1.1 Análisis de la estructura del pavimento

Fuente: Elaboración Propia



Figura 1.2 Deformación en pavimentos flexible y sub rasante

1.1.1 Problema General

- ¿Cuánto varía el comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca – Caracoto, Puno 2021?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cómo varía la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021?

- ¿Cuánto cambia la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Puno, Puno 2021?
- ¿Cómo cambia la Fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo General

- Determinar la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021

1.2.2 Objetivos Específicos

- Estimar la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021
- Cuantificar el cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021
- Determinar el cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021.

1.3 Justificación e importancia de la investigación

1.3.1 Justificación teórica

Este estudio se ejecutó con la intención por contribuir al conocimiento ya en vigor en relación de la evolución de los conceptos teóricos, sobre las deflexiones procedentes en la superficie de un asfalto dúctil, por operación de pesos de automóviles, consiguen ser establecidas haciendo empleo de deflectómetros tales a modo nombrado “Viga Benkelman”.

1.3.2 Justificación práctica

Esta investigación se basó en el requerimiento de estimar, mejorar, cuantificar, determinar los cambios que puedan sufrir el pavimento flexible según el suelo de sub rasante en la carretera Juliaca - Caracoto.

1.3.3 Justificación Metodológica

Para alcanzar los objetivos propuestos, se recurrió al uso de métodos de investigación tal los datos y mediciones obtenidas in situ, empleando equipos de laboratorio especializados, según el trabajo de investigación, cálculos en Excel, para así medir la deflectometría, deformación, puntos óptimos de cálculo que tenga e pavimento.

1.4 Hipótesis y descripción de variables

1.4.1 Hipótesis General

El comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante varia significativamente carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021

1.4.2 Hipótesis Específicas

La deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante varia significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021.

La deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante cambia significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021.

La fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante cambia significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021.

1.5 Variables

- **Variable Independiente: Tipo de suelo en sub rasante**

Definición conceptual:

Según Terzaghi (2013) la sub-rasante es el área acabada de la carretera a ras de tendencia de tierras (relleno y corte), encima del cual se ubica la distribución del asfalto o afirmada.

Definición operacional:

La variable tipo de suelo de sub rasante se operacionalizo mediante sus dimensiones, de suelo granular, suelo cohesivo, suelo mixto viene a ser tipos de suelo de sub rasante, así mismo cada dimensión se compone en 3 indicadores

- **Variable Dependiente: Comportamiento estructural**

Definición conceptual:

Según Ocaña (2013) para el análisis se adoptó una estructura típica de pavimento flexible compuesta por cuatro capas: capa asfáltica, base granular, sub base granular y sub rasante. Dicha estructura de pavimento cumple con los criterios de diseño: fatiga, deformación y deflexión.

Definición operacional:

La variable se operacionalizó mediante sus dimensiones deflexión, deformación, fatiga y viene a ser los comportamientos estructurales de un pavimento, así mismo cada dimensión se compone en 3 indicadores

1.6 Operacionalización de variables / categorías:

• **Matriz de Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA
VARIABLE 1: Tipo de suelo de sub rasante	Para el análisis adopta una estructura típica de pavimento flexible compuesta por cuatro capas: capa asfáltica, base granular, sub base granular y sub rasante. Dicha estructura de pavimento cumple con los criterios de diseño: fatiga, deformación y deflexión. (Terzaghi K. &., 2013)	Lo variable tipo de suelo de sub rasante se operacionaliza mediante sus dimensiones, de suelo granular, suelo cohesivo, suelo mixto viene a ser tipos de suelo de sub rasante, así mismo cada dimensión se compone en 3 indicadores	D1:Suelo granular D2:Suelo cohesivo D3:Suelo mixto	I1:Arenas I2:Grava I3:Gravillas I1:Arcilla I2:Limo I3:Arena I1:Arena I2:Limos I3:Arcilla	Ficha de recopilación de datos	Razón
VARIABLE 2 Comportamiento estructural	Para el análisis se adoptó una estructura típica de pavimento flexible compuesta por cuatro capas: capa asfáltica, base granular, subbase granular y sub rasante. Dicha estructura de pavimento cumple con los criterios de diseño: fatiga, deformación y deflexión. (ocaña, 2013)	La variable se operacionaliza mediante sus dimensiones Deflexion,deformacion,fatiga y viene a ser los comportamientos estructurales de un pavimento, así mismo cada dimensión se compone en 3 indicadores	D1:Deflexión D2:Deformación D3:Fatiga	I1:Rigidez I2:Temperatura I3:Epsor I1:Ahuellamiento I2:Hundimiento I3:Corrimiento I1:fisuras I2:Desprendimiento I3:Deteriodo		Intervalo

1.7 Delimitación de la investigación

1.7.1 Delimitación conceptual

En el presente estudio se aplicó las teorías relacionadas a la estructura de pavimentos flexibles según el suelo de sub rasante, para analizar la influencia del tipo de suelo y comportamiento estructural, aplicando viga Belnkelman.

1.7.2 Delimitación espacial

Los trabajos se desarrollaron en el Distrito de Juliaca Provincia, de San Román región Puno.

1.7.3 Delimitación temporal

La información corresponde al periodo del año 2010 hasta el año 2021, se cumplirá en 3 meses.

1.8 Importancia

Esta investigación soluciono el problema de no tener fallas posteriormente en cualquier tipo de ejecución vial, los resultados servirán para poder ver y tener una referencial en las fallas que pueden ocasionar la distribución de un pavimento flexible según el suelo de sub rasante.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

1.9 Antecedentes del problema

1.9.1 Antecedentes internacionales

Marssenlli (2019) en su Publicación **Titulado:** “Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con sub rasante de baja resistencia” Alguno de los inconvenientes más frecuentes el cual perturban el dimensionamiento de asfaltos flexibles en Brasil. Se empleo la **Metodología:** Descriptivo/Experimental, Este inconveniente está coligado a la cultura brasileña viendo los espesores mínimos para ver el comportamiento de la estructura teniendo como **Objetivo:** Analizar las réplicas estructurales cuando las capas del asfalto hipotético y la sub rasante desperdician integridad. Los **Resultados:** Se manifestaron el cual los asfaltos flexibles, con sub rasante débiles, así como, dimensionados con volúmenes pequeños, son estimados frágiles, en otro termino, con inferiores resistencias (p.4).

Vargas (2017) **titulado:** “**Metodología** para la estimación del número estructural efectivo de los pavimentos flexibles recién construidos y su capacidad estructural” **Metodología:** Descriptivo, las variables que pueden afectar la calidad del pavimento durante su tiempo de servicio **Objetivo:** Este Artículo recopila información de la metodología propuesta por la American Association og Stage Hihgway and Transportation Officials – AASHTO. **Resultados:** Los resultados del ensayo FWD con metodología de YONAPAVE, se logra considerar el Módulo resilente de la sub rasante donde la variable es importante en el desempeño de la estructura del pavimento (p.5).

Brito (2017) **titulado:** “Diseño estructural del pavimento flexible avenida del ejército intersección calle 3 de noviembre y pasaje en la ciudad el guado” **Metodología:** Experimental, **Objetivo:**

Recopilar datos de estudios de laboratorios para los análisis de (CBR), y otros que refieran para cálculo de estructura según el índice de tráfico **Resultados:** Los valores utilizados nos dará como valores finales los espesores de la capa sub –base, base y capa de rodadura (p.4).

Dorobati y Baghbadorani (2018) **titulado:** “Correlation between the results og the PLT and CBR tests to determine the elasticity modulus” **Metodología:** Experimental - Descriptivo **Objetivo:** Investigar la determinación de un módulo elástico a partir de los ensayos PLT y CBR, Aplicando metodología FEM y softwares ABAQUS en un suelo específico **Resultados:** Son resultados coherentes con las características físicas y mecánicas del suelo estudiado, comparado con resultados de módulos elásticos determinados por otras metodologías empíricas y/o mecánicas (p.8).

1.9.2 Antecedentes nacionales

Balarezo (2017) **titulado:** “Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento”. Universidad de Piura, Mediante el tipo de **Metodología:** investigación descriptivo concluye que Las gerencias locales corresponderían de poseer como inicial elección de valoración, la valoración estructural utilizando “viga Benkelman” pues socorre a instaurar y considerar un requerimiento de reposición cuando un asfalto está estropeado, teniendo como **Objetivo:** El “S_Neff” es un parámetro con excelentes datos el cual consigue ser manejado a fin de efectuar un seguimiento al pavimento, la viga Benkelman es un instrumento el cual sigue vigente y su manejo es significativo para valorar asfaltos con un mínimo costo. **Resultado:** Se debe manejar los 2 métodos (nomogramas y numérico) en el proceso de información “deflexiones”, con el propósito de reconocer efectos y de poseer un despejado horizonte del comportamiento del asfalto (p.6).

Balacero (2017) **Titulado:** “Evaluación estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento” **Metodología:** Descriptiva, **Objetivo:** Concluye en que los gobiernos locales deberían de tener como primera opción de evaluación , la evaluación estructural usando viga Benkelman, ya que ayuda a restablecer y cuantificar una necesidad de rehabilitación cuando un pavimento está deteriorado o llega a su tiempo de diseño final **Resultado:** La evaluación de viga Benkelman permite entender cómo se realiza la evaluación estructural de los pavimentos por la deflectometría

y la importancia de esta metodología. Donde se utiliza los dos métodos (numérico y nomogramas) en el procesamiento de datos (deflexiones), con la finalidad de corroborar resultados y de tener un claro panorama del comportamiento del pavimento (p.4).

Cubas (2017) **Titulado:** Comportamiento estructural de pavimento flexible en la vía de evitamiento sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la viga Benkelman con una **Metodología:** Descriptiva, teniendo como **Objetivo:** Determinar el comportamiento estructural del pavimento flexible de la vía de evitamiento sur – Cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la viga Benkelman la cual tuvo como resultados **Resultados:** Se calcularon una deflexión característica llegue a 125×10^{-2} mm, mayor que la deflexión admisible que llego a 77×10^{-2} mm de un radio de curvatura promedio de 589.93 mm, el cual es mayor al mínimo establecido por el método (100 mm), llegando a la conclusión que el pavimento no presenta un adecuado comportamiento estructural (p.13).

1.10 Bases teóricas

1.10.1 Sub rasantes

1.10.1.1 Tipos de Suelos de Sub Rasante

Powrie (2010) existen varias clasificaciones para los tipos de suelos, las cuales tienen diferencias mínimas entre sí Según (AASHTO) y (USCS) (p.65).

1.10.1.1.1 Suelo granular

Terzaghi (2013) el suelo granular combinado por imperceptibles partículas de piedra de 0.05 a dos milímetros de diámetro; este es el tipo más liviano de todos los suelos.

1.10.1.1.2 Suelo cohesivo

Ranjan (1996) el área en la que se sitúen los suelos cohesivos, participa un rol importante en el comportamiento de los mismos. la profundidad y la actividad de la arcilla, son parámetros importantes en el desarrollo de las propiedades ingenieriles del suelo (p.430)

1.10.1.1.3 Suelo mixto

Según Cano (2020) los suelos mixtos, tienen una de partículas cohesivas y granulares. estos suelos se denominan suelos intermedios o mixtos, se encuentran ampliamente representados tanto en depósitos naturales y en estructuras de tierra hechas por el hombre.

1.10.2 Comportamiento estructural

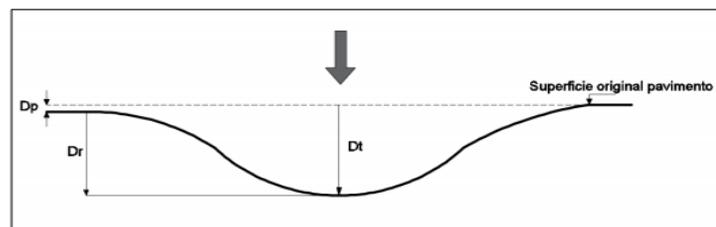
1.10.2.1 Características del comportamiento estructural

1.10.2.1.1 Deflexión.

Según Hoffman (1985) la deflexión en la superficie de la acera flexible debido a la carga del vehículo se puede determinar utilizando un medidor de deflexión como "Viga Benkelman".

- **Deflexión en Pavimentos:**

Bustamante (1996) la deflexión en los asfaltos es la desproporción vertical en un punto de fuerza de la presión (p.65).



Fuente: Chávez (2015)

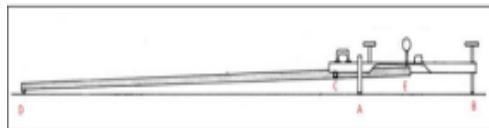
Figura 2.1 Tipos De Deflexiones.

- **Factores que Influyen en la determinación de deflexiones**

a) Carga, temperatura y condiciones del pavimento

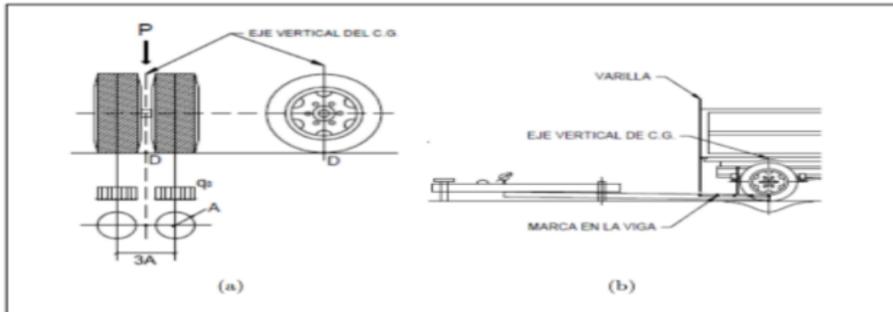
- **Medición de deflexiones con Viga Benkelman**

El instrumento manejado a fin de calcular la desproporción elástica de un asfalto es la "Viga Benkelman".



Fuente: Bustamante (1996).

Figura 2.2 Esquema de la Viga Benkelman

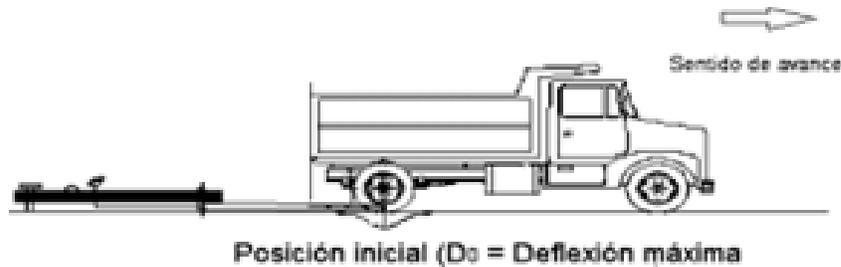


Fuente: Bustamante (1996).

Figura 2.3 Configuración Geométrica del sistema de carga de ensayos con Viga Benkelman

- **Metodología**

La “Viga Benkelman” conforme a los operaciones estandarizadas, no calcula la desproporción elástica del asfalto en un procedimiento de carga directa, sino lo cual derivando de una fase inicial en el cual el asfalto se halla presionado, calcula la redención el cual éste percibe al ser descargado gradualmente.



Fuente: Bustamante (1996)

Figura 2.4 Proceso de medición con Viga Benkelman

- **Equivalencia transito**

La sollicitación producida por el tránsito sobre una infraestructura carretera es bastante compleja, dependen básicamente de los siguientes factores:

Número de Eals

$$N^{\circ}EALS = N^{\circ}vehi * 365 * FC * FCR * FD * Fdis \quad (\text{Ec. 1.2})$$

Dónde:

N°vehi= cantidad de vehículos que circulan por la vía en un día
Fc= Factor camión
Fcr= Factor de crecimiento
FD= Factor de dirección
Fdis= Factor de distribución

- **Cálculo de deflexiones**

- a) Cálculo de las deflexiones**

Cálculo de las deflexiones

$$D_n = (L_f - L_n) \times 4 \dots (\text{Ec.2.2})$$

Dónde:

Dn: Deflexión en la medida n.
Lf: Lectura en la medida final.
Ln: Lectura en la medida n.

- b) Corrección de las deflexiones por efecto de la temperatura**

Corrección de las deflexiones por efecto de la temperatura

$$D_{20^\circ C} = \frac{D_t}{((K*(t^\circ - 20^\circ)*h)+1)} \dots (\text{Ec.3.2})$$

- **Análisis de la capacidad estructural mediante la metodología conrevial**

- a. **Determinación del radio de curvatura.**- La curvatura tiene como característica determinar la deformación línea que sufren las capas por tracción que dan los vehículos.

- **Determinación del radio de curvatura**

$$R_C = \frac{10*25^2}{2*(D_0 - D_{25})} \dots (\text{Ec.4.2})$$

Dónde:

Rc : Radio de Curvatura (m)
D₀: Deflexión máxima corregida por temperatura (1/100 mm)
D₂₅: Deflexión máxima corregida por temperatura (1/100 mm)
10: Coeficiente por cambio de unidades

- b. **Deflexión característica.** - Es un parámetro estadístico representativa de los pavimentos empleado para determinar, evaluar, estableciendo los parámetros estadísticos.

- **Deflexión promedio**

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \dots \text{(Ec.5.2)}$$

- **Desviación estándar**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n-1)}}, \text{ para } n > 30 \dots \text{(Ec. 6.2)}$$

- **Coefficiente de variación**

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{D}} * 100 \dots \text{(Ec.7.2)}$$

- **Deflexión característica**

$$D_C = \bar{D} + t * \sigma \dots \text{(Ec.8.2)}$$

Dónde:

D_{CR} : Deflexión característica

D: Deflexión promedio de los valores individuales D_0 corregidos

t: Coeficiente que representa al porcentaje del área total con probabilidad de presentar deflexiones superiores a la deflexión característica

σ : Desviación estándar

c. **Deflexión admisible.** - Es un parámetro que instituye un término para la deflexión particularidad, sobre del cual no se avala un comportamiento gustoso de la distribución. Se precisa este parámetro:

- **Deflexión Admisible**

$$D_a = \left(\frac{1.15}{N_{18}}\right)^{\frac{1}{4}} \dots \text{(Ec.9.2)}$$

Dónde:

--

D_a : Deflexión admisible (mm).

N_{18} : Cantidad repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton (millones).

d. **Deflexión crítica.**- La deflexión crítica, es un parámetro, instituye un límite para la deflexión La demostración analítica el cual precisa este parámetro:

- **Deflexión Crítica**

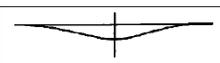
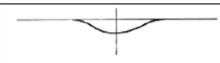
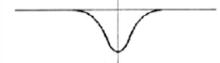
$$D_{CR} = \left(\frac{1.90}{N_{18}}\right)^{\frac{1}{5.3}} \dots \text{(Ec.10.2)}$$

Dónde:

D_{CR} : Deflexión crítica (mm).

N_{18} : Numero repeticiones de ejes equivalentes a 8.2 ton (millones).

e. **Análisis.** - Con los parámetros calculados

Tipo de Deflexión	Comportamiento de la subrasante	Comportamiento del pavimento	Tipo	Cuenco de deflexiones	Curva medida	Pavimento evaluado
Tipo I	Bueno De < Da	Bueno Rc > 100	I		Curva extensa Poco Profunda	Buen Pavimento Buena Subrasante
Tipo II	Malo De > Da	Bueno Rc > 100	II		Curva extensa Profunda	Buen Pavimento Mala Subrasante
Tipo III	Bueno De < Da	Malo Rc < 100	III		Curva corta Poco Profunda	Mal Pavimento Buena Subrasante
Tipo IV	Malo De > Da	Malo Rc < 100	IV		Curva corta Profunda	Mal Pavimento Mala Subrasante

Fuente: Conreval (2015)

Figura 2.5 Características del pavimento de acuerdo al tipo de deflexión y Radio de curvatura.

1.10.2.1.2 Deformación.

Leiva (2017) el desarrollo de deformaciones se da cuando hay un cambio de forma cuando este tiene varias tensiones por repeticiones de carga (p. 28).

1.10.2.1.3 Fatiga.

Vargas (2017) este fenómeno sucede en los pavimentos cuando la carpeta falla por una serie de repeticiones de cargas (p.55).

- **Esfuerzo vertical distribuido para cálculo en una carga concentrada por Boussinesq**
Se utilizará el método de esfuerzos para una carga concentrada, en medios homogéneos, linealmente elásticos e isotrópicos, para poder ver los cambios de fatiga que pueda tener un suelo al contacto de cargas concentradas
- a. Se explican las variables que intervienen en el cálculo de esfuerzo vertical por la fórmula de Boussinesq:

$$\sigma_z = \frac{P}{z^2} P_0 \dots \text{(Ec.11.2)}$$

$$\sigma_z = \frac{P}{z^2} \left\{ \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} \right\} \dots \text{(Ec.12.2)}$$

$$I_{\sigma} = \frac{1}{z^2} \left\{ \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} \right\} \dots \text{(Ec.13.2)}$$

$$\sigma_Z = P I_0 \dots \text{(Ec.10.2)}$$

$$r = \sqrt{\frac{z^{\frac{6}{5}}}{\left(\frac{2\pi I_0}{3}\right)^{\frac{2}{5}}} - z^2} \dots \text{(Ec.14.2)}$$

El radio se hace cero cuando:

$$Z = 0 \dots \text{(Ec.15.2)}$$

$$z = \sqrt{\frac{3}{2\pi I_0}} \dots \text{(Ec.16.2)}$$

$$\sigma_Z = \frac{P}{z^2} P_0 \dots \text{(Ec.17.2)}$$

$$P_0 = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{\frac{5}{2}} \dots \text{(Ec.18.2)}$$

Donde:

- P_0 : Producto de factor de Influencia
- z : Profundidad
- r : Radio
- I_0 : Influencia
- P : Peso o carga concentrada
- σ_Z : Esfuerzo vertical

1.11 Definición de términos básicos

Sub-rasante: Es resistir las cargas el cual transmite el asfalto y proporcionar sustentación, también de estimarse el cimiento del asfalto Brito (2017).

Pavimentos: Un pavimento es una estructura trazada con la capacidad de absorber las fuerzas producidas por labor de la tráfico de autos, o cualquier otra carga móvil, en el transcurso del periodo de tiempo para qué ha sido diseñado por Brito (2017).

Propuesta: La palabra propuesta tiene varias definiciones. En el mundo profesional y académico, pero, una propuesta es un documento el cual refiere un proyecto de trabajo a ejecutar en un sitio o sector de interés Arias (2006).

Sector: Se nombra sector a una parte o una determinado sitio de algún lugar (Balarezo & Javier, 2017).

Diseño: Un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico Massenlli (2019).

CAPÍTULO III: METODOLOGIA

1.12 Método y alcance de la investigación: Científico

Según Valderrama (2015) el método científico es el grupo de procesos mediante a lo que se proponen problemas científicos y se someten a pruebas (p.73).

La investigación inicia con la observación directa, a la estructura de pavimentos flexibles según el suelo de sub rasante, para poder verificar, analizar y aplicar el conocimiento para la investigación. Como estas estimaciones en este estudio se empleará el método **científico**.

1.13 Tipo de la investigación: Aplicada

Según Behar (2008) en la investigación como característica principal es aplicar todo conocimiento adquirido para poder darle una solución al problema presentado (p.20).

Para el análisis de la estructura de un asfalto flexible según suelo de sub rasante se emplearán mediante una deflectometría, a fin a la teoría examinada, este estudio se describe del tipo **aplicada**.

1.14 Nivel de la investigación: Explicativo

De acuerdo con Arias (2006) se tiene que ver el porqué de cada hecho encontrado, mediante una relación causa efecto. Se encarga de ver las causas y efectos generados según lo experimentado mediante la prueba de hipótesis (p.26).

Por lo tanto, basándose en este criterio, esta investigación corresponde a un nivel explicativo ya que se busca ver comportamiento estructural del pavimento flexible según suelo de sub rasante.

1.15 Diseño de la investigación

Según Tamayo (2004) procede a darse a un proceso experimental, donde puede manipular libremente las variables esto con el objetivo de analizar si implicancia para que luego se describa el acontecimiento (p.47).

Por lo tanto, en el desarrollo de este trabajo se tendrá un **diseño experimental**.

1.16 Población, muestra y muestreo

1.16.1 Población

Conforme a Hernández (2010) grupo de seres, elementos y cosas el cual mantienen particularidades habituales y desempeñan con una sucesión de detalles.

Términos de la población a nivel de carpeta de pavimento de la vía principal de Juliaca a Caracoto, el cual integra una longitud total de 9.00 km.

1.16.2 Muestra

Conforme a Oseda (2015) la muestra es una porción reducida de la población, puesto que tiene las principales particularidades de aquellas (p.158).

La muestra estará conformada por el tramo Juliaca - Caracoto que consta de 9 km de distancia.

1.16.3 Muestreo

Muestreo: No probabilístico

Según Jauset (2007) este método trata se elegirá los elementos a criterio donde estas muestras son sesgadas y no se podrá estimar el error muestral (p.141).

En este estudio se empleará el “muestreo no probabilístico de tipo intencional”, condicionalmente la zona de estudio o muestra será elegida a conveniencia y criterio propio al propósito de la investigación; puesto que se elegirá los puntos con mejores características y condiciones para su evaluación, y así poder generar resultados confiables.

1.17 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

1.17.1 Técnica: Observación directa

De acuerdo con Arias (2012) es el análisis de un fenómeno en nuestro entorno, observado o captado de una manera sistemática y controlada mediante el sentido de la vista, los objetivos diseñados en el estudio (p.69).

En la actual investigación se aplicará la técnica de observación directa, pues nos apoyaremos de esta técnica para poder ver y analizar las variaciones que presenta la conducta estructural del pavimento flexible según el suelo de sub rasante.

1.17.2 Instrumentos de recolección de datos: Ficha de recopilación de información

Según Hernández (2010) a fin de conseguir la información precisa el de que se tiene que preparar un plan de modo organizado para ver los valores confiables, la información debe tener el objetivo específico realizar una buena investigación (p.115).

Los instrumentos manejados para este estudio: Equipos de laboratorio, manuales de mecánica de suelos, equipos topográficos, datos bibliográficos, etc.

1.17.3 Validez

Oseda (2015) refiere “La validez es un concepto del cual pueden tenerse diferentes tipos de evidencia: a) evidencia relacionada con el contenido, b) evidencia relacionada con el criterio y c) evidencia relacionada con el constructo” (pág. 170).

Los instrumentos de estudio se validaron por mediación del juicio de expertos, en la presente investigación la validez más directa; es donde el nivel de representatividad que el instrumento contiene acerca de la variable en estudio.

Tabla 3.1. Rangos de Validación

Rango	Validación
0.81 - 1.00	Muy alta
0.61 - 0.80	Alta
0.41 - 0.60	Media
0.21 - 0.40	Baja

Fuente: Reproducido de (Behar, 2008) (validez)

Tabla 3.2. Validez de contenido del instrumento de las variables:
Tipos de suelos, comportamiento estructural, por juicio de expertos.

Nº	Grado Académico	Nombres y Apellidos	CIP	Validez
1	Magister	Miguel E. Córdova Cano	91865	0.90
2	Ingeniero	Américo Béjar Parra	53544	0.88
3	Ingeniero	Edilberto Cahuapaza Velarde	84573	0.91

Fuente: Elaboración propia

0.90

El promedio de validez de expertos es de 0.90, el cual según la tabla 3.1 es validez alta.

1.17.4 Confiabilidad

Hay diferentes maneras de computar la confiabilidad de un instrumento, en el actual estudio se consideró tal reseña a OSEDA (2015). Se deduce que la confiabilidad de la cédula ofrecida se posee 0.90%, esto muestra lo cual conseguimos un valor en el rango de 0.72 a 0.99, tiene una excelente confiabilidad.

Tabla 3.3. Tabla de confiabilidad

0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy Confiable
0.72 a 0.99	Excelente Confiabilidad
1.0	Confiabilidad nula perfecta

Fuente: Oseada (2015) (p.107)

1.18 Procedimiento

Cumpliendo los análisis de confiabilidad y validez se aplicará sobre la carretera Juliaca – Caracoto, los instrumentos se aplicarán de forma incógnita, inspeccionado por el investigador, recolectando los datos en los cuestionarios, cuya información se procesan con el paquete estadístico SPSS26.

1.19 Métodos de análisis de datos

En el actual estudio reside en efectuar otros tipos de experimentaciones de mecánica de suelo tomando en cuenta las pautas del (MTC) y (AASHTO). Así como también se empleará el software Excel así como SPSS hacia el estudio de la estadística y los planos se crearon por medio del software CIVIL 3D.

1.20 Aspectos éticos

En este estudio se respeta la autenticidad de los datos vertidos, y la originalidad de los datos. Como la adecuada forma de referencias y citas a los autores, gráficos e información manejada con el propósito de este estudio.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS - RESULTADOS

1.21 Descripción de la zona de estudio

1.21.1 Ubicación

La localidad de Caracoto políticamente se ubica en el distrito de Juliaca provincia: San Román, región Puno. El tramo en estudio se encuentra entre las coordenadas X=378976.452, Y=8285647, Hasta X=381820.274 Y=8278905.454, y a una altitud de 3826 msnm.

1.21.2 Características de la zona de estudio

El pavimento flexible que actualmente forma parte de la vía Juliaca - Caracoto, tiene que ser un pavimento en óptimas condiciones de servicialidad ya que diariamente acoge a los diferentes vehículos de transporte interprovincial, departamental de diferentes partes de la región.

La vía estudiada es parte de la vía Juliaca – Puno, con pavimento flexible que actualmente forma parte concesionada a COVISUR, el tramo específico está dentro de la jurisdicción forma parte de la Municipalidad de San Román, tiene que ser un pavimento en óptimas condiciones de servicialidad ya que diariamente acoge a los diferentes vehículos de transporte interprovincial, departamental de diferentes partes de la región.

❖ Primera etapa (Jurisdicción San Román)

Tabla 4.1. Datos técnicos de la vía Juliaca - Caracoto

Nº de calzadas	Nº de carriles por calzada	Bermas laterales		Ancho de carriles	Ancho de corona		Separador central
		Nº	Ancho		Nº	Distancia	
2	6	2	3	19.20	2	25.20	9.60

❖ Segunda etapa (Jurisdicción MTC / Covisur)

Tabla 4.2. Datos técnicos de la vía Juliaca - Caracoto

N° de calzadas	N° de carriles por calzada	Bermas laterales		Ancho de carriles	Ancho de corona		Separador central
		N°	Ancho		N°	Distancia	
2	2	2	0.90	9.60	2	11.40	4.80

La carretera viene a ser de pavimento flexible, siendo una autopista de segunda categoría teniendo pendientes mínimas y máximas del 1% al 3%.

1.22 Estudios previos

1.22.1 Estudios de Campo

1.22.1.1 Estudios Topográficos

Se realizó un levantamiento topográfico, tomando en cuenta las precisiones paramétricas y altimétricas con una estación total, serie: 2565485235N, cuyos planos (planta general, perfiles longitudinales, secciones transversales) se encuentran en el anexo 6.

1.22.1.2 Estudios de aforo vehicular

Aforos de vehículos

Se realizó los aforos vehiculares con técnicas de recolección de datos por conteo, precisa selección de vehículos según su categoría correspondiente. Todo ello se complementó con la grabación de las cámaras de vigilancia de dos puntos ubicados estratégicamente en ambos carriles. Indicar, las características de las cámaras se adjuntan en (anexo). Esta no tiene un certificado de calibración ya que las cámaras solo dan imágenes en tiempo real y grabado.

- **Determinación del IMD actual**

Se realizó la contabilización de vehículos desde el lunes 12 de abril hasta el 18 de abril (tabla de aforo vehicular en el día).

- **Cálculo del número de eals proyectados al 2008 (Exp. Técnico)**

Trafico de diseño según expediente técnico al 2008: $3.335 * 10^6$ Eals

- **Cálculo del número de eals proyectados al 2021 (Exp. Técnico)**

Trafico de diseño al 2021: $5.036 * 10^6$ Eals

- **Periodo de diseño según expediente técnico: 15 años**

Tabla 4.3 Datos de aforo vehicular según su tipo

AFORO VEHICULAR																							
DIA	JULIACA - CARACOTO	T. DE VEHICULO	MOTOT AXI	AC	AP	COMB	B2	B3	B4	C2	C3	C4	T2 S1	T2 S2	T2 S3	T2S 4	T3S 1	T3S 2	T3S 3	T3S 4	C2R 2	C3R 3	MP
		HORA																					
LUNES	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	722	503	174	39	9	3	0	85	21	0	0	0	0	0	0	2	11	1	0	0	0
		8:00 am / 11:00 am	503	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	860	452	244	61	7	8	0	89	27	3	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	2
		2:00 pm / 5:00 pm	754	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2
		5:00 pm / 9:00 pm	740	448	316	87	13	2	1	81	5	0	0	3	0	0	0	0	3	0	0	0	3
			3579	2455	1466	277	39	15	1	493	96	5	1	5	3	0	1	4	42	2	0	0	8
LUNES	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	816	456	227	15	20	1	0	129	12	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	0	0
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	636	398	267	35	9	8	0	59	28	0	0	0	0	0	10	0	5	0	0	0	0
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0	1
		5:00 pm / 9:00 pm	804	706	233	57	23	8	0	112	15	0	0	0	0	0	0	1	19	0	0	0	0
			4058	2802	1295	228	63	19	3	487	101	1	1	0	1	0	10	2	55	0	0	0	2
MARTES	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	759	415	205	48	13	2	0	67	20	2	0	2	0	0	0	0	7	0	0	0	3
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	629	361	284	39	5	3	0	109	14	0	0	0	0	0	0	0	11	1	0	0	0
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2
		5:00 pm / 9:00 pm	533	411	299	88	15	1	1	54	13	1	0	2	0	0	0	0	5	0	0	0	0
			3413	2239	1520	265	43	8	1	468	90	5	1	6	3	0	1	2	42	2	0	0	6
MARTES	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	753	505	163	43	24	1	0	50	18	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	645	443	275	53	2	2	0	133	24	2	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0	1
		5:00 pm / 9:00 pm	617	491	288	53	12	2	0	55	18	0	0	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0
			3817	2681	1294	270	49	7	3	425	106	3	1	1	0	0	3	51	0	0	0	2	

MIERCOLES	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	925	485	264	66	5	3	0	116	28	1	0	0	0	0	0	17	0	0	0	4	
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	751	413	280	66	8	0	0	105	22	1	0	0	0	0	0	0	14	1	1	1	0
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2
		5:00 pm / 9:00 pm	588	478	178	300	8	6	0	59	16	0	0	0	0	0	2	0	12	0	2	0	4
			3756	2428	1454	522	31	11	0	518	109	4	1	2	3	0	3	2	62	2	3	1	11
MIERCOLES	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	950	539	336	79	8	2	0	81	12	0	4	0	0	0	0	11	0	1	0	1	
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	
		11:00 am / 2:00 pm	782	476	301	60	6	0	0	92	23	0	0	0	0	0	1	10	2	1	0	0	
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	1	22	0	0	0	1	
		5:00 pm / 9:00 pm	587	340	159	222	8	0	2	52	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1
			4121	2597	1364	482	33	4	5	412	94	1	5	0	0	0	2	49	2	2	10	4	
JUEVES	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	437	289	212	14	7	4	0	77	28	0	3	0	3	0	0	4	0	0	0	4	
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm	818	412	241	4	12	16	0	95	27	0	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2
		5:00 pm / 9:00 pm	560	536	277	40	50	41	0	95	51	0	0	9	3	0	0	3	12	0	0	0	0
			3307	2289	1462	148	79	63	0	505	149	2	4	11	9	0	1	6	46	1	0	0	7
JUEVES	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	690	303	313	51	9	7	0	60	16	0	0	0	0	0	1	0	7	0	0	0	4
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	
		11:00 am / 2:00 pm	873	502	245	10	43	53	0	96	0	0	0	2	1	0	0	0	10	0	0	0	0
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0	1
		5:00 pm / 9:00 pm	423	330	255	17	41	27	0	0	111	0	0	0	3	0	0	0	15	0	0	0	1
			3788	2377	1381	199	104	89	3	343	173	1	1	2	4	0	1	1	60	0	0	0	7
VIERNES	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	860	438	263	39	10	2	0	86	34	2	0	0	0	2	0	2	12	0	2	3	2
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1
		11:00 am / 2:00 pm																					
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2
		5:00 pm / 9:00 pm	506	351	203	35	16	0	0	72	14	1	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	
			2858	1841	1198	164	36	4	0	396	91	5	1	2	3	2	1	5	35	1	2	3	5
VIERNES	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	908	573	220	44	9	2	0	69	34	3	0	0	0	0	0	3	0	0	0	4	
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	
		11:00 am / 2:00 pm	703	483	278	35	12	1	0	103	32	1	0	0	0	0	0	10	1	0	0	1	
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0	1
		5:00 pm / 9:00 pm	520	360	205	58	15	1	0	65	28	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	1
			3933	2658	1271	258	47	6	3	424	140	5	1	0	0	0	1	52	1	0	0	8	

SABADO	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	730	478	128	63	15	2	0	91	34	1	0	2	1	0	0	0	5	0	0	0	0	
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0	1	
		11:00 am / 2:00 pm	521	354	305	31	5	1	0	58	21	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	9	0	
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0	2	
		5:00 pm / 9:00 pm	538	422	263	72	14	1	1	55	13	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
			3281	2306	1428	256	44	6	1	442	111	4	1	6	6	0	1	2	26	1	0	9	3	
SABADO	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am	735	473	176	89	2	0	0	68	28	1	0	5	3	0	0	0	1	0	0	13	0	
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	1	
		11:00 am / 2:00 pm	632	411	252	48	5	1	0	51	19	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	50	6	
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0		
		5:00 pm / 9:00 pm	567	502	238	31	10	0	0	67	30	0	0	1	2	0	0	2	7	0	0	1	1	
			3736	2628	1234	289	28	3	3	373	123	2	1	6	5	0	0	3	38	0	0	64	8	
DOMINGO	LADO DERECHO DE NORTE A SUR PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am		695	142		10	3		21	8			5					4				2	
		8:00 am / 11:00 am	580	357	270	28	2	2	0	87	13	0	1	2	3	0	0	1	4	0	0	0		
		11:00 am / 2:00 pm		311	238	45	24			13	35				3			8	5				3	
		2:00 pm / 5:00 pm	912	695	462	62	8	0	0	151	30	2	0	0	0	0	1	1	15	1	0	0		
		5:00 pm / 9:00 pm		525	205	44	10		1	37	6								7				1	
			1492	2583	1317	179	54	5	1	309	92	2	1	7	6	0	1	10	35	1	0	0	6	
DOMINGO	LADO IZQUIERDO DE SUR A NORTE PUNTO DE INICIO PROGRESIVA 0+000	6:00 am / 8:00 am		259	125		6			30	6								2				1	
		8:00 am / 11:00 am	595	296	228	44	4	0	0	71	15	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0		
		11:00 am / 2:00 pm		384	280	51	5			9	20				1			1	5				2	
		2:00 pm / 5:00 pm	1207	946	340	77	7	2	3	116	31	1	1	0	0	0	0	1	22	0	0	0	1	
		5:00 pm / 9:00 pm		428	322	50	4			27	3								2					
			1802	2313	1295	222	26	2	3	253	75	1	1	0	1	0	0	2	37	0	0	0	4	
			M.D	21686	16141	9845	1811	326	112	4	3131	738	27	10	39	33	2	9	31	288	10	5	13	46
			M.IZQ	25255	18056	9134	1948	350	130	23	2717	812	14	11	9	11	0	11	14	342	3	2	74	35
			TOTAL	46941	34197	18979	3759	676	242	27	5848	1550	41	21	48	44	2	20	45	630	13	7	87	81

Fuente: Elaboración propia

1.22.1.3 Estudios de laboratorio de suelos

Se realizaron los siguientes estudios siguiendo procedimientos indicados por las normas técnicas nacionales e internacionales según sea el caso.

