

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil



Una Institución Adventista

“Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 9+200”

Por:

Bach. Claudia Santa Cruz De la Cruz

Asesor:

Mg. Leonel Chahuares Paucar

Lima, diciembre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

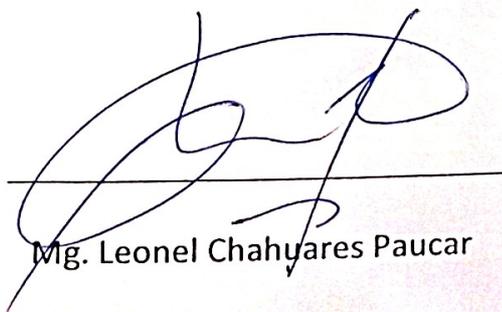
Yo Mg. Leonel Chahuares Paucar, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 9+200." constituye la memoria que presenta la Bachiller Claudia Santa Cruz De la Cruz para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Civil ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en la ciudad de Lima, a los 17 días del mes de diciembre del año 2019



Mg. Leonel Chahuares Paucar

Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200

TESIS

Presentada para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

JURADO CALIFICADOR



Mg. Sergio Omar Valladares Castillo
Presidente



Ing. David Díaz Garamendi
Secretario



Ing. Reymundo Jaulis Palomino
Vocal



Ing. Ferrer Canaza Rojas
Vocal



Mg. Leonel Chahuares Paucar
Asesor

Lima, 17 de diciembre de 2019

Dedicatoria

A Dios, por su cuidado y sus bendiciones.

*A mis padres, por su enorme sacrificio
para darme educación.*

Agradecimiento

Agradezco a Dios, por su cuidado hasta este momento, porque cada día percibo su protección. Por haberme dado las fuerzas para seguir y cumplir este nuevo paso en mi vida profesional.

A mis docentes, aquellos que alimentaron mis conocimientos y me brindaron consejos, a mi Asesor que siempre estuvo pendiente del progreso de esta investigación.

A mis padres y a mi familia.

Índice general:

<i>Dedicatoria</i>	iv
<i>Agradecimiento</i>	v
Índice general:.....	vi
Índice de Figuras	xiii
Índice de Tablas	xv
Índice de Anexos.....	xvii
Estudio Generales	xvii
Estudios Especializados	xvii
Reporte de ensayo de Viga Benkelman.....	xvii
Ejecución del Modelo de Hogg	xvii
Símbolos usados.....	xviii
Resumen	xx
Abstract	xxi
Capítulo I. El Problema	22
1.2.1. Problema General:	23
1.2.2. Problemas Específicos:	24
1.3.1. Objetivo General:.....	24
1.3.2. Objetivos Específicos:.....	24
1.4.1. Hipótesis General:.....	25
1.4.2. Hipótesis Específicos	25
1.5.1. Viabilidad Técnica:	25

1.5.2.	Viabilidad Operativa:	25
1.5.3.	Viabilidad Económica:	26
Capítulo II. Marco Teórico		28
2.1.1.	Antecedente Internacional	28
2.1.2.	Antecedente Nacional	28
2.1.3.	Antecedente Local	29
2.2.1.	Subrasante	29
2.2.1.1.	Definición de Subrasante	29
2.2.1.1.1.	Materiales que conforman la Subrasante	30
2.2.1.1.2.	Comportamiento de la Subrasante	30
2.2.1.2.	Características de la subrasante	31
2.2.1.2.1.	Capacidad de soporte	31
2.2.1.2.2.	Módulo resiliente de la subrasante	32
2.2.1.2.3.	Ecuaciones de correlación entre Módulo Resiliente y CBR	34
2.2.1.2.4.	Módulo de Poisson	35
2.2.2.	Mejoramiento de suelos de subrasante.....	36
2.2.2.1.	Criterios para definir suelos inadecuados.....	37
2.2.2.1.1.	Criterios de calidad	37
2.2.2.1.2.	Criterios Geotécnicos.....	37
2.2.2.2.	Determinación de la profundidad de reemplazo.....	40
2.2.2.3.	Metodología para el mejoramiento	42

2.2.2.3.1. Según Normativa EG-2013	42
2.2.2.3.2. Mejoramiento involucrando el suelo existente.....	42
2.2.2.3.3. Mejoramiento empleando únicamente material adicionado	43
2.2.3. Análisis elástico de capas.....	43
2.2.3.1. Modelo Bicapa.....	44
2.2.3.1.1. Modelo Burmister	45
2.2.3.2. Modelo Multicapas	46
2.2.3.2.1. Modelo Boussinesq.....	47
2.2.3.2.2. Modelo de Westergaard	47
2.2.4. Modelo de Hogg	47
2.2.4.1. Antecedentes del modelo de Hogg	47
2.2.4.2. Descripción del modelo.....	48
2.2.4.3. Parámetros del modelo	49
2.2.4.4. Ecuación que resuelve Hogg	50
2.2.4.5. Caracterización y utilización del modelo	51
2.2.4.6. Análisis de deflexiones	52
2.2.4.7. Creación de nomogramas	53
2.2.5. Viga Benkelman	54
2.2.5.1. Generalidades	54
2.2.5.1.1. Descripción del equipo	55
2.2.5.1.2. Descripción del método	56

2.2.5.2. Recolección de datos de campo durante las mediciones.....	57
2.2.5.2.1. Procedimiento en el campo	57
2.2.5.2.2. Lectura de datos.....	62
2.2.5.2.3. Datos de campo	63
2.2.5.2.4. Deflectogramas.....	64
2.2.5.3. Cálculo de deflexiones	65
2.2.5.3.1. Corrección por estacionalidad	66
2.2.5.3.2. Cálculo del radio de curvatura	66
2.2.5.3.3. Deflexión admisible.....	67
2.2.5.4. Parámetros de análisis	68
2.2.5.4.1. Cálculo de R5	68
2.2.5.4.2. Cálculo de Longitud Elástica Lo	69
2.2.5.4.3. Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Subrasante Eo	73
2.2.5.4.4. Cálculo de CBR equivalente	74
Capítulo III. Materiales y Métodos	76
3.1.1. Método de Investigación:	76
3.1.2. Alcance de la Investigación:.....	76
3.3.1. Variable General.....	77
3.3.2. Variables específicos.....	77
3.4.1. Tipo de obra:.....	77
3.4.1.1. Localización y Ubicación.....	78

3.4.1.2. Tramo de estudio:	78
3.4.1.1. Equipos y Materiales:.....	78
3.4.1.1.1. Viga Benkelman	78
3.5.1. Estudios generales.....	80
3.5.1.1. Exploración de campo.....	80
3.5.1.2. Estudio de Mecánica de Suelos	80
3.5.1.2.1. Calicatas de exploración	81
3.5.1.2.2. Profundidad de las calicatas	81
3.5.1.2.3. Espaciamiento de calicatas.....	81
3.5.1.2.4. Perfil estratigráfico del suelo	81
3.5.1.3. Tránsito	83
3.5.2. Estudios especializados	84
3.5.3. Medición de deflexiones de campo	84
3.5.3.1. Datos de entrada	84
3.5.3.2. Lectura de campo.....	84
3.5.3.3. Cálculo de deflexiones	86
3.5.3.4. Deflexión característica.....	87
3.5.3.5. Deflexión admisible	89
3.5.4. Desarrollo del Modelo de Hogg	89
3.5.4.1. Cálculo de Radio de Curvatura.....	89
3.5.4.2. Cálculo de R5	91

3.5.4.3. Cálculo de Longitud elástica L_0	93
3.5.4.4. Cálculo del Módulo de Elasticidad E_0	94
3.5.5. Correlación de Módulo de Elasticidad con CBR.....	97
3.5.5.1. Correlación del Módulo Resiliente	99
3.5.6. Dimensionado de Subrasante mediante correlación deflectométrica	102
3.5.6.1. Trabajos de mejoramiento de subrasante	102
3.5.6.2. Correlación deflectométrica	102
Capítulo IV. Resultados y Discusión	104
4.1.1. Comparativa de deflexiones máximas	104
4.1.1.1. Tramo Km 5+000 al Km 6+000	104
4.1.1.2. Tramo Km 6+000 al Km 7+000	107
4.1.1.3. Tramo Km 7+000 al Km 8+000	110
4.1.1.4. Tramo Km 8+000 al Km 9+000	113
4.1.2. Análisis del Modelo de Hogg.....	120
4.1.3. Verificación del cumplimiento del valor de CBR	126
4.1.3.1. Tramo Km 5+200 al Km 6+200	128
4.1.3.2. Tramo Km 6+200 al Km 7+200	128
4.1.3.3. Tramo Km 7+200 al Km 8+200	129
4.1.3.4. Tramo Km 8+200 al Km 9+200	129
4.1.4. Verificación del dimensionado de subrasante	130
Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones	136

5.1.1. Conclusión general:	136
5.1.2. Conclusiones específicas:.....	137
Referencias Bibliográficas.....	139
ANEXOS	
ANEXO N° 1	
Estudio Generales	
Estudios Especializados	
ANEXO N° 2	
Reporte de ensayo de Viga Benkelman.....	
ANEXO N° 3	
Ejecución del Modelo de Hogg	

Índice de Figuras

Figura 1. Variación del esfuerzo vertical según Boussinesq para dos cargas.	41
Figura 2. Variación del esfuerzo vertical según Boussinesq.	42
Figura 3. Modelo bicapa.	45
Figura 4. Modelo multicapa.	46
Figura 5. Configuración bicapa del modelo de Hogg.	48
Figura 6. Geometría del Modelo de Hogg.	49
Figura 7. Nomograma DR/Do vs. R.	52
Figura 8. Distancia radial - Modelo de Hogg.	53
Figura 9. Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman.	55
Figura 10. Configuración de carga en ensayos con Viga Benkelman.	57
Figura 11. Alineamiento del extremo de la Viga Benkelman con el centro de las llantas.	59
Figura 12. Punto de ubicación del extremo de la Viga Benkelman.	60
Figura 13. Geometría de colocación de la Viga Benkelman.	60
Figura 14. Geometría de colocación de la Viga Benkelman.	62
Figura 15. Procedimiento de medición de deflexiones.	63
Figura 16. Hoja de registro de ensayos con Viga Benkelman.	64
Figura 17. Deflectograma correspondiente a datos del carril izquierdo.	65
Figura 18. Deformada del pavimento y parámetros de comparación.	67
Figura 19. Perfil estratigráfico km 5+00 al 7+000.	82
Figura 20. Perfil estratigráfico km 7+00 al 9+000.	83
Figura 21. Capacidad de Soporte de Subrasante carril izquierdo.	99
Figura 22. Capacidad de Soporte de Subrasante carril derecho.	99
Figura 23. Deflectograma 5+200 al 6+200 carril izquierdo.	106