- Contenido de humedad ASTM D2216 NTP 339.127 (Ver Anexo 4)
- Análisis granulométrico por tamizado ASTM D422 NTP 339.128 (Ver Anexo 4)
- Límite líquido ASTM D4318 NTP 339.129 (Ver Anexo 4)
- Límite plástico ASTM D4318 NTP 339.129 (Ver Anexo 4)
- Límite de contracción ASTM D427 NTP 339.140(Ver Anexo 4)
- Delflectometria con viga Benkelman Norma MTC 1002 - 2000 (Ver Anexo 4)

1.23 Análisis de la información

1.23.1 Estimación de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

1.23.1.1 Clasificación de vía

- **Según su jerarquía:** Sistema Nacional, Ruta Nacional (PE-34H – 3S).
- **De acuerdo a su demanda:** Autopista es de Clase II
- **Según Condiciones Orográficas:** Tipo 1.

❖ **Identificación de Tipo de suelo de sub rasante:** Se obtuvieron los siguientes resultados en las calicatas realizadas (Anexos 4)

Tabla 4.4. Identificación de tipo de sub rasante

Muestra	Ubicación	Tipo de suelo según AASHTO
C-1	Km 0+600	Grupo A-2 (Subgrupo A-2-5)
C-2	Km 3+000	Grupo A-4
C-3	Km 8+250	Grupo A-2 (Subgrupo A-2-4)

Tabla 4.5. Ensayos de LL-LP-IP-CH

Límites de Consistencias			
%	C-1	C-2	C-3
Limite Líquido	50.21	47.01	51.21
Limite Plástico	19.59	20.58	18.43
Índice de Plasticidad	30.62	26.43	32.78
Contenido de Humedad (%)	15.20	17.00	15.90

1.23.1.2 Verificación de la estructura del pavimento (Fuente Exp. Técnico)

La estructura del pavimento se verifico mediante calicatas de sondeo

Tabla 4.6. Espesores de las capas de la vía de estructura del pavimento flexible

	Estructura del pavimento Flexible (Según Expediente Técnico)	Estructura del pavimento Flexible (Según proyecto ejecutado por COVISUR)
	Vía de 6 carriles	Vía de 2 Carriles
Carpeta Asfáltica	7.50	10.00
Base	15.00	15.00
Subbase	20.00	20.00
Sub rasante	80.00	90.00

Fuente: Expediente técnico MPSR (2007) y Expediente técnico Covisur (2005)

1.23.1.3 Medición de las deflexiones, aplicando el ensayo con viga Benkelman

Se inicia la medición de las deflexiones en los diales desde los kilómetros 0+000 hasta 9+000, donde se obtuvo las siguientes medidas.

MARGEN DERECHO PROGRESIVA 00+000 HASTA 09+000

ETAPA I

Tabla 4.7. Tabla de Deflexión máxima admisible desde 0+000 hasta 01+000 lado derecho

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. °K	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ³ mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				U (Dnó x)	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm		100 cm.	D _o 0 cm.	DMP D _z	DSTD D std.	D _z	D _z 25 cm	D _z	D _z									
																													0 cm.	25 cm.							50 cm.
1	00+000	0.00	4		6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44					28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
2	00+100	0.00	5		9	14	26	0.0	12:00	14	9	14	5	14	56	36	56	20	56	1.00	56	36	56	20	56	56					36	157	35.2	19	964.7	8.8	CUMPLE
3	00+200	0.00	3		8	21	26	0.0	12:02	21	18	21	13	21	84	72	84	52	84	1.00	84	72	84	52	84	84	61	20	95	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE	
4	00+300	0.00	4		8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56					40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE
5	00+400	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	61	20	95	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
6	00+500	0.00	3		5	9	26	0.0	12:08	9	6	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36					24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE
7	00+600	0.00	3		7	10	26	0.0	12:10	10	7	10	3	10	40	28	40	12	40	1.00	40	28	40	12	40	40	40	4	46	28	261	41.0	23	1189.2	11	CUMPLE	
8	00+700	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44					28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	00+800	0.00	4		7	23	26	0.0	12:14	23	19	23	16	23	92	76	92	64	92	1.00	92	76	92	64	92	92	58	29	106	76	196	62.1	36	355.8	3.2	NO CUMPLE	
10	00+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44					28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
11	01+000	0.00	4		9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	62	26	105	36	196	40.1	22	931.6	8.5	CUMPLE	

ETAPA II

Tabla 4.8. Tabla de deflexión máxima admisible de 02+500 hasta 03+500 lado derecho

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. °K	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ³ mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				U (Dnó x)	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm		100 cm.	D _o 0 cm.	DMP D _z	DSTD D std.	D _z	D _z 25 cm	D _z	D _z									
																													0 cm.	25 cm.							50 cm.
1	02+500	0.00	4		6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44					28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
2	02+600	0.00	5		9	21	26	0.0	12:00	21	16	21	12	21	84	64	84	48	84	1.00	84	64	84	48	84	84					64	157	49.3	28	481.3	4.4	NO CUMPLE
3	02+700	0.00	3		8	28	26	0.0	12:02	28	25	28	20	28	112	100	112	80	112	1.00	112	100	112	80	112	112	80	34	136	100	261	86.2	51	214.4	1.9	NO CUMPLE	
4	02+800	0.00	4		8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56					40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE
5	02+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	70	36	130	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
6	03+000	0.00	3		5	9	26	0.0	12:08	9	6	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36					24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE
7	03+100	0.00	3		7	21	26	0.0	12:10	21	18	21	14	21	84	72	84	56	84	1.00	84	72	84	56	84	84	54	26	97	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE	
8	03+200	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44					28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	03+300	0.00	4		7	28	26	0.0	12:14	28	24	28	21	28	112	96	112	84	112	1.00	112	96	112	84	112	112	80	34	136	96	196	71.2	42	257.2	2.3	NO CUMPLE	
10	03+400	0.00	4		8	21	26	0.0	12:16	21	17	21	13	21	84	68	84	52	84	1.00	84	68	84	52	84	84					68	196	58.2	34	413.8	3.8	NO CUMPLE
11	03+500	0.00	4		9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	82	30	132	36	196	40.1	22	931.6	8.5	CUMPLE	

ETAPA III

Tabla 4.9. Tabla de deflexión máxima admisible de 08+000 hasta 09+000 lado derecho

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. "K"	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA A RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻³ mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				Lr (Dmá x)	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.	100 cm.	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.		100 cm.	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.	100 cm.	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _c							D ₂₅ 25 cm
1	08+000	0.00	4	6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
2	08+100	0.00	5	9	12	26	0.0	12:00	12	7	12	3	12	48	28	48	12	48	1.00	48	28	48	12	48	48				28	157	30.4	16	1262.5	11	CUMPLE		
3	08+200	0.00	3	8	13	26	0.0	12:02	13	10	13	5	13	52	40	52	20	52	1.00	52	40	52	20	52	52	48	4	54	40	261	50.5	29	760.9	6.9	CUMPLE		
4	08+300	0.00	4	8	12	26	0.0	12:04	12	8	12	4	12	48	32	48	16	48	1.00	48	32	48	16	48	48				32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE		
5	08+400	0.00	4	8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	48	4	54	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
6	08+500	0.00	3	5	11	26	0.0	12:08	11	8	11	6	11	44	32	44	24	44	1.00	44	32	44	24	44	44				32	261	44.3	25	1010.1	9.2	CUMPLE		
7	08+600	0.00	3	7	12	26	0.0	12:10	12	9	12	5	12	48	36	48	20	48	1.00	48	36	48	20	48	48	45	2	49	36	261	47.5	27	871.1	7.9	CUMPLE		
8	08+700	0.00	4	7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
9	08+800	0.00	4	7	12	26	0.0	12:14	12	8	12	5	12	48	32	48	20	48	1.00	48	32	48	20	48	48	46	2	50	32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE		
10	08+900	0.00	4	8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
11	09+000	0.00	4	9	10	26	0.0	12:18	10	6	10	1	10	40	24	40	4	40	1.00	40	24	40	4	40	40	44	4	50	24	196	31.7	17	1469.5	13	CUMPLE		

MARGEN IZQUIERDO PROGRESIVA 00+000 HASTA 09+000

ETAPAI

Tabla 4.10. Tabla de deflexión máxima admisible de 00+000 hasta 01+000 lado izquierdo

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. "K"	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA A RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻³ mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				Lr (Dmá x)	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.	100 cm.	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.		100 cm.	0 cm.	25 cm.	50 cm.	75 cm.	100 cm.	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _c							D ₂₅ 25 cm
1	00+000	0.00	4	6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
2	00+100	0.00	5	9	14	26	0.0	12:00	14	9	14	5	14	56	36	56	20	56	1.00	56	36	56	20	56	56				36	157	35.2	19	964.7	8.8	CUMPLE		
3	00+200	0.00	3	8	21	26	0.0	12:02	21	18	21	13	21	84	72	84	52	84	1.00	84	72	84	52	84	84	61	20	95	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE		
4	00+300	0.00	4	8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE		
5	00+400	0.00	4	8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	61	20	95	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
6	00+500	0.00	3	5	9	26	0.0	12:08	9	6	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE		
7	00+600	0.00	3	7	10	26	0.0	12:10	10	7	10	3	10	40	28	40	12	40	1.00	40	28	40	12	40	40	40	4	46	28	261	41.0	23	1189.2	11	CUMPLE		
8	00+700	0.00	4	7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
9	00+800	0.00	4	7	23	26	0.0	12:14	23	19	23	16	23	92	76	92	64	92	1.00	92	76	92	64	92	92	58	29	106	76	196	62.1	36	355.8	3.2	NO CUMPLE		
10	00+900	0.00	4	8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE		
11	01+000	0.00	4	9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	62	26	105	36	196	40.1	22	931.6	8.5	CUMPLE		

ETAPA II

Tabla 4.11. Tabla de deflexión máxima admisible de 02+500 hasta 03+500 lado izquierdo

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. °K	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATUR A RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻² mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				U (Dmá x)	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm		100 cm	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _s	D ₂₅	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _s							D ₂₅
1	02+500	0.00	4		6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
2	02+600	0.00	5		9	21	26	0.0	12:00	21	16	21	12	21	84	64	84	48	84	1.00	84	64	84	48	84	84				64	157	49.3	28	481.3	4.4	NO CUMPLE	
3	02+700	0.00	3		8	28	26	0.0	12:02	28	25	28	20	28	112	100	112	80	112	1.00	112	100	112	80	112	112	80	34	136	100	261	86.2	51	214.4	1.9	NO CUMPLE	
4	02+800	0.00	4		8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE	
5	02+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	70	36	130	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
6	03+000	0.00	3		5	9	26	0.0	12:08	9	6	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE	
7	03+100	0.00	3		7	21	26	0.0	12:10	21	18	21	14	21	84	72	84	56	84	1.00	84	72	84	56	84	84	54	26	97	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE	
8	03+200	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
9	03+300	0.00	4		7	28	26	0.0	12:14	28	24	28	21	28	112	96	112	84	112	1.00	112	96	112	84	112	112	80	34	136	96	196	71.2	42	257.2	2.3	NO CUMPLE	
10	03+400	0.00	4		8	21	26	0.0	12:16	21	17	21	13	21	84	68	84	52	84	1.00	84	68	84	52	84	84				68	196	58.2	34	413.8	3.8	NO CUMPLE	
11	03+500	0.00	4		9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	82	30	132	36	196	40.1	22	931.6	8.5	CUMPLE	

ETAPA III

Tabla 4.12. Tabla de deflexión máxima admisible de 08+000 hasta 09+000 lado izquierdo

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP. AMBIENTE °C	TEMP. PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					DEFLEXION mm x 10 ⁻²					CORRECCION TEMP. °K	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATUR A RC (mm)	R5 cm	LO cm	EO kg/cm2	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻² mm	
		Lectura Inicial Lo (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				U (Dmá x)	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	0 cm.	25 cm	50 cm	75 cm		100 cm	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _s	D ₂₅	Do 0 cm.	DMP D _p	DSTD D std.	D _s							D ₂₅
1	08+000	0.00	4		6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
2	08+100	0.00	5		9	12	26	0.0	12:00	12	7	12	3	12	48	28	48	12	48	1.00	48	28	48	12	48	48				28	157	30.4	16	1262.5	11	CUMPLE	
3	08+200	0.00	3		8	13	26	0.0	12:02	13	10	13	5	13	52	40	52	20	52	1.00	52	40	52	20	52	52	48	4	54	40	261	50.5	29	760.9	6.9	CUMPLE	
4	08+300	0.00	4		8	12	26	0.0	12:04	12	8	12	4	12	48	32	48	16	48	1.00	48	32	48	16	48	48				32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE	
5	08+400	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	48	4	54	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
6	08+500	0.00	3		5	11	26	0.0	12:08	11	8	11	6	11	44	32	44	24	44	1.00	44	32	44	24	44	44				32	261	44.3	25	1010.1	9.2	CUMPLE	
7	08+600	0.00	3		7	12	26	0.0	12:10	12	9	12	5	12	48	36	48	20	48	1.00	48	36	48	20	48	48	45	2	49	36	261	47.5	27	871.1	7.9	CUMPLE	
8	08+700	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
9	08+800	0.00	4		7	12	26	0.0	12:14	12	8	12	5	12	48	32	48	20	48	1.00	48	32	48	20	48	48	46	2	50	32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE	
10	08+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
11	09+000	0.00	4		9	10	26	0.0	12:18	10	6	10	1	10	40	24	40	4	40	1.00	40	24	40	4	40	40	44	4	50	24	196	31.7	17	1469.5	13	CUMPLE	

Interpretación:

Según las tablas, las deflexiones promedio calculadas, varía en la etapa I de 0.58×10^{-2} mm, etapa II una deflexión promedio de 0.74×10^{-2} mm y etapa III con una deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm, donde se registra en la etapa I sub rasantes de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-5). Etapa II una sub rasante de tipo ML (Limos Inorgánicos) – según AASHTO pertenece (Grupo A-4). Y en la etapa III una sub rasante de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-4).

Estimación de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se estima que según a los estratos de suelos en contratos. En la etapa I, se encontró una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 0+000 hasta 1+000, se encontró una deflexión de 0.58×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-2 y sub grupo A-2-5. En la etapa II, se encontró una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 2+500 hasta 3+500, se encontró una deflexión de 0.74×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-4. En la etapa III, se encontró una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 8+000 hasta 9+000, se encontró una deflexión de 0.54×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-2 y sub grupo A-2-4.

1. Análisis de cada prueba tomada

Se analizó la condición de cada prueba tomada en la vía de estudio y así comparar los datos propuestos por el método conrevial

Tabla 4.13. Ubicación de puntos críticos

Ubicación de calicatas			
Progresiva	Cota	Coordenadas Este	Coordenadas Norte
0+600	3838.650	376746.12	8287279.02
3+000	3838.400	376629.15	8287279.02
8+250	3839.200	376110.17	8287071.57

- **Margen Izquierdo**

Tabla 4.14. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLECCIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
00+000	48	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+100	60	74	REGULAR	157	100	REGULAR	TIPO I
00+200	44	74	BUENO	261	100	BUENO	TIPO I
00+300	84	74	MALO	196	100	MALO	TIPO III
00+400	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+500	36	74	BUENO	261	100	BUENO	TIPO I
00+600	40	74	REGULAR	261	100	BUENO	TIPO I
00+700	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+800	100	74	MALO	196	100	BUENO	TIPO III
00+900	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
01+000	52	74	REGULAR	196	100	BUENO	TIPO I

Figura 4.1 Delfectograma desde prog. 00+000 hasta 01+000

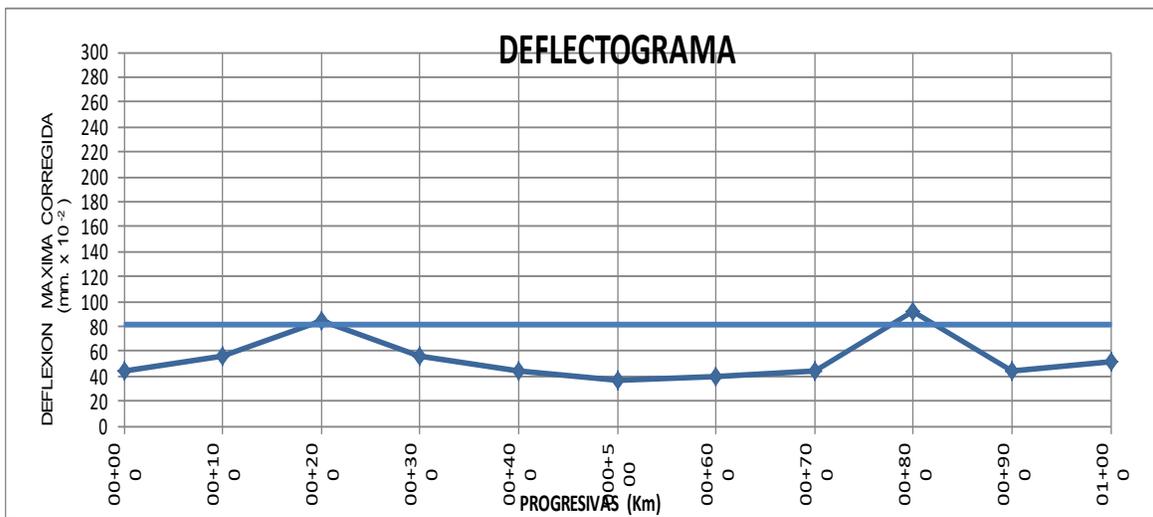


Figura 4.2 Deflexión característica

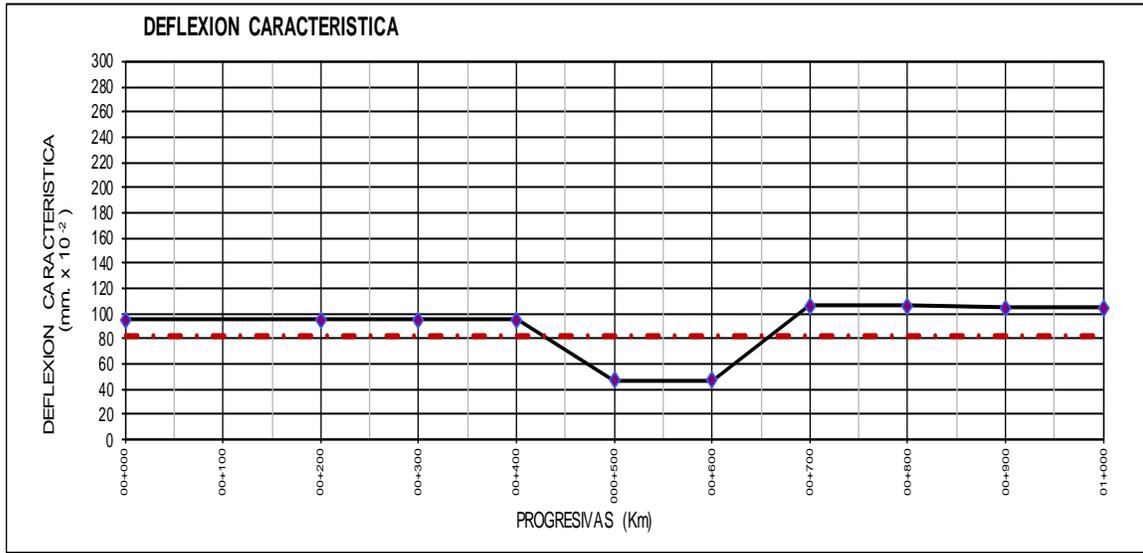


Tabla 4.15. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLEXIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
02+500	44	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
02+600	48	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
02+700	112	74	MALO	46	100	MALO	TIPO IV
02+800	56	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
02+900	44	74	BUENO	157	100	BUENO	TIPO I
03+000	36	74	REGULAR	261	100	REGULAR	TIPO I
03+100	40	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
03+200	44	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
03+300	112	74	MALO	196	100	BUENO	TIPO II
03+400	84	74	MALO	261	100	REGULAR	TIPO II
03+500	84	74	MALO	392	100	REGULAR	TIPO II

Figura 4.3 Deflectograma desde prog. 02+500 hasta 03+500

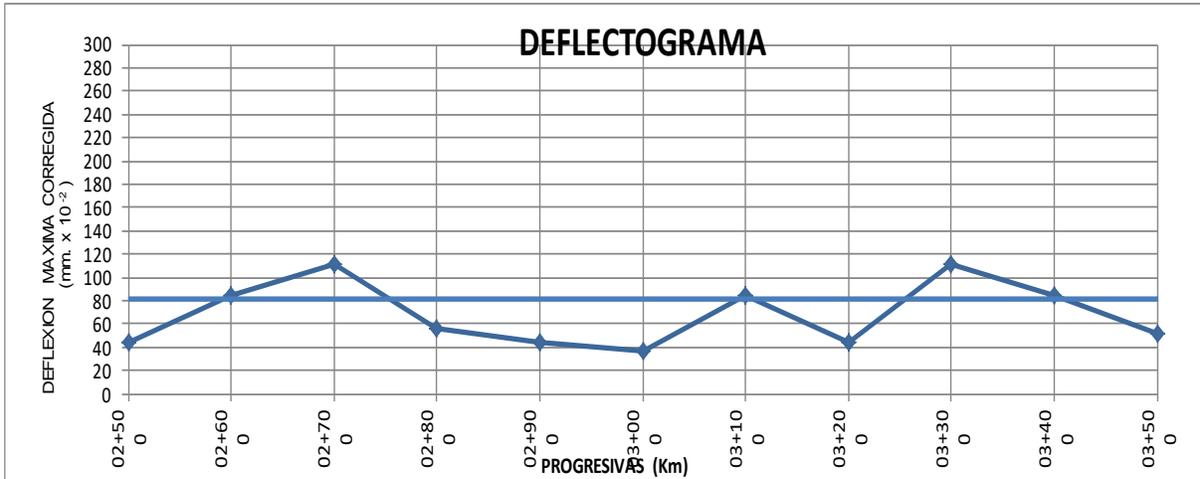


Figura 4.4 Deflexión característica

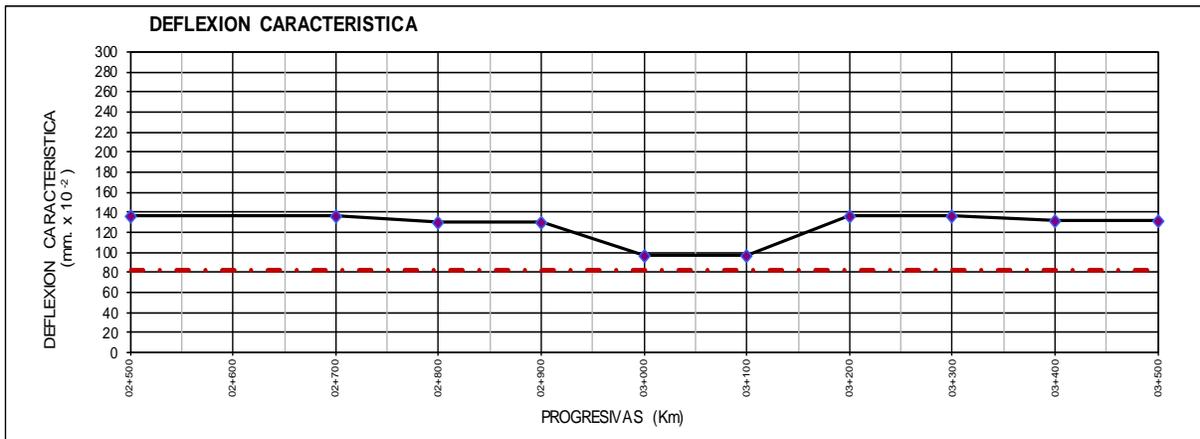


Tabla 4.16. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLECCIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
08+000	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+100	48	74	BUENO	157	100	BUENO	TIPO I
08+200	52	74	REGULAR	261	100	REGULAR	TIPO I
08+300	48	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+400	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+500	60	74	REGULAR	261	100	REGULAR	TIPO I
08+600	48	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
08+700	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+800	80	74	REGULAR	196	100	BUENO	TIPO I
08+900	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
09+000	100	74	MALO	196	100	REGULAR	TIPO II

Figura 4.5 Delfectograma desde prog, 08+000 hasta 09+000

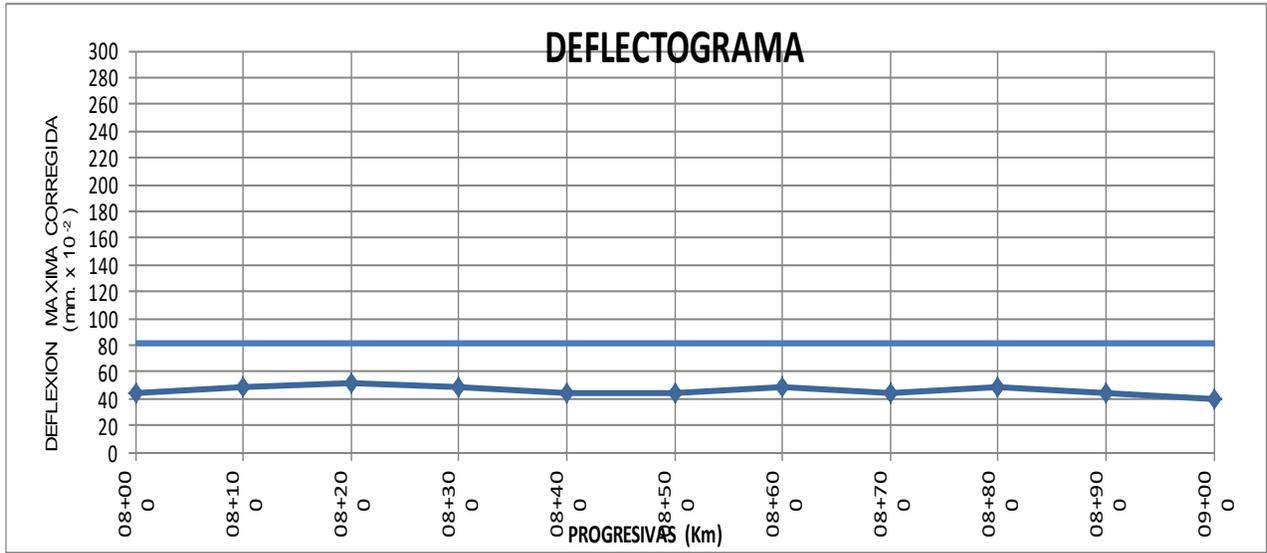
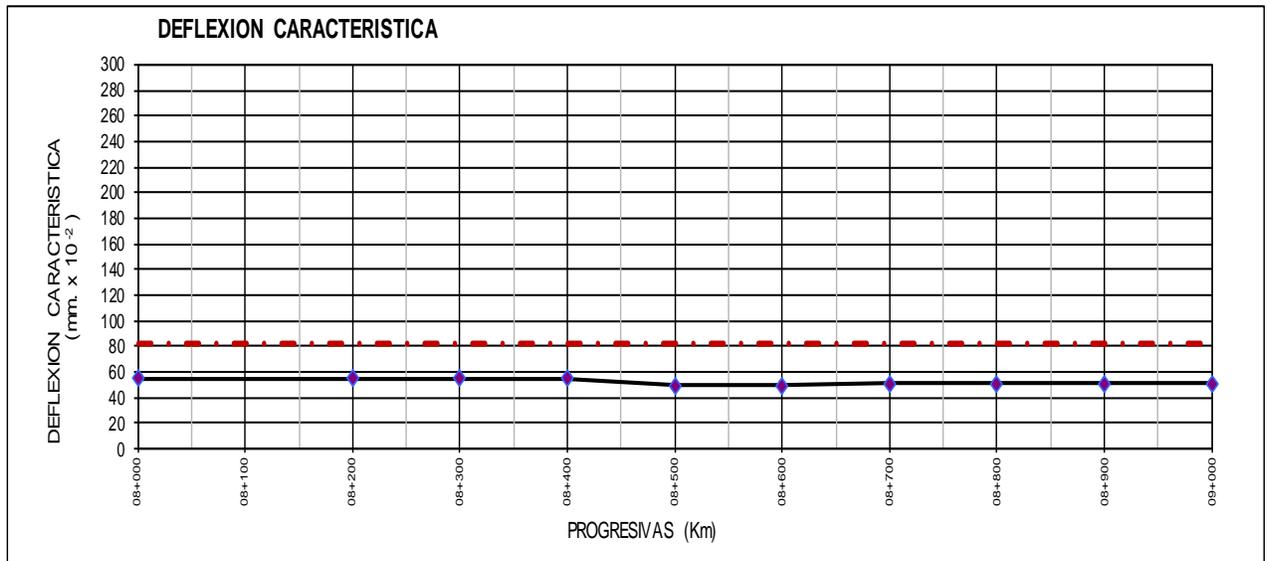


Figura 4.6 Deflexión característica



- **Margen derecho**

Tabla 4.17. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLEXIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
00+000	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+100	56	74	REGULAR	157	100	BUENO	TIPO I
00+200	84	74	MALO	261	100	REGULAR	TIPO II
00+300	56	74	REGULAR	196	100	BUENO	TIPO I
00+400	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+500	36	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
00+600	40	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
00+700	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
00+800	92	74	MALO	196	100	BUENO	TIPO II
00+900	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
01+000	52	74	REGULAR	196	100	BUENO	TIPO I

Figura 4.7 Deflectograma desde prog. 00+000 hasta 01+000

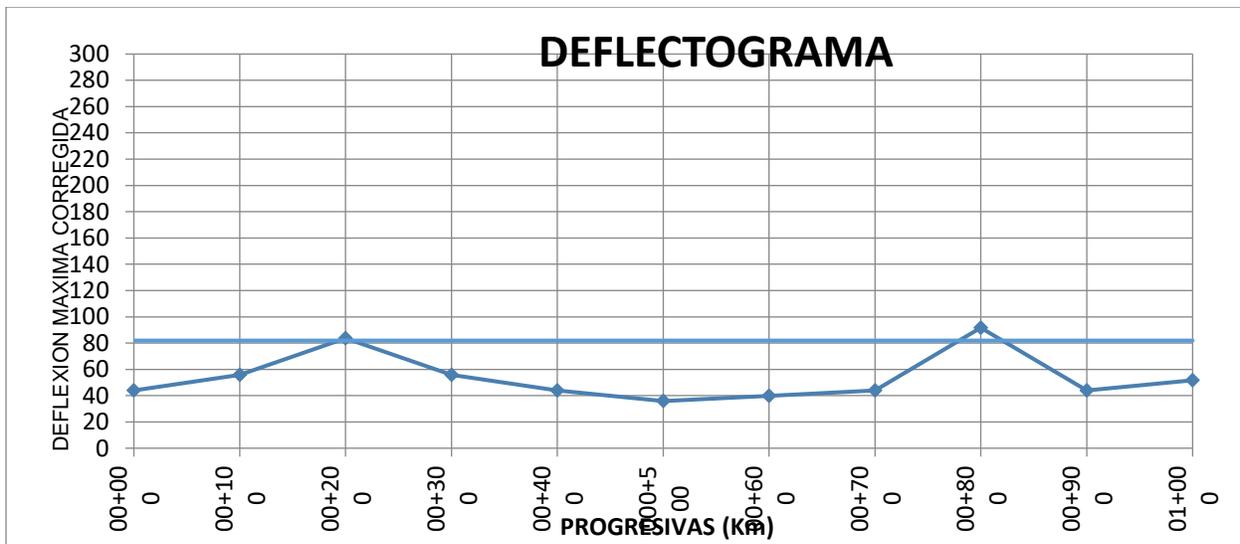


Figura 4.8 Deflexión característica

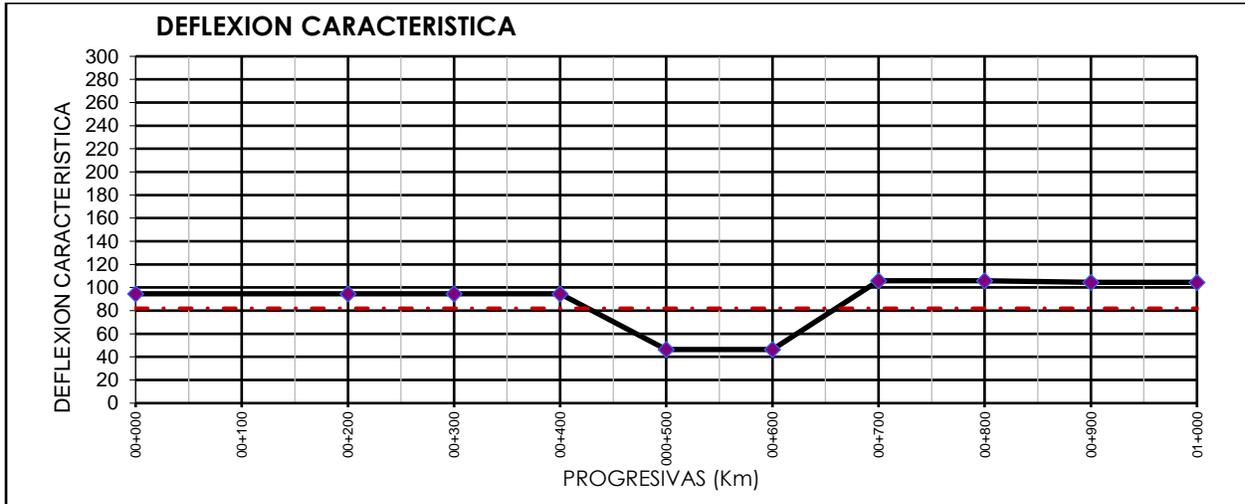


Tabla 4.18. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLEXIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
02+500	28	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
02+600	64	74	REGULAR	157	100	BUENO	TIPO I
02+700	100	74	MALO	261	100	REGULAR	TIPO II
02+800	40	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
02+900	28	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
03+000	24	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
03+100	72	74	REGULAR	261	100	REGULAR	TIPO I
03+200	28	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
03+300	96	74	MALO	196	100	BUENO	TIPO II
03+400	68	74	REGULAR	196	100	BUENO	TIPO I
03+500	36	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I