Figura 24. Deflectograma 5+200 al 6+200 carril derecho.	107
Figura 25. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 5+200 al 6+200.	107
Figura 26. Deflectograma 6+200 al 7+200 carril izquierdo.	109
Figura 27. Deflectograma 6+200 al 7+200 carril derecho.	110
Figura 28. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 6+200 al 7+200.	110
Figura 29. Deflectograma 7+200 al 8+200 carril izquierdo.	112
Figura 30. Deflectograma 7+200 al 8+200 carril derecho.	112
Figura 31. Comparativa de deflexiones máximas Km 7+200 al 8+200.	113
Figura 32. Deflectograma 8+200 al 9+200 carril izquierdo.	115
Figura 33. Deflectograma 8+200 al 9+200 carril derecho.	115
Figura 34. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 8+200 al 9+200.	116
Figura 35. Deflectograma para todo el sector en estudio, lado izquierdo.	117
Figura 36. Deflectograma para todo el sector en estudio, lado derecho.	118
Figura 37. Comparativo de deflexiones máximas entre carriles.	120
Figura 38. Radio de curvatura para el carril izquierdo.	121
Figura 39. Radio de curvatura para el carril derecho.	122
Figura 40. Longitud característica para el carril izquierdo.	123
Figura 41. Longitud característica para el carril derecho.	123
Figura 42. Variación del Módulo de Elasticidad para el carril izquierdo.	124
Figura 43. Variación del Módulo de Elasticidad para el carril derecho.	124
Figura 44. Variación del Módulo de Elasticidad para ambos carriles.	125
Figura 45. Variación del CBR tramo 5+200 al 6+200.	128
Figura 46. Variación del CBR tramo 6+200 al 7+200.	128
Figura 47. Variación del CBR tramo 7+200 al 8+200.	129
Figura 48. Variación del CBR tramo 8+200 al 9+200.	129

Índice de Tablas

Tabla 1. Correlación entre CBR y Módulo Resiliente.	34
Tabla 2. Índice de Consistencia para suelos.	38
Tabla 3. Compresibilidad del suelo.....	39
Tabla 4. Índice de liquidez.	39
Tabla 5. Parámetros del modelo de Hogg.	49
Tabla 7. Distancia del punto de ensayo.....	58
Tabla 8. Factor de corrección por estacionalidad.	66
Tabla 9. Coeficientes de ajuste para el cálculo de R5.....	69
Tabla 10. Ecuaciones para la obtención de parámetros de evaluación.	69
Tabla 11. Valor de coeficientes y variables de ajuste de curvas.....	72
Tabla 12. Coeficientes de correlación para el cálculo de R5 en el modelo de Hogg.....	73
Tabla 13. Coeficientes de correlación para de determinación de Lo.	73
Tabla 14. Calificación CBR según MTC.....	75
Tabla 15. Operacionalización de variables.....	77
Tabla 6. Datos previos a la medición.	79
Tabla 16. Lecturas de campo con Viga Benkelman.....	85
Tabla 17. Cálculo de deflexiones.....	86
Tabla 18. Cálculo de deflexión característica.....	87
Tabla 19. Cálculo de deflexión admisible.	89
Tabla 20. Cálculo del radio de Curvatura.....	90
Tabla 21. Cálculo de R5.....	92
Tabla 22. Cálculo de la Longitud elástica Lo.	93
Tabla 23. Valores para el cálculo de Elasticidad.	95

Tabla 24. Valor de "K"	96
Tabla 25. Valor del coeficiente numérico "I"	96
Tabla 26. Módulos de Elasticidad según Modelo de Hogg	96
Tabla 27. Calificación CBR según MTC.	98
Tabla 28. Ecuaciones de Correlación del Módulo Resiliente.....	100
Tabla 29. Valores obtenidos por Correlación con E	100
Tabla 30. Clasificación de Suelos Km 5+200 al Km 6+000.	105
Tabla 31. Clasificación de Suelos Km 6+000 al Km 7+000.	108
Tabla 32. Clasificación de Suelos Km 7+000 al Km 8+000.	111
Tabla 33. Clasificación de Suelos Km 8+000 al Km 9+000.	114
Tabla 34. Tabla de resultados deflectométricos calculados estadísticamente.	118
Tabla 35. Características del Mejoramiento de la Subrasante por sectores.	126
Tabla 36. Evaluación de capacidad de soporte CBR.....	127
Tabla 37. Espesor de mejoramiento Km 5+200 al km 6+200	130
Tabla 38. Espesor de mejoramiento Km 6+200 al km 7+200	132
Tabla 39. Espesor de mejoramiento Km 7+200 al km 8+200	133
Tabla 40. Espesor de mejoramiento Km 8+200 al km 9+200	134

Índice de Anexos

ANEXO N° 1	141
Estudio Generales	
Estudios Especializados	
ANEXO N° 2	173
Reporte de ensayo de Viga Benkelman	
ANEXO N° 3	233
Ejecución del Modelo de Hogg	
ANEXO N° 4	241
Panel fotográfico	

Símbolos usados

M_r	=	Módulo de Resiliencia
σ_1	=	Esfuerzo principal mayor
σ_3	=	Esfuerzo principal menor
σ_d	=	Esfuerzo desviador
ε_{axial}	=	Deformación recuperable
LL	=	Límite líquido
IP	=	Índice de plasticidad
W	=	Humedad
Cc	=	Índice de Compresibilidad
LL	=	Límite líquido
LP	=	Límite plástico
IP	=	Índice de plasticidad
W	=	Humedad
D	=	Es la rigidez de la placa
w	=	Desplazamiento vertical de la fibra neutra
t	=	Espesor del pavimento
E_p	=	Módulo de elasticidad del pavimento
E_{sg}	=	Módulo de elasticidad de la subrasante
P	=	Suma de presiones
ρ	=	Presión del pavimento
σ_z	=	Tensión en la superficie para mantener la deflexión w.

Rc	=	Radio de Curvatura
Do	=	Deflexión máxima
D25	=	Deflexión a 25cm
Dadm	=	Deflexión admisible inicial (mm).
N18	=	Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones.
R	=	Distancia a la que se mide la deflexión DR.
D0	=	Deflexión máxima
DR	=	Deflexión a la distancia R
A, B, C	=	Coefficiente de correlación cuyo valor se indica en el cuadro.
R5	=	Distancia R del centro geométrico
A	=	Radio de la huella circular de carga
X, Y	=	Coefficientes de correlación cuyo valor se indica en el cuadro.

Resumen

El presente trabajo de investigación surge debido a la importancia de diseñar y evaluar las capas que conforman la parte estructural de un pavimento y tiene como finalidad la aplicación de un nuevo procedimiento para la determinación del espesor de la capa de subrasante mejorada para pavimentos, este procedimiento fue desarrollado para intervenir sectores donde la capacidad de soporte de los suelos es deficiente.

La investigación se basa en el estudio realizado por el Consorcio San Martín, encargado de ejecutar el proyecto “Mejoramiento de la Vía Auxiliar Panamericana Sur Tramo: Av. Mateo Pumacahua – Refinería Conchán, Distritos de Villa el Salvador y Lurín, provincia de Lima – Lima”, tomándose el tramo correspondiente desde la progresiva km 5+200 a la progresiva km 9+200, en los cuales se llevó a cabo los ensayos de deflectometría a la capa de subrasante, lo que permitió el desarrollo de la presente investigación. Se logró obtener espesores de mejoramiento necesarios para la subrasante, de acuerdo a las características del suelo a distancias más cercanas entre sí. Para esto, fue necesario el uso del Modelo de Hogg, el cual se basa en un análisis deflectométrico para la obtención del Módulo de Elasticidad, correlacionar un valor de soporte CBR y finalmente, determinar los espesores de mejoramiento para la subrasante.

Los resultados se expresan mediante gráficos comparativos entre deflexiones para ambos carriles, Módulos de Elasticidad y capacidad de soporte CBR y espesores de mejoramiento por progresivas, verificándose así el espesor requerido frente a un espesor ejecutado en campo. Estos resultados muestran que no se alcanzó el mejoramiento de subrasante establecido en el expediente técnico.

Palabras clave: Subrasante, Viga Benkelman, Deflexión admisible, Radio de Curvatura, Módulo de Elasticidad, Capacidad de soporte.

Abstract

The present research work arises due to the importance of designing and evaluating the layers that make up the structural part of a pavement and its purpose is the application of a new procedure for determining the thickness of the improved subgrade layer for pavements, this procedure it was developed to intervene sectors where the soil support capacity is poor.

The research is based on the study carried out by the San Martín Consortium, in charge of executing the project “Improvement of the South Pan American Auxiliary Road Section: Mateo Pumacahua Avenue - Conchán Refinery, Villa El Salvador and Lurín Districts, Lima Province - Lima ”, Taking the corresponding section from the progressive km 5 + 200 to the progressive km 9 + 200, in which the deflectometry tests were carried out on the subgrade layer, which allowed the development of the present investigation. It was possible to obtain improvement thicknesses necessary for the subgrade, according to the characteristics of the soil at distances closer to each other. For this, it was necessary to use the Hogg Model, which is based on a deflectometric analysis to obtain the Elasticity Module, correlate a CBR support value and finally, determine the improvement thicknesses for the subgrade.