Figura 4.9 Deflectograma desde progr. 02+500 hasta 03+500

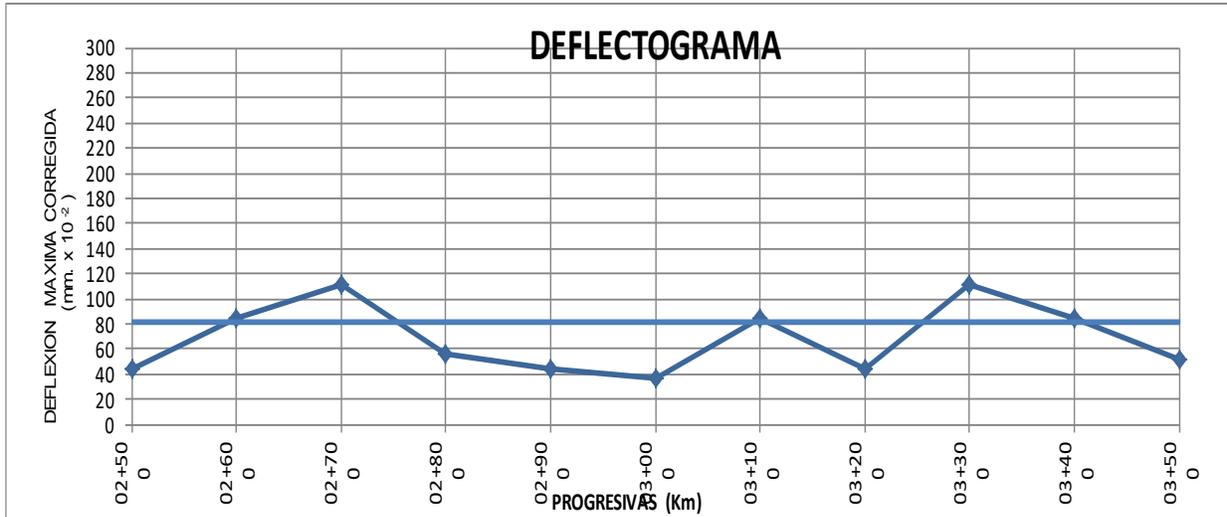


Figura 4.10 Deflexion caracteristica

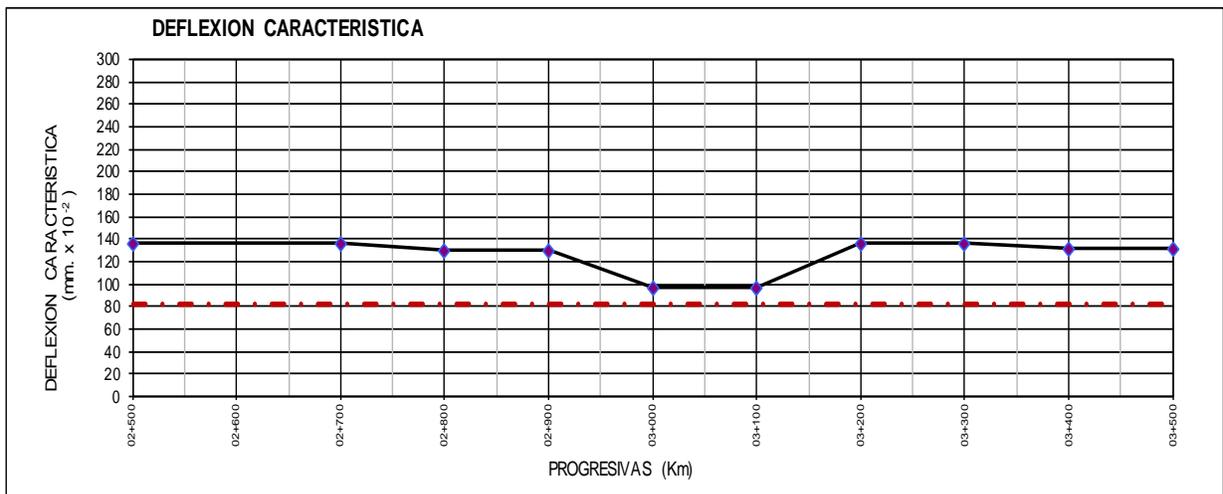


Tabla 4.19. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROGRESIVA (KM)	DEFLEXIÓN MAXIMA	DEFLEXION ADMISIBLE	CONDICION SUBRASANTE	RADIO DE CURVATURA	RADIO DE CURVATURA MINIMO	CONDICION DE PAVIMENTO	TIPO
08+000	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+100	48	74	BUENO	157	100	BUENO	TIPO I
08+200	52	74	REGULAR	261	100	REGULAR	TIPO I
08+300	48	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+400	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+500	44	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
08+600	48	74	BUENO	261	100	REGULAR	TIPO I
08+700	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+800	48	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
08+900	44	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I
09+000	40	74	BUENO	196	100	BUENO	TIPO I

Figura 4.11 Deflectometria desde prog08+000 hasta 09+000

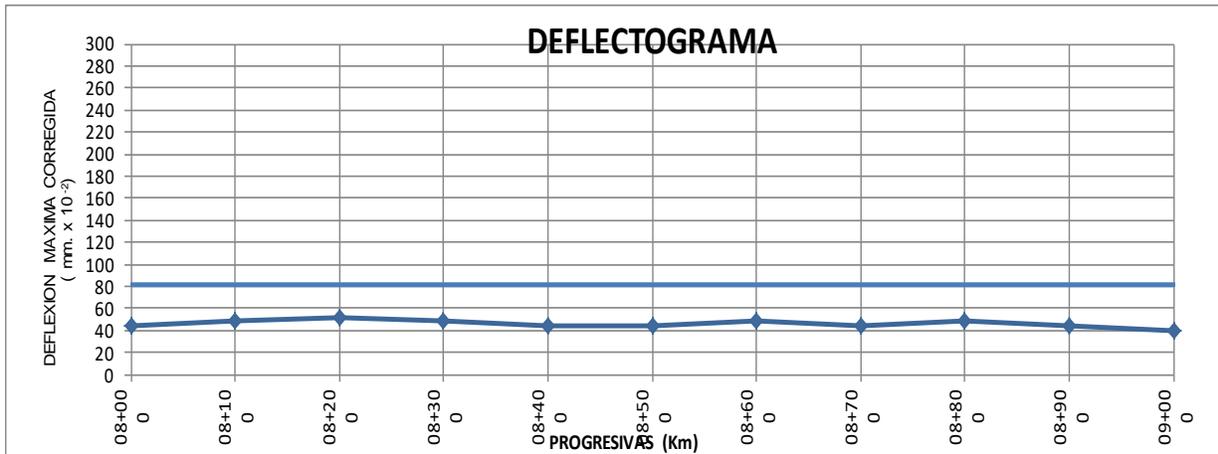
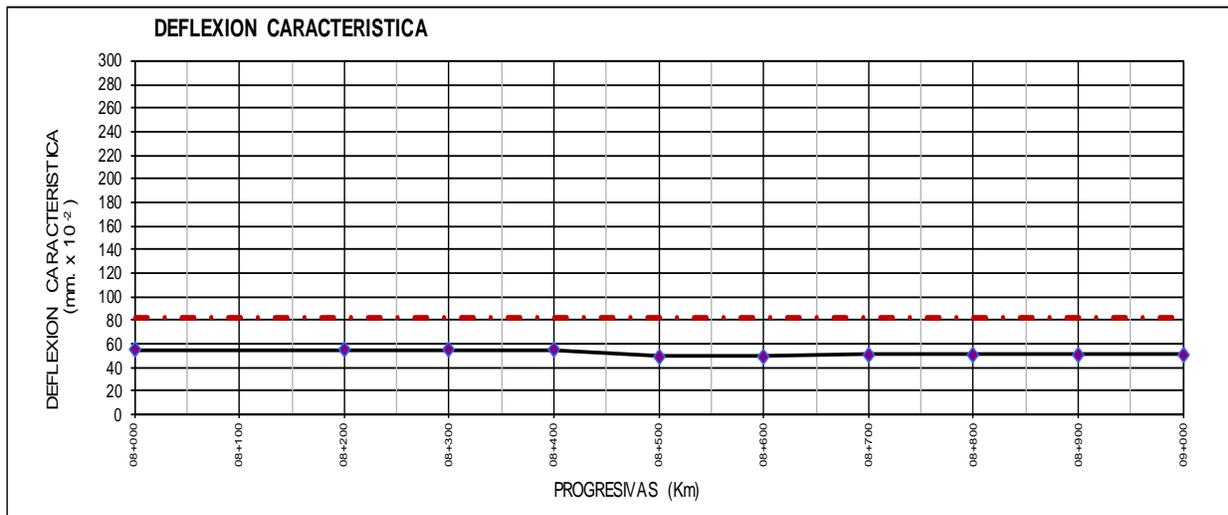


Figura 4.12 Deflexión característica



Interpretación:

Según las tablas y los gráficos, Se considera a las deformaciones se cuantificaron en tres etapas, donde en la primera etapa tuvimos como deformación con un radio de curvatura de 241.13 con una sub rasante A-2, en la segunda etapa una deformación con radio de curvatura de 240.17 con una sub rasante A-4 y en la tercera etapa una deformación con radio de curvatura de 231.33 con una rasante A-2, donde también utilizamos el método conrevial donde podemos ver una condición que la deflexión admisible sea mayor a $(50 \times 10^{-2} \text{ mm})$ donde tenemos un punto que no cumple con la deflexión admisible.

Cuantificación del cambio de la deformación estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se cuantifica que tenemos los datos de una deformación según radio de curvatura de 241.13 en una sub rasante tipo A-2 en la primera etapa, 240.1 en una sub rasante tipo A-4 en la segunda etapa, 231.33 en un suelo A-2 en la tercera etapa, donde se aprecia que la mayor parte de puntos cumplen con la regla de CONREVIAl, donde podemos afirmar que la estructura y la sub rasante están cumpliendo una buena función en la mayor parte de la vía

1.23.2 Cuantificación del cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante

1. Verificación de la deformación según las lecturas de diales in situ.

MARGEN DERECHO

Tabla 4.20. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10-2	
	25	50	75	1	Deformacion	
00+000	4	5	6	11	44	0.44
00+100	5	6	9	14	56	0.56
00+200	3	6	8	21	84	0.84
00+300	4	6	8	14	56	0.56
00+400	4	6	8	11	44	0.44
00+500	2	3	5	9	36	0.36
00+600	3	5	7	10	40	0.4
00+700	4	5	7	11	44	0.44
00+800	4	5	7	23	92	0.92
00+900	4	6	8	11	44	0.44
01+000	4	5	9	13	52	0.52

Figura 4.13 Deflectograma

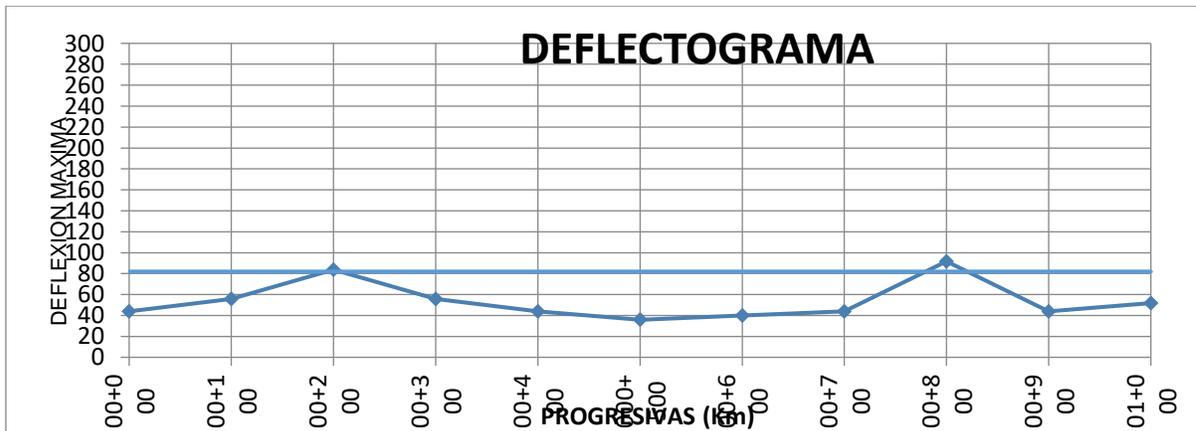


Figura 4.14 Detalle de la deformación

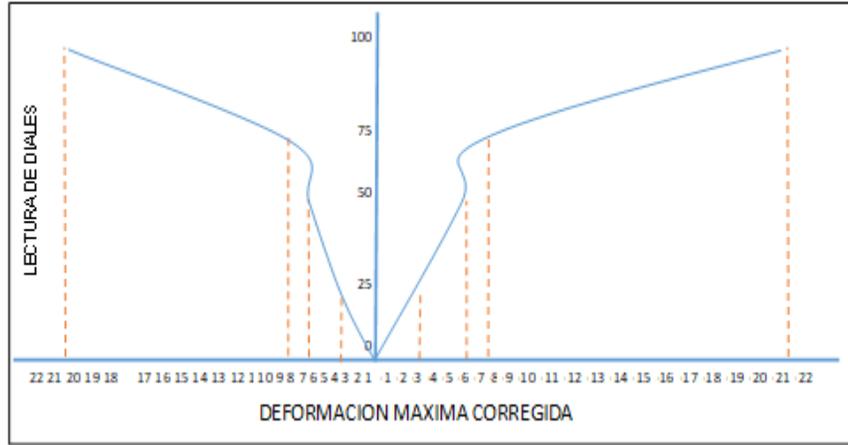


Figura 4.15 Detalle de la deformación

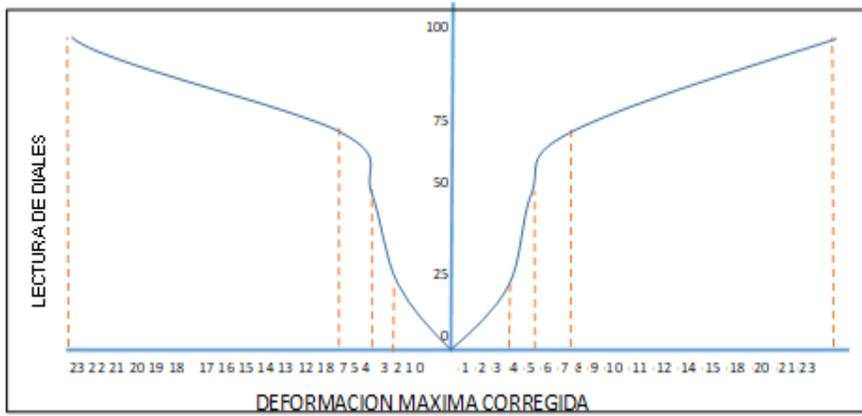


Tabla 4.21. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10-2 mm	
	25	50	75	1	Deformacion	
02+500	4	5	6	11	44	0.44
02+600	5	7	9	21	84	0.84
02+700	3	7	8	28	112	1.12
02+800	4	6	8	14	56	0.56
02+900	4	6	8	11	44	0.44
03+000	2	3	5	9	36	0.36
03+100	3	6	7	21	84	0.84
03+200	4	5	7	11	44	0.44
03+300	4	6	7	28	112	1.12
03+400	4	7	8	21	84	0.84
03+500	4	5	9	13	52	0.52

Figura 4.16 Deflectograma

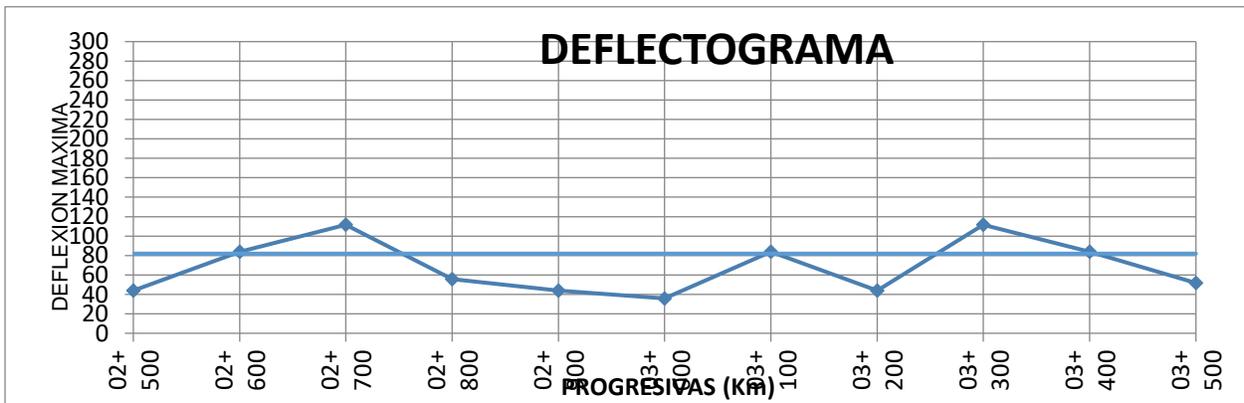


Figura 4.17 Detalle de la deformación

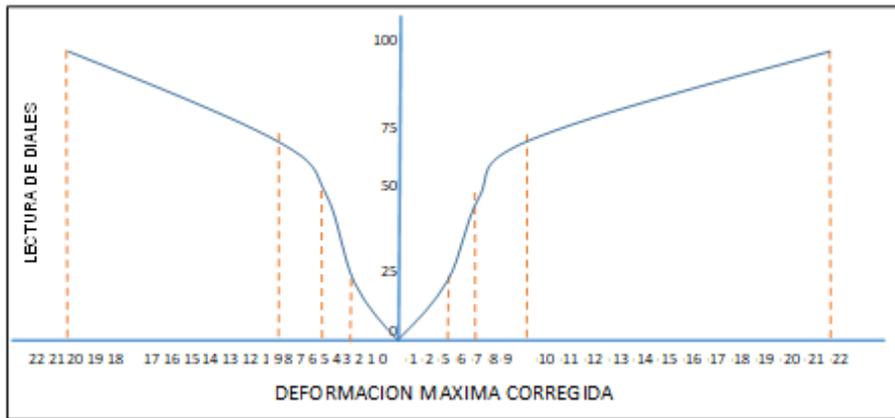


Figura 4.18 Detalle de la deformación

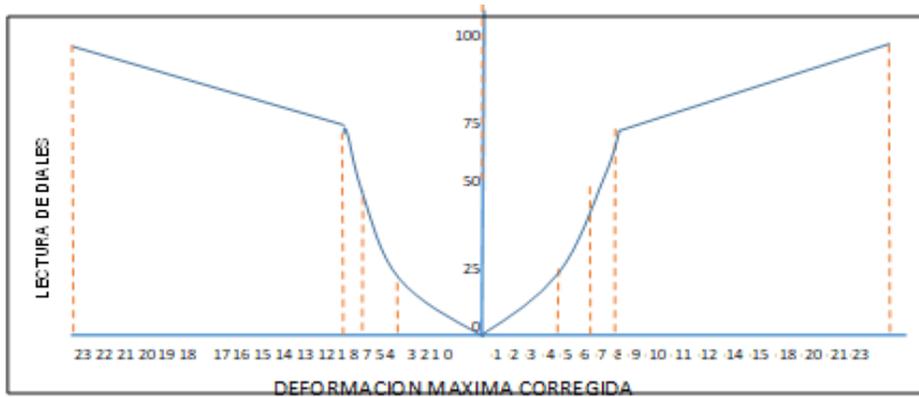


Tabla 4.22. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10 ⁻² mm	
	25	50	75	1	Deformacion	
08+000	7	6	6	11	44	0.44
08+100	7	8	9	12	48	0.48
08+200	8	9	10	13	52	0.52
08+300	8	8	8	12	48	0.48
08+400	7	7	8	11	44	0.44
08+500	4	5	5	11	44	0.44
08+600	4	6	7	11	48	0.48
08+700	7	7	7	12	44	0.44
08+800	6	7	7	12	48	0.48
08+900	5	6	8	11	44	0.44
09+000	6	8	9	10	40	0.40

Figura 4.19 Deflectograma

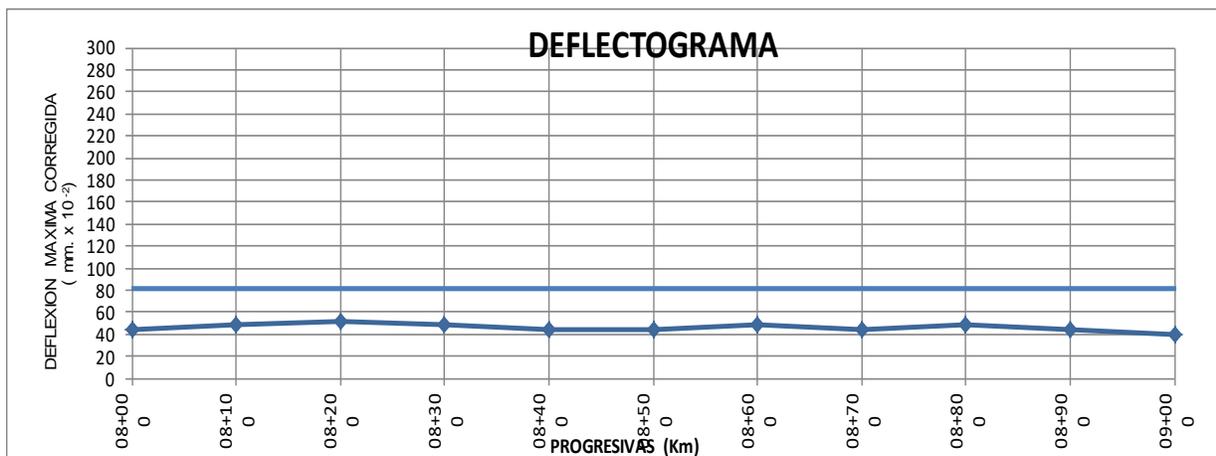
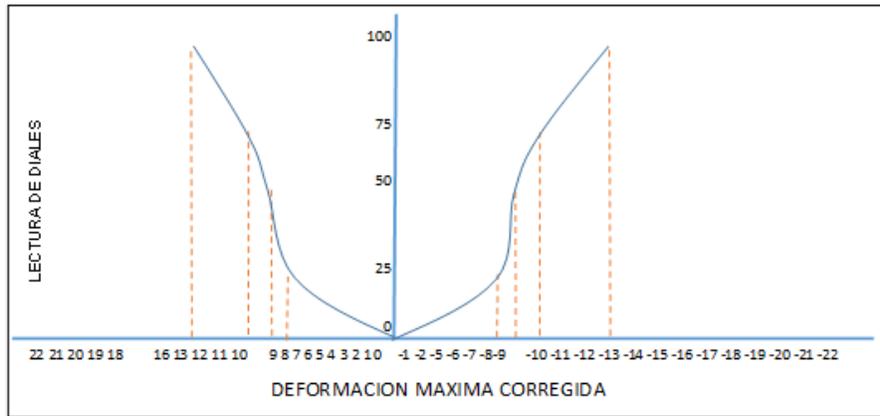


Figura 4.20 Detalle de la deformación



MARGEN IZQUIERDO

Tabla 4.23. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10-2 mm	
	25	50	75	1	Deformacion	
00+000	4	6	8	11	44	0.44
00+100	5	9	11	14	56	0.56
00+200	3	8	13	21	84	0.84
00+300	4	8	10	14	56	0.56
00+400	4	8	9	11	44	0.44
00+500	2	5	6	9	36	0.36
00+600	3	7	9	10	40	0.4
00+700	4	7	9	11	44	0.44
00+800	4	7	18	23	92	0.92
00+900	4	8	10	11	44	0.44
01+000	4	9	12	13	52	0.52

Figura 4.21 Deflectograma

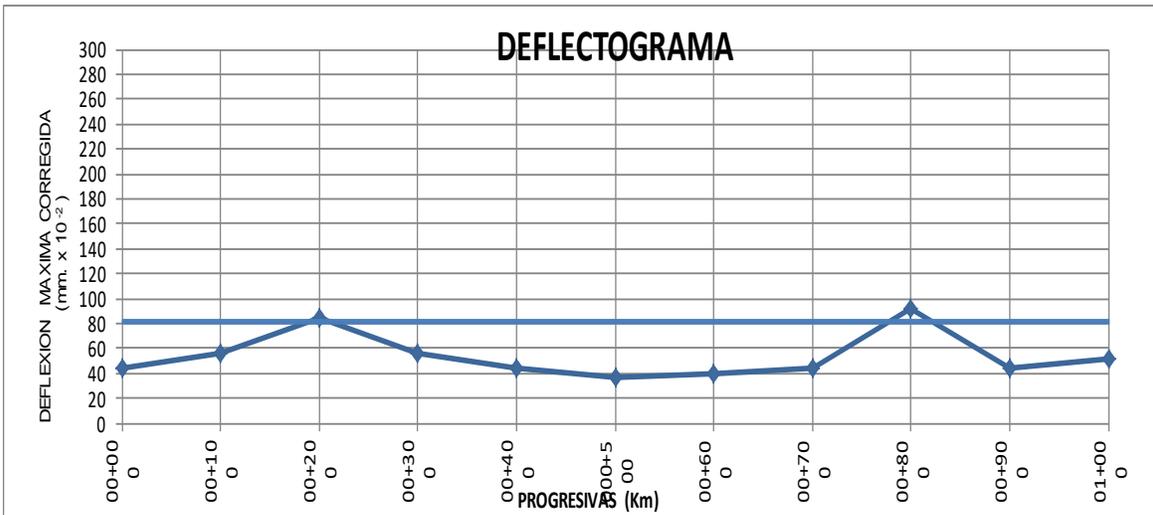


Figura 4.22 Detalle de la deformación

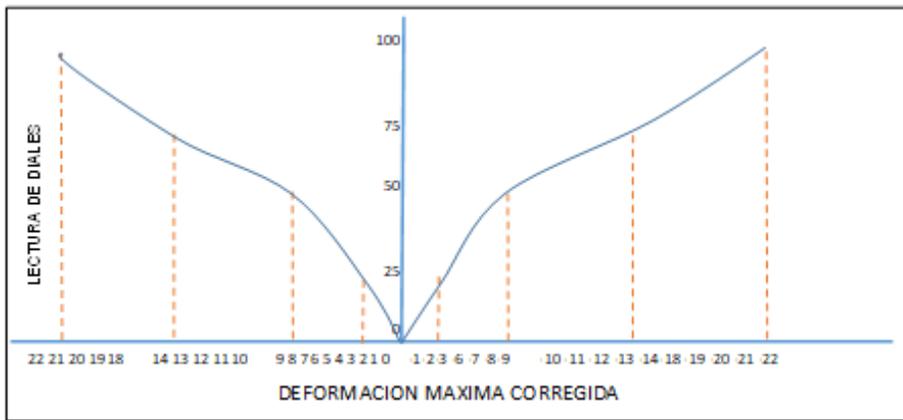


Figura 4.23 Detalle de la deformación

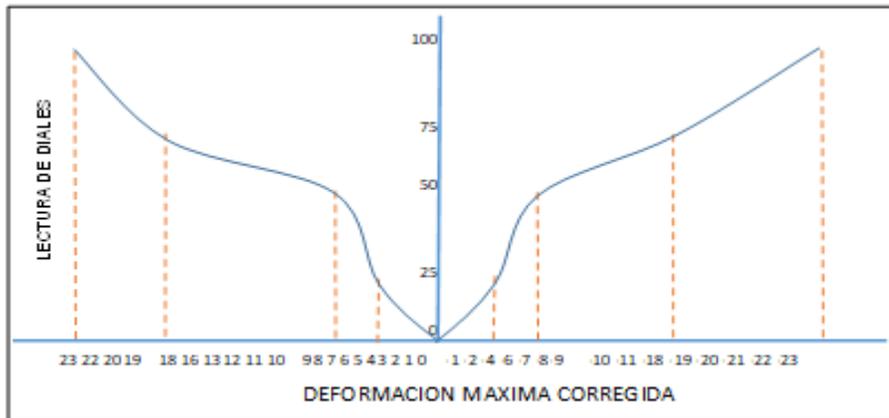


Tabla 4.24. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10-2 mm	
	25	50	75	1	Deformacion	
02+500	4	6	7	11	44	0.44
02+600	5	9	13	21	84	0.84
02+700	3	8	13	28	112	1.12
02+800	4	8	11	14	56	0.56
02+900	4	8	9	11	44	0.44
03+000	2	5	8	9	36	0.36
03+100	3	7	16	21	84	0.84
03+200	4	7	10	11	44	0.44
03+300	4	7	18	22	112	1.12
03+400	4	8	15	21	84	0.84
03+500	4	9	12	13	52	0.52

Figura 4.24 Deflectograma

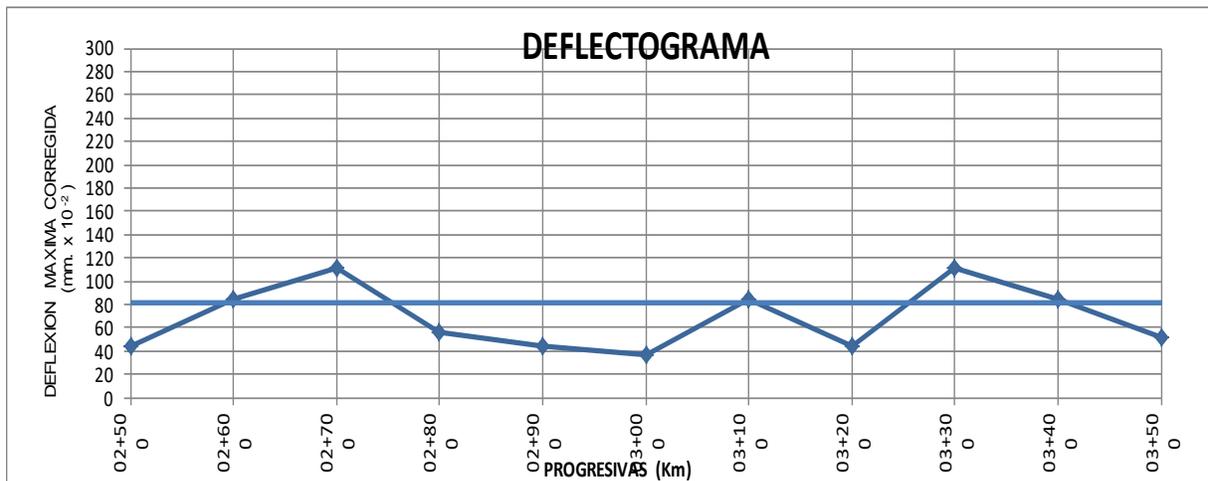


Figura 4.25 Detalle de la deformación

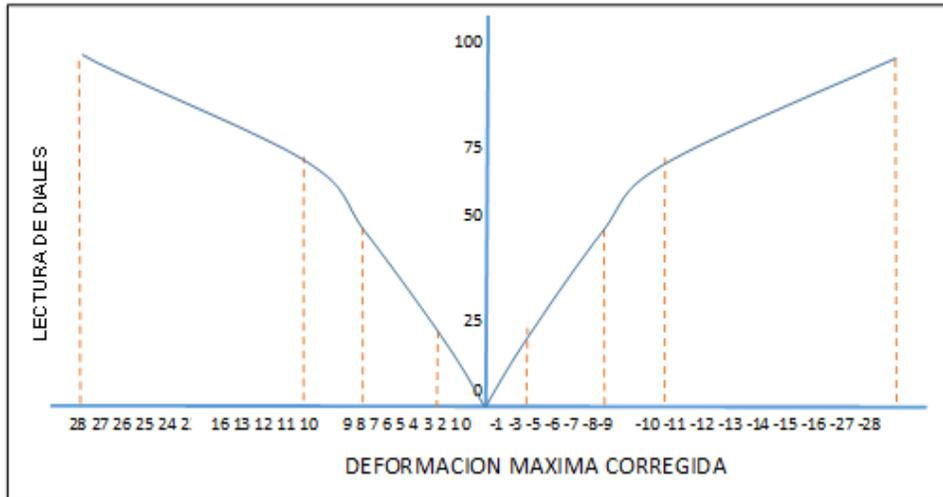


Figura 4.26 Detalle de la deformación

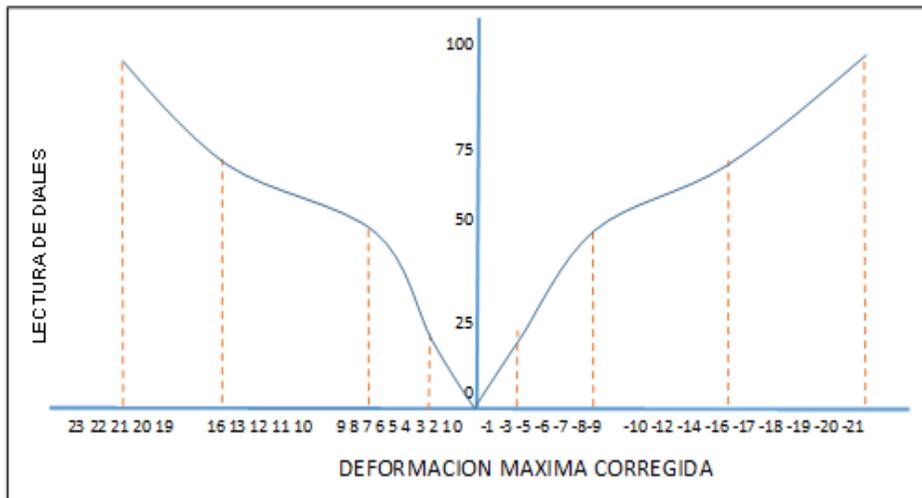


Figura 4.27 Detalle de la deformación

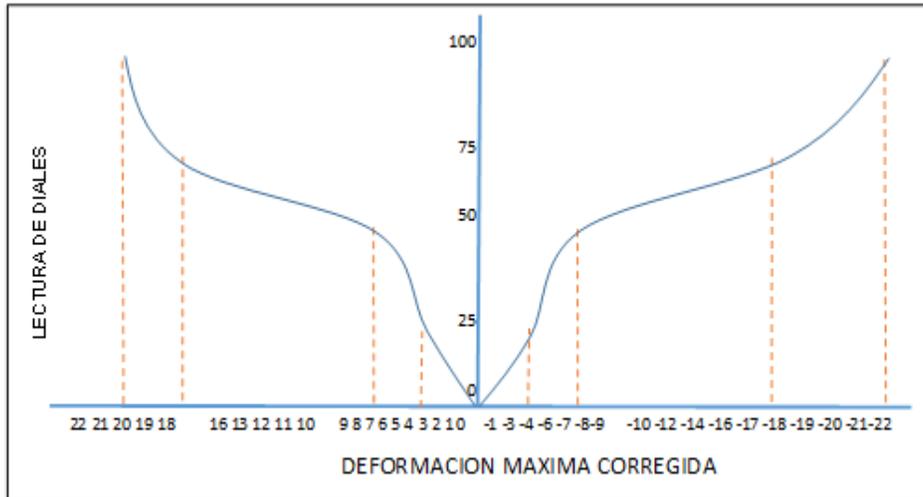


Tabla 4.25. Cuadro de condiciones y deformaciones

PROG.	LECTURA DE DIALES				DEFLEXION x 10-2 mm	
	25	50	75	1	Deformacion	
08+000	7	8	9	11	44	0.44
08+100	7	10	11	12	48	0.48
08+200	8	11	12	13	52	0.52
08+300	8	9	10	12	48	0.48
08+400	7	9	10	11	44	0.44
08+500	4	8	10	11	44	0.44
08+600	4	9	10	11	48	0.48
08+700	7	8	9	12	44	0.44
08+800	6	7	8	12	48	0.48
08+900	5	9	11	11	44	0.44
09+000	6	7	9	10	40	0.40

Figura 4.28 Deflectograma

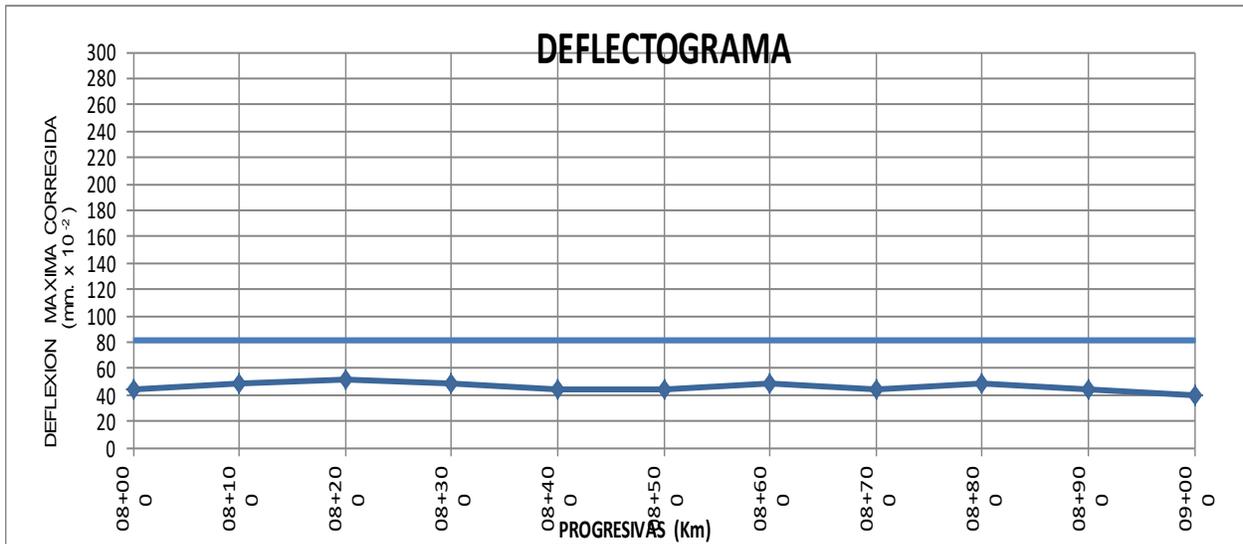
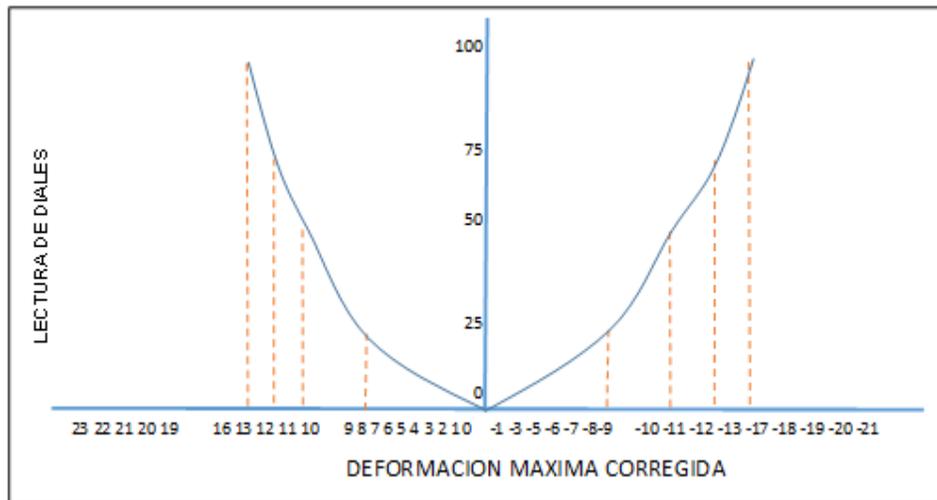


Figura 4.29 Detalle de la deformación



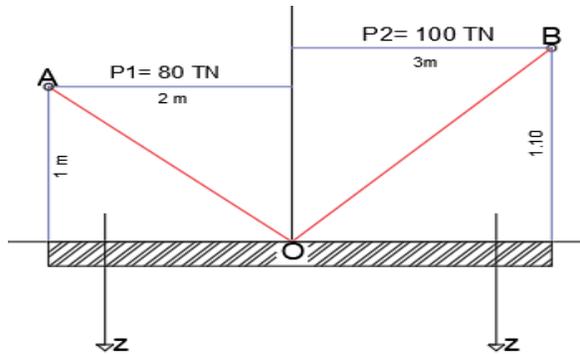
1.23.3 Determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

La metodología de diseño en cálculo de una carga concentrada utilizando la teoría de boussinesq, y resultados de aforos vehiculares fue el desarrollo de modelos adecuados para la predicción de resistencia al agrietamiento por fatiga.

a. Esfuerzo vertical por carga concentrada

Calculo y determinación de esfuerzos verticales que ocasionan las cargas puntuales en un suelo, el punto se dará en “O” aparte de ese punto se observaran dos cargas más con sus respectivas distancias, las fórmulas empleadas serán las que utiliza Boussinesq. Donde se ve un factor de influencia que es P_0 esta dado para la profundidad a la que se quiere conocer el esfuerzo vertical por la profundidad a la que se quiere conocer el esfuerzo máximo vertical y por la distancia radial hacia las cargas, donde encontraremos el punto máximo de soporte del estrato, los datos recolectados in situ son los siguientes:

Figura 4.30 Ejemplo Propuesto



Datos:

P= donde es Peso o Carga concentrada

A= 80 TN

B = 100 TN

Z= 1.5 m; donde es Profundidad

X= 1 m; donde es Eje en.

Y= 1 m; donde es Eje en.

R= 1.41 m; donde es Radio

P_0 = donde es Producto de factor de Influencia

σ_z = donde es Esfuerzo

Tabla de cálculo:

Tabla 4.26. Tabla de Calculo

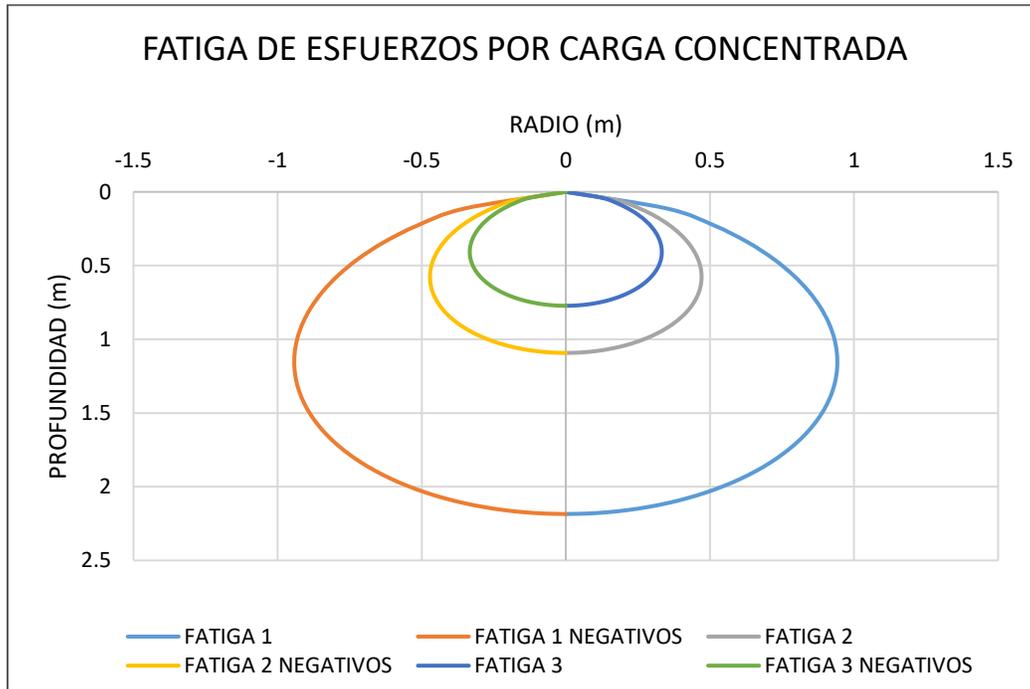
Punto	Carga (Ton)	X	Y	Z	r(m)	P_0	σ (Ton/m ²)
O	80	2	1	1	2.2361	0.005	0.433
	100	3	1.1	1	3.1953	0.001	0.113
							0.546

b. Bulbos de esfuerzo por carga concentrada

Tabla 4.27. Cuadro de condiciones y deformaciones

		Influencia								
		0.1			0.4			0.8		
Grados	Angulo	Radio	Radio (-)	Profundidad	Radio	Radio (-)	Profundidad	Radio	Radio (-)	Profundidad
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0.0523	0.35417	-0.3542	0.11435913	0.1771	-0.1771	0.05717957	0.1252	-0.1252	0.04043206
6	0.1045	0.5153	-0.5153	0.22840482	0.2577	-0.2577	0.11420241	0.1822	-0.1822	0.0807533
9	0.1564	0.63131	-0.6313	0.34182446	0.3157	-0.3157	0.17091223	0.2232	-0.2232	0.1208532
12	0.2079	0.72021	-0.7202	0.45430718	0.3601	-0.3601	0.22715359	0.2546	-0.2546	0.16062184
15	0.2588	0.78944	-0.7894	0.56554468	0.3947	-0.3947	0.28277234	0.2791	-0.2791	0.19995024
18	0.309	0.843	-0.843	0.67523206	0.4215	-0.4215	0.33761603	0.298	-0.298	0.23873059
21	0.3584	0.8834	-0.8834	0.78306868	0.4417	-0.4417	0.39153434	0.3123	-0.3123	0.27685659
24	0.4067	0.91234	-0.9123	0.88875896	0.4562	-0.4562	0.44437948	0.3226	-0.3226	0.31422374
27	0.454	0.93106	-0.9311	0.99201322	0.4655	-0.4655	0.49600661	0.3292	-0.3292	0.35072964
30	0.5	0.94054	-0.9405	1.09254843	0.4703	-0.4703	0.54627422	0.3325	-0.3325	0.3862742
33	0.5446	0.94158	-0.9416	1.19008905	0.4708	-0.4708	0.59504452	0.3329	-0.3329	0.42076002
36	0.5878	0.93483	-0.9348	1.28436771	0.4674	-0.4674	0.64218385	0.3305	-0.3305	0.45409256
39	0.6293	0.92087	-0.9209	1.37512601	0.4604	-0.4604	0.68756301	0.3256	-0.3256	0.48618046
42	0.6691	0.90022	-0.9002	1.46211519	0.4501	-0.4501	0.73105759	0.3183	-0.3183	0.51693578
45	0.7071	0.87337	-0.8734	1.54509681	0.4367	-0.4367	0.7725484	0.3088	-0.3088	0.54627422
48	0.7431	0.84074	-0.8407	1.62384343	0.4204	-0.4204	0.81192171	0.2972	-0.2972	0.57411535
51	0.7771	0.80278	-0.8028	1.6981392	0.4014	-0.4014	0.8490696	0.2838	-0.2838	0.60038287
54	0.809	0.75988	-0.7599	1.7677805	0.3799	-0.3799	0.88389025	0.2687	-0.2687	0.62500479
57	0.8387	0.71244	-0.7124	1.83257643	0.3562	-0.3562	0.91628821	0.2519	-0.2519	0.64791361
60	0.866	0.66085	-0.6608	1.89234939	0.3304	-0.3304	0.9461747	0.2336	-0.2336	0.66904654
63	0.891	0.60549	-0.6055	1.94693556	0.3027	-0.3027	0.97346778	0.2141	-0.2141	0.68834567
66	0.9135	0.54674	-0.5467	1.99618531	0.2734	-0.2734	0.99809266	0.1933	-0.1933	0.70575809
69	0.9336	0.48499	-0.485	2.03996366	0.2425	-0.2425	1.01998183	0.1715	-0.1715	0.72123607
72	0.9511	0.4206	-0.4206	2.07815061	0.2103	-0.2103	1.0390753	0.1487	-0.1487	0.73473719
75	0.9659	0.35395	-0.354	2.11064149	0.177	-0.177	1.05532075	0.1251	-0.1251	0.74622446
78	0.9781	0.28542	-0.2854	2.13734725	0.1427	-0.1427	1.06867363	0.1009	-0.1009	0.75566637
81	0.9877	0.21538	-0.2154	2.15819469	0.1077	-0.1077	1.07909735	0.0761	-0.0761	0.76303705
84	0.9945	0.14422	-0.1442	2.17312667	0.0721	-0.0721	1.08656334	0.051	-0.051	0.7683163
87	0.9986	0.0723	-0.0723	2.18210226	0.0361	-0.0361	1.09105113	0.0256	-0.0256	0.77148965
90										

- Gráfica



c. Cálculo de esfuerzo vertical y bulbo de esfuerzo por carga concentrada

Según los Datos:

$P = 80 \text{ TN}$

$Z = 1.5 \text{ m.}$

$X = 1 \text{ m.}$

$Y = 1 \text{ m.}$

$R = 1.41 \text{ m.}$

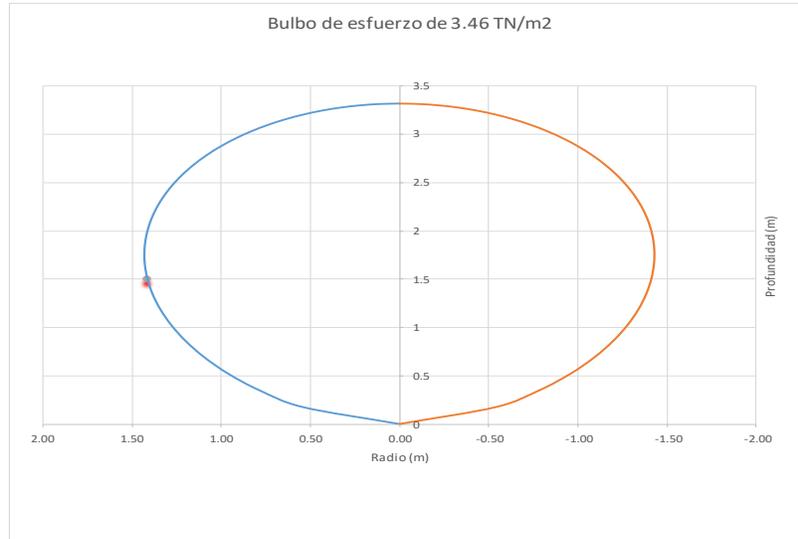
$P_0 = 0.04$

$\sigma_z = 3.46 \text{ TN/m}^2$

Tabla 4.28. Tabla de Influencia

		Influencia		
		0.043275574		
Grados	Angulo	Radio	Radio(-)	Profundidad
0	0	0	0	0.0000
3	0.0523	0.538	-0.538	0.1738
6	0.1045	0.783	-0.783	0.3472
9	0.1564	0.96	-0.96	0.5196
12	0.2079	1.095	-1.095	0.6906
15	0.2588	1.2	-1.2	0.8597
18	0.309	1.281	-1.281	1.0264
21	0.3584	1.343	-1.343	1.1904
24	0.4067	1.387	-1.387	1.3510
27	0.454	1.415	-1.415	1.5080
30	0.5	1.43	-1.43	1.6608
33	0.5446	1.431	-1.431	1.8091
36	0.5878	1.421	-1.421	1.9524
39	0.6293	1.4	-1.4	2.0904
42	0.6691	1.368	-1.368	2.2226
45	0.7071	1.328	-1.328	2.3487
48	0.7431	1.278	-1.278	2.4684
51	0.7771	1.22	-1.22	2.5814
54	0.809	1.155	-1.155	2.6872
57	0.8387	1.083	-1.083	2.7857
60	0.866	1.005	-1.005	2.8766
63	0.891	0.92	-0.92	2.9596
66	0.9135	0.831	-0.831	3.0344
69	0.9336	0.737	-0.737	3.1010
72	0.9511	0.639	-0.639	3.1590
75	0.9659	0.538	-0.538	3.2084
78	0.9781	0.434	-0.434	3.2490
81	0.9877	0.327	-0.327	3.2807
84	0.9945	0.219	-0.219	3.3034
87	0.9986	0.11	-0.11	3.3171
90	1	0	0	3.3216

- **Gráfica**



d. Cálculo del número de eals proyectados al 2008 (Exp. Técnico)

- Trafico de diseño según expediente técnico al 2008: 3.335×10^6 Eals

e. Cálculo del número de eals proyectados al 2021

- Trafico de diseño al 2021: 5.036×10^6 Eals

Interpretación:

Según boussinesq en las tablas y gráficos realizados, pudimos observar y ver los cálculos en diferentes profundidades debidos a una carga puntual, donde determinamos los esfuerzos verticales. Donde se pudo observar que en los suelos de tipo A-2 y A-4, calculamos y encontramos esfuerzos de 3.46 TN/m2, donde calculamos este esfuerzo con el peso mayor registrado según el aforo vehicular encontrado. Entonces sacamos una conclusión donde se calculó el máximo esfuerzo de soporte que está sometido el estrato y pasando este esfuerzo es el punto de fatiga que corresponde al punto de estudio, ya que esta fatiga se da por el esfuerzo realizado por las cargas vehiculares.

1.23.4 Determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

1.- Cuadro Comparativo entre comportamiento estructura del pavimento y el suelo de sub rasante

Tabla 4.29. Comparación entre estructura del pavimento y tipo de sub rasante

MARGEN DERECHO		
UBICACIÓN (KM)	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	SUELO DE SUB RASANTE
KM 0+600	<p>DEFLECTOGRAMA</p>	C-1 - Km 0+600 - CL (Arcillas de baja compresibilidad) TIPO DE ESTRATO <p>CL</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>
KM 3+000	<p>DEFLECTOGRAMA</p>	C-2 - Km 3+000 - ML (Limos Inorgánicos de baja compresibilidad) TIPO DE ESTRATO <p>ML</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>
KM 8+250	<p>DEFLECTOGRAMA</p>	C-1 - Km 8+250 - CL (Arcillas de baja compresibilidad) TIPO DE ESTRATO <p>CL</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>

Tabla 4.30. Comparación entre estructura del pavimento y tipo de sub rasante

MARGEN IZQUIERDO		
UBICACIÓN (KM)	ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	SUELO DE SUB RASANTE
KM 0+600	<p>DEFLECTOGRAMA</p> <p>PROGRESIVAS (Km)</p>	<p>C-1 - Km 0+600 - CL (Arcillas de baja compresibilidad)</p> <p>TIPO DE ESTRATO</p> <p>CL</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>
KM 3+000	<p>DEFLECTOGRAMA</p> <p>PROGRESIVAS (Km)</p>	<p>C-2 - Km 3+000 - ML (Limos Inorgánicos de baja compresibilidad)</p> <p>TIPO DE ESTRATO</p> <p>ML</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>
KM 8+250	<p>DEFLECTOGRAMA</p> <p>PROGRESIVAS (Km)</p>	<p>C-3 - Km 8+250 - CL (Arcillas de baja compresibilidad)</p> <p>TIPO DE ESTRATO</p> <p>CL</p> <p>— LINEA DE MAX. DEFLEXION ADMISIBLE</p> <p>— LINEA DEFLEXOMETRICA</p>

Interpretación:

Según las tablas 4.20 y 4.21. De comparación entre la variación de la estructura del pavimento y el tipo de suelo se considera que el pavimento según la sub rasante tiene buen comportamiento, según los ensayos correspondientes realizados in situ y laboratorio, ya teniendo las variaciones de, deformación deflexión y fatiga según los tipo de suelos encontrados que fueron de tipo A-2, A-4

en el tramo estudiado se llega a la conclusión que gran parte de la vía tiene una buena sub rasante tratada para el soporte de la estructura del pavimento.

Determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante se determinaron los porcentajes de unidades comprueba que el 76% es buena el 16% regular y el 38% es mal, esto comprueba que el mayor porcentaje de la sub rasante en la vía es bueno.

1.24 Resultados de la investigación

1.24.1 Resumen de resultados de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

Tabla 4.31. Deflexión de la estructura según sub rasante

	Deflexión x 10-2 mm	Tipo de suelo
Etapa I	0.58	A - 2
Etapa II	0.74	A - 4
Etapa III	0.54	A - 2

Figura 4.13 Barras estadísticas de deflexión según tipo de sub rasante

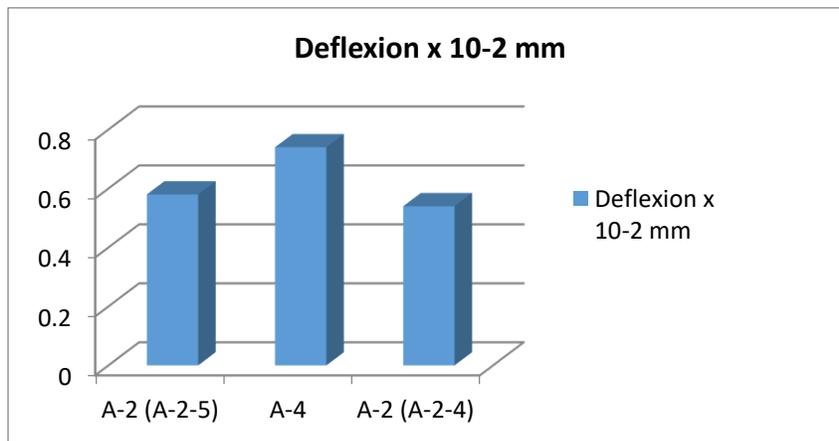


Tabla 4.32. Cantidad y Porcentajes en Puntos de Deflexión Admisible

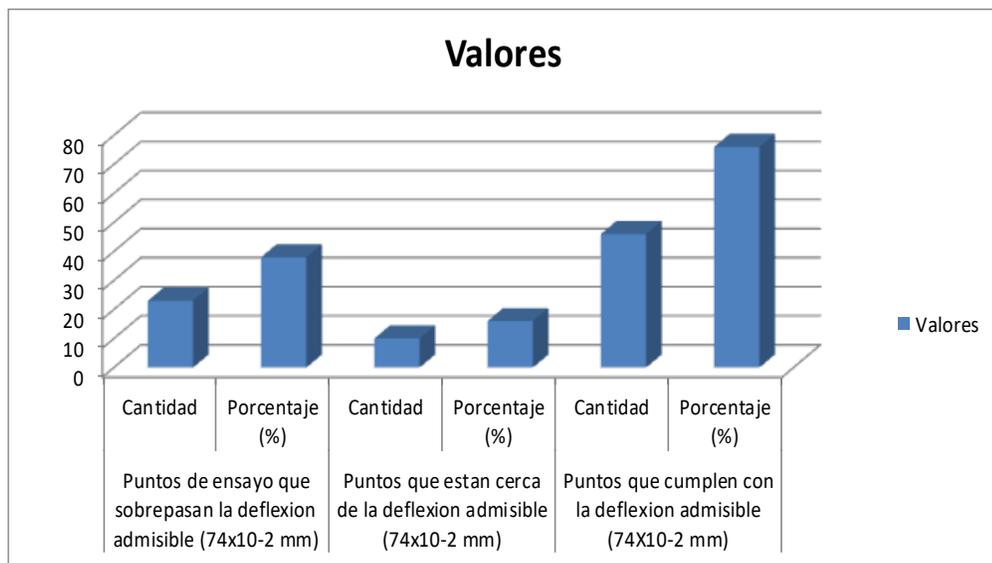
Puntos de ensayo que sobrepasan la deflexion admisible (74x10-2 mm)		Puntos que estan cerca de la deflexion admisible (74x10-2 mm)		Puntos que cumplen con la deflexion admisible (74X10-2 mm)	
Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
23	38	10	16	46	76

Tabla 4.33. Parámetros y método conrevial

Parametros a Evaluar		Parametros Propuestos por el metodo CONREVIAL	
Deflexion Caracteristica (mm)	Radio de Curvatura Promedio (m)	Deflexion Admisible (mm)	Radio de Curvatura (m)
129.150 x 10-2 mm	236.1	74 x 10-2 mm	> 100

Según las tablas 4.23 y 4.24. Se interpreta la cantidad de puntos analizados y el porcentaje que representa según los cálculos realizados de la variación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, tanto en el radio de curvatura como en la deflexión característica de la tabla 28 los parámetros propuestos fueron por el método de conrevial donde nos da una deflexión admisible y un radio de curvatura que debe ser mayor a 100.

Figura 4.14 Valores y porcentajes en puntos de cada ensayo



En las barras estadísticas se observa que la cantidad de puntos que cumplen con la deflexión admisible es más alta, teniendo como siguiente los puntos que están cerca a la deflexión admisible.

1.24.2 Resumen de resultados de la Cuantificación del cambio de la deformación de la estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante

Tabla 4.34. Cuantificación del cambio de deformación del pavimento según sub rasante

Etapa	Deformación	Tipo de suelo
Etapa I	0.58 x 10 ⁻² mm	A - 2
Etapa II	0.74 x 10 ⁻² mm	A - 4
Etapa III	0.54 x 10 ⁻² mm	A - 2

Figura 4.15 Barras estadísticas de deformación según sub rasante

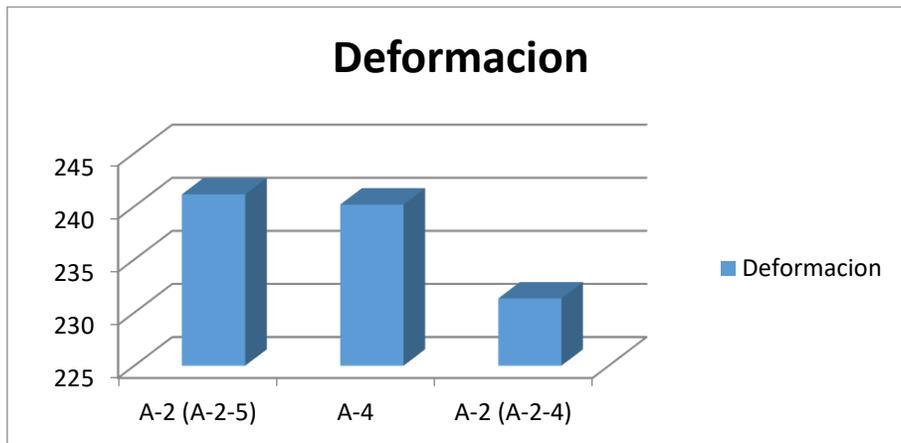
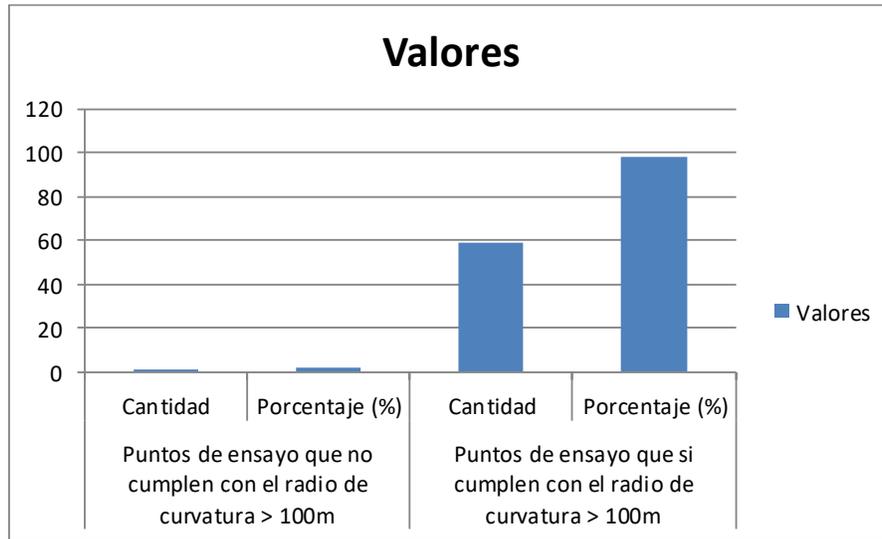


Tabla 4.35. Cantidad y Porcentajes de cumplimiento con radio de curvatura

Puntos de ensayo que no cumplen con el radio de curvatura > 100m		Puntos de ensayo que si cumplen con el radio de curvatura > 100m	
Cantidad	Porcentaje (%)	Cantidad	Porcentaje (%)
1	1.66	59	98.33

En la tabla 4.35. Se muestran el porcentaje total de los puntos tomados en la via, donde se observa que analizando a lo largo de las dos calzadas donde la cantidad de ensayo que cumplen con el radio de curvatura es mayor en toda la via.

Figura 4.16 Valores de radio de curvatura



En las barras se observa que el porcentaje es mucho mas alto que cumple, a un minimo que no cumple con el radio de curvatura

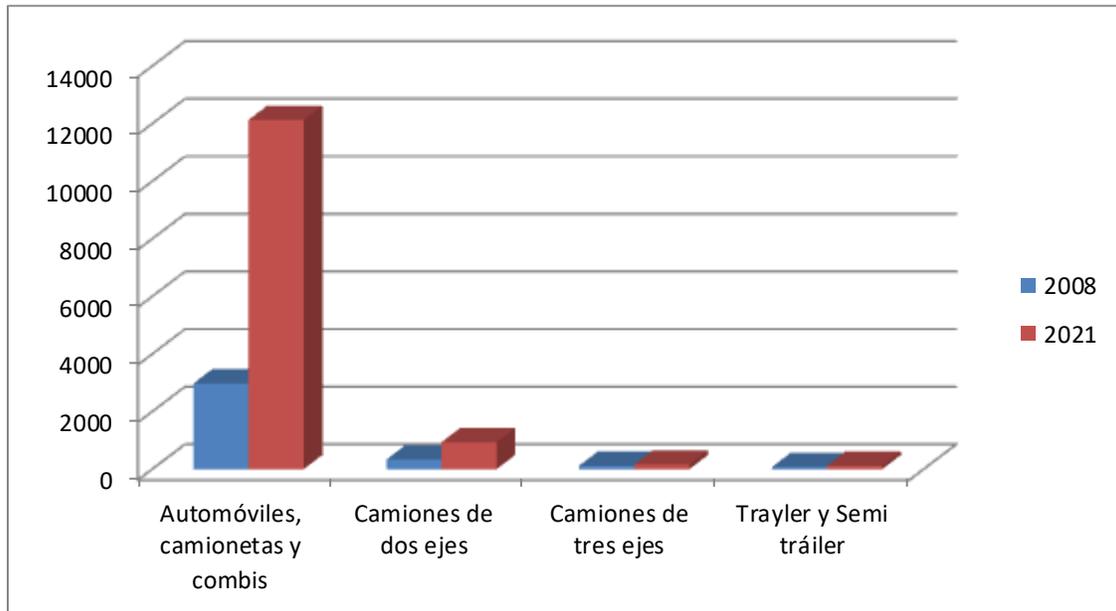
1.24.3 Resumen de resultados de la determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

En el caso de la carretera Juliaca – Caracoto, la sub rasante corresponde a ser buena siempre en cuando haya tenido una buena estabilización.

Tabla 4.36. Tabla de aforo vehicular entre el 2008 y 2021

Tipo de vehiculos	2008	2021
Automóviles, camionetas y combis	2982	12133
Camiones de dos ejes	333	936
Camiones de tres ejes	120	162
Trayler y Semi tráiler	75	122

Figura 4.17 Niveles de comparación de aforos por año



Según las tablas y la barra se pudo observar en el expediente técnico, en caso de algunos puntos tomados, la sub rasante se encuentra fatigada ya que tiene una respuesta mala al pavimento y se deduce según los ensayos a tener regular calidad, probablemente ello se deba a las actividades de conservación y al incremento vehicular, el punto de más influencia ha tenido es el incremento de automóviles camionetas y combis.

1.24.4 Resumen de resultados en la determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante.

Analizando el cuenco de deflexiones se puede notar claramente de que la sub rasante a lo largo de las dos calzadas tiene un mal comportamiento, debido a la profundidad de las cargas impuestas por el tránsito sobre la estructura elástica del pavimento.

Tabla 4.37. Estado según el tipo de sub rasante del pavimento

ESTADO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE
Estado bueno y regular	C-1 - Km 0+600 - CL (Arcillas de baja compresibilidad)
Estado regular y malo	C-2 - Km 3+000 - ML (Limos Inorgánicos de baja
Estado bueno	C-3 - Km 8+250 - CL (Arcillas de baja compresibilidad)

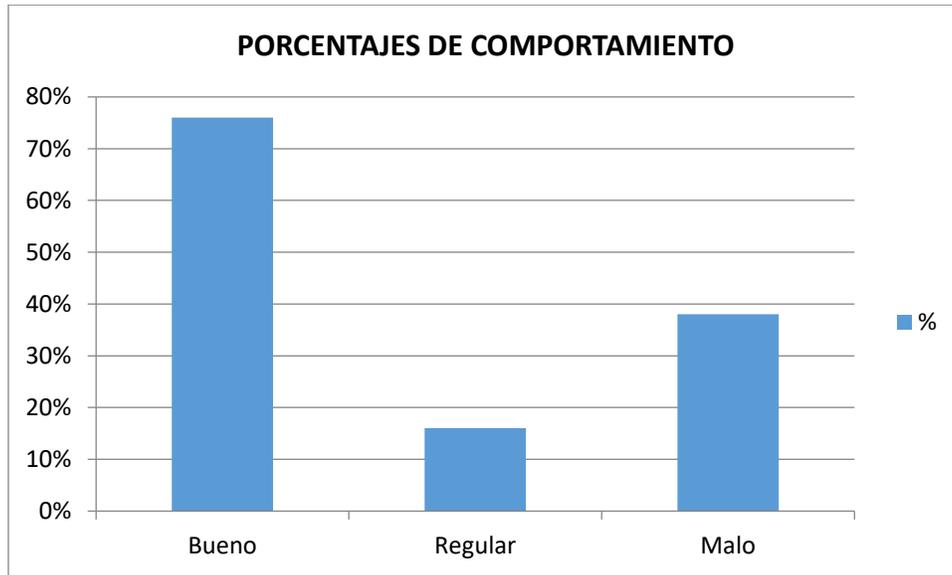
Tabla 4.38. Tabla de resúmenes de datos

Nº	Progresiva	Tipo de suelo	Deflexión – Deformación	Radio de curvatura	Esfuerzo vertical (Fatiga)
1	0+600	A-2	58 X 10-2 mm	241.13	3.46 TN/m2
2	3+000	A-4	74 X 10-2 mm	240.17	3.46 TN/m2
3	8+250	A-2	54 X 10-2 mm	231.33	3.46 TN/m2

Tabla 4.39. Estado del comportamiento de la sub rasante

ESTADO	%
Bueno	76%
Regular	16%
Malo	38%

Figura 4.18 Porcentajes de comportamiento de sub rasante



En la Figura de barras se puede notar claramente que, a lo largo de las dos calzadas, se pudo deducir que tienen un bueno, regular y mal comportamiento, todos estos porcentajes lo calculamos según a la deflexión admisible calculada, el porcentaje de unidades comprueba que el 76% es buena el 16% regular y el 38% es mal, esto comprueba que el mayor porcentaje de la sub rasante en la vía es bueno.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Las discusiones se realizaron en el orden de los objetivos (específicos y generales)

1.25 Discusión OE1:

Según las tablas, las deflexiones promedio calculadas, varía en la etapa I de 0.58×10^{-2} mm, etapa II una deflexión promedio de 0.74×10^{-2} mm y etapa III con una deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm, donde se registra en la etapa I sub rasantes de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-5)., etapa II una sub rasante de tipo ML (Limos Inorgánicos) – según AASHTO pertenece (Grupo A-4). Y en la etapa III una sub rasante de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-4); como también se calcularon deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm y una deflexión característica: 129.150×10^{-2} mm.