The results are expressed by means of comparative graphics between deflections for both lanes, CBR Elasticity and Support Capacity modules and progressive improvement thicknesses, thus verifying the required thickness against a thickness executed in the field. These results show that the subgrade improvement established in the technical file was not achieved.

Keywords: Subgrade, Benkelman Beam, Permissible Deflection, Curvature Radius, Elasticity Module, Support Capacity.

Capítulo I. El Problema

1.1. Identificación del Problema:

Desde tiempos antiguos, la necesidad de contar con un adecuado sistema vial que conecte a todo un país, ha sido fundamental para el desarrollo social, cultural y económico de sus habitantes. Sin embargo, con el paso del tiempo, el aumento demográfico ha impulsado el crecimiento del parque automotor combinado, lo cual demanda mayor carga a la vía, provocando que exista un alto grado de deterioro de la misma.

Para reducir esto, resulta necesario predecir la respuesta futura de un pavimento lo cual permitiría realizar un diseño más preciso que ofrezca pavimentos más duraderos. Dentro de los aspectos más importantes a considerar están la caracterización del terreno de fundación (subrasante) y los materiales que componen la estructura del pavimento.

En los procedimientos actuales de diseño de pavimentos, la capacidad de soporte de suelo es caracterizada mediante el Módulo de Resilencia (MR). Este ensayo caracteriza de una manera más realista el comportamiento de los materiales antes las acciones de carga que los ensayos utilizados tradicionalmente como el método del CBR, sin embargo, la determinación del MR, mediante ensayos de laboratorio, en nuestro país solo se realizan cuando se trata de proyectos de investigación en donde se requiere de resultados con gran precisión o muchas veces porque no se cuenta con los equipos apropiados para realizar dicho ensayo.

En la actualidad, se cuenta con una alternativa para la determinación de la capacidad de soporte de la subrasante, la cual permite la determinación de su espesor, como parte de un sistema estructural, consiste en medir y analizar curvas de deflexiones mediante el uso de un deflectómetro, en este caso, la Viga Benkelman.

Por lo tanto, una evaluación estructural en un proyecto de pavimentación basado en las deflexiones resulta útil en la medida de que podamos interpretar la información que encierra sobre la estructura del pavimento y su subrasante apoyados en modelos matemáticos (Modelo de Hogg) que permitan determinar ciertos parámetros estructurales necesarios para la determinación del espesor de sus capas, en nuestro caso, el espesor de mejoramiento de la subrasante.

En el estudio definitivo de ingeniería “MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATERO PUMACAHUA – REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA – LIMA” elaborado por MANCOMUNIDAD LIMA SUR, para EMAPE S.A. y ejecutado por CONSORCIO SAN MARTÍN, se llevó a cabo ensayos de deflexiones a la subrasante mejorada, lo cual permitió desarrollar el tema planteado, que se enfoca en el análisis de deflexiones obtenidas mediante el ensayo de Viga Benkelman, y la obtención de parámetros estructurales como el Módulo de Elasticidad, CBR y Módulo de Resiliencia, obtenidos usando el modelo matemático de Hogg, para ser comparados con los valores de CBR tomados de campo. Con estos valores es posible dimensionar el espesor adecuado para el mejoramiento de la subrasante, y poder evaluar el espesor propuesto por el proyectista en el estudio definitivo de ingeniería.

1.2. Formulación del Problema de Investigación:

1.2.1. Problema General:

- ¿Cómo evaluar el dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada de la vía auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 09+200 mediante la aplicación de correlación deflectométrica?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Existirá diferencia entre las deflexiones de la subrasante mejorada del carril izquierdo y carril derecho obtenidos mediante el ensayo no destructivo de Viga Benkelman?
- ¿Será posible determinar el módulo elástico de la subrasante mejorada aplicando el Modelo de Hogg?
- ¿El CBR de la subrasante mejorada cumplirá el valor mínimo del CBR requerido en el expediente técnico de la vía auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 09+200?

1.3. Objetivo de la Investigación:

1.3.1. Objetivo General:

- Evaluar el dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada de la vía auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Matero Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 09+200 mediante la aplicación de correlación deflectométrica.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Comparar las deflexiones de la subrasante mejorada en estado elástico entre carril izquierdo y derecho obtenido mediante el ensayo no destructivo de Viga Benkelman.
- Determinar el módulo de elasticidad de la subrasante mejorada por medio del Modelo de Hogg.
- Verificar el cumplimiento de los CBR de la subrasante mejorada con respecto al valor mínimo indicado en el expediente técnico.

1.4. Planteamiento de hipótesis:

1.4.1. Hipótesis General:

- El espesor adecuado de la subrasante mejorada de la Vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 09+200 será de 40 centímetros.

1.4.2. Hipótesis Específicos

- No existen diferencias significativas en las deflexiones de la subrasante mejorada entre el carril izquierdo y carril derecho.
- Se determinarán los Módulos de Elasticidad a través del Modelo de Hogg.
- Los CBR's de la subrasante mejorada cumplen el valor mínimo indicado en el expediente técnico.

1.5. Viabilidad de la Investigación:

1.5.1. Viabilidad Técnica:

Esta investigación sigue los parámetros y lineamientos establecidos en el Manual de Carreteras del MTC, documento que regula el diseño y evaluación de obras viales en el Perú. Agregando metodologías planteadas en diversas fuentes bibliográficas, por todo lo mencionado, el presente trabajo es viable técnicamente.

1.5.2. Viabilidad Operativa:

El investigador cuenta con los conocimientos necesarios referente a estudio de mecánica de suelos, ensayos de deflectometría, control de calidad de materiales, evaluación y diseño de pavimentos. Comprobándose en los cursos recibidos durante su formación pre grado,

cursos adicionales alienados al tema de estudio y experiencia laboral específica en la rama. Por ello, es viable operativamente.

1.5.3. Viabilidad Económica:

Los costos de gabinete asociados al presente trabajo serán asumidos por el investigador, los costos de realización de ensayos fueron asumidos por la empresa contratista de acuerdo a su presupuesto de ejecución. Por ello, es viable económicamente.

1.6. Justificación de la Investigación:

El Manual de Carreteras del MTC, establece un procedimiento para determinar el espesor de terreno a reemplazar o mejorar, en función al valor de soporte o resistencia del suelo. Este procedimiento abarca un gran margen de seguridad y tiene un alto grado de variación de acuerdo al porcentaje de CBR.

En muchos casos el terreno de fundación requiere ser mejorado a fin de ser empleado como subrasante, por lo tanto, surge la necesidad de contar con un procedimiento que logre dimensionar la capa de subrasante a mejorar, con el fin de obtener suelos que garanticen la resistencia necesaria para soportar las cargas de diseño durante todo el periodo de vida útil que tendrá el futuro pavimento.

1.7. Presuposición filosófica

La presente investigación se enmarca dentro de la teología bíblica. En el libro de Isaías 57:14 menciona: “Y se dirá: Construid, construid, preparad el camino, quitad los obstáculos del camino de mi pueblo”. Así también, en Isaías 62:10 nos dice: “Pasad, pasad por las puertas; abrid camino al pueblo. Construid, construid la calzada; quitad las piedras, alzad estandarte sobre los pueblos”. Estas declaraciones resaltan la importancia de las redes viales para la

comunicación y el desarrollo de la sociedad. Por ello este estudio se apoya en estos pasajes bíblicos, debido a que en la actualidad esta necesidad aún se mantiene, dado el aumento poblacional y el crecimiento tecnológico.

Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación:

2.1.1. Antecedente Internacional

Título: “Estudo comparativo entre medidas de deflexao com viga Benkelman e FWD em pavimentos da Malha Rodoviária estadual de Santa Catarina”

Autor: Clarissa Beatriz, Sandoval Borges

Año: 2001

Resumen: Se describe la metodología utilizada para seleccionar y marcar los segmentos de muestra de pavimentos en Santa Catarina, a través del análisis de regresión, se evalúa si existe una correlación entre los valores obtenidos por estos equipos y si dependen del tipo de estructura del piso, tipos de materiales y espesores de las capas granulares y bituminosas, etc.

Al final, se hace un análisis de la influencia del uso de la desviación obtenida por equipo y correlación, en el dimensionamiento del espesor de refuerzo de pavimento.

2.1.2. Antecedente Nacional

Título: “Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera Puente Raither – Puente Paucartambo”

Autor: Jorge Richard, Olarte Pinares

Año: 2015

Resumen: Propone innovar el procedimiento de determinación del espesor de la capa de subrasante mejorada en pavimentos flexibles mediante la aplicación de modelos matemáticos que se encuentran dentro del estado del arte y estado de la práctica en la ingeniería vial en el Perú. El procedimiento de calibración lo realiza con la conformación de cuatro

diferentes espesores de mejoramiento sobre suelos de fundación de similares características físicas y mecánicas. La evolución en términos de capacidad de soporte del sistema de subrasante mejorada es cuantificada en términos de módulo resiliente equivalente del pavimento estimado por medio de técnicas de retrocálculo modular a partir de la medición de deflexiones empleando la Viga Benkelman y Deflectómetro de Impacto.

2.1.3. Antecedente Local

Título: “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante por medio de la aplicación de correlación deflectométrica”

Autor: Ramón Oviedo Bellott

Año: 2013

Resumen: tiene como propósito el dimensionamiento de la subrasante en base a la sistematización de resultados de CBR correlacionados con pruebas deflectométricas de viga Benkelman de tal modo que permita la calibración estructurada de espesores de mejoramiento de subrasante.

Propone un análisis teórico – práctico para determinar los espesores adecuados de reemplazo del material no competente de la subrasante, que no reúne las condiciones del valor mínimo de CBR para cumplir con el diseño estructural del pavimento.

2.2. Fundamentos Teóricos:

2.2.1. Subrasante

2.2.1.1. Definición de Subrasante

La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural aplanado o explanada y la estructura del pavimento.

De acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF, 2015) “la subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento afirmado”.

Céspedes (como se citó en Peche, 2017) “la subrasante es la capa de terreno natural de una carretera, que soporta la estructura del pavimento, se extiende hasta una profundidad tal que no le afecte la carga de diseño correspondiente al tránsito previsto” (p.3).