Al respecto Cubas (2017), en el estudio planteado que dio obtuvo una deflexión admisible de 77×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 83×10^{-2} mm y una deflexión característica: 125.426×10^{-2} mm en un suelo de tipo CL, en la presente investigación, tomando en cuenta las partes críticas se observa en la vía se pudo obtener los siguientes datos, como deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm y una deflexión característica: 129.150×10^{-2} mm.

Al respecto Marssenli (2019) manifiesta que los asfaltos flexibles con sub rasante débiles, así como, dimensionados con volúmenes pequeños son estimados frágiles, en otro término, con inferiores resistencias esto refiere al tipo de sub rasante que tengamos las deflexiones serán diferentes, en la presente investigación, se ve que la sub rasante en las tres etapas son diferentes y por lo tanto las deflexiones varían según los cálculos ya mencionados.

Estimación de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se estima que según a los estratos de suelos en contratos. En la etapa I, se encontró

una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 0+000 hasta 1+000, se encontró una deflexión de 0.58×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-2 y sub grupo A-2-5; En la etapa II, se encontró una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 2+500 hasta 3+500, se encontró una deflexión de 0.74×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-4. En la etapa III, se encontró una deflexión de tanto en el lado izquierdo como derecho de la progresiva 8+000 hasta 9+000, se encontró una deflexión de 0.54×10^{-2} mm, con una sub rasante según AASHTO perteneciente al grupo A-2 y sub grupo A-2-4.

1.26 Discusión 2:

Según las tablas, las deformaciones promedio calculadas, varia en la etapa I de 0.58×10^{-2} mm, etapa II una deflexión promedio de 0.74×10^{-2} mm y etapa III con una deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm, donde se registra en la etapa I sub rasantes de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-5) con un radio de curvatura de 241.13, etapa II una sub rasante de tipo ML (Limos Inorgánicos) – según AASHTO pertenece (Grupo A-4) con un radio de curvatura de 231.33; Y en la etapa III una sub rasante de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-4); como también se calcularon deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm, con un radio de curvatura de 231.33, donde también utilizamos el método conveial donde podemos ver una condición que la deflexión admisible sea mayor a (50×10^{-2} mm) donde tenemos un punto que no cumple con la deflexión admisible.

Al respecto Carahuatay (2018) en el estudio que llevo a cabo, las deformaciones se dio en los puntos que no cumplían con las deflexiones admisibles y sobrepasaban el nivel de deformación crítico teniendo como resultado su 100% de una cantidad de 80 puntos tomados que cumplen con el radio de curvatura, en la presente investigación se llegó a los resultados de 98.33 % de una cantidad de 60 puntos tomados que cumplen con el radio de curvatura y el 1.66% del ensayo que no cumplen con el radio de curvatura.

Al respeto Cubas (2017), llega a tener una deformación solo en una etapa en un radio de curvatura promedio de 589.93 en un suelo de tipo A-2 (CL), nosotros en la investigación llegamos a tener en las tres etapas evaluadas una deformación con un radio de curvatura de 241.13 con una sub

rasante A-2 como primera etapa, en la segunda etapa una deformación con radio de curvatura de 240.17 con una sub rasante A-4 y en la tercera etapa una deformación con radio de curvatura de 231.33 con una rasante A-2.

Cuantificación del cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se cuantifica que tenemos los datos de una deformación según radio de curvatura de 241.13 en una sub rasante tipo A-2 en la primera etapa, 240.1 en una sub rasante tipo A-4 en la segunda etapa, 231.33 en un suelo A-2 en la tercera etapa, donde se aprecia que la mayor parte de puntos cumplen con la regla de CONREVIAl, donde podemos afirmar que la estructura y la sub rasante están cumpliendo una buena función en la mayor parte de la vía.

1.27 Discusión 3:

Se considera que el pavimento tiende a sufrir una fatiga por los esfuerzos que llevan sobre ella, donde observamos que, según los vehículos aforados, pudimos sacar un promedio de carga para ponerlo en práctica con la fórmula propuesta por bousinelli. Donde obtuvimos un esfuerzo vertical de 3.46 TN/m², por cada 80 y 100 Toneladas de carga en los puntos considerados. Donde se pueden observar que en un suelo A-2 como se encuentra en la primera y tercera etapa tienen unas deflexiones máximas de 0.74×10^{-2} mm pero en la segunda etapa se encontró una deflexión crítica de 0.81×10^{-2} mm donde tiene un suelo de tipo A-4, y esto se ve reflejado debido al incremento vehicular.

Al respecto Zapata (2017), en el estudio que llevo a cabo, la fatiga de un pavimento según la sub rasante va por temas de índices de crecimiento automovilístico y mantenimientos que no se dan adecuadamente, donde su crecimiento de índice diario semanal de 9465 veh/día, a diferencia del diseño anterior que tenía 3068 veh/día) en un solo tipo de sub rasante de tipo A-2, nosotros en la investigación tuvimos 13353 veh/día, a diferencia del diseño anterior que tenía 3510 veh/día) con dos tipos de sub rasante de tipo A-2 y A-4.

Al respecto Brito (2017), en los estudios realizados en la avenida 3 de noviembre pudo observar que el aumento del parque automotor perjudicó algunas partes de la avenida donde tuvieron distintas observaciones por fatiga, en la presente investigación se pudo observar que el alto índice vehicular actual está perjudicando la vía Juliaca Caracoto donde no también observamos el bajo nivel de mantenimiento a la vía Juliaca – Caracoto.

Determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se dio por los valores de índice de tráfico calculado que incremento de 3.335×10^6 Eals (según su diseño) a tener 5.036×10^6 (Aforo actual) con una deflexión admisible según diseño de 74×10^{-2} mm y crítica con aforo actual de 0.81×10^{-2} mm teniendo una variación de sub rasante en tipo A-2 en deflexión admisible y A-4 en la crítica.

1.28 Discusión 4:

Según las tablas 29 y 30 de comparación entre la variación de la estructura del pavimento y el tipo de suelo. Se considera que el pavimento según la sub rasante tiene buen comportamiento, según los ensayos correspondientes realizados in situ y laboratorio, ya teniendo las variaciones de, deformación, deflexión y fatiga según los tipo de suelos encontrados que fueron de tipo A-2, A-4 en el tramo estudiado se llega a la conclusión que gran parte de la vía tiene una buena sub rasante tratada para el soporte de la estructura del pavimento.

Al respecto Cubas (2017), presento deflexiones en su estudio mediante cálculos por laboratorios de suelo y Viga Benkelman donde observa que las unidades de prueba con un comportamiento son de 53% malo, regular 31% y bueno 16% esto implica que el comportamiento de la sub rasante en la mayor parte de la vía no es adecuado. En la investigación se tomaron en cuenta estudios de suelos y para ver las deflexiones usamos el ensayo de viga Benkelman según la norma donde se obtuvieron como prueba de un comportamiento es de malo 38%, regular 16% y bueno 76% esto implica que el comportamiento de la sub rasante en la mayor parte de la vía es adecuada, ya que podemos ver que se hizo en mayor parte de la vía un adecuada estabilización de la sub rasante.

Como Brito (2017), en el diseño estructural de los pavimentos que realizo, llega a ver que, para todo diseño, se necesita tener una buena base estructural de soporte para la estructura de pavimento puesta encima de ella, nosotros en esta investigación pudimos observar que gran parte de la sub rasante en todo el tramo llega a tener una buena conformación a pesar que los tipo de suelos que pudimos ver era arcillosos y muy complicados para estabilizar.

Determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, Se determinaron los porcentajes de unidades comprueba que el 76% es buena el

16% regular y el 38% es mal, esto comprueba que el mayor porcentaje de la sub rasante en la vía es bueno, donde estos porcentajes salen en relación a la deflexión, deformación y fatiga, que se encontraron en los cálculos realizados según los tipos de suelos encontrados que fueron de tipo A-2, A-4

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

1.29 Conclusión 1:

Las deflexiones promedio calculadas, varía en la etapa I de 0.58×10^{-2} mm, etapa II una deflexión promedio de 0.74×10^{-2} mm y etapa III con una deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm, donde se registra en la etapa I sub rasantes de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-5). , etapa II una sub rasante de tipo ML (Limos Inorgánicos) – según AASHTO pertenece (Grupo A-4); Y en la etapa III una sub rasante de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad)) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-4); como también se calcularon deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm y una deflexión característica: 129.150×10^{-2} mm. La estimación de la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, va de 0.58×10^{-2} mm, 0.54×10^{-2} mm en suelos que se ubican en el grupo A-2 según la clasificación por AASHTO y la variación de 0.74×10^{-2} mm en suelos que se ubican en el grupo A-4 según AASHTO.

1.30 Conclusión 2:

Se considera deformaciones promedio calculadas, varía en la etapa I de 0.58×10^{-2} mm , etapa II una deflexión promedio de 0.74×10^{-2} mm y etapa III con una deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm, donde se registra en la etapa I sub rasantes de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad)) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-5) con un radio de curvatura de 241.13. , etapa II una sub rasante de tipo ML (Limos Inorgánicos) – según AASHTO pertenece (Grupo A-4) con un radio de curvatura de 231.33; Y en la etapa III una sub rasante de tipo CL (arcillas de baja compresibilidad)) – según AASHTO pertenece (Grupo A-2, subgrupo A-2-4); como también se calcularon deflexión admisible de 74×10^{-2} mm, una deflexión crítica de 81×10^{-2} mm, con un radio de curvatura de 231.33, donde también utilizamos el método conrevial donde podemos ver una condición que la deflexión admisible sea mayor a (50×10^{-2} mm) donde tenemos un punto que no cumple con la deflexión admisible.

Cuantificación del cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante; la deformación según deflexión promedio de 0.54×10^{-2} mm en una sub rasante tipo A-2 en la primera etapa, deflexión promedio 0.74×10^{-2} mm en una sub rasante tipo A-4 en la segunda etapa, y una deflexión promedio 0.54×10^{-2} mm en un suelo A-2 en la tercera etapa, donde se aprecia que la mayor parte de puntos cumplen con la regla de CONREVIAl, donde podemos afirmar que la estructura y la sub rasante están cumpliendo una buena función en la mayor parte de la vía como también se cuantifica que al observar en el deflectograma y las deformaciones los puntos máximos de deformación que llega a tener la estructura del pavimento según la sub rasante encontrada, como pudimos ver que según a la regla mencionada, tenemos 59 puntos que es el 98.33 % que si cumplen y el 1% que viene a ser el 1.66% que no cumple.

1.31 Conclusión OE3:

Se considera que el pavimento tiende a sufrir una fatiga por el alto índice vehicular aforado. Donde se puede observar que en un suelo A-2 como se encuentra en la primera y tercera etapa no tiene una fatiga considerable ya que encontramos deflexiones máximas de 74×10^{-2} mm pero en la segunda etapa se encontró una deflexión crítica de 0.81×10^{-2} mm con una sub rasante de tipo A-4, esto debido al incremento vehicular. Se llega a la conclusión de poder plantear un mantenimiento periódico a la vía ya que por un índice alto no planificado a futuro la fatiga se hace consecuente y eso produce fallas en la capeta asfáltica, como también la falta de mantenimiento a la vía.

Determinación del cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se dio por los valores del esfuerzo vertical producido con el índice de tráfico calculado que incremento de 3.335×10^6 Eals (según su diseño) a tener 5.036×10^6 (Aforo actual) con una deflexión admisible según diseño de 74×10^{-2} mm y crítica con aforo actual de 0.81×10^{-2} mm.

1.32 Conclusión OE4:

Según las tablas 24 y 25 de comparación entre la variación de la estructura del pavimento y el tipo de suelo se considera que el pavimento según la sub rasante tiene buen comportamiento. Según los ensayos correspondientes realizados in situ y laboratorio, ya teniendo las variaciones de deformación deflexión y fatiga según los tipos de suelos encontrados que fueron de tipo A-2, A-4 en el tramo estudiado se llega a la conclusión que gran parte de la vía tiene una buena sub rasante tratada para el soporte de la estructura del pavimento.

Determinación de la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, se determinaron los porcentajes de unidades comprueba que el 76% es buena el 16% regular y el 38% es mal esto comprueba que el mayor porcentaje de la sub rasante en la vía es bueno donde estos porcentajes salen en relación a la deflexión, deformación y fatiga que se encontraron en los cálculos realizados según los tipos de suelos encontrados que fueron de tipo A-2, A-4 la variación de la estructura del pavimento y el tipo de suelo. Se considera que el pavimento según la sub rasante tiene buen comportamiento, según los ensayos correspondientes realizados in situ y laboratorio. La variación del tipo de suelo A-2 tuvo una deflexión de 0.58×10^{-2} mm y 0.54×10^{-2} mm, con una deformación de 241.13 y 231.33 y una fatiga en el incremento de índice vehicular de 3.33×10^6 a 5.03×10^6 , teniendo deflexiones máximas de 74×10^{-2} mm, por otro lado la variación en el tipo de suelo A-4 tuvo una deflexión de 0.74×10^{-2} mm, con una deformación de 240.17 y una fatiga crítica de 0.81×10^{-2} mm.

CAPÍTULO VII: RECOMENDACIONES

Las recomendaciones están desarrolladas en el orden de las conclusiones (específica y general)

1.33 Recomendación C1:

Se recomienda que para cada ejecución de vías se deba tener una buena sub rasante estable, en caso contrario de no tener una buena sub rasante buena, podemos estabilizar este suelo enrocándolos aplicaciones de pedraplen para tener una mejor sub rasante y así poder tener una buena sub rasante para la estructura de un pavimento.

1.34 Recomendación C2:

Al realizar el ensayo para las mediciones se debe tener cuidado, ya que un mal procedimiento y mala ejecución nos arrojaran resultados equivocados y no podremos tener en consideración los puntos críticos que pueda tener una deformación ya que es base fundamental para poder llevar una supervisión adecuada.

1.35 Recomendación C3:

Se recomienda plantear una programación de mantenimiento rutinario en la vía Juliaca – Caracoto ya que se pudo observar que esta no cuenta con un mantenimiento apropiado.

1.36 Recomendación C4:

Se recomienda que al momento de la ejecución de una vía de pavimento flexible se debe tomar muy en cuenta el estudio de terreno in situ, y tomar en cuenta los resultados que da laboratorio para poder realizar un mejor diseño ya sea estabilizando el suelo y compactar las capas de la estructura del pavimento adecuadamente según la norma.

REFERENCIAS

- Almanza. (2015). *Planificación de Obra viales*. Ecuador: Tesis.
- Arias, O. (2006). *El Proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica*. Venezuela: Episteme.
- Arias, O., & Fidias, G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica. 6ta*. Caracas, venezuela: Episteme EIRL.
- Badillo, E., & Juárez. (2007). *Mecánica de Suelos*. México: Limusa.
- Balarezo, Z., & Javier, I. (2017). *Evaluacion estructural usando Viga Benkelman aplicada a un pavimento*. Piura: Publicaciones Universidad de Piura.
- Behar. (2008). *Metodología de la Investigación* (Vol. ISBN: 9789597837). Shalom.
- Bernal Torres, c. A. (2006). *Metodologia de la investigacion*. Mexico: Pearson Educacion de Mexico, S.A de C.V.
- Brito, O. (2017). *Diseño estructural del pavimento flexible avenida del ejército intersección calle 3 de noviembre y pasaje en la ciudad el guabo*. Machala, Ecuador: Machala.
- Bustamante, O. (1996). *Estructuración de vías terrestres*. México: CECSA.
- Cano, M. (2020). *Tipos de Suelos*. Chiclayo.
- Carahuatay. (2018). *Viga benkelman*.
- Chávez.C. (2015). *Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – San Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el Análisis Deflectométrico*. Cajamarca.
- CONREVIAl. (2015). *Ministerio de transportes y comunicaciones*. Perú.
- Covisur. (2005). *Recapeo de carpeta asfáltica*. Juliaca - Caracoto.
- Cubas De la Torre, R. B. (2017). *Comportamiento estructural del pavimento flexible en la via de evitamiento sur – cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la viga benkelman*. Cajamarca, Perú.
- Dávila Carranza, N. A., & Ramirez Cubas, Z. C. (2019). *Análisis comparativo de costos y propiedades mecánicas de muretes adheridos con “massa dun-dun”, mortero tradicional y mortero seco predosificado*, trujillo 2019. Trujillo, Perú.
- Díaz T, R. (2016). *Evaluación del índice de regularidad internacional (iri) en caminos de geometría restringida: cálculo del iri teórico – caso de aplicación*. Lima, Perú.
- Earth, G. (2021). *Google Earth*.

- Espinosa., G. (2009). *Evaluación Técnica de Pavimentos Flexibles Utilizando la Viga Benkelman en la Ciudad de Loja*. Loja.
- Estrella Molina, M. M. (2018). Influencia de la adherencia de tabiquería con masa Dun Dun en su comportamiento estructural, Lima 2018. Lima, Perú.
- Gutiérrez, C. A. (2018). *estructura de pavimentos flexibles*. Mexico: SA.
- Hajiannia, D. K. (2018). *Correlation between the results of the PLT and CBR test to determine the elasticity modulus*. EE.UU.
- Hernandez Sampieri, y. o. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico: MCGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES,S.A. DE C.V.
- Higuera Sandoval, C. H. (2017). *Para el análisis se adoptó una estructura típica de pavimento flexible compuesta por cuatro capas: capa asfáltica, base granular, subbase granular y subrasante*. Colombia: Santander Ocaña.
- Hoffman, P. (1985). *Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones (ensayos no destructivos)*. Lima: Librotext.
- Ishibashi, I. &. (2010a). *Soil Mechanics Fundamentals*. Baton Rouge, UNITED STATES: CRC Press LLC.
- Jauset Berrocal, J. A. (2007). *Estadística para periodistas, Publicitarios y Comunicadores. Aplicaciones de los porcentajes y diseño e interpretación de encuestas. 110 ejercicios y cuestiones prácticas*. Barcelona: UOC.
- Juárez Badillo, E. (1974). *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico: Limusa.
- Juarez, R. (1975). *mecánica de suelos en pavimentos flexibles*. España: Chiptco.
- Leiva. (2017). *pavimentos flexibles*.
- Marquina Sierra, A. (2008). *Uso de las escorias obtenidas como subproducto de la elaboración de aceros de la planta n° 2 de 18 aceros Arequipa – Pisco para fines de cimentación y pavimentación*. Lima: Tesis Universidad Ricardo Palma de Lima.
- Massenlli, G. (2019). Influencia de la deflexión superficial en pavimentos flexibles con subrasante de baja resistencia. *Ingeniare*, 27, 613-624.
- Ministerio, d. t. (2018). *Ministerio de transportes Movilidad y Agencia Urbana*. España.
- MTC, M. d. (2013). *Ministerio de transportes y Comunicaciones*. Peru: MTC.
- ocaña, U. f. (2013). *revista ingenio*. Ocaña.

- Oseda G, D. (2015). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Piramide.
- OSEDA G, D. y. (2015). *Metodología de la Investigación*. Huancayo: Piramide.
- Oseda, G. (2015). *Metodología de la investigación*. Huancayo: Piramide.
- Parella & Santa, M. F. (2006). *Metodología de la investigación cuantitativa. 2da ed.* Caracas: Fedupel.
- Powrie, W. (2010). *Soil mechanics. In Soil mechanics*. <https://doi.org/10.4324/9780203475348>.
- RAMOS VILCA, W. (2015). Evaluación del estado del pavimento por deflectometría e índice de rugosidad internacional de la carretera: puno – vilque – mañazo - 4km críticos - 2015. Puno, Perú.
- Ranjan, G. V. (1996). *Probabilistic Analysis of Randomly Distributed Fiber Reinforced Soil. Journal of Geotechnical and Geoenvironmental* (Vols. CXXII,). Engineering, ASCE,.
- Reyes Castañeda , C. H. (2018). Estudio comparativo del mortero de adherencia convencional y el mortero embolsado para la elaboración de muros de albañilería, Lima-2018. Lima, Perú.
- Rojas, R. T. (2003). *Concepto de performance o comportamiento. Tecnología de pavimentos*. Piura: Universidad de Piura.
- Roman, M. P. (2007). *Expediente técnico avenida mártires del 4 de noviembre*. Juliaca.
- S. Hoffman & M, A. (1985). *mecánica de suelos*. España: pansua.
- Tamayo, T. y. (2004). *El proceso de la Investigación Científica* (Vol. 4ta ed.). México, México: Limusa SA.
- Terzaghi, K. &. (2008). *Soil Mechanics in Engineering Practice*. Illinois: Wiley Interscience.
- Terzaghi, K. &. (2013). *Soil Mechanics in Engineering Practice (Tercera Ed)*. Illinois: Wiley Interscience.
- torre, r. b. (2017). *Comportamiento estructural de pavimento flexible en la vía de evitamiento sur - cajamarca utilizando las deflexiones medidas con la viga Benkelman*. cajamarca.
- Valderrama, s. (2015). *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa cualitativa y mixta. 1ra ed.* (Vol. ISBN: 9786123028787). Lima: San marcos.
- Vargas Gordillo, L. (2017). Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del mortero tradicional y el mortero no convencional en muretes de albañilería. Lima, Perú.
- Vargas Guerrero, M. (2017). *Metodología para la estimación del número estructural efectivo de los pavimentos flexibles recién construidos y su capacidad estructural*. Granada: Universidad Militar Nueva Granada.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p><u>PROBLEMA GENERAL</u> ¿Cuánto varía el comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021?</p> <p><u>PROBLEMAS ESPECIFICOS</u> ¿Cómo varía la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto , Puno 2021? ¿Cuánto cambia la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021? ¿Cómo cambia la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto , Puno 2021?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL</u> Determinar la variación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021</p> <p><u>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</u> Estimar la variación de la deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021 Cuantificar el cambio de la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021 Determinar el cambio de la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL</u> El comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante varía significativamente carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021</p> <p><u>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</u> La deflexión de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante varía significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021 la deformación de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante cambia significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021 la fatiga de la estructura de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante cambia significativamente, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021</p>	<p>V1: Tipo de suelo de sub rasante</p> <p>V2: Comportamiento o estructural</p>	<p>D1:Suelo granular</p> <p>D2:Suelo cohesivo</p> <p>D3:Suelo mixto</p> <p>D1:Deflexion</p> <p>D2:Deformacion</p> <p>D3:fatiga</p>	<p>I1:arenas I2:gravas I3:limo</p> <p>I1:arcilla I2:limo I3:arena</p> <p>I1:arena I2:limos I3:arcilla</p> <p>I1:rigidez I2:temperatura I3:espor</p> <p>I1:ahuellamiento I2:Hundimiento I3:Corrimiento</p> <p>I1:fisuras I2:Desprendimiento I3:deteriodo</p>	<p>Método Científico Tipo aplicada</p> <p>Nivel Explicativo</p> <p>Diseño Experimental</p> <p>Población Juliaca-Caracoto, límites de 39 km.</p> <p>Muestreo Ensayos de laboratorio</p> <p>Muestra Límites de 9 km.</p> <p>Técnica Instrumento Evaluación del pavimento Evaluación estructural de pavimento Evaluación de sub rasante Deflectometria (viga Benkelman)</p>

Anexo 2. Instrumento de investigación validado

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS					
PROYECTO: Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto,				Puno 2021	
AUTOR: Luis Javier Flores Cazolla					
1.- INFORMACION GENERAL:					
UBICACION: Carretera Juliaca - Caracoto					
DISTRITO:		Juliaca	ALTITUD:		3629 m.s.n.m.
PROVINCIA:		San Román	LATITUD:		-15.4933 (15°29'36" Sur)
REGION:		Puno	LONGITUD:		-70.1356 (70°8'8" Oeste)
1a.- Descripción estructural en un tipo de suelo granular					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arenas	calicata	gravas	calicata	limos
0.83					
1.- Descripción estructural en un tipo de suelo cohesionado					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arcilla	calicata	limo	calicata	arena
0.87					
2.- Descripción estructural en un tipo de suelo limo					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arena	calicata	limos	calicata	arcilla
0.81					
3.- Descripción estructural en defensas según su ubicación en suelos granulares					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	rigidez		temperatura		espesor
0.58					
3.- Descripción estructural en defensas según su ubicación en suelos cohesionados					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	afuerramiento		hundimiento		comprimiento
0.92					
4.- Descripción estructural en defensas según su ubicación en suelos arcillosos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	secanos		desprendimientos		detoneros
1					
APellidos y Nombres:		Edilberto Cahuaopaza Velarde			
PROFESION		IC			
REGISTRO CIP No:		84573			
EMAIL		edycahuaopaza@hotmail.com			
TELEFONO		950809411			

EXPERTO
A
1
0.83
0.87
0.81
0.58
0.92
1
0.5
0.57


 Ing. Edilberto Cahuaopaza Velarde
 RESIDENTE DE OBRAS
 CIP. - 84573

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto,

Puno 2021

AUTOR: Luis Javier Flores Cazolla

INFORMACIÓN GENERAL					
UBICACIÓN: Carretera Juliaca - Caracoto					
DISTRITO:		Juliaca	ALTITUD:		3625 m s.n.m.
PROVINCIA:		San Román	LATITUD:		-15 4033 (15°29'36") Sur
REGION:		Puno	LONGITUD:		-70 1358 (70°13'58") Oeste
1.- Campos de ensayos estructurales en los tipos de suelos granulares					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arenas	calicata	gravas	calicata	limos
2.- Campos de ensayos estructurales en un tipo de suelo cohesivo					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arcilla	calicata	limo	calicata	arena
3.- Campos de ensayos estructurales en un tipo de suelo arenoso					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
calicata	arena	calicata	limos	calicata	arcilla
4.- Campos de ensayos estructurales en defensas según valores altos en niveles granulares					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	Regidez		temperatura		espesor
5.- Campos de ensayos estructurales en defensas según valores altos en niveles cohesivos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	afueltamiento		hundimiento		confinamiento
6.- Campos de ensayos estructurales en defensas según valores altos en suelos mixtos					
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1:					
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo
	rauras		desprendimientos		deformación
APellidos y Nombres:		Bejar Parra Americo			
PROFESION:		IC			
REGISTRO OIP No.:		53544			
EMAIL:		americobejar@hitzmaef.com			
TELEFONO:		953890113			

EXPERTO
A
1
0.26
0.87
0.8
1
0.8
0.85
0.10
0.280


 BEPSA CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.
 Ing. Americo Bejar Parra
 GERENTE GENERAL

SIMULACION DE ANALISIS DE VALIDEZ DE FICHA DE RECOPIACION DE DATOS

PROYECTO: Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto,

Puno 2021

AUTOR: Luis Javier Flores Cazorla

INFORMACION GENERAL						EXPERTO
UBICACION: Carretera Juliaca - Caracoto						A
DESTRITO: Juliaca						1
PROVINCIA: San Roman			ALTITUD: 3625 m.s.n.m.			
REGION: Puno			LATITUD: -16.4933 (15°29'39" Sur)			
			LONGITUD: -70.4356 (70°06" Oeste)			
b) Comportamiento estructural en un tipo de suelo gravoso						0.55
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D1V2						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
calicata	arenas	calicata	gravas	calicata	arenas	
c) Comportamiento estructural en un tipo de suelo arcilloso						0.87
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D2V2						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
calicata	arcilla	calicata	limo	calicata	arenas	
d) Comportamiento estructural en un tipo de suelo arenoso						0.8
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V1 ó D3V2						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
calicata	arena	calicata	concreto	calicata	arcilla	
e) Comportamiento estructural en superficies según comportamiento en estado granítico						0.28
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D1V2 ó D1V1						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
	Fractur		temperatura		espesor	
f) Comportamiento estructural en superficies según comportamiento en estado cementado						0.04
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D2V2 ó D2V1						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
	aflojamiento		hinchamiento		comentarios	
g) Comportamiento estructural en superficies según comportamiento en estado rocoso						0.16
Colocar la información a recopilar de campo para medir la D3V2 ó D3V1						
Indicador 1:	Tipo	Indicador 2:	Tipo	Indicador 3:	Tipo	
	fisuras		desprendimientos		detenera	
APELLIDOS Y NOMBRES: Miguel Eduardo Cordova Cano PROFESION: IC REGISTRO CIP No: 91865 EMAIL: mucan1@gmail.com TELÉFONO: 9593144325						6.3
						0.900


MICCA CONSTRUCTORA S.R.L.
 Miguel Eduardo Cordova Cano
 GERENTE GENERAL

Anexo 3. Certificados y Protocolos de laboratorio



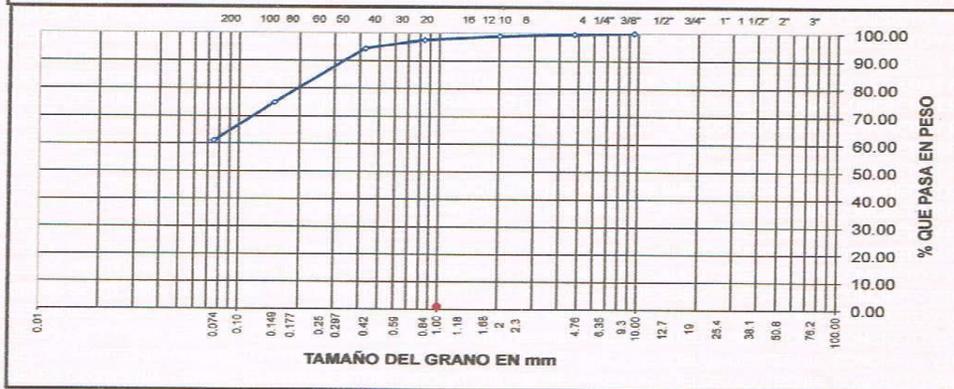
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edychuapaza@hotmail.com

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-1 - PROGRESIVA. 0+600
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 1.50 m
FECHA : Monday, April 5, 2021

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 555 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 0.40 %
1 1/2"	37.500						Arena : 38.60 %
1"	25.000						Fino : 61.00 %
3/4"	19.000						W natural : 15.20 %
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		
							LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	2.00	0.40	0.40	99.60		L.L. : 50.21 %
No.10	2.000	4.00	0.70	1.10	98.90		L.P. : 19.59 %
No.20	0.840	8.00	1.40	2.50	97.50		I.P. : 30.62 %
No.40	0.425	17.00	3.10	5.60	94.40		
No.100	0.150	108.00	19.50	25.10	74.90		
No.200	0.075	77.00	13.90	39.00	61.00		CLASIFICACION
<No.200		339.00	61.10	100.1			SUCS : CL
							AASHTO :

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Chuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-1 - PROGRESIVA. 0+600
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 1.5
FECHA : Monday, April 5, 2021

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	35	24	15		8T	7T
01. No.DE GOLPES						
02. TARRO No.	11	12	13			
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	35.55	37.66	35.74		26.32	25.36
04. SUELO SECO * TARRO g	30.58	32.65	30.40		24.52	23.77
05. PESO DEL AGUA g	4.97	5.01	5.34		1.80	1.59
06. PESO DEL TARRO g	20.40	22.70	20.20		15.50	15.50
07. PESO DEL SUELO SECO g	10.18	9.95	10.20		9.02	8.27
08. HUMEDAD %	48.82	50.35	52.35		19.96	19.23
<p>L.L.= 50.21 % L.P.= 19.59 % I.P.= 30.62 %</p>						



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

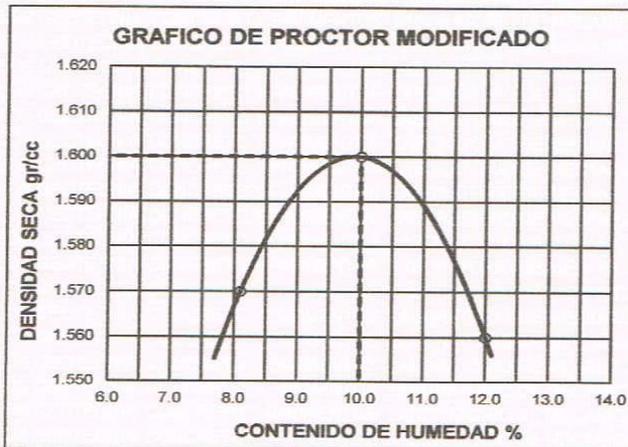


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)	
PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	: CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	: C-1 - PROGRESIVA. 0+600
TESISTA	: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD	: 1.5
FECHA	: Monday, April 5, 2021

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	9,944	10,084	10,066		
PESO MOLDE	6,340	6,340	6,340		
PESO SUELO COMPACTADO	3,604	3,744	3,726		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,126	2,126	2,126		
DENSIDAD HUMEDA	1.70	1.76	1.75		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	455.00	422.40	477.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	421.00	384.00	426.00		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	34.00	38.40	51.00		
PESO DE SUELO SECO	421.00	384.00	426.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.10	10.00	12.00		
DENSIDAD SECA	1.57	1.60	1.56		



Max. densidad seca
1.600 gr/cm³
 Conten. humedad óptima
10.00 %

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahuapaza Valverde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ**

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

**VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
(ASTM D-1883)**

CONCEPTO	:	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	:	CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	:	C-1 - PROGRESIVA. 0+600
TESISTA	:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDID.	:	1.5
FECHA	:	Monday, April 5, 2021

Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	10888		10832		10666	
Peso del molde gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo gr.	3745		3595		3398	
Volúmen del molde cc.	2126		2128		2114	
Densidad Humeda gr./cc	1.76		1.69		1.61	
Humedad %	10.00		10.00		10.00	
Densidad seca gr./cc	1.60		1.54		1.46	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	466		485		467	
Tarro suelo seco gr.	425		442.3		426	
Agua gr.	41		42.7		41	
Peso del Tarro gr.	14.6		14.2		14.84	
Peso del suelo seco gr.	410.4		428.1		411.16	
Humedad %	10.0		10.0		10.0	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
5-abr.-21	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6-abr.-21	10.00	24	22	0.5588	0.441	26	0.6604	0.522	42	1.0668	0.843
7-abr.-21	10.00	48	36	0.9144	0.722	54	1.3716	1.084	66	1.6764	1.324
8-abr.-21	10.00	72	78	1.9812	1.565	96	2.4384	1.926	114	2.8956	2.288

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	4	98	33	3	89	30	2	79	26
1.00	1.300	0.50	8	137	46	6	118	39	4	98	33
1.30	1.900	0.075	10	156	52	8	137	46	6	118	39
2.00	2.500	0.100	16	214	71	12	175	58	9	147	49
3.00	3.800	0.150	22	272	91	17	224	75	10	156	52
4.00	5.000	0.200	30	349	116	21	262	87	13	185	62
5.00	6.000	0.250	42	465	155	32	369	123	14	195	65
6.00	7.500	0.300	50	543	181	38	427	142	16	214	71
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 84573

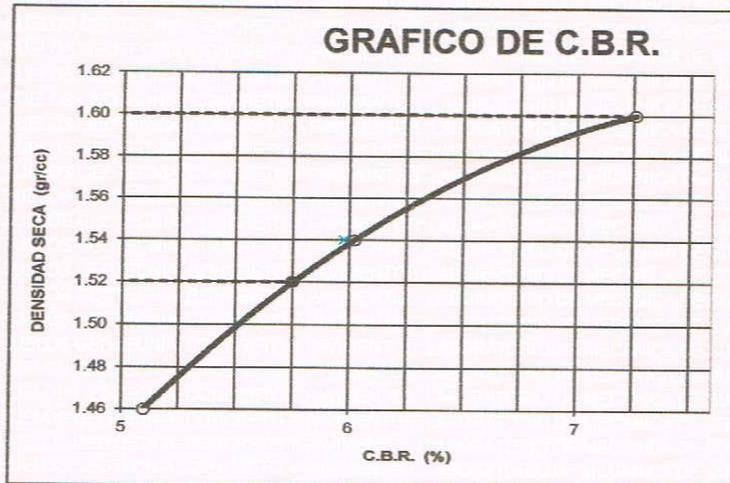


LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edychahuapaza@hotmail.com

GRAFICO DEL C. B. R.

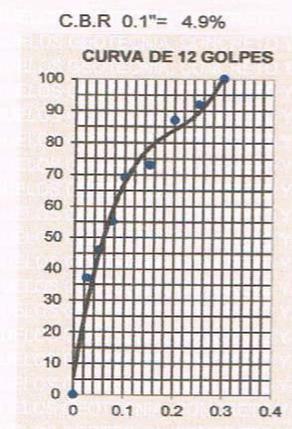
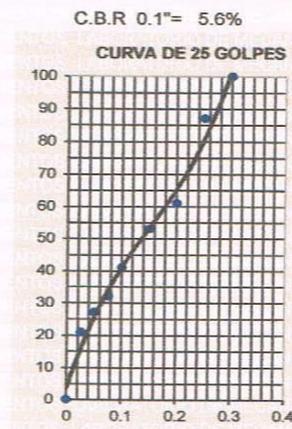
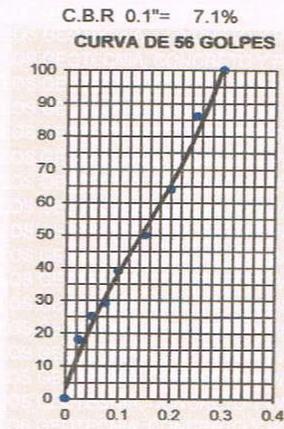
CONCEPTO	:	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE. CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	:	CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	:	C-1 - PROGRESIVA. D+600
TESISTA	:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD	:	1.5
FECHA	:	Monday, April 5, 2021



PARAMETROS DE C.B.R.
 C.B.R.0.1" AL 100% = 7.1%
 C.B.R.0.1" AL 95% MDΣ = 5.6%

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Córdova Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACION								
CONCEPTO		EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES						
		SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021						
LUGAR		CARRETERA JULIACA - CARACOTO						
CALICATA		C-1 - PROGRESIVA. 0+600						
TESISTA		LUIS JAVIER FLORES CAZORLA						
PROFUNDIDAD		1.5						
FECHA		Monday, April 5, 2021						
ROFUNDIDA (m)	TIPO DE EXCAVACION	SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIA	ENSAYOS EN LABORATORIO			
					LL	LP	IP	HN
0.20	A CIELO ABIERTO		CL A-7-5(10)	ARCILLAS INORGÁNICAS DE BAJA MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS ARCILLAS POBRES LIMOS INORGÁNICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLÁSTICOS.	50.21	19.59	30.62	15.2
0.40								
0.60								
0.80								
1.00								
1.20								
1.40								
1.60								
1.80								
2.00								
OBSERVACIONES:		NINGUNA						

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Eduardo Cahuapaza Velarde
Eduardo Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

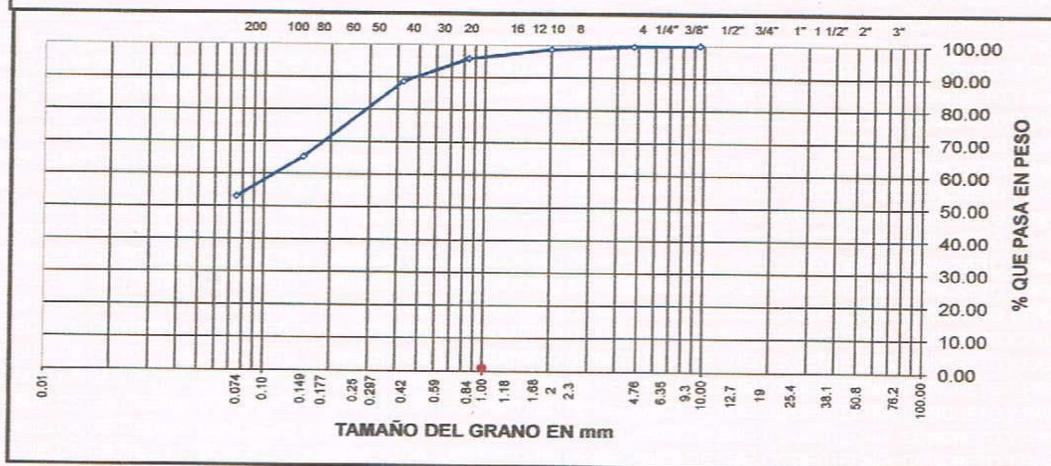
AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-2 - PROGRESIVA 3+000
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 cm.
FECHA : Wednesday, April 7, 2021

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 588 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 0.30 %
1 1/2"	37.500						Arena : 46.70 %
1"	25.000						Fino : 53.00 %
3/4"	19.000						W natural : 17.00 %
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	2.00	0.30	0.30	99.70		L.L. : 47.01 %
No.10	2.000	6.00	1.00	1.30	98.70		L.P. : 20.58 %
No.20	0.840	17.00	2.90	4.20	95.80		I.P. : 26.43 %
No.40	0.425	42.00	7.10	11.30	88.70		
No.100	0.150	138.00	23.50	34.80	65.20		CLASIFICACION
No.200	0.075	72.00	12.20	47.00	53.00		SUCS : CL
<No.200		311.00	52.90	99.9			AASHTO : A-7-6(8)

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edycahuapaza Velarde
Edycahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021

LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO

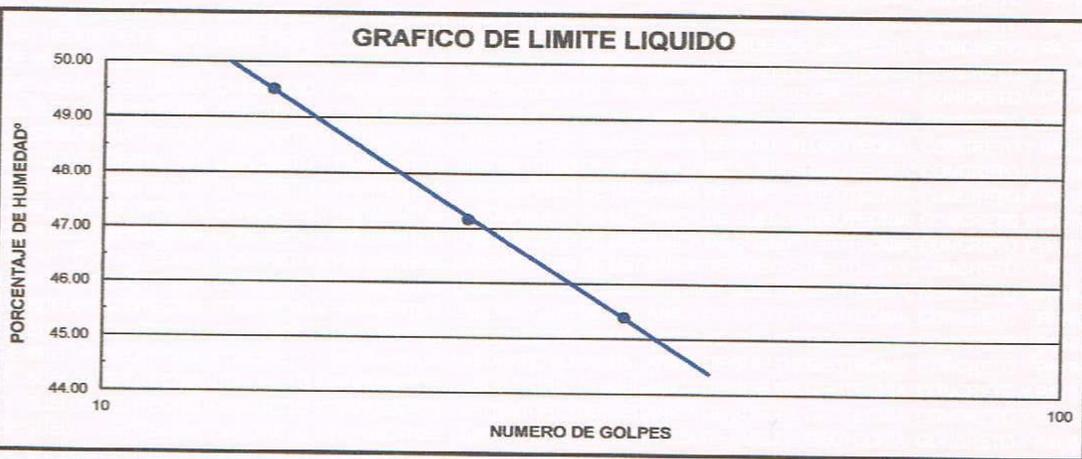
CALICATA : C-2 - PROGRESIVA 3+000

TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA

PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50

FECHA : Wednesday, April 7, 2021

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO	
	35	24	15	5T	6T
01. No.DE GOLPES	35	24	15		
02. TARRO No.	26	27	28	5T	6T
03. SUELO HUMEDO * TARRO g	33.66	35.68	35.48	25.88	25.22
04. SUELO SECO * TARRO g	29.52	31.52	30.42	24.12	23.55
05. PESO DEL AGUA g	4.14	4.16	5.06	1.76	1.67
06. PESO DEL TARRO g	20.40	22.70	20.20	15.50	15.50
07. PESO DEL SUELO SECO g	9.12	8.82	10.22	8.62	8.05
08. HUMEDAD %	45.39	47.17	49.51	20.42	20.75
L.L.=	47.01 %	L.P.=	20.58 %	I.P.=	26.43 %



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cañapaza Velarde
 Edilberto Cañapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



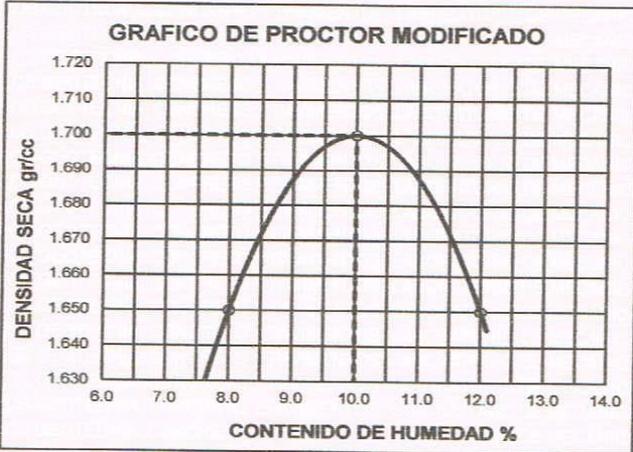
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

PROCTOR MODIFICADO
(ASTM D-1557)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-2 - PROGRESIVA 3+000
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50
FECHA : Wednesday, April 7, 2021

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	10,120	10,320	10,266		
PESO MOLDE	6,340	6,340	6,340		
PESO SUELO COMPACTADO	3,780	3,980	3,926		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,126	2,126	2,126		
DENSIDAD HUMEDA	1.78	1.87	1.85		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	462.30	522.00	473.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	428.00	474.50	422.50		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	34.30	47.50	50.50		
PESO DE SUELO SECO	428.00	474.50	422.50		
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.00	10.00	12.00		
DENSIDAD SECA	1.65	1.70	1.65		



Max. densidad seca
1.700 gr/cm³
 Conten. humedad óptima
10.00 %

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edychahuapaza@hotmail.com

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.)
 (ASTM D-1883)

PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
	: SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	: CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	: C-2 - PROGRESIVA 3+000
TESISTA	: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDID.	: 0.30 - 1.50
FECHA	: Wednesday, April 7, 2021

	1		2		3	
	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR		SUMERG.		SIN SUMERGIR	
Peso molde + suelo húmedo gr.	11120		11052		10902	
Peso del molde gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo gr.	3977		3815		3634	
Volúmen del molde cc.	2126		2128		2114	
Densidad Humeda gr./cc	1.87		1.79		1.72	
Humedad %	10.00		10.00		10.00	
Densidad seca gr./cc	1.700		1.63		1.56	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	440		445		486	
Tarro suelo seco gr.	401.3		406		443	
Agua gr.	38.7		39		43	
Peso del Tarro gr.	14.6		14.2		14.84	
Peso del suelo seco gr.	386.7		391.8		428.16	
Humedad %	10.0		10.0		10.0	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION

FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
7-abr.-21	8.30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8-abr.-21	8.30	16	18	0.4572	0.361	20	0.508	0.401	24	0.6096	0.482
9-abr.-21	8.30	38	32	0.8128	0.642	42	1.0668	0.843	54	1.3716	1.084
10-abr.-21	8.30	54	70	1.778	1.405	62	1.5748	1.244	72	1.8288	1.445

PENETRACION

PENETRACION			Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	8	137	46	6	118	39	4	98	33
1.00	1.300	0.50	12	175	58	8	137	46	6	118	39
1.30	1.900	0.075	18	233	78	12	175	58	8	137	46
2.00	2.500	0.100	22	272	91	16	214	71	10	156	52
3.00	3.800	0.150	32	369	123	20	253	84	12	175	58
4.00	5.000	0.200	44	485	162	32	369	123	14	195	65
5.00	6.000	0.250	68	717	239	42	465	155	16	214	71
6.00	7.500	0.300	96	987	329	64	678	226	18	233	78
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahua Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

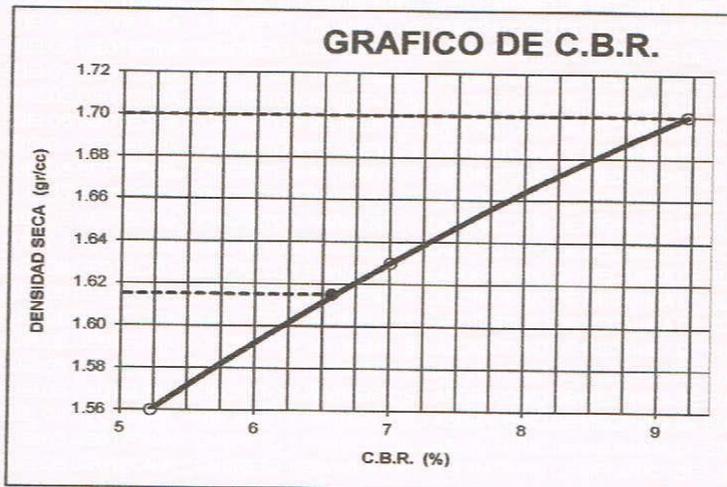
LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

GRAFICO DEL C. B. R.

PROYECTO	:	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
	:	SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	:	CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	:	C-2 - PROGRESIVA 3+000
TESISTA	:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDID	:	0.30 - 1.50
FECHA	:	Wednesday, April 7, 2021



PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = 9.2%
 C.B.R.01" AL 95% MD \leq = 6.6%

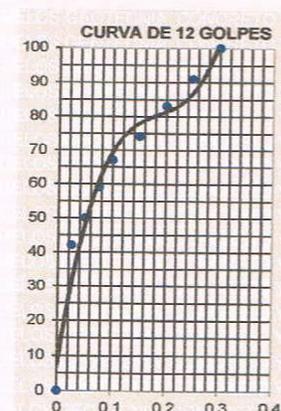
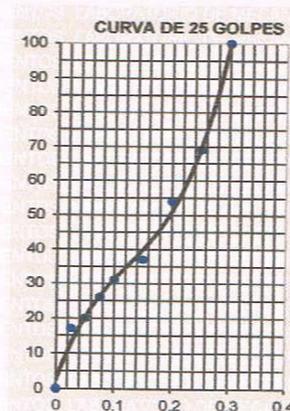
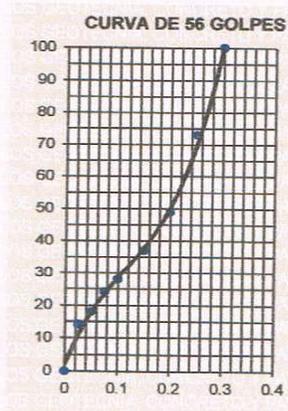
LEYENDA

— CURVA A 0.1"

C.B.R 0.1"= 9.2%

C.B.R 0.1"= 6.6%

C.B.R 0.1"= 5.2%



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edycahuapaza Velarde
 Edycahuapaza Velarde
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 --REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edychahuapaza@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACION

PROYECTO	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	C-2 - PROGRESIVA 3+000
TESISTA	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD	0.30 - 1.50
FECHA	Wednesday, April 7, 2021

PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE EXCAVACION	SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIA	ENSAYOS EN LABORATORIO			
					LL	LP	LP	H.N
0.20	A CIELO ABIERTO							
0.40			ML	LIMOS INORGÁNICOS, POLVO DE ROCA, ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLÁSTICOS. O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLÁSTICOS.				
0.60			CL A-7-6(8)	ARCILLAS INORGÁNICAS DE BAJA O MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA, ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS, ARCILLAS POBRES.	47.01	20.58	26.43	17.00
0.80								
1.00								
1.20								
1.40								
1.60								
1.80								
2.00								

OBSERVACIONES

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Córdova Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
(ASTM D-422)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-3 - PROGRESIVA 8+250
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50 cm.
FECHA : Friday, April 9, 2021

Tamices ASTM	Abertura mm	Peso Retenido	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa	Especificaciones	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	75.000						Peso inicial : 642 Grs
2 1/2"	63.000						Peso fracción : Grs
2"	50.000						Grava : 0.50 %
1 1/2"	37.500						Arena : 35.50 %
1"	25.000						Fino : 64.00 %
3/4"	19.000						W natural : 15.90 %
1/2"	12.500						
3/8"	9.500				100.00		LIMITES DE CONSISTENCIA
No.04	4.750	3.00	0.50	0.50	99.50		L.L. : 51.21 %
No.10	2.000	5.00	0.80	1.30	98.70		L.P. : 18.43 %
No.20	0.840	9.00	1.40	2.70	97.30		I.P. : 32.78 %
No.40	0.425	18.00	2.80	5.50	94.50		
No.100	0.150	112.00	17.40	22.90	77.10		CLASIFICACION
No.200	0.075	84.00	13.10	36.00	64.00		SUCS : CL
<No.200		411.00	64.00	100.0			AASHTO :

REPRESENTACION GRAFICA
TAMAÑO DE LAS MALLAS U.S. STANDARD



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edycahuapaza Velazco
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



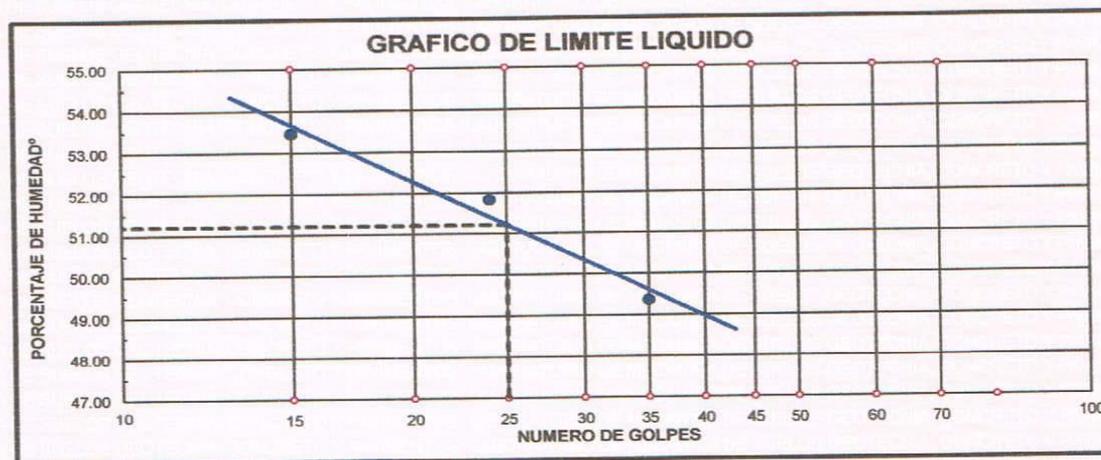
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

LIMITES DE CONSISTENCIA
(ASTM D-424)

PROYECTO : EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
 SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR : CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA : C-3 - PROGRESIVA 8+250
TESISTA : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD : 0.30 - 1.50
FECHA : Friday, April 9, 2021

DESCRIPCION	LIMITE LIQUIDO				LIMITE PLASTICO	
	No.	g	%	g	8T	7T
01. No.DE GOLPES	35	24	15			
02. TARRO No.	11	12	13		8T	7T
03. SUELO HUMEDO * TARRO	g	36.74	38.84	37.08	27.30	26.52
04. SUELO SECO * TARRO	g	31.34	33.33	31.20	25.48	24.79
05. PESO DEL AGUA	g	5.40	5.51	5.88	1.82	1.73
06. PESO DEL TARRO	g	20.40	22.70	20.20	15.50	15.50
07. PESO DEL SUELO SECO	g	10.94	10.63	11.00	9.98	9.29
08. HUMEDAD	%	49.36	51.83	53.45	18.24	18.62
L.L.=		51.21 %	L.P.=	18.43 %	I.P.= 32.78 %	



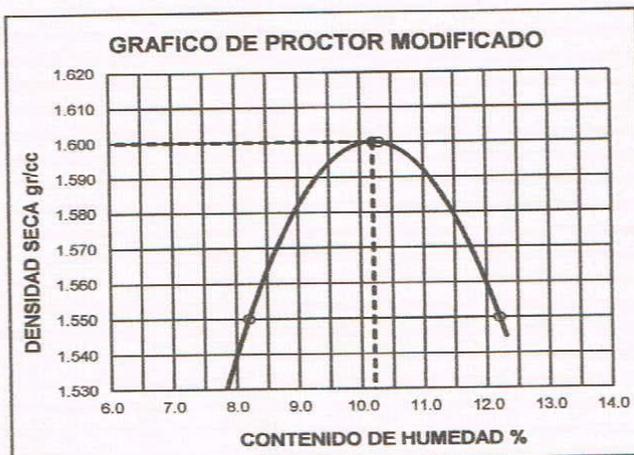
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS
 Edilberto Cahuapaza Velarde
 INGENIERO CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

PROCTOR MODIFICADO (ASTM D-1557)	
PROYECTO	: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	: CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	: C-3 - PROGRESIVA 8+250
TESISTA	: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDIDAD	: 0.30 - 1.50
FECHA	: Friday, April 9, 2021

ENSAYO N°	1	2	3	4	5
DETERMINACION DE DENSIDAD					
PESO MOLDE+SUELO	9,922	10,078	10,046		
PESO MOLDE	6,340	6,340	6,340		
PESO SUELO COMPACTADO	3,582	3,738	3,706		
VOLUMEN DEL MOLDE	2,126	2,126	2,126		
DENSIDAD HUMEDA	1.68	1.76	1.74		
DETERMINACION DE CONTENIDO DE HUMEDAD					
RECIPIENTE N°	1	2	3	4	
SUELO HUMEDO + RECIPIENTE	567.00	536.00	584.00		
SUELO SECO + RECIPIENTE	524.00	486.00	520.60		
PESO RECIPIENTE	0.00	0.00	0.00		
PESO DE AGUA	43.00	50.00	63.40		
PESO DE SUELO SECO	524.00	486.00	520.60		
CONTENIDO DE HUMEDAD	8.20	10.30	12.20		
DENSIDAD SECA	1.55	1.60	1.55		



Max. densidad seca
1.600 gr/cm³

Conten. humedad óptima
10.20 %

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Vela
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ

AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

VALOR RELATIVO DE SOPORTE (C.B.R.) (ASTM D-1883)						
PROYECTO	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021					
LUGAR	CARRETERA JULIACA - CARACOTO					
CALICATA	C-3 - PROGRESIVA 8+250					
TESISTA	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA					
PROFUNDID.	0.30 - 1.50					
FECHA	Friday, April 9, 2021					
Molde N°	1		2		3	
Capa N°	5		5		5	
Golpes por capa N°	56		25		12	
Condición de la muestra	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.	SIN SUMERGIR	SUMERG.
Peso molde + suelo húmedo gr.	10877		10826		10668	
Peso del molde gr.	7143		7237		7268	
Peso del suelo húmedo gr.	3734		3589		3400	
Volúmen del molde cc.	2126		2128		2114	
Densidad Humeda gr./cc	1.76		1.69		1.61	
Humedad %	10.20		10.20		10.20	
Densidad seca gr./cc	1.60		1.53		1.46	
Tarro N°	1		2		3	
Tarro suelo húmedo gr.	567		590		578	
Tarro suelo seco gr.	516		536.5		526	
Agua gr.	51		53.5		52	
Peso del Tarro gr.	14.6		14.2		14.84	
Peso del suelo seco gr.	501.4		522.3		511.16	
Humedad %	10.2		10.2		10.2	
Promedio de la humedad %						

ENSAYO EXPANSION											
FECHA	HORA	TIEMPO	DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION		DIAL	EXPANSION	
				m.m.	%		m.m.	%		m.m.	%
9-abr.-21	10.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10-abr.-21	10.00	24	24	0.6096	0.482	26	0.6604	0.522	38	0.9652	0.763
11-abr.-21	10.00	48	34	0.8636	0.682	54	1.3716	1.084	63	1.6002	1.264
12-abr.-21	10.00	72	74	1.8796	1.485	94	2.3876	1.886	108	2.7432	2.167

PENETRACION											
PENETRACION			Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²	Lectura Dial	Lectura corregida	Presiones Lb/plg ²
Tiempo	mm	plg									
0.30	0.600	0.25	4	98	33	3	89	30	2	79	26
1.00	1.300	0.50	8	137	46	6	118	39	4	98	33
1.30	1.900	0.075	10	156	52	8	137	46	6	118	39
2.00	2.500	0.100	14	195	65	11	166	55	9	147	49
3.00	3.800	0.150	20	253	84	15	204	68	10	156	52
4.00	5.000	0.200	27	320	107	17	224	75	13	185	62
5.00	6.000	0.250	40	446	149	26	311	104	14	195	65
6.00	7.500	0.300	48	523	174	36	407	136	16	214	71
8.00	10.000	0.400									
10.00	12.500	0.500									

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

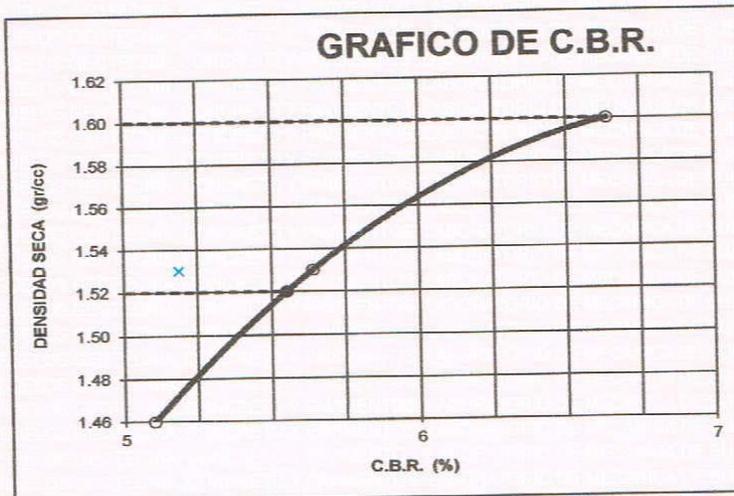
Edycahuapaza Velarde
 Edycahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

GRAFICO DEL C. B. R.

PROYECTO	:	EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021
LUGAR	:	CARRETERA JULIACA - CARACOTO
CALICATA	:	C-3 - PROGRESIVA 8+250
TESISTA	:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROFUNDID	:	0.30 - 1.50
FECHA	:	Friday, April 9, 2021

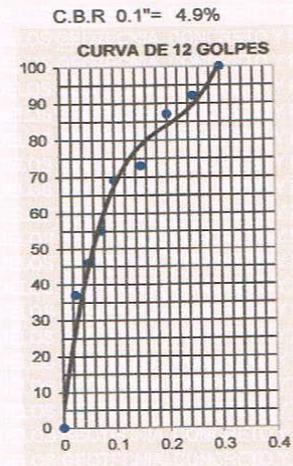
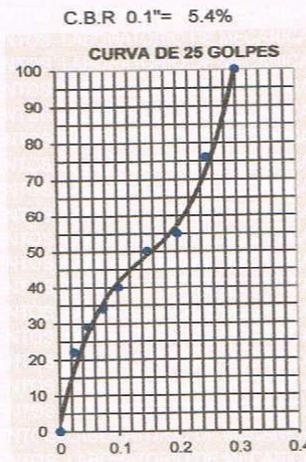
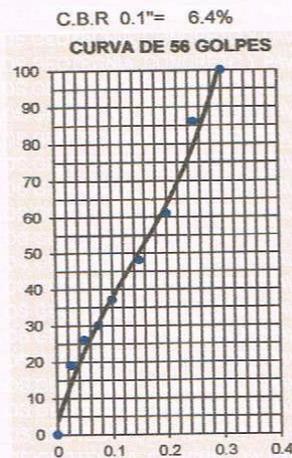


PARAMETROS DE C.B.R.

C.B.R.01" AL 100% = **6.4%**
 C.B.R.01" AL 95% MD \leq = **5.4%**

LEYENDA

— CURVA A 0.1"



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edyberto Cahuapaza Velarde
 Edyberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS
V. & H. EJECUTORES Y CONSULTORES S.A.C. RUC: 20448509401
GESTIÓN DE CALIDAD Y CONSERVACIÓN - PERÚ
 AV. ALFONSO UGARTE N° 314 URB. JORGE CHAVEZ - PAUCARPATA - AREQUIPA
 JR. PROGRESO N° 941 URB. 28 DE JULIO - JULIACA - SAN ROMAN - PUNO
 CEL.: 950809411 E-mail: edycahuapaza@hotmail.com

REGISTRO DE EXCAVACION								
PROYECTO		EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021						
LUGAR		CARRETERA JULIACA - CARACOTO						
CALICATA		C-3 - PROGRESIVA 8+250						
TESISTA		LUIS JAVIER FLORES CAZORLA						
PROFUNDIDAD		0.30 - 1.50						
FECHA		Friday, April 9, 2021						
PROFUNDIDAD (m)	TIPO DE EXCAVACION	SIMBOLO	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION DEL MATERIA	ENSAYOS EN LABORATORIO			
					LL	LP	IP	HN
0.20	A CIELO ABIERTO		CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA MEDIA PLASTICIDAD, ARCILLAS CON GRAVA ARCILLAS ARENOSAS, ARCILLAS LIMOSAS ARCILLAS POBRES LIMOS INORGANICOS, POLVO DE ROCA, LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS.	51.21	18.43	32.78	15.9
0.40								
0.60								
0.80								
1.00								
1.20								
1.40								
1.60								
1.80								
2.00								
OBSERVACIONES								

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edyberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812

JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
 edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO :	"Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"	TECNICO RESPONSABLE :	J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE	TESISTA :	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA :	km 0+000-1+000	FECHA :	11/4/2021
CARRIL :	LADO DERECHO Carril 1		

EVALUACION DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN

CARGA POR EJE	8 200 kg.	RELACION DE LONGITUDES DE BRAZO	3.000	FACTOR DE CORRECCION (EST)	1.0
CARGA POR ENSAYO	4 100 kg.	UNIDAD DE LECTURA 1/100 mm	0,01mm	DEFLEXION MAXIMA ADMISIBLE (D.M.A.)	81.92
PRESION DE INFLADO	80 psi.			$\times 10^{-2}$ mm	0
				ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA	0

N°	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DALES				TEMP. AMBIENTE +C	TEMP. PAVIMENTO +C	HORA	DEFLEXION DALES					CORRECCION TEMP. %C	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻³					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻¹					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	RS cm	LO cm	EO kg/cm ²	OBR %	Deflexión Máxima Admisible $\times 10^{-2}$ mm					
		L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm		0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	D ₀ 0 cm	DMP D _x	DETD D _{del}	D _v	D _{ca} 25 cm											
		La (0 cm)	cm	cm	cm				cm	cm	cm	cm	cm		cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm											
1	00+000	0.00	4	6	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				26	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
2	00+100	0.00	5	9	14	26	0.0	12:00	14	9	14	5	14	56	36	56	20	56	1.00	56	36	56	20	56	56				36	157	35.2	19	964.7	8.8	CUMPLE
3	00+200	0.00	3	8	21	26	0.0	12:02	21	18	21	13	21	84	72	84	52	84	1.00	84	72	84	52	84	84	61	20	96	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE
4	00+300	0.00	4	8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE
5	00+400	0.00	4	8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	61	20	96	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
6	000+500	0.00	3	6	9	26	0.0	12:08	9	6	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE
7	00+600	0.00	3	7	10	26	0.0	12:10	10	7	10	3	10	40	28	40	12	40	1.00	40	28	40	12	40	40	40	4	46	26	261	41.0	23	1189.2	11	CUMPLE
8	00+700	0.00	4	7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				26	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	00+800	0.00	4	7	23	26	0.0	12:14	23	19	23	16	23	92	76	92	64	92	1.00	92	76	92	64	92	92	88	28	106	76	196	62.1	36	355.8	3.2	NO CUMPLE
10	00+900	0.00	4	8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				26	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
11	01+000	0.00	4	9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	62	36	62	16	62	1.00	62	36	62	16	62	62	28	106	36	196	40.1	22	931.8	8.8	CUMPLE	

Numero de ejes Equivalentes	EAL :	8.74E+06
Deflexión Admisible CONREVAL	Dadm:	66.92 16.8
$Dadm = \left(\frac{1.15}{EAL} \right) \cdot 25$		
Deflexión Admisible Base		81.92 20.6
Deflexión Admisible sub base		99.92 25.1
Deflexión Admisible sub rasante		119.92 30.1
Deflexión Admisible TF		149.92 37.6

	DEFLEXION DALES mm x 10 ⁻² Dales
Max	92
Min	36
Prom	64
Desv. est.	18
CV	34
Especificación	67

	DEFLEXION CORREGIDA mm x 10 ⁻² Dales
Max	92
Min	36
Prom	64
Desv. est.	18
CV	34
Dc	84

	ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA (cm)	RADIO DE CURVATURA (mm)
Max	76	261
Min	24	157
Prom	38	210
Desv. est.	18	35
CV	47	17
Dc	69	269

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

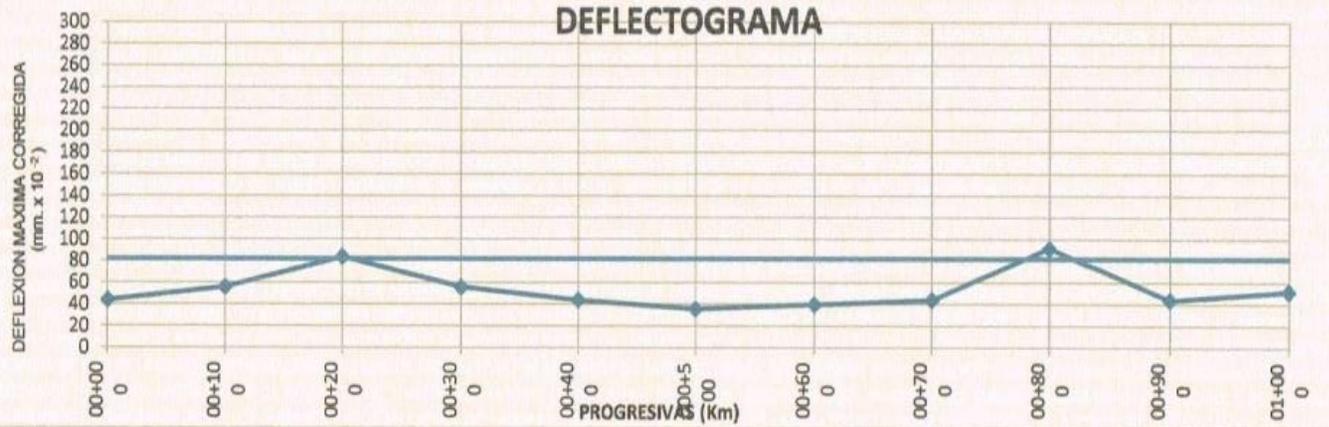


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812

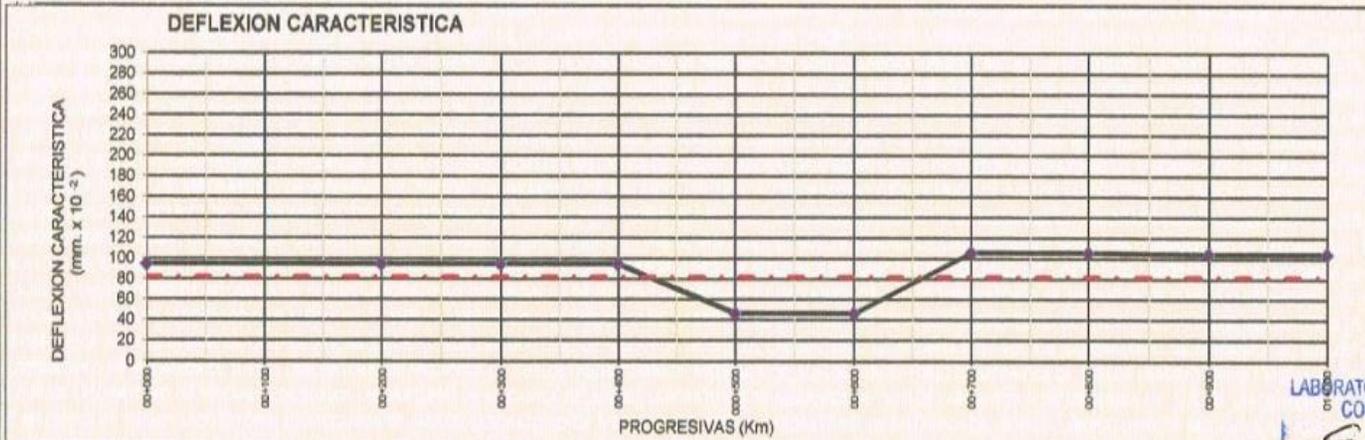
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO	: "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"	TECNICO RESPONSABLE	: J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA	: SUBRASANTE	INGENIERO RESPONSABLE	: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA	: km 0+000-1+000	FECHA	: 11/4/2021
CARRIL	: LADO DERECHO Carril 1		