De su capacidad de soporte es que depende el espesor que tendrá toda la estructura del pavimento. Es considerada como la cimentación del pavimento.

2.2.1.1.1. Materiales que conforman la Subrasante

Si la subrasante se ha obtenido por corte, generalmente los materiales que la conforman son diferentes tipos de suelos y cuerpos rocosos, ordenados en capas de espesores variables y con sus respectivas propiedades naturales.

La subrasante obtenida por relleno estará conformada por el material seleccionado propio del corte o el proveniente de cantera compactado en capas de espesores establecidos de acuerdo a su OCH (Óptimo Contenido de Humedad) y por los suelos existentes debajo de los mismos, este último dispuesto de forma similar que en las zonas de corte.

2.2.1.1.2. Comportamiento de la Subrasante

El subsuelo que se encuentra por debajo de la subrasante, está formado por distintos tipos de suelos no seleccionados ni homogenizados que sirven como estructura de apoyo a las cargas que transmiten el pavimento y los vehículos en tránsito, de la capacidad de soporte del

conjunto de suelos, depende, en gran parte, el espesor que debe tener el pavimento. (Romero, 2009, p.9).

2.2.1.2. Características de la subrasante

2.2.1.2.1. Capacidad de soporte

El valor de soporte es un método desarrollado por la división de carretera del Estado de California de EE.UU. Sirve para evaluar la calidad del suelo para subrasante, determinando la capacidad de soporte del suelo y agregados compactados en laboratorio a niveles de compactación variables y con una humedad óptima.

De acuerdo con Balarezo (2017) “el ensayo de CBR (California Bearing Ratio) mide la resistencia al corte del suelo bajo condiciones de humedad y densidad controladas, permitiendo encontrar un valor en porcentaje” (p.9).

El ensayo de CBR es un ensayo con el cual se mide la capacidad portante de una masa de suelo, su procedimiento se basa en una comparativa con una muestra patronada correspondiente a piedra triturada arrojando el porcentaje de soporte con respecto a la muestra patrón que exhibe el suelo analizado, el cual previo a este ensayo debe ser caracterizado mediante ensayos de granulometría, humedad, plasticidad, contenido de materia orgánica, entre otros.

En el Perú, el diseño de una estructura de pavimento nuevo responde a métodos tradicionales, donde para determinar los espesores de cada una de las capas componentes de la estructura, se debe conocer la capacidad de soporte de los suelos de subrasante y el tránsito proyectado para un periodo de diseño; además, se estima el número estructural que luego es transformado en espesores de capa. (Olarte, 2015, p.20).

La propiedad del material más importante para caracterizar al suelo de fundación de acuerdo con las normativas AASHTO, es el Módulo Resiliente (M_r). Este parámetro se calcula a través de ensayos con carga dinámica, la cual simula los efectos que produciría el tráfico en el interior del pavimento.

Ahora bien, determinar el valor de Módulo Resiliente (M_r) del suelo de fundación es un requisito fundamental para el diseño de pavimentos; la gran mayoría de laboratorios no cuentan con el equipo necesario para realizar su ejecución, por lo que recurren a la aplicación de correlaciones a partir del valor de CBR.

Debido a la diversidad de ecuaciones de correlación y al empirismo de las mismas, la tecnología de pavimentos presenta alternativas para el cálculo directo de Módulo Resiliente, como, por ejemplo, el análisis elástico lineal de deflexiones, a partir de mediciones in-situ, ya sea a través del Deflectómetro tipo Viga Benkelman o del Deflectómetro de impacto FWD, entre otros. (Olarde, 2015, p.21)

2.2.1.2.2. Módulo resiliente de la subrasante

Seed (como se citó en Mallque, 2006) lo define como “la magnitud del esfuerzo desviador repetido en compresión triaxial dividido entre la deformación axial recuperable” (p.11). Siendo este equivalente al módulo de Young (módulo de elasticidad) y se representa como sigue:

AASHTO propone actualmente el uso del Módulo Resiliente (M_r) para una mejor caracterización de los suelos con fines de diseño de pavimentos. Es conocido por experiencia, que los materiales no siempre siguen un comportamiento elástico, experimentando cierta deformación permanente después de cada aplicación de carga.

Sin embargo, si la carga es pequeña comparada con la resistencia del material y es repetida muchas veces, deformación bajo cada repetición de carga es prácticamente

recuperable en su totalidad y proporcional a la carga pudiendo ser considerada como elástica. Así, después de 100 a 200 repeticiones, toda la deformación es prácticamente recuperable, definiéndose el módulo resiliente como la relación entre el esfuerzo dinámico y la deformación.

Hveem y Carmany (como se citó en Mallque, 2006) reconocieron que “el módulo dinámico de elasticidad para subrasantes es un parámetro de gran importancia para entender el agrietamiento (por fatiga) de las superficies de asfalto y que la carga monotónica podría no ser la adecuada para su determinación” (p.9).

El módulo de resiliencia se emplea en procedimientos analíticos de análisis de pavimentos que incluyen cargas de tráfico dinámico y requieren de un módulo de elasticidad. Este módulo elástico es así utilizado en las teorías mecanísticas para el diseño de los pavimentos.

A través de las investigaciones, el parámetro de Módulo de Resiliencia se ha constituido como un valor fundamental en el diseño de pavimentos y esto ha generado gran interés en la búsqueda de procedimientos de diseño con bases mecanísticas; los cuales, según Mallque (2006) “lo introducen como un elemento que caracteriza de manera racional el comportamiento esfuerzo-deformación de los materiales que conforman la estructura” (p.11).

$$Mr = \frac{(\sigma_1 - \sigma_3)}{\varepsilon_{axial}} = \frac{\sigma_d}{\varepsilon_{axial}}$$

Donde:

Mr	=	Módulo de Resiliencia
σ_1	=	Esfuerzo principal mayor
σ_3	=	Esfuerzo principal menor
σ_d	=	Esfuerzo desviador
ε_{axial}	=	Deformación recuperable

Mallque (2006) establece que, se ha constituido como un elemento fundamental en el diseño de pavimentos y ha despertado gran interés en el desarrollo de procedimientos de diseño con bases mecánicas; los cuales lo introducen como un elemento que caracteriza de manera racional el comportamiento esfuerzo – deformación de los materiales que conforman la estructura (p.11).

2.2.1.2.3. Ecuaciones de correlación entre Módulo Resiliente y CBR

Para el diseño de pavimentos, es necesario definir la capacidad de soporte del suelo de fundación y expresarlo en términos de Módulo Resiliente, esto conlleva a la elección de un gran número de correlaciones empíricas. Es debido mencionar, que toda ecuación de correlación al ser empírica su aplicación es confiable siempre y cuando se cumpla con los requisitos o condiciones que mencionan.

Tabla 1.
Correlación entre CBR y Módulo Resiliente.

Autor	Ecuación	Condición
Heukelon & Klomp 1962 (Recomendado por AASHTO 1993)	$MR (psi) = 1500 * CBR$	CBR<10
Consejo Científico de Sudáfrica (CSIR)	$MR (psi) = 3000 * CBR^{0.65}$	7.2<CBR<20
Recomendada por AASHTO 1993	$MR (psi) = 4326 * LnCBR + 241$	CBR>20
Powl et al. (1984) (Laboratorio de Investigación de caminos y transporte TRRL)	$MR (MPa) = 17.6 * CBR^{0.64}$	CBR<12

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que el valor de CBR es un parámetro también empírico que indica la capacidad mecánica de un material, bajo determinadas condiciones de humedad y compactación. Este dato se obtiene a través de la medición de la resistencia que opone el material al ser penetrado por un pistón de sección circular de dimensiones estandarizadas, la cual se compara con la resistencia establecida que opone un material patrón óptimo, el resultado se expresa en porcentaje.

El cálculo de CBR presenta varias objeciones, una de ellas, debido a la forma de ejecución del ensayo; ya que el CBR mide la capacidad de soporte de un suelo en condiciones estándares y constantes, pero la magnitud de la capacidad mecánica de un material depende fundamentalmente de la variación del estado o nivel de esfuerzos al que está sometido, y por lo tanto, no es una propiedad constante.

Otro aspecto en contra, es el sobredimensionamiento de los valores obtenidos en laboratorio, debido a las presiones de confinamiento producidas durante la penetración, esto no muestra correlación con las condiciones reales en que trabajan los materiales en el campo.

(Olarte, 2015) afirma que “el CBR entonces es un parámetro cuyo uso debe estar condicionado al completo entendimiento de sus limitaciones, y que debe ser considerado solo como un valor de referencia, debiendo ser contrastado o verificado con métodos más evolucionados” (p.24).

2.2.1.2.4. Módulo de Poisson

Otra propiedad importante de los materiales usada en el análisis elástico de pavimentos es el módulo de Poisson. Este parámetro se define como la relación entre la deformación transversal sobre la longitudinal de un espécimen sometido a cargas.

Generalmente, los materiales “naturales” tienen valores menores que los materiales “tratados” en cuanto al módulo de Poisson, dichos valores pueden variar de 0 a 0.5.

2.2.2. Mejoramiento de suelos de subrasante

En algunas ocasiones el trazado de una carretera atraviesa zonas donde existen depósitos de suelos blandos, tales como arcillas, limos e incluso turbas. Es conocido que este tipo de materiales presentan un mal comportamiento como soporte de cualquier tipo de obra de ingeniería, ante estos eventos es necesario sectorizar suelos de fundación inadecuados y evaluar una medida correctiva para garantizar la integridad estructural del pavimento. (Olarte, 2015, p.34).

Para definir qué zonas requieren mejoramiento es necesario evaluar factores como: profundidad del suelo blando, esfuerzos admisibles, procedimiento constructivo, características de drenaje, contenido de materia orgánica, entre otros.

Existen alternativas de estabilización mecánica adicionando material granular, estabilización mecánica incorporando geosintéticos (geomallas y geotextiles), estabilización de suelos mediante la adición de agentes mejorados.

El reemplazo de suelos de fundación, como lo es la subrasante, es una alternativa que se aplica con frecuencia, en especial en aquellos lugares donde existe una disposición de material capaz de servir como material de reemplazo. Sin embargo, la determinación de la profundidad de reemplazo suele ser motivo de discrepancias entre el diseñador, contratista, supervisor y la entidad.

Un espesor insuficiente no permitirá alcanzar el soporte adecuado del pavimento, lo cual podría inducir a fallas prematuras en el comportamiento del pavimento.

Según Olarte (2015) “la solución debe comprender un espesor adecuado que permita a la subrasante alcanzar el Módulo Resiliente de Diseño, asimismo, deberá permitir que las capas superiores puedan ser compactadas sin que se produzcan deformaciones” (p.34).

2.2.2.1. Criterios para definir suelos inadecuados

2.2.2.1.1. Criterios de calidad

Dentro de estos criterios se pueden definir la clasificación del suelo y su contenido de materia orgánica.

Desde el punto de vista de la ingeniería, la materia orgánica tiene propiedades desfavorables, debido a su alta compresibilidad y absorción de grandes cantidades de agua, los cambios en la carga o contenido de humedad producen cambios considerables en su volumen, esto es causa de problemas de asentamiento. Así como, baja resistencia al esfuerzo cortante y, por consiguiente, baja capacidad de carga.

Los suelos orgánicos son de color gris oscuro, y en general tiene el olor característico a descompuesto, las arcillas orgánicas tienen esponjoso cuando son plásticas, en comparación con las arcillas inorgánicas.

2.2.2.1.2. Criterios Geotécnicos

- Índice de Consistencia:

Dentro de los criterios geotécnicos se encuentra el Índice de Consistencia, esto puede ser tomado como una medida de consistencia de un suelo, relacionado con la cantidad de agua que es capaz de absorber.

Un suelo será trabajable si presenta un Índice de Consistencia mayor a la unidad, los suelos que presentan un IC menor a la unidad presentan mayor dificultad para ser compactados presentándose problemas de deformaciones.

$$IC = \frac{LL - w}{IP}$$

Donde:

LL = Límite líquido

IP = Índice de plasticidad

W = Humedad

Tabla 2.
Índice de Consistencia para suelos.

Índice de Consistencia	Estado del Suelo
< 0.00	Estado Líquido
De 0 a 0.25	Estado Semi – Líquido
De 0.25 a 0.50	Estado Plástico Muy Blando
De 0.50 a 0.75	Estado Plástico Blando
De 0.75 a 1.00	Estado Plástico Duro
>1.00	Estado Sólido

Fuente: Elaboración propia.

- Compresibilidad del Suelo:

Otro criterio es la compresibilidad del suelo, ha sido reconocido como un problema considerable, debido a que es causa de algunas deficiencias en el comportamiento de los suelos.

Terzaghi y Peck demostraron que el Índice de Compresibilidad de un suelo puede ser expresado en función al límite líquido, la expresión es la siguiente:

$$C_c = 0.009(LL - 10)$$

Donde:

Cc = Índice de Compresibilidad

LL = Límite líquido

Tabla 3.
Compresibilidad del suelo.

Valor de Cc	Compresibilidad
0.00 – 0.19	Baja
0.20 – 0.39	Media
0.39 – 0.40	Alta

Fuente: Elaboración propia.

- Índice de Liquidez:

Este parámetro indica la proximidad de un suelo a su límite líquido. El mecanismo de colapso se origina cuando en situaciones de precipitaciones y que superficialmente se seca por efecto del calor, se produce un efecto cíclico, en el cual durante el proceso de humedecimiento hay una disminución de la concentración de iones, por lo tanto, se produce la dispersión causando la disminución de la resistencia al corte en la estructura del suelo. (Olarte, 2015, p.37)

$$IL = \frac{w - LP}{IP}$$

Donde:

LP	=	Límite plástico
IP	=	Índice de plasticidad
W	=	Humedad

Tabla 4.
Índice de liquidez.

Comportamiento	Índice de Liquidez
No plástico	Menor que 0
Plástico	Entre 0 y 1
Líquido Viscoso	Mayor que 1

Fuente: Elaboración propia.

2.2.2.2. Determinación de la profundidad de reemplazo

Por definición del comportamiento de un pavimento, se sabe que los esfuerzos generados por las cargas de tránsito son mayores en las capas superiores y va disminuyendo con la profundidad.

Según Olarte (2015) “la magnitud de los esfuerzos verticales en un punto debido a una carga en la superficie de un pavimento dependerá de la magnitud de la carga y de la presión aplicada” (p.40).

Como se puede apreciar en las figuras, el efecto de la presión es pronunciado en las capas superiores del pavimento, mientras que a una cierta profundidad los esfuerzos son casi iguales para ambos casos, por lo tanto, para altas presiones de inflado se requieren mejores calidades de los materiales en las capas superiores del pavimento, mientras que a ciertas profundidades las altas presiones no afectan significativamente al pavimento. Por otro lado, para una presión constante, un incremento en la carga significará un incremento de esfuerzos en toda la profundidad de la estructura del pavimento.

La capacidad de deformación de un suelo está en función de las propiedades esfuerzo – deformación – tiempo, estas propiedades se estudian por medio de la prueba de consolidación. Terzaghi fue uno de los primeros en estudiarlo, utilizando en estudiar el fenómeno de la consolidación en suelos finos saturados y desarrolló la teoría conocida como Teoría de la Consolidación Unidimensional, la cual en la actualidad es una de las más aplicadas para resolver problemas de compresibilidad en suelos finos saturados.

La consolidación es el proceso de compresión de un suelo en función del tiempo y en el caso de suelos arcillosos da como resultado la transformación progresiva de un sedimento en estado suave o blando a un estrato de arcilla dura y finalmente a una roca sedimentaria. Estos procesos implican la disminución de la relación de vacíos e involucran la actividad físico – química de las partículas sólidas, disminución del contenido de agua, la disipación de la

presión de poro en exceso de la hidrostática del agua bajo el incremento del esfuerzo causado por la sobrecarga y cementación. Se rige por el cambio de las presiones de poro a presiones efectivas, resultando de una reducción de volumen por pérdida de agua.

La consolidación es una deformación elasto – plástica del suelo que resulta de una permanente reducción de vacíos debido a un incremento de esfuerzos en función del tiempo. Al aplicar cierta carga a un suelo arenoso limpio saturado, su consolidación será casi instantánea; debido a que el agua con exceso de presión hidrostática no tiene problemas para escapar por las oquedades; sin embargo, si el suelo es una arcilla de baja permeabilidad, su consolidación será muy lenta, debido a que el exceso de agua en los vacíos tomará tiempo para ser expulsada fuera de la capa arcillosa. (Olarate, 2015, p.41).

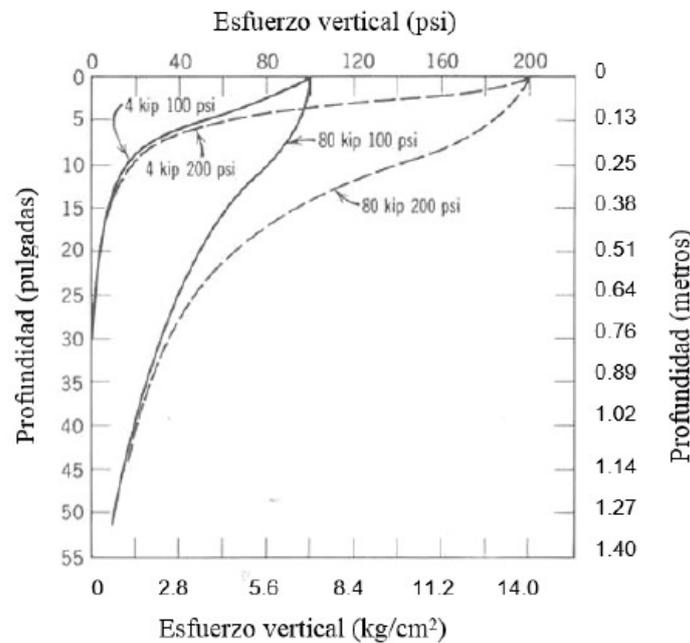


Figura 1. Variación del esfuerzo vertical según Boussinesq para dos cargas.

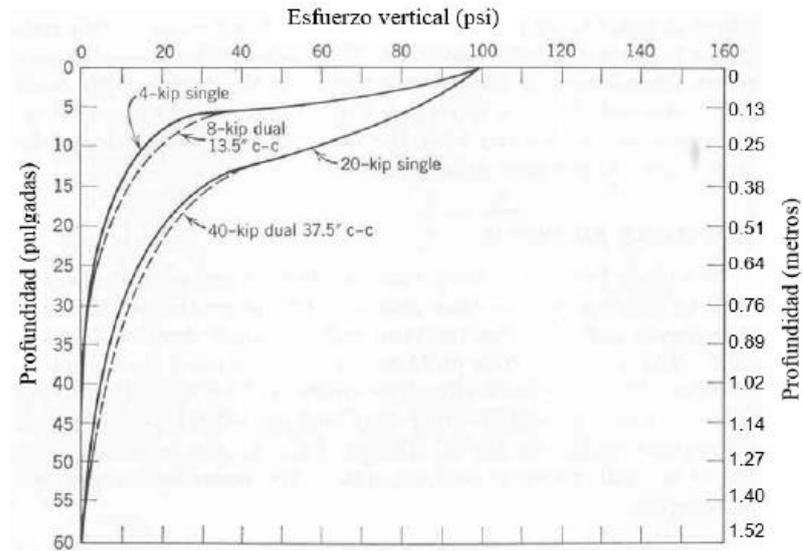


Figura 2. Variación del esfuerzo vertical según Boussinesq.

2.2.2.3. Metodología para el mejoramiento

2.2.2.3.1. Según Normativa EG-2013

El mejoramiento consiste en excavar el terreno por debajo de la subrasante o de fundación de terraplenes y su reemplazo parcial o total con materiales aprobados debidamente, acomodados y compactados, conforme con las dimensiones, alineamientos y pendientes señalados en los planos del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

2.2.2.3.2. Mejoramiento involucrando el suelo existente

En el caso el Proyecto prevean el mejoramiento involucrando los materiales del suelo existente, o el Supervisor lo considere conveniente, pueden presentarse dos situaciones, sea mediante la estabilización mecánica o combinación de suelos, estos se disgregarán en las zonas y con la profundidad establecida en los planos, empleando procedimientos aprobados por el Supervisor.