LINEA DEFLEXTOMETRICA —————
 LINEA DE MAXIMA DEFLEXION ADMISIBLE - - - - -



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 Y CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Eduardo Calancha Velarde
 Eduberto Calancha Velarde
 ING CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
 edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO :	"Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"	TECNICO RESPONSABLE :	J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE	TESISTA :	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA :	km 2+500-3+500	FECHA :	11/04/2021
CARRIL :	LADO DERECHO Carril 1		

EVALUACION DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN

CARGA POR EJE : 8 200 kg. RELACION DE LONGITUDES DE BRAZO : 3,985 FACTOR DE CORRECCION (EST) : 1,0
 CARGA POR ENSAYO : 4 100 kg. UNIDAD DE LECTURA 1/100 mm : 0,31mm DEFLEXION MAXIMA ADMISIBLE (D.M.A.) : 87,92
 PRESION DE INFLADO : 80 ps. ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA : 1 x 10⁻² mm : 7,8

ST	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP AMBIENTE °C	TEMP PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					CORRECCION TEMP "t"	DEFLEXION CORREGIDA MM x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	RS cm	LD cm	EO kg/cm ²	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻² mm					
		Le (0 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				U (Dial)	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm		100 cm	0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	D ₀	DMP D ₁	DSTD D _{std}	D _L							D ₂₅				
		0	25	50	75	100				0	25	50	75	100		0	25	50	75	100	0	25	50	75	100											
1	02+500	0.00	4	5	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE	
2	02+800	0.00	5		9	21	26	0.0	12:00	21	16	21	12	21	84	64	84	48	84	1.00	84	64	84	48	84	84				64	167	49.3	28	481.3	4.4	NO CUMPLE
3	02+700	0.00	3		8	28	26	0.0	12:02	28	25	28	20	28	112	100	112	80	112	1.00	112	100	112	80	112	112	80	34	136	100	261	86.2	51	214.4	1.9	NO CUMPLE
4	02+800	0.00	4		8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE
5	02+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	70	36	130	26	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
6	03+000	0.00	3		5	9	26	0.0	12:08	9	8	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE
7	03+100	0.00	3		7	21	26	0.0	12:10	21	18	21	14	21	84	72	84	56	84	1.00	84	72	84	56	84	84	54	26	97	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE
8	03+200	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	03+300	0.00	4		7	28	26	0.0	12:14	28	24	28	21	28	112	96	112	84	112	1.00	112	96	112	84	112	112	80	34	136	96	196	71.2	42	257.2	2.3	NO CUMPLE
10	03+400	0.00	4		8	21	26	0.0	12:16	21	17	21	13	21	84	68	84	52	84	1.00	84	68	84	52	84	84				68	196	58.2	34	413.8	3.8	NO CUMPLE
11	03+500	0.00	4		9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	82	30	132	36	196	40.1	22	931.6	6.5	CUMPLE

Numero de ejes Equivalentes EAL : 8.74E+08
 Deflexión Admisible CONREVAL Dadm: 86.92 16.8
 $Dadm = \left(\frac{1.15}{EAL} \right) \cdot 25$
 Deflexión Admisible Base 81.92 20.6
 Deflexión Admisible sub base 96.92 25.1
 Deflexión Admisible sub rasante 119.92 30.1
 Deflexión Admisible TF 149.92 37.6

		DEFLEXION CORREGIDA max x 10 ⁻² mm
Max		112
Min		36
Prom		68
Desvest		28
CV		41
Especificación		67

		DEFLEXION CORREGIDA max x 10 ⁻² mm
Max		112
Min		36
Prom		68
Desvest		28
CV		41
Dc		116

	DEFLEXION CORREGIDA max x 10 ⁻² mm	RADIO DE CURVATURA RC (mm)
Max	100	261
Min	24	167
Prom	53	210
Desvest	26	35
CV	53	17
Dc	100	269

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edyberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



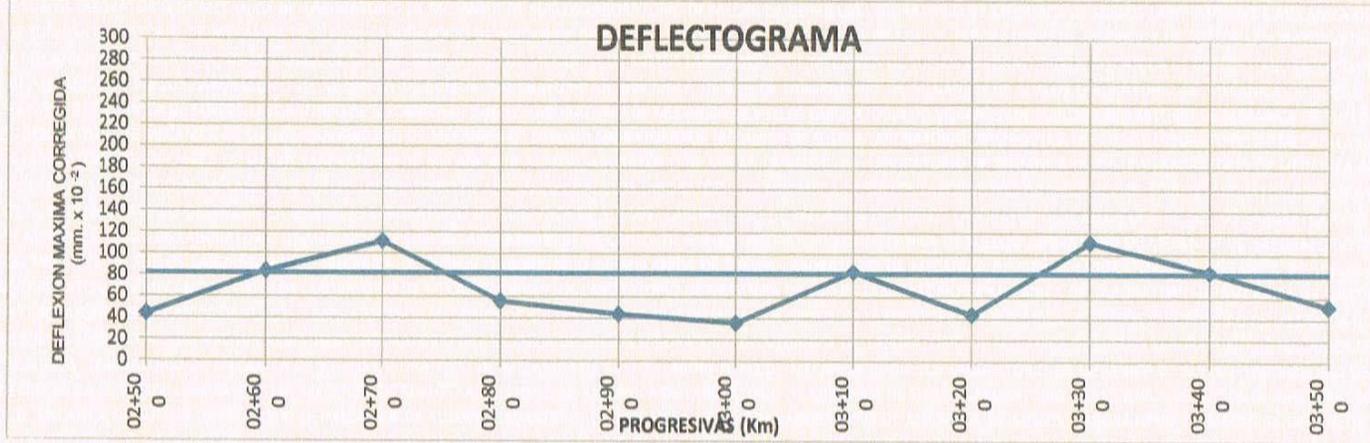
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812

JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

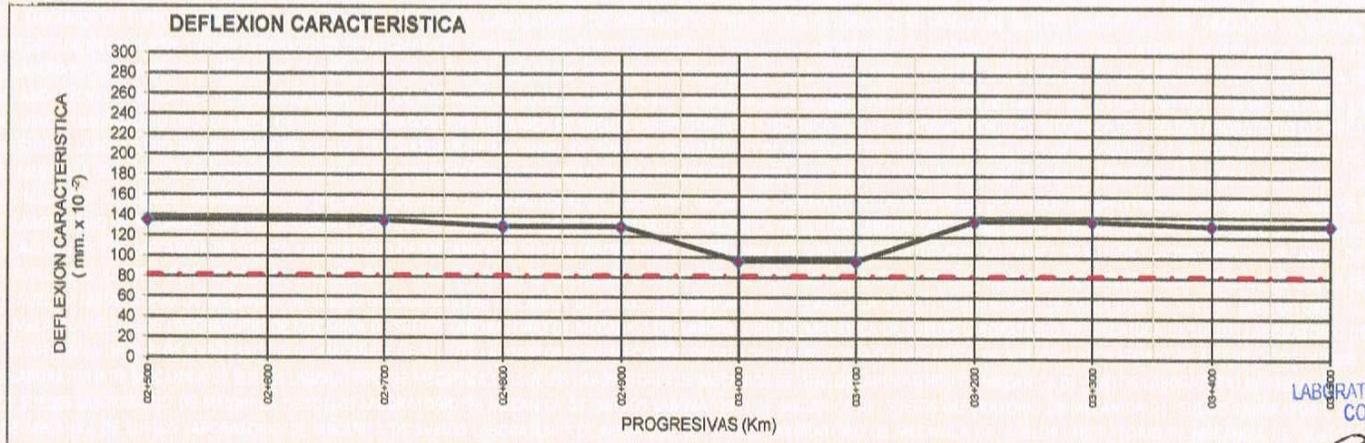
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO : "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"
 EN ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 PROGRESIVA : km 2+500-3+500
 CARRIL : LADO DERECHO Carril 1

TECNICO RESPONSABLE : J. ARIZACA CH.
 INGENIERO RESPONSABLE : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
 FECHA : 11/4/2021



LINEA DEFLEXTOMETRICA —————
 LINEA DE MAXIMA DEFLEXION ADMISIBLE - - - - -



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Ediberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411**

PROYECTO :	_____	*Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021*	TECNICO RESPONSABLE :	J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE		TESISTA :	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA :	Km 8+000 - 9+000		FECHA :	11/4/2021
CARRIL :	LADO DERECHO			

EVALUACION DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN

CARGA POR EJE	8 200 kg.	RELACION DE LONGITUDES DE BRAZO	3.988	FACTOR DE CORRECCION (EST)	1.0
CARGA POR ENBAYO	4 100 kg.	UNIDAD DE LECTURA 1/100 mm	0.91mm	DEFLEXION MAXIMA ADMISIBLE (D.M.A.)	81.92
PRESION DE INFLADO	80 psi.				$\times 10^{-4}$ mm
				ESPESSOR DE GARPETA ASFALTICA	10

ST	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGAS ENCALES					TEMP AMBIENTE °C	TEMP PAVIMENTO °C	HORA	DEFLEXION DIALES					CORRECCION TEMP °C	DEFLEXION CORREGIDA MM x 10 ⁻³					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	RS ore	LO cm	EO kg/cm ²	CBR %	Deflexión Máxima Admisible x 10 ⁻⁴ mm					
		Le (25 cm)	L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)				0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm		0 cm	25cm	50 cm	75 cm	100 cm	D ₀ D cm	D ₁ D ₁ cm	D ₂ D ₂ cm	D ₃ D ₃ cm	D ₂₅ D ₂₅ cm											
		4	5	6	7	8				9	10	11	12	13		14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							24				
1	08+000	0.00	4	5	6	7	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
2	08+100	0.00	5	6	7	8	26	0.0	12:00	12	7	12	3	12	48	28	48	12	48	1.00	48	28	48	12	48	48				28	157	30.4	16	1262.5	11	CUMPLE
3	08+200	0.00	3	4	5	6	26	0.0	12:02	13	10	13	5	13	52	40	52	20	52	1.00	52	40	52	20	52	52	48	4	54	40	261	50.5	29	760.9	6.9	CUMPLE
4	08+300	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:04	12	8	12	4	12	48	32	48	16	48	1.00	48	32	48	16	48	48				32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE
5	08+400	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	48	4	54	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
6	08+500	0.00	3	4	5	6	26	0.0	12:08	11	8	11	6	11	44	32	44	24	44	1.00	44	32	44	24	44	44				32	261	44.3	25	1010.1	9.2	CUMPLE
7	08+600	0.00	3	4	5	6	26	0.0	12:10	12	9	12	5	12	48	36	48	20	48	1.00	48	36	48	20	48	48	45	2	49	36	261	47.5	27	871.1	7.9	CUMPLE
8	08+700	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	15	44	1.00	44	28	44	15	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	08+800	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:14	12	8	12	5	12	48	32	48	20	48	1.00	48	32	48	20	48	48	46	2	50	32	196	37.5	20	1069.7	9.7	CUMPLE
10	08+900	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
11	09+000	0.00	4	5	6	7	26	0.0	12:18	10	6	10	1	10	40	24	40	4	40	1.00	40	24	40	4	40	40	44	4	50	24	196	31.7	17	1469.5	13	CUMPLE

Numero de ejes Equivalentes	EAL :	8.74E+01
Deflexión Admisible CONREVAL	Dadm:	88.92 16.8
$Dadm = \left(\frac{1.15}{EAL} \right) \cdot 25$		
Deflexión Admisible Base		81.92 20.6
Deflexión Admisible sub base		99.92 25.1
Deflexión Admisible sub rasante		119.92 30.1
Deflexión Admisible TF		149.92 37.6

	DEFLEXION CORREGIDA max 15-2 5mm
Max	52
Min	40
Prom	46
Desv est	3
CV	7
Especificación	67

	DEFLEXION CORREGIDA max 15-2 5mm
Max	52
Min	40
Prom	46
Desv est	3
CV	7
Dc	51

	DEFLEXION CORREGIDA max 15-2 5mm	RADIO DE CURVATURA RC(m)
Max	40	261
Min	24	157
Prom	30	210
Desv est	4	35
CV	15	17
Dc	38	269

Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

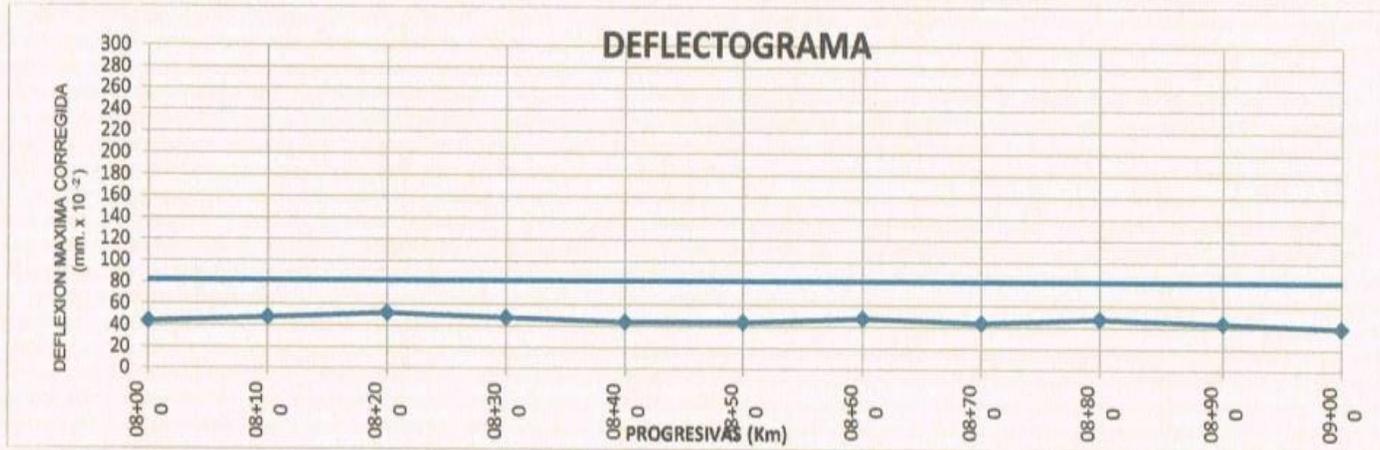
LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"



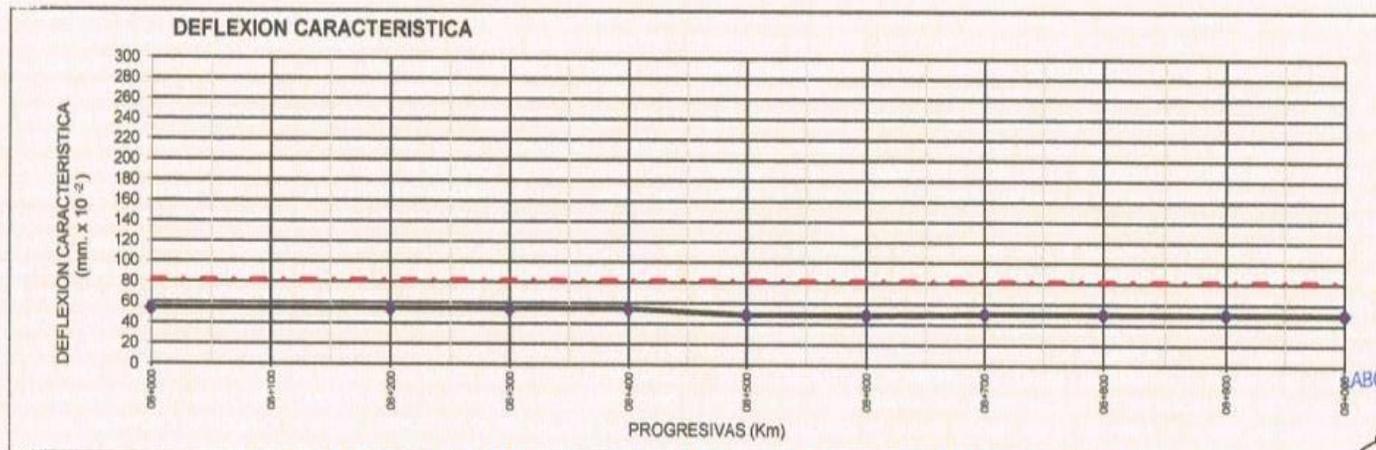
**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812**
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO : "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
PROGRESIVA : km 8+000 -9+000
CARRIL : LADO DERECHO

TECNICO RESPONSABLE : J. ARIZACA CH.
INGENIERO RESPONSABLE : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
FECHA : 10/4/2021



LÍNEA DEFLECTOMETRICA —————
LÍNEA DE MÁXIMA DEFLEXION ADMISIBLE - - - - -



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGUN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edyberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 84573



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411**

PROYECTO :	"Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"			TECNICO RESPONSABLE :	J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA :	SUBRASANTE			TESISTA :	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA :	km 0+000-1+000			FECHA :	14/4/2021
CARRIL :	LADO IZQUIERDO				

EVALUACION DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN

CARGA POR EJE	8 200 kg.	RELACION DE LONGITUDES DE BRAZO	3.985	FACTOR DE CORRECCION (EST)	1.0
CARGA POR ENSAYO	4 100 kg.	UNIDAD DE LECTURA 1/100 mm	0,01mm	DEFLEXION MAXIMA ADMISIBLE (D M.A.)	81,92
PREFISION DE INFLADO	80 psi.				$\times 10^{-2}$ mm
				ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA	0

P	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DALES					TEMP. AMBIENTE	TEMP. PAVIMENTO	HORA	DEFLEXION DALES					CORRECCION TEMP.	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	RS	LO	EO	CBR	Deflexión Máxima Admisible x 10 ² mm				
		L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)	L (125 cm)				DEFLEXION mm x 10 ⁻²						DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²					D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅										
										0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm		0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm												0 cm	25 cm	50 cm	75 cm
1	00+000	0.00	4	6	11	26	0.0	11:55	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
2	00+100	0.00	5	9	14	26	0.0	12:00	14	9	14	5	14	56	36	56	20	56	1.00	56	36	56	20	56	56				36	157	35.2	19	954.7	8.6	CUMPLE
3	00+200	0.00	3	8	21	26	0.0	12:02	21	18	21	13	21	84	72	84	52	84	1.00	84	72	84	52	84	84	81	20	95	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE
4	00+300	0.00	4	8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	8	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	196	42.7	24	820.3	7.5	CUMPLE
5	00+400	0.00	4	8	11	26	0.0	12:05	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44	81	20	95	28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
6	00+500	0.00	3	5	9	26	0.0	12:06	9	5	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE
7	00+600	0.00	3	7	10	26	0.0	12:10	10	7	10	3	10	40	28	40	12	40	1.00	40	28	40	12	40	40	4	46	28	261	41.0	23	1189.2	11	CUMPLE	
8	00+700	0.00	4	7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
9	00+800	0.00	4	7	23	26	0.0	12:14	23	19	23	16	23	92	76	92	64	92	1.00	92	76	92	64	92	92	58	20	106	76	196	62.1	36	356.8	3.2	NO CUMPLE
10	00+900	0.00	4	8	11	26	0.0	12:16	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				28	196	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
11	01+000	0.00	4	9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	52	36	52	16	52	1.00	52	36	52	16	52	52	82	26	105	36	196	40.1	22	631.0	8.6	CUMPLE

Número de ejes Equivalentes	EAL :	5.74E+04
Deflexión Admisible CONREVAL	Dadm:	81.92 16.8
$Dadm = \left(\frac{1.15}{EAL} \right)^{.25}$		
Deflexión Admisible Base		81.92 20.6
Deflexión Admisible sub base		96.92 25.1
Deflexión Admisible sub rasante		119.92 30.1
Deflexión Admisible TF		148.92 37.8

	DEFLEXION DALES mm x 10 ⁻²
Max	92
Min	36
Prom	54
Desv est	18
CV	34
Especificación	67

	DEFLEXION CORREGIDA mm x 10 ⁻²
Max	92
Min	36
Prom	54
Desv est	18
CV	34
Dc	54

	DEFLEXION CORREGIDA M.M. x 10 ⁻²	RADIO DE CURVATURA RC (mm)
Max	76	261
Min	24	157
Prom	38	210
Desv est	18	35
CV	47	17
Dc	69	259

LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



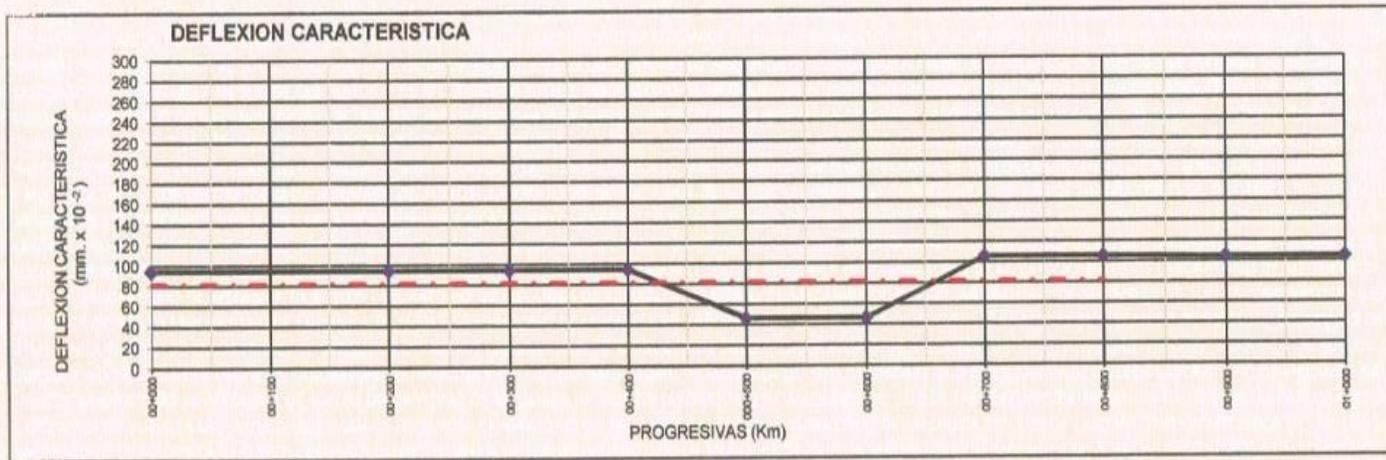
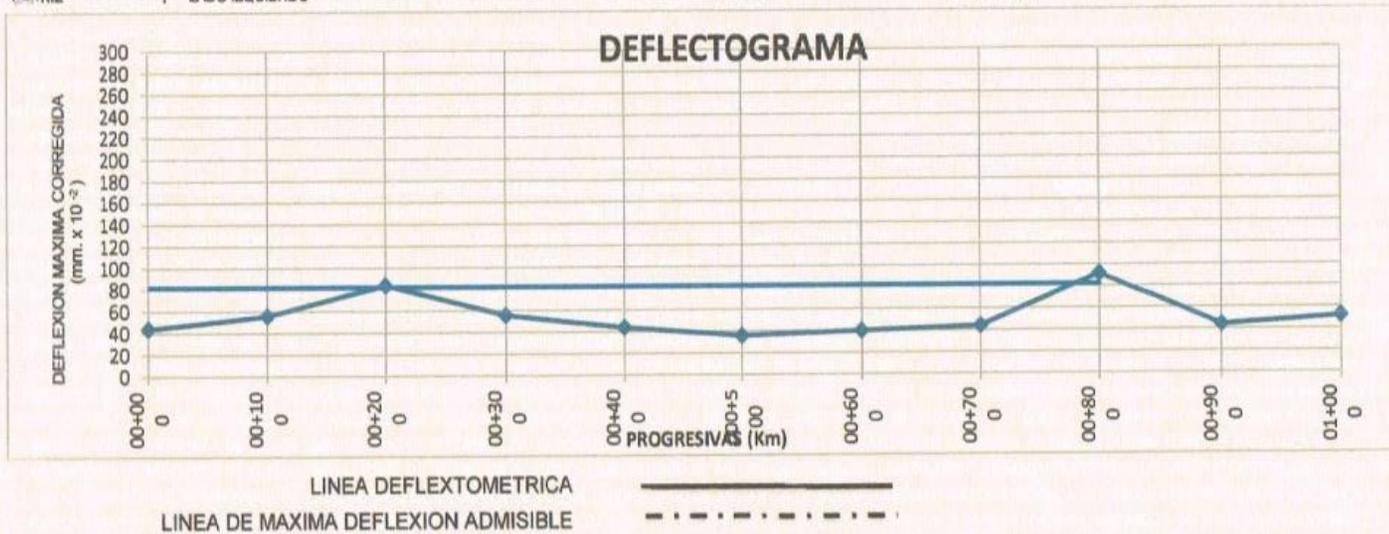
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812**

JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU

edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO : "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"
 ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 PROGRESIVA : km 0+000-1+000
 CARRIL : LADO IZQUIERDO

TECNICO RESPONSABLE : J. ARIZACA CH.
 INGENIERO RESPONSABLE : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
 FECHA : 14/4/2021



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde
 Edilberto Cahuapaza Velarde
 ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573



**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812**
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO	:	"Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"	TECNICO RESPONSABLE	:	J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA	:	SUBRASANTE	TESISTA	:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA	:	km 2+500-3+500	FECHA	:	14/4/2021
CARRIL	:	LADO IZQUIERDO			

EVALUACION DEFLECTOMETRICA - VIGA BENKELMAN

CARGA POR EJE	8 300 kg.	RELACION DE LONGITUDES DE BRAZO	3.888	FACTOR DE CORRECCION (EST)	1.0
CARGA POR ENSAYO	4 100 kg.	UNIDAD DE LECTURA 1/100 mm	0.01mm	DEFLEXION MAXIMA ADMISIBLE (D.M.A.)	81.92
PFRESION DE INFLADO	80 psi.				$\times 10^{-3}$ mm
				ESPESOR DE CARPETA ASFALTICA	8

ST	PROGRESIVA KM	LECTURA DE VIGA EN DIALES					TEMP AMBIENTE + C	TEMP PAVIMENTO + C	HORA	DEFLEXION DIALES					CORRECCION TEMP %	DEFLEXION CORREGIDA M.M. $\times 10^{-2}$					DEFLEXION CORREGIDA M.M. $\times 10^{-1}$					RADIO DE CURVATURA RC (mm)	RS cm	LO cm	SO kg/cm ²	CBR %	Deflexión Máxima Admisible $\times 10^{-3}$ mm								
		L (25 cm)	L (50 cm)	L (75 cm)	L (100 cm)	L (150 cm)				0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm		0 cm	25 cm	50 cm	75 cm	100 cm	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄														
1	02+500	0.00	4		8	11	26	0.0	11:58	11	7	11	5	11	44	28	44	20	44	1.00	44	28	44	20	44	44				28	195	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE			
2	02+600	0.00	5		9	21	26	0.0	12:00	21	16	21	12	21	84	64	84	48	84	1.00	84	64	84	48	84	84				64	167	49.3	28	481.3	4.4	NO CUMPLE			
3	02+700	0.00	3		8	28	26	0.0	12:02	28	25	28	20	28	112	100	112	80	112	1.00	112	100	112	80	112	112				80	261	88.2	51	214.4	1.9	NO CUMPLE			
4	02+800	0.00	4		8	14	26	0.0	12:04	14	10	14	6	14	56	40	56	24	56	1.00	56	40	56	24	56	56				40	198	42.7	24	820.3	7.6	CUMPLE			
5	02+900	0.00	4		8	11	26	0.0	12:06	11	7	11	3	11	44	28	44	12	44	1.00	44	28	44	12	44	44				70	38	130	28	198	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE
6	03+000	0.00	3		5	9	26	0.0	12:08	9	8	9	4	9	36	24	36	16	36	1.00	36	24	36	16	36	36				24	261	37.5	20	1426.3	13	CUMPLE			
7	03+100	0.00	3		7	21	26	0.0	12:10	21	18	21	14	21	84	72	84	56	84	1.00	84	72	84	56	84	84				54	28	97	72	261	71.2	42	343.0	3.1	NO CUMPLE
8	03+200	0.00	4		7	11	26	0.0	12:12	11	7	11	4	11	44	28	44	16	44	1.00	44	28	44	16	44	44				28	198	34.7	19	1244.3	11	CUMPLE			
9	03+300	0.00	4		7	28	26	0.0	12:14	28	24	28	21	28	112	96	112	84	112	1.00	112	96	112	84	112	112				80	34	136	96	198	71.2	42	267.2	2.3	NO CUMPLE
10	03+400	0.00	4		8	21	26	0.0	12:16	21	17	21	13	21	84	68	84	52	84	1.00	84	68	84	52	84	84				68	198	58.2	34	413.8	3.8	NO CUMPLE			
11	03+500	0.00	4		9	13	26	0.0	12:18	13	9	13	4	13	62	36	62	16	62	1.00	62	36	62	16	62	62				82	30	132	36	198	40.1	22	931.6	8.5	CUMPLE

Número de ejes Equivalentes	EAL :	5.74E+08				DEFLEXION CORREGIDA $\times 10^{-3}$ mm
Deflexión Admisible CONVEIAL	Dadm:	81.92	16.8			112
						36
						68
						28
						41
						67

						DEFLEXION CORREGIDA $\times 10^{-3}$ mm
						112
						36
						68
						28
						41
						115

						DEFLEXION CORREGIDA $\times 10^{-3}$ mm	RADIO DE CURVATURA RC (mm)
						100	261
						24	157
						53	210
						28	35
						83	17
						100	269

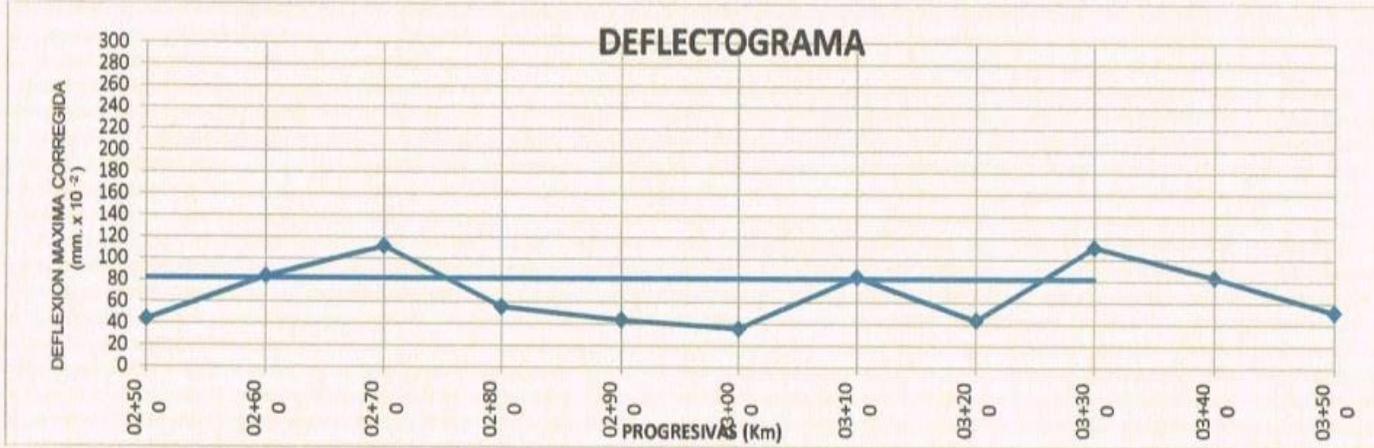
$$Dadm = \left(\frac{1.15}{EAL} \right)^{.25}$$

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS
Edberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 04573

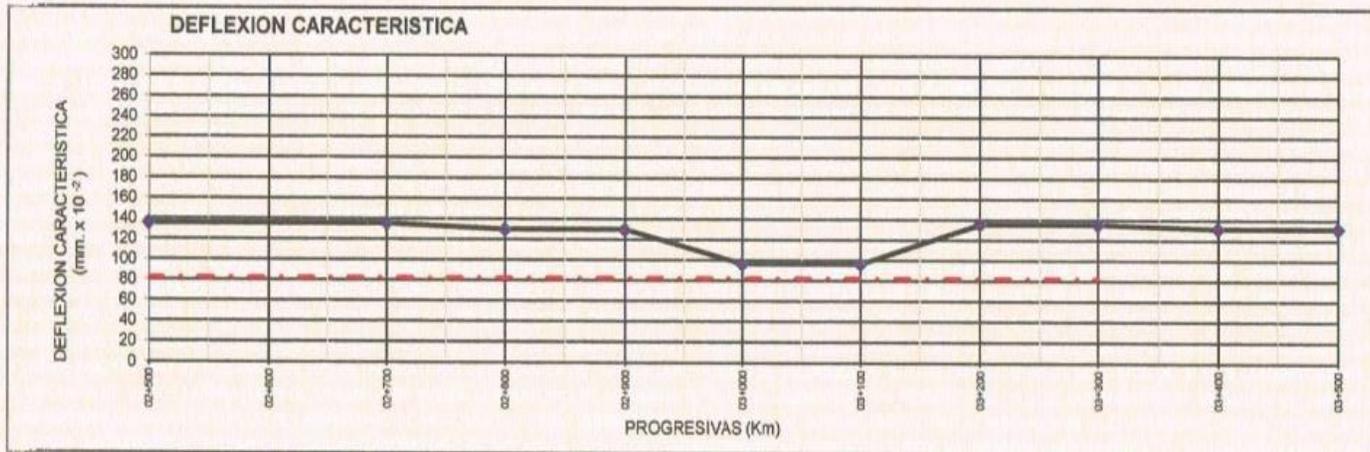


LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
 edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO : "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"
 ESTRUCTURA : SUBRASANTE TECNICO RESPONSABLE : J. ARIZACA CH.
 PROGRESIVA : km 2+500-3+500 INGENIERO RESPONSABLE : LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
 CARIL : LADO IZQUIERDO FECHA : 14/4/2021