2.2.2.3.3. *Mejoramiento empleando únicamente material adicionado*

Cuando los documentos del proyecto prevean la construcción de la subrasante mejorada con aporte solamente con material adicionado, pueden presentarse dos situaciones, sea que la capa se construya directamente sobre el suelo natural existente o que éste debe ser excavado previamente en el espesor indicado en los documentos del Proyectos y reemplazado por el material de adición.

2.2.3. Análisis elástico de capas

En la presente investigación se consideró utilizar el análisis elástico de capas por medio del modelo de Hogg, cuya base se fundamenta en un sistema bicapa utilizando un modelo matemático desarrollado y solucionado por él, con la finalidad de expresar el estado del pavimento a través de la capacidad de soporte de la subrasante “CBR”.

De esta manera se confirma que el “CBR” de la subrasante no solo es importante al iniciar la construcción de un pavimento sino también en diferentes tiempos de su vida y puede servir para tomar decisiones de algún tipo de mantenimiento. (Balarezo, 2017, p.12).

De acuerdo con la historia todo comenzó con el francés Boussinesq, quien propuso en 1885 llevó a cabo un estudio del matemático, el cual se basó en una carga concentrada aplicada en un semiespacio lineal, elástico, isotrópico y homogéneo; los esfuerzos, deformaciones y deflexiones debidos a la carga concentrada puede ser extrapolados para obtener aquellas debidas a un área circular cargada.

Esta solución fue por mucho tiempo la única disponible, hasta que en 1945 Donal M. Burmister propuso una teoría que se podía aplicar a estructuras de pavimentos, basada en la propuesta de Boussinesq pero que tenía en cuenta estratos y las propiedades mecánicas de los materiales que conforman la masa de suelo, para calcular el estado de esfuerzos de ésta a cualquier profundidad.

Desde este punto de vista, el modelo planteado por Burmister puede ser usado para determinar los esfuerzos, deformaciones y deflexiones en la subrasante si la relación de módulos de pavimento y la subrasante es cercana a la unidad, si no es así, la modelación es más compleja. Analíticamente es un procedimiento más complejo que los basados en el primer modelo, que se podía solucionar con ecuaciones relativamente fáciles; el modelo de Burmister introduce transformadas de Fourier que requieren de Bessel para su solución y que sin la ayuda de un programa de computador no se pueden modelar estructuras de más de dos capas.

2.2.3.1. Modelo Bicapa

En este modelo el sistema se divide en dos capas, se aplica una carga de presión uniforme “q” sobre un área circular de radio “a”, Burmister y Huang (1993) proponen ábacos para este modelo a partir del modelo multicapa, el comportamiento del suelo no es homogéneo, es necesario incluir una capa de transmisión ya que es difícil representar esta transmisión del pavimento a la subrasante. (Balarezo, 2017, p.13).

De acuerdo con Flores (2012) “el comportamiento del suelo no es homogéneo, en el caso de los pavimentos es difícil caracterizar la transmisión de esfuerzos del pavimento a la subrasante, por lo que es necesario incluir una capa que representa esta transmisión.”, (p.10).

En los modelos de dos capas, los esfuerzos dependen de la razón de módulos de elasticidad de cada capa E_1/E_2 y de la razón entre el espesor de la primera capa y el radio del área de carga h_1/A . Este modelo se puede aplicar para pavimentos tipo (HMA), también es aplicable a modelos de pavimentos con base estabilizada, los que se pueden resolver por métodos variacionales o por el modelo de Hogg.

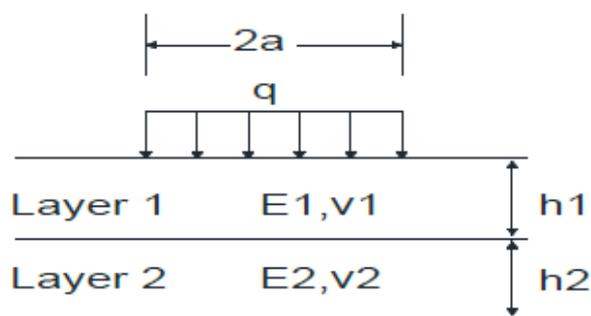


Figura 3. Modelo bicapa.

2.2.3.1.1. Modelo Burmister

La profundidad a la que se presentan las deformaciones debido a una carga circular sobre una masa de suelo depende de la magnitud de la carga, de la calidad de los materiales que conforman la estructura del pavimento y la calidad del suelo de la subrasante, los bulbos de presiones se perciben hasta profundidades de 1.2 a 1.5 m. del nivel de la carga aplicada, para nuestro caso los valores de deflexiones y deformaciones ocurridas en la subrasante debido a la carga del ensayo, estarían en el rango de 1 a 1.2 m. de profundidad debido al tipo de suelo de la subrasante que se tratan de suelos granulares, los cuales por su aceptable capacidad de soporte minimizan los esfuerzos y deformaciones ocurridas en la subrasante.

Un modelo adecuado y suficiente para usos de evaluación estructural de pavimentos debe cumplir con los siguientes requisitos:

- El modelo tiene que ser lo suficientemente simple para ser usado por el ingeniero de campo sin problemas de interpretación y/o implementación.
- Las propiedades de los materiales usados en la caracterización del modelo deben poder evaluarse en el laboratorio o correlacionarse con las características más comunes definidas por la ingeniería vial.

- Las propiedades del pavimento existente, evaluadas mediante el modelo, deben ser tales que puedan usarse directamente en el “rediseño” del pavimento (diseño de refuerzo, evaluación de vida útil, etc.)
- El número de variables usadas en la definición del modelo debe ser lo suficientemente bajo que garantice la existencia de una solución única para cada caso estudiado.

Para cumplir esto se hace uso del Modelo de Hogg, un método de evaluación basado en la interpretación de curvas de deflexiones reemplazando la estructura real con un modelo teórico, el cual cumple con los requisitos mencionados.

2.2.3.2. Modelo Multicapas

Estos modelos permiten determinar las grandes tendencias de variación (importancia del espesor, relación del módulo entre capas, radio de carga). Los modelos de n capas facilitan la esquematización de la estructura del pavimento y la subrasante. Una estructura tradicional se representa mejor mediante un esquema tricapa (suelo, cuerpo, granular y capa asfáltica). (Flores, 2012, p.10).

El sistema está conformado por n-1 capas horizontales de espesor h, módulo de Elasticidad E, un módulo de Poisson y se aplica a una carga de presión uniforme “q” sobre un área circular de radio “a”. Ver figura.

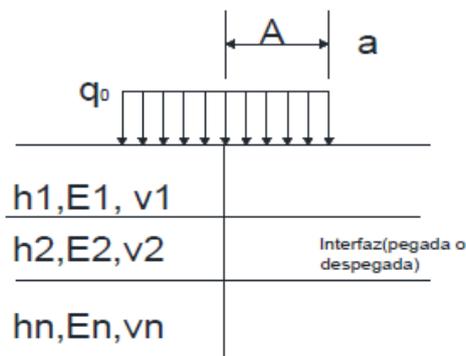


Figura 4. Modelo multicapa.

2.2.3.2.1. *Modelo Boussinesq*

La presión ejercida por un neumático (q_0) es del orden de 0.2 a 0.7 MPa, el cual es un valor elevado para que lo soporte el suelo natural; por tal razón la calzada debe repartir esta presión para llevarla a un nivel tolerable a través de modelos que trabajan las siguientes hipótesis:

- La carga aplicada a la calzada se esquematiza por una presión q_0 sobre un círculo de radio a .
- El suelo soporte se supone elástico con módulo de Young E_2 , relación de Poisson ν_2 . Este suelo sólo puede resistir, sin deformarse exageradamente, un esfuerzo vertical admisible (σ_2) inferior a la presión q_0 (ver figura).

2.2.3.2.2. *Modelo de Westergaard*

Westergaard, en 1920, mencionó que la carga P está aplicada sobre un área elíptica de semiejes a y b , donde a está siempre paralelo al lado de la placa si la cara es próxima a ella. Además, él supone que el pavimento es un medio homogéneo, isotrópico y elástico, el módulo de elasticidad E , coeficiente de Poisson ν y de espesor constante h , por último, caracteriza al suelo por una serie de resortes donde el desplazamiento vertical w es proporcional a la presión vertical en ese punto.

2.2.4. **Modelo de Hogg**

2.2.4.1. **Antecedentes del modelo de Hogg**

En el año 1944, A.H.A. Hogg presentó la solución matemática del modelo que se conoce por su nombre. Un método para calcular el módulo elástico del suelo de subrasante en un punto ubicado directamente bajo una carga superficial impuesta.

“Este modelo es una extensión del modelo bicapa, se resuelve de manera analítica la ecuación diferencial armónica que modela un pavimento y es recomendable para trabajar pavimentos con bases estabilizadas”. (Jiménez, 2014, p.41)

Supone un comportamiento lineal entre los esfuerzos y deformaciones, lo que indica que se acepta que los materiales trabajan dentro de su rango elástico.

Como lo afirma también Olarte (2015) “el método es práctico y simplifica el sistema elástico multicapa típico por un modelo equivalente bicapa, compuesto por una capa con cierta rigidez a la flexión sobre un medio elástico, lineal, homogéneo e isotrópico” (p.27).

2.2.4.2. Descripción del modelo

Este modelo está basado en un sistema hipotético de dos capas que consiste en una placa relativamente delgada que se apoya sobre una fundación elástica.

Hogg representa al pavimento en dos capas, una primera capa que es una placa delgada con una cierta rigidez a la flexión y horizontalmente infinita apoyada sobre una segunda capa perfectamente áspera, elástica, homogénea e isotrópico de espesor infinito o limitado por una base rígida. La primera capa representa al paquete estructural y la segunda a la subrasante del pavimento. (Balarezo, 2017, p.17)

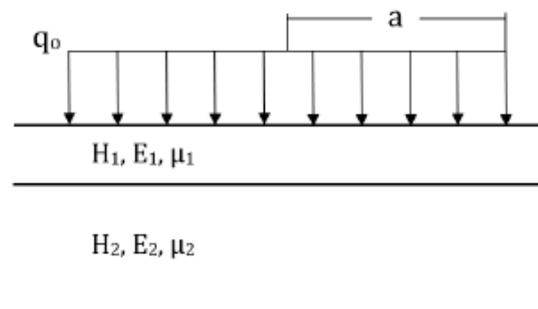


Figura 5. Configuración bicapa del modelo de Hogg.

La primera capa representa al paquete estructural y la segunda a la subrasante del pavimento. Como se aprecia en la figura.

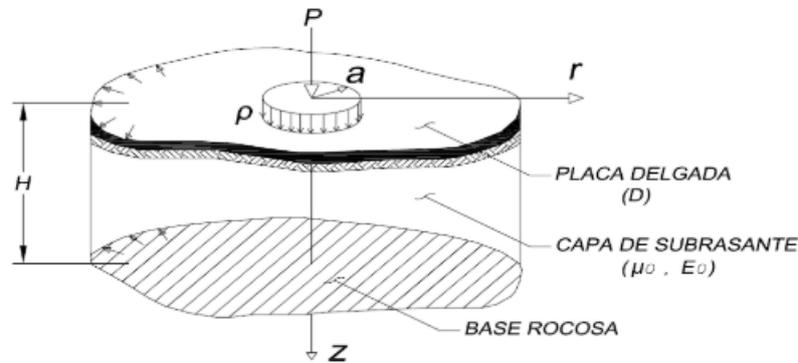


Figura 6. Geometría del Modelo de Hogg.

2.2.4.3. Parámetros del modelo

Antes de dar la solución que plantea Hogg se debe tener en cuenta los parámetros del modelo (ver tabla) y las siguientes suposiciones:

- El plano medio se confunde con la fibra neutra.
- Las secciones planas permanecen inalterables durante la deformación.
- Los esfuerzos normales que siguen una deformación transversal pueden despreciarse.
- Los desplazamientos verticales de la fibra neutra de la placa satisfacen la ecuación de LaGrange para placas delgadas

Tabla 5.

Parámetros del modelo de Hogg.

PARÁMETROS BÁSICOS DEL MODELO	$D = \frac{Ep * hp^3}{12(1 - \mu p^2)}$	Rigidez a la flexión de la placa (t – m)
	$Lo = \left(\frac{D(1 + \mu o)(3 - 4\mu o)}{2(1 - \mu p^2)} \right)^{1/3}$	Longitud característica (cm)

	Esg	Módulo de elasticidad de la subrasante (kg/cm ²)
	μo	Módulo de Poisson de la subrasante (adimensional)
	H	Profundidad del estrato rocoso (cm)
Parámetros de Evaluación	Lo, Esg, D	Se obtienen conociendo dos valores de deflexiones medidas

Fuente: Elaboración propia.

Muchos autores consideran que el espesor efectivo de la subrasante viene a ser la profundidad con la cual el suelo aporta rigidez al pavimento. Y según se aprecia, el valor de lo es un parámetro importante dentro del cálculo de los módulos de elasticidad de la subrasante.

2.2.4.4. Ecuación que resuelve Hogg

Este modelo es una extensión del modelo bicapa, matemáticamente está representado por una ecuación diferencial en derivadas parciales, la que se resuelve de manera analítica con ayuda de la transformada de Hankel.

La ecuación que resuelve Hogg es:

$$D * \Delta^2 w = p$$

Donde:

$$\sigma z = Esg \frac{dw}{dr}$$

$$D = \frac{Ep * t^3}{12(1 - \mu 1^2)}$$

D	= Es la rigidez de la placa
w	= desplazamiento vertical de la fibra neutra
t	= espesor del pavimento
Ep	= módulo de elasticidad del pavimento
Esg	= módulo de elasticidad de la subrasante
P	= suma de presiones verticales $\rho = \rho - \sigma_z$ ó $\rho = -\sigma_z$, en el exterior del círculo.
ρ	= presión del pavimento
σ_z	= tensión en la superficie para mantener la deflexión w.

2.2.4.5. Caracterización y utilización del modelo

Los pavimentos tienen un comportamiento superficial y estructural, durante su vida útil pueden sufrir fallas funcionales (superficiales) y fallas estructurales (en el paquete estructural), este tipo de fallas en su estructura tienen influencia en su comportamiento funcional e incitar a fallas superficiales.

Las fallas estructurales son producidas por falta de cohesión entre los materiales que forman las capas del paquete estructural “granular” de tal forma que ni puede soportar las cargas de tránsito y también por la falta de resistencia o deterioro de la subrasante, estas fallas se relacionan con las deformaciones y deflexiones en el pavimento.

Las deflexiones y deformaciones del pavimento se encuentran relacionadas con los esfuerzos y deformaciones de compresión en la subrasante, por tal motivo la capacidad portante a la se encuentra la subrasante es un indicador significativo del comportamiento de un pavimento. (Balarezo, 2017, p.21)

El desarrollo del modelo de Hogg se basa en el uso de 2 nomogramas como los presentados en la figura 7; con el avance de la tecnología, actualmente es posible obtener

soluciones utilizando softwares especializados teniendo en cuenta la solución matemática de la ecuación de Hogg.

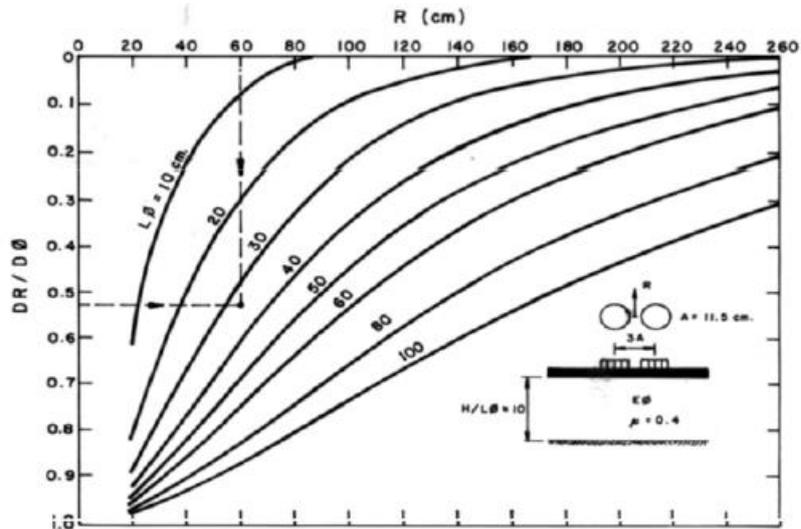


Figura 7. Nomograma DR/Do vs. R.

2.2.4.6. Análisis de deflexiones

Mediante el modelo de Hogg es posible calcular el módulo elástico del suelo de subrasante en un punto ubicado directamente bajo una carga superficial impuesta.

Hogg mostró que la distancia radial la deflexión es aproximadamente la mitad de la deflexión bajo el punto inicial de carga, era eficaz para eliminar la tendencia de valoración o error estadístico de los parámetros (ver figura). Sus cálculos consideran variaciones en el espesor del pavimento y la relación entre la rigidez de pavimento y la rigidez de la subrasante, ya que la distancia en donde la deflexión es la mitad de la deflexión máxima está controlada por estos factores.

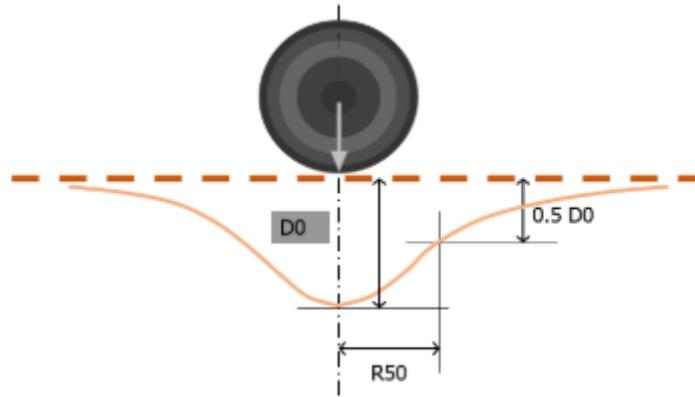


Figura 8. Distancia radial - Modelo de Hogg.

El análisis consiste en comparar las curvas de deflexiones medidas en campo, con las curvas de deflexiones teóricas, las cuales se obtienen resolviendo el modelo de Hogg con la misma configuración y magnitud de carga utilizada en los ensayos de campo. La concordancia entre una curva experimental con alguna de las teóricas, generalmente, a una única combinación de parámetros elásticos del modelo, que pasan a caracterizar al pavimento evaluado. (Olarte, 2015, p.27)

Para hacer uso del Modelo de Hogg no es necesario conocer el espesor de las capas del pavimento, ya que las curvas de deflexiones de superficies teóricas, dependen solamente de la longitud elástica L_0 (ver figura), lo que constituye una ventaja cuando se desconoce el espesor o es difícil controlar su variación.

2.2.4.7. Creación de nomogramas

Los nomogramas son de gran importancia para desarrollar el modelo de Hogg, la elaboración de estos nomogramas se realiza de acuerdo a la ecuación de fronteras:

$$w(r) = \frac{(1 + \mu_0)(3 - 4\mu_0)pa}{2(1 - \mu_0)Esg}$$

Donde μ_0 , L_0 , E_0 , p están definidos en la Tabla 5, “r” es la distancia horizontal en la superficie de la placa desde el eje de carga y “ \varnothing ” viene dada por:

$$\varnothing\left(\frac{mh}{L_0}\right) = \frac{\sinh. coh m + \frac{m}{3 - 4\mu_0}}{\sinh^2 m - \frac{m^2}{(3 - 4\mu_0)^2}}$$

Hoffman en 1977 fue el primero en dar una solución computarizada de esta ecuación y facilitar de esta manera el cálculo de deflexiones y la creación de nomogramas en cualquier punto de la superficie del sistema.