LINEA DEFLEXTOMETRICA ————
 LINEA DE MAXIMA DEFLEXION ADMISIBLE - - - - -



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

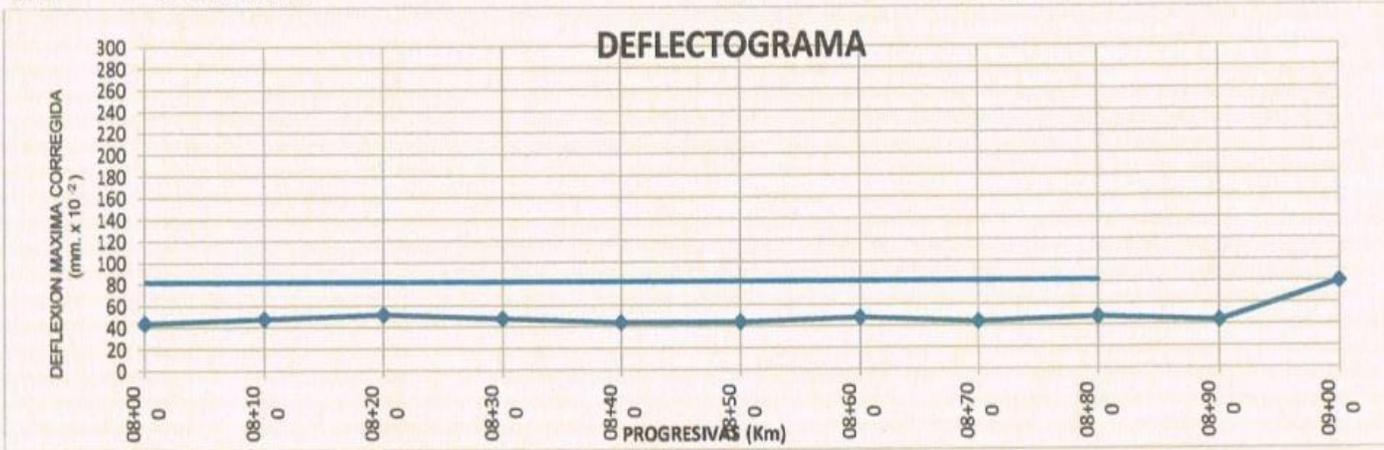
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y PAVIMENTOS

 Edilberto Caldeza Valverde
 ING/CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
 REG. 84573

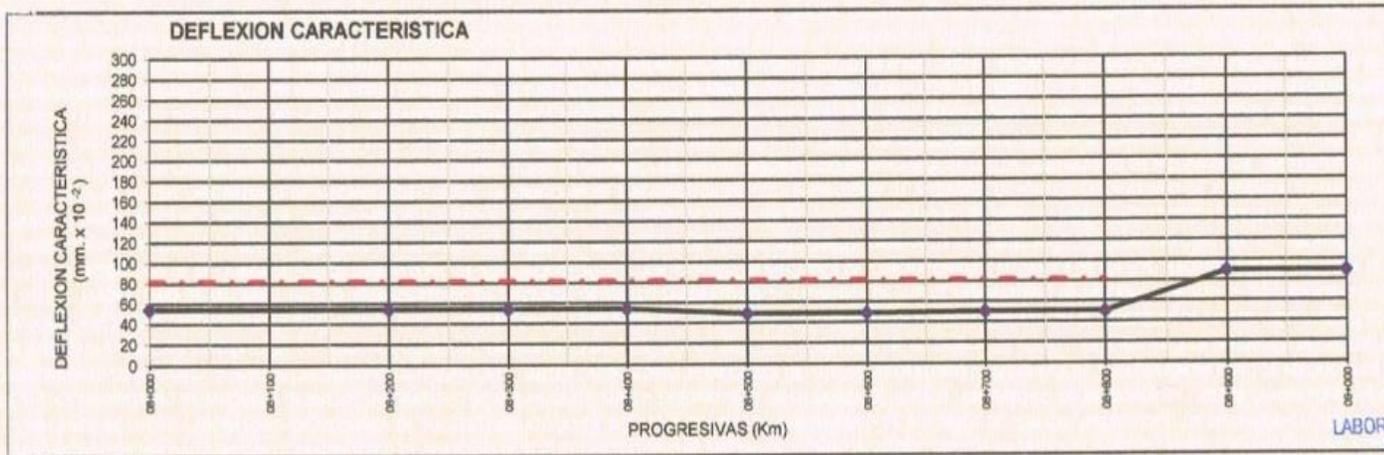


**LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS GEOTECNIA, CONCRETOS
Y PAVIMENTOS RUC N° 10024304812**
JR. LOS NARANJOS N°120 URB. LA FLORIDA - JULIACA - PERU
edycahuapaza@hotmail.com.pe Cel 950 809411 RPM # 950 809411

PROYECTO	: "Evaluación del comportamiento estructural de pavimentos flexibles según suelo de sub rasante, carretera Juliaca - Caracoto, Puno 2021"	TECNICO RESPONSABLE	: J. ARIZACA CH.
ESTRUCTURA	: SUBRASANTE	INGENIERO RESPONSABLE	: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA
PROGRESIVA	: km 8+000 -9+000	FECHA	: 14/4/2021
CARRIL	: LADO IZQUIERDO		



LINEA DEFLEXTOMETRICA —————
LINEA DE MAXIMA DEFLEXION ADMISIBLE - - - - -



LOS ENSAYOS SE REALIZAN SEGÚN EL INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD "INACAL"

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y PAVIMENTOS

Edilberto Cahuapaza Velarde
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN GEOTECNIA
REG. 84573

Anexo 4. Memorias de Calculo

- **Deflexión promedio**

$$\bar{D} = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{10}$$

$$\bar{D} = 74.49 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Desviación estándar**

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (D_i - \bar{D})^2}{(n - 1)}}$$

$$\sigma = 24.11 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión característica**

$$D_C = \bar{D} + t * \sigma$$

$$D_C = 89.49, t=1.645 \text{ y } \sigma = 24.11$$

$$D_C = 89.49 + 1.645 \times 24.11$$

$$D_C = 129.150 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

- **Deflexión admisible**

$$D_a = \left(\frac{1.15}{3.73}\right)^{\frac{1}{4}}$$

$$D_a = 0.7476$$

$$D_a = 0.74 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

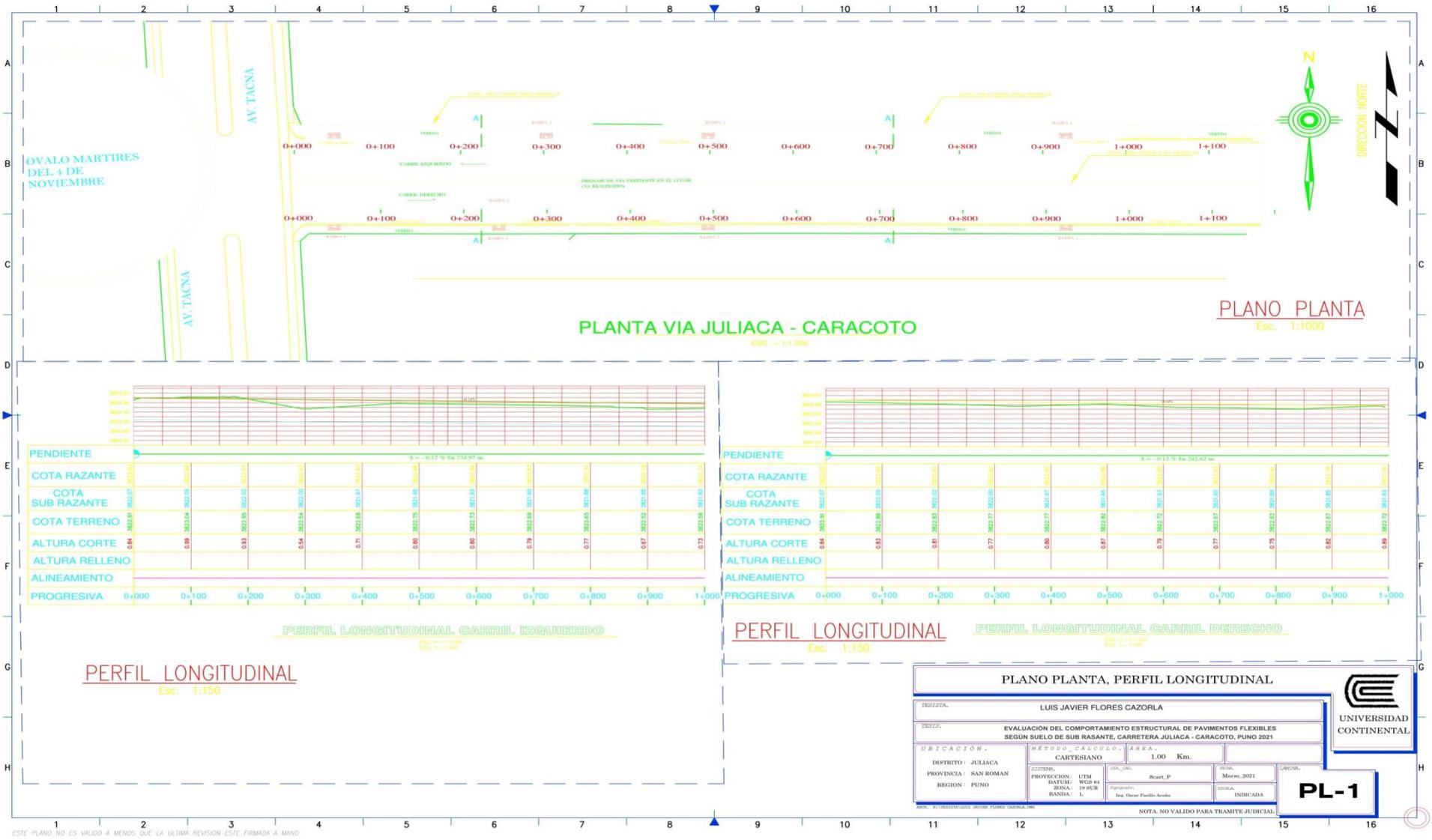
- **Deflexión crítica**

$$D_{CR} = \left(\frac{1.90}{5.09}\right)^{\frac{1}{5.3}}$$

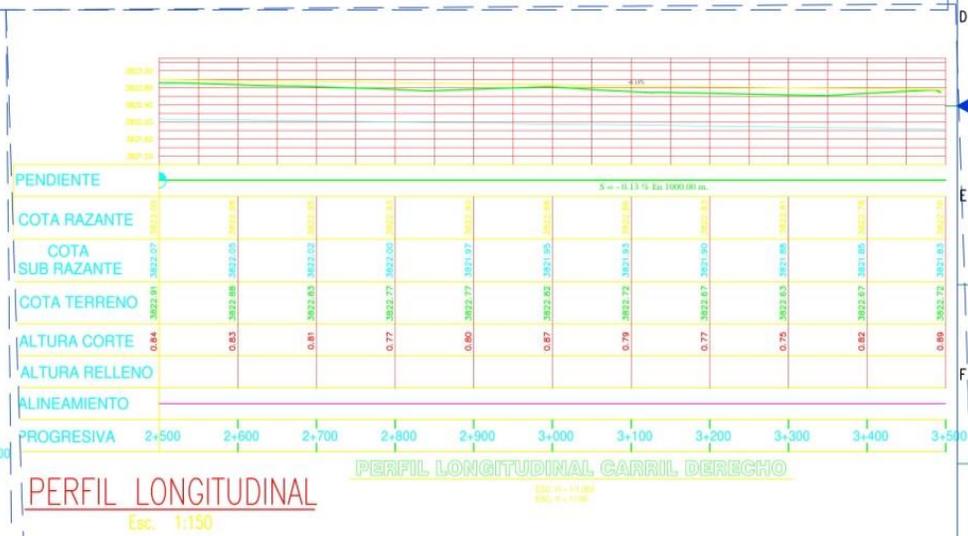
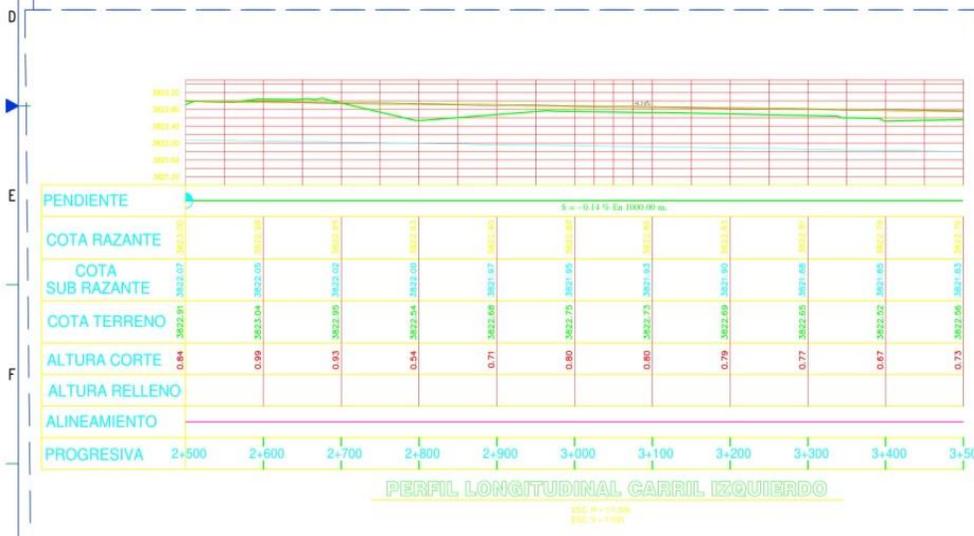
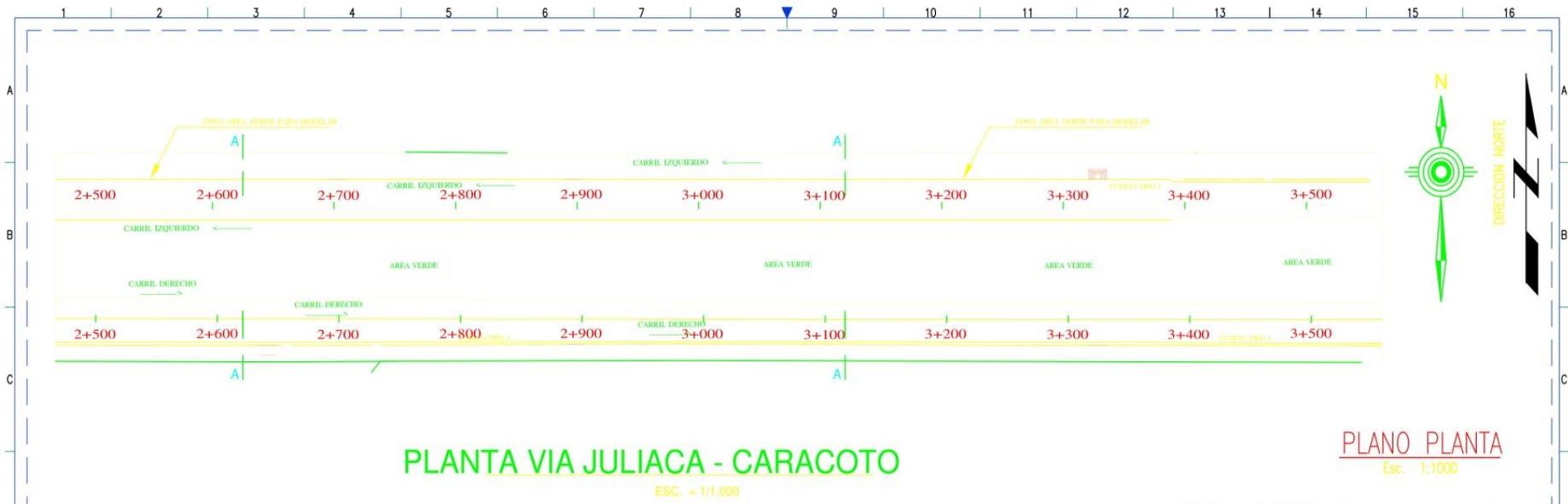
$$D_{CR} = 0.81 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

Anexo 5. Planos

1.- Plano planta, perfil longitudinal, secciones transversales, ubicación de calicatas, progresiva 0+000 hasta 9+000



ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO



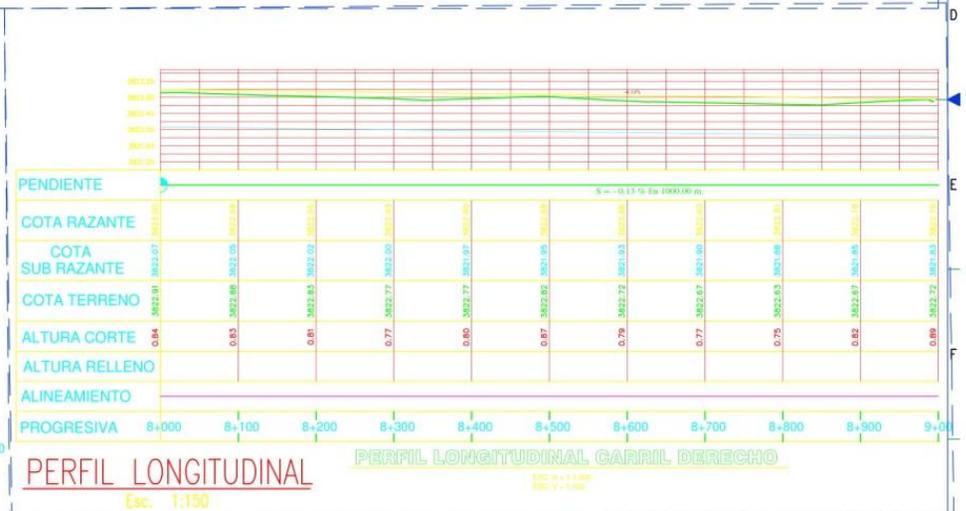
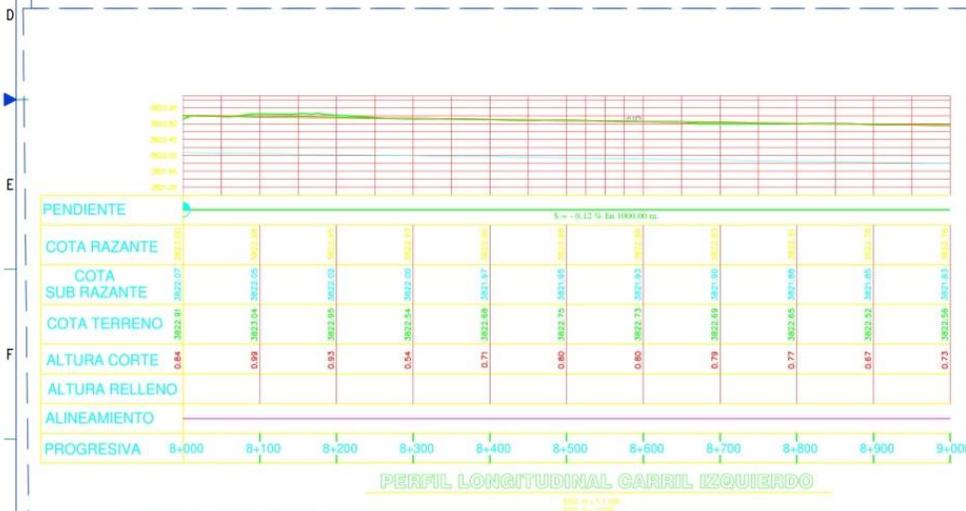
PERFIL LONGITUDINAL
Esc. 1:150

PLANO PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL

TESTIQA. LUIS JAVIER FLORES CAZORLA			
TESTIS. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021			
UBICACIÓN.	METODO CÁLCULO.	ÁREA.	
DISTRITO: JULIACA	CARTESIANO	1.00 Km.	
PROVINCIA: SAN ROMAN	PROYECCION: UTM	SR_CAD.	FECHA: MARZO, 2021
REGION: PUNO	DATUM: WGS 84	SR_P	LAVOR.
	ZONA: 19-8UR	ESCALA:	
	RANSA: 5	INDICADA	

PL-2

NOTA. NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL



PLANO PLANTA, PERFIL LONGITUDINAL

LUIS JAVIER FLORES CAZORLA

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES
SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021

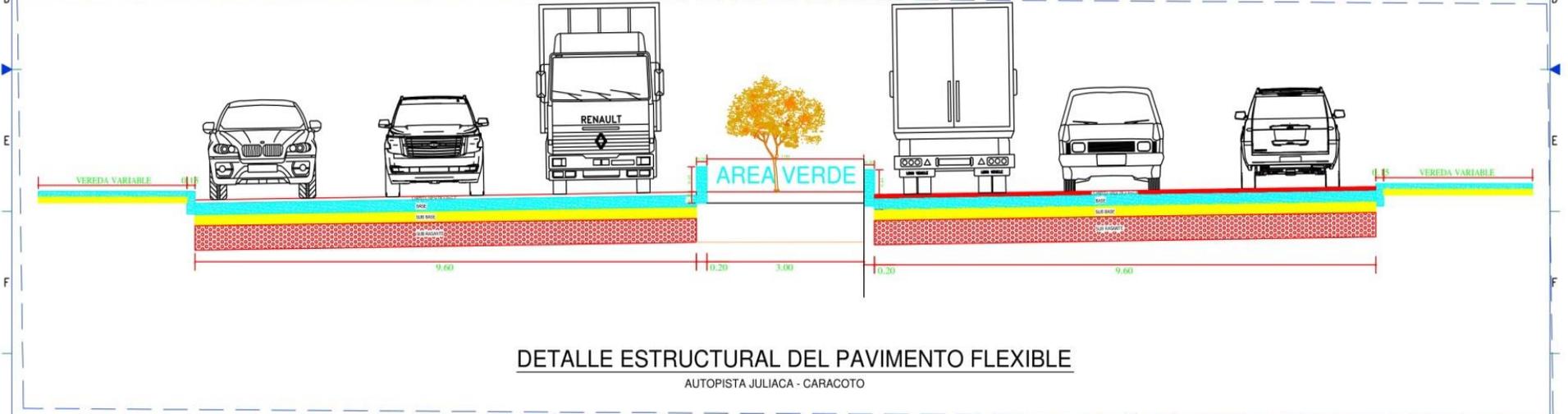
UBICACIÓN:	DISTRITO: JULIACA	PROVINCIA: SAN ROMAN	REGION: PUNO	METODO CÁLCULO:	CARTESIANO	AREA:	1.00 Km.
ESTADIA:	PROYECCION: UTM	DATUM: WGS-84	ZONA: 19 SUR	BANDA: L	SOLO: Scart_P	FECHA:	Marzo, 2021
					Topografico:	INGENIERO:	Ing. Oscar Pareda Acosta
						ESCALA:	INDICADA

PL-3

UNIVERSIDAD CONTINENTAL

NOTA: NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO.



SECCION TRANSVERSAL
Esc. 1:150

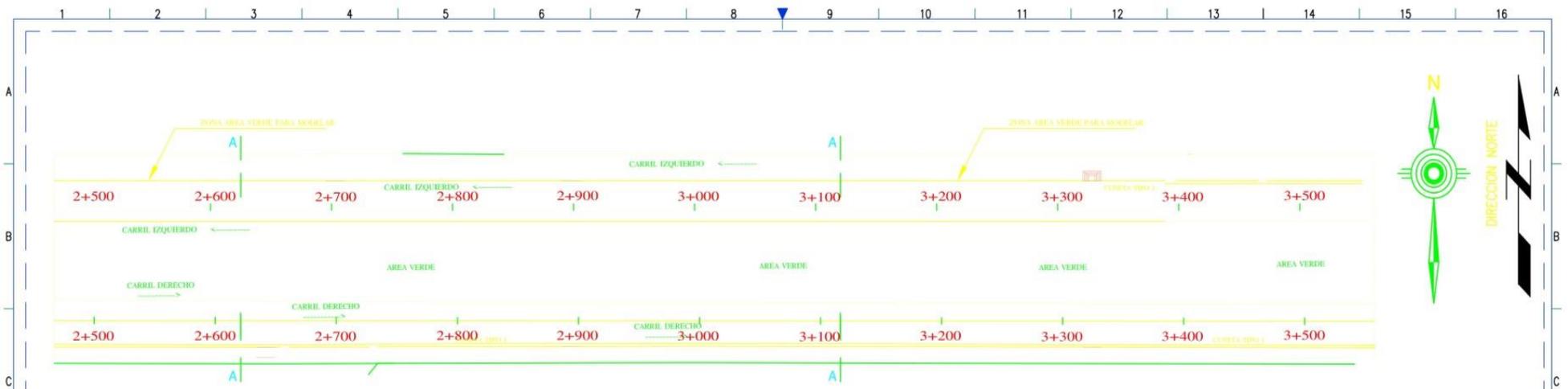
PLANO PLANTA, SECCION TRANSVERSAL					
PROYECTISTA: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA					
PROYECTO: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021					
UBICACIÓN: DISTRITO: JULIACA PROVINCIA: SAN ROMAN REGION: PUNO		MÉTODO CÁLCULO: CARTESIANO		ÁREA: 1.00 Km.	
COORDENADAS: PROYECCION: UTM DATUM: WGS 84 ZONA: 18 SUR BANDA: L		PROYECTO: Escart_P Topografía: Ing. Oscar Parilla Acuña		FECHA: Marzo, 2021	
INDICACIONES: INDICADA				OTRO: INDICADA	



PL-4

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO

NOTA: NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL



PLANTA VIA JULIACA - CARACOTO

ESC. = 1/1.000

PLANO PLANTA
Esc. 1:1000



DETALLE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE

AUTOPISTA JULIACA - CARACOTO

SECCION TRANSVERSAL
Esc. 1:150

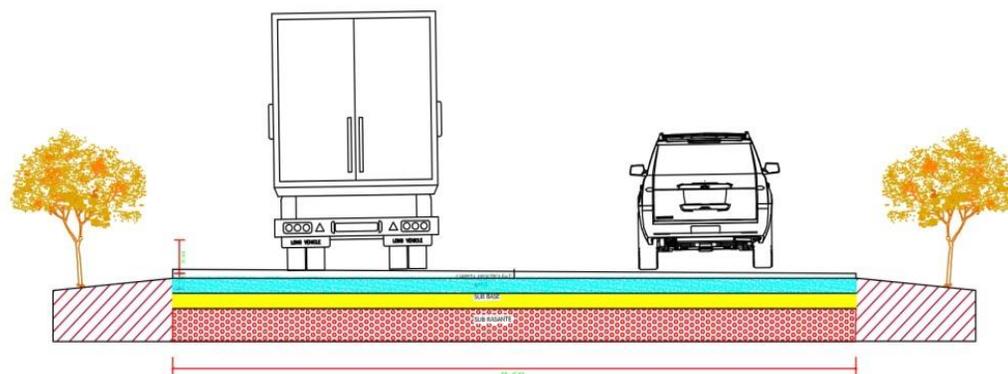
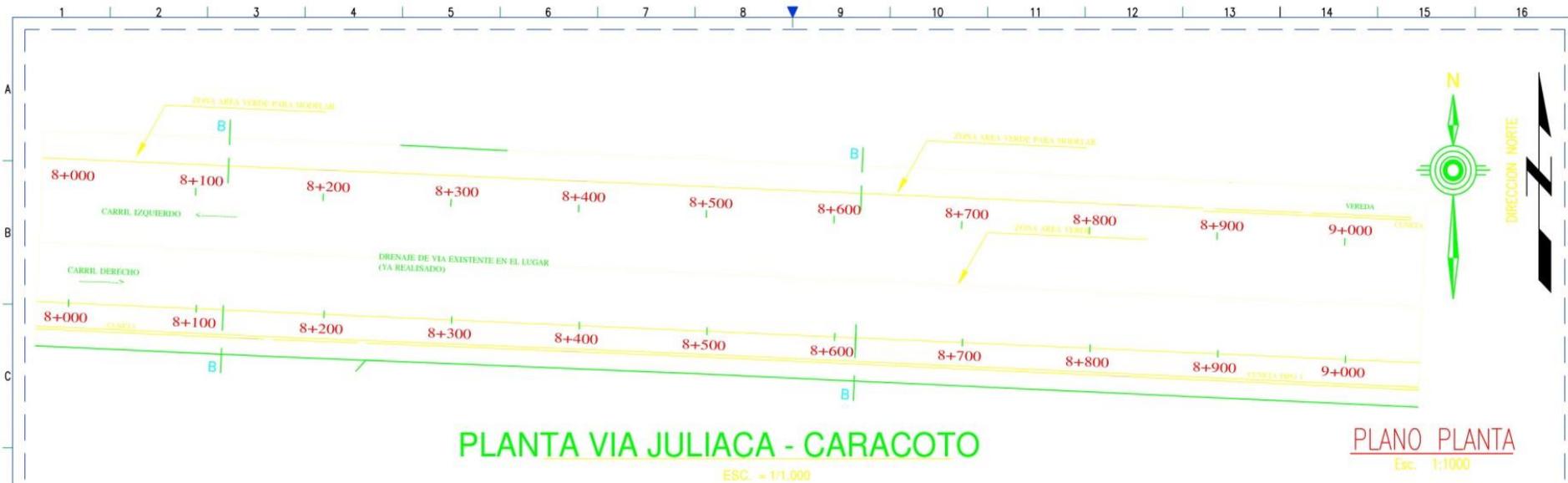
PLANO PLANTA, SECCION TRANSVERSAL

AUTORA:		LUIS JAVIER FLORES CAZORLA			
TITULO:		EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021			
UBICACIÓN:		MÉTODO CÁLCULO:	ÁREA:		
DISTRITO: JULIACA		CARTESIANO	1.00 Km.		
PROVINCIA: SAN ROMAN		PROYECCION: UTM	ALC. OBL:	SCURT_P	FECHA: MARZO_2021
REGION: PUNO		DATUM: WGS-84	PROYECTO:	ESCALA:	INDICADA
		ZONA: 19 SUR	Elaborado:	Ing. Oscar Parillo Arellano	
		BANDA: L			



PL-5

NOTA: NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL.



DETALLE ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE
 AUTOPISTA JULIACA - CARACOTO

SECCION TRANSVERSAL
 Esc. 1:150

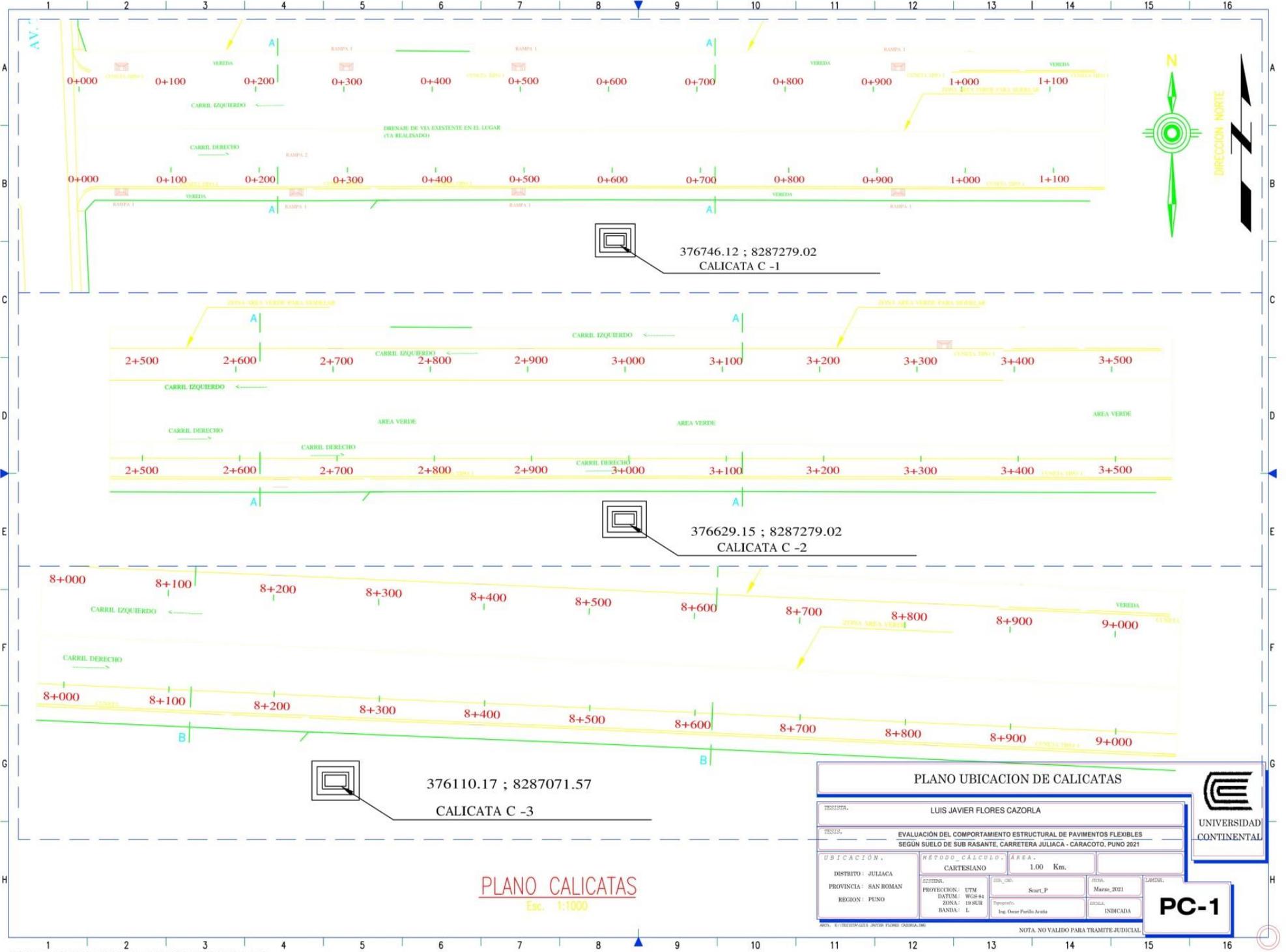
PLANO PLANTA, SECCION TRANSVERSAL			
PROFESOR: LUIS JAVIER FLORES CAZORLA			
TESIS: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGÚN SUELO DE SUB RASANTE, CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021			
UBICACIÓN:		MÉTODO CÁLCULO:	ÁREA:
DISTRITO: JULIACA	CARTESIANO	1.00 Km.	
PROVINCIA: SAN ROMÁN	PROYECCIÓN: UTM	ESCALA: Scart_P	FECHA: Marzo, 2021
REGION: PUNO	DATUM: WGS-84	ZONA: 18 SUR	INDICADA
	BANDA: L	Elaborado: Ing. Oscar Parillo Aranda	



PL-6

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO

NOTA: NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL



376746.12 ; 8287279.02
CALICATA C -1

376629.15 ; 8287279.02
CALICATA C -2

376110.17 ; 8287071.57
CALICATA C -3

PLANO CALICATAS
Esc. 1:1000

PLANO UBICACION DE CALICATAS			
REGISTRADO:	LUIS JAVIER FLORES CAZORLA		
TITULO:	EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES SEGUN SUELO DE SUB RASANTE. CARRETERA JULIACA - CARACOTO, PUNO 2021		
UBICACION:	METODO_CALCULO:	AREA:	
DISTRITO: JULIACA	CARTESIANO	1.00 Km.	
PROVINCIA: SAN ROMAN	PROYECCION: UTM	SEMA: Scart_P	FECHA: Marzo, 2021
REGION: PUNO	DATUM: WGS84	ZONA: 19 SUR	ESCALA:
	BANDA: L	Elaborado: Ing Oscar Pareda Arata	INDICADA



PC-1

ESTE PLANO NO ES VALIDO A MENOS QUE LA ULTIMA REVISION ESTE FIRMADA A MANO.

NOTA: NO VALIDO PARA TRAMITE JUDICIAL.

Anexo 6. Registro fotográfico

1.-Ensayo de suelos



Figura 8.1 Calicatas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.2 Calicatas
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.3 Levantamiento topográfico
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.4 Equipo de trabajo
Fuente: Elaboración Propia

2.-Ensayo viga Benkelman



Figura 8.5. Balanza
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.6. Señalización en vía
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.7. Ensayo de viga Benkelman
Fuente: Elaboración Propia



Figura 8.8. Lectura de diales
Fuente: Elaboración Propia