En este modelo se introduce mediante la variable “h” una capa rígida a una profundidad finita, en el procedimiento de evaluación ésta representa a una capa rocosa existente o funciona como un factor de ajuste que limita la extensión horizontal de las curvas de deflexiones teóricas, que de otra manera serían infinitas, lo que se contradice con las curvas experimentales. Por otro lado, la extensión finita de las curvas de deflexiones medidas puede obedecer a una profundidad no-lineal de los materiales del pavimento y subrasante y no implica necesariamente que realmente exista una capa rígida. Para la utilización del modelo se sugiere la introducción de una capa rígida a una profundidad igual a 10 veces la longitud elástica del pavimento. (Balarezo, 2017, p.29).

2.2.5. Viga Benkelman

2.2.5.1. Generalidades

La medición de la deformada de la estructura del pavimento en pruebas de neumáticos de camiones fue iniciada en 1953, con motivo de la pista experimental de WASHO, en el oeste

de los EE.UU. el ingeniero norteamericano AC. Benkelman, de la oficina de carreteras públicas.

La necesidad de agilizar y reducir los costes de las evaluaciones de suelos mediante pruebas de carga llevó a la sustitución del moroso ensayo de placa por un procedimiento simple y más ágil, cuyo cargamento se hace con los propios neumáticos de un camión cargado, en lugar de la placa circular.

2.2.5.1.1. Descripción del equipo

La Viga Benkelman es un instrumento completamente mecánico, de diseño simple que funciona según el principio de la palanca. Consta de dos partes:

La primera parte comprende un cuerpo fijo que se sitúa en el terreno mediante tres apoyos, dos de ellos fijos en el punto A y un trasero regulable en el punto B. La segunda parte consta de un brazo móvil, el cual se encuentra acoplado a una articulación de giro en el punto C, uno de los extremos de este brazo DE se encuentra en el punto D apoyado sobre el terreno, los otros extremos se encuentran en contacto con un extensómetro de movimiento vertical en el punto E.

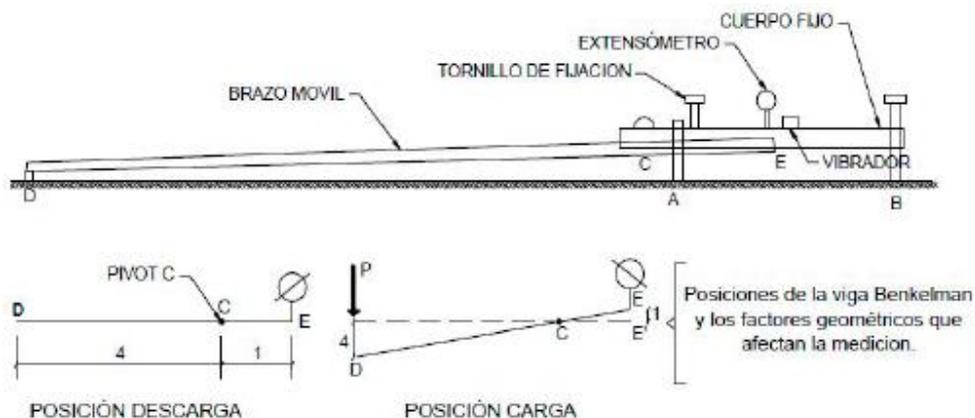


Figura 9. Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman.

Para la realización de este ensayo se requiere por lo menos de 3 operadores, un técnico calificado que tome las lecturas, un operador que anote las mediciones y un ayudante que coordine con el conductor del camión y a la vez comunique al técnico que realiza las lecturas. El equipo mínimo para la realización de ensayos de medición de deflexiones es el siguiente:

- Deflectógrafo Viga Benkelman, con relación de brazos 1:4 o 1:2.
- Extensómetro con dial indicador de divisiones cada 0.01 mm.
- Camión cargado, cuyo eje posterior tenga un peso de 8200 kg y un par de llantas duales infladas a una presión de 75 a 85 psi.
- Vehículo auxiliar para transportar al personal y equipo.
- Balanza portátil para pesaje del camión, con capacidad de 10 toneladas.
- Accesorios de medición como: cinta métrica de 3m, plumones de punta gruesa, plomada, destornillador, alicates, hojas de campo, lápices, señales de seguridad, termómetro, cincel, martillo, varilla de metal o de madera de 2m y alambre de amarre.

2.2.5.1.2. Descripción del método

La carga aplicada para la realización de ensayos de deflexiones ha sido estandarizada a 8200 kg. Previo a la realización de los ensayos deberá verificarse que se cumpla esta condición: así mismo, deberá verificarse que la presión de las llantas sea 80 psi.

Se deberá localizar el lugar donde se realizará el ensayo, usualmente los puntos de medición se localizan a la mitad exterior de un carril, se coloca el par de llantas a usarse sobre el punto, de manera tal que este coincida aproximadamente con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto.

Situados los neumáticos se inserta entre ellos el extremo del brazo móvil de la Viga, colocándolo sobre el punto de ensayo seleccionado. Tomando como punto de referencia una

varilla vertical adosada a la parte trasera del camión, se hace coincidir las marcas de la Viga con la varilla.

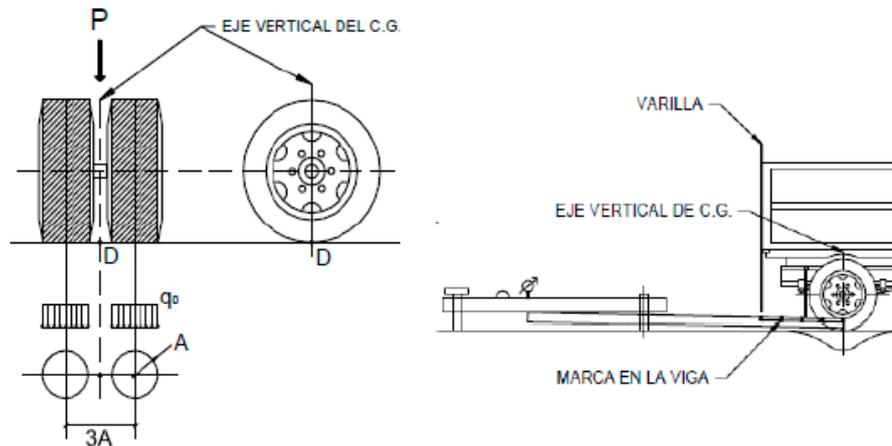


Figura 10. Configuración de carga en ensayos con Viga Benkelman.

Para la metodología de medición se requiere de por lo menos tres lecturas, sin embargo, se pueden obtener más lecturas con fines de verificación, lo cual es recomendable si se desea tener una idea gráfica del tipo de curva de deflexión que se produce.

2.2.5.2. Recolección de datos de campo durante las mediciones

A continuación, se detalla el procedimiento para la medición del rebote de la deflexión estática con el uso de la Viga Benkelman, en un punto sobre la subrasante estabilizada. Es preciso conocer el tamaño de neumático, espaciamiento entre neumáticos y la presión de estos.

Para esta investigación se utilizó la Viga Benkelman de brazo simple con las siguientes características y bajo ciertas condiciones, detalladas en el Capítulo III.

El espesor de subrasante estabilizada fue 40 cm en todo el tramo evaluado.

2.2.5.2.1. Procedimiento en el campo

Para iniciar las mediciones de deflexiones se tiene que definir los puntos donde se tomarán las medidas. Para esto, se recomienda los puntos cada 50 o 100 m. de distancia, alternando cada carril; estos puntos tienen que encontrarse a una distancia prefijada hacia dentro del carril desde el borde de la berma del pavimento.

- El punto a ser evaluado deberá ser marcado convenientemente con una línea transversal a la vía. Sobre dicha línea será ubicado el punto de ensayo a una distancia prefijada del borde. Se recomienda utilizar las distancias indicadas en la siguiente tabla.

Tabla 6.
Distancia del punto de ensayo.

ANCHO DE CARRIL	DISTANCIA DEL BORDE DE LA CALZADA AL PUNTO DE MEDICIÓN (m)
2.70 m.	0.45
3.00 m.	0.60
3.30 m.	0.75
3.60 m. o más	0.90

Fuente: Manual de Carreteras: Ensayo de Materiales. (MTC, 2016).

- Una vez definidos los puntos donde se realizarán las mediciones, la rueda dual del camión deberá ser colocada en el punto seleccionado, quedando este ubicado entre ambas llantas. Para su correcta ubicación de la misma es conveniente colocar en la parte trasera externa del camión una guía vertical en correspondencia con el eje de carga; desplazando suavemente el camión, se hace coincidir la guía vertical con la línea transversal indicada en el primer paso.

- Se coloca la viga sobre la vía, detrás del camión, perpendicularmente al eje de carga, de modo que la punta de prueba del brazo móvil (del primer brazo de mayor longitud, el caso sea doble) coincida con el punto de ensayo y la viga no roce contra las cubiertas de las llantas de la rueda dual.

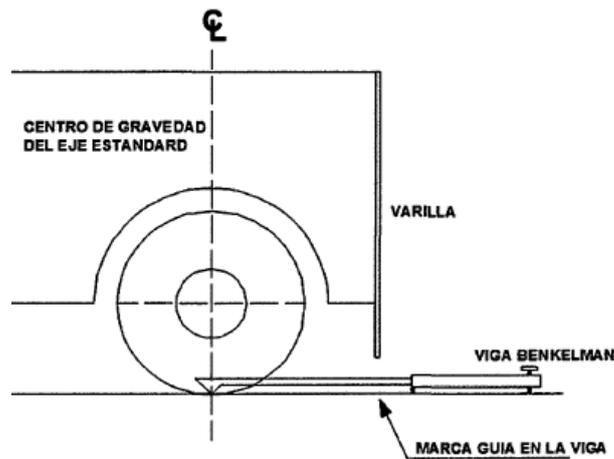


Figura 11. Alineamiento del extremo de la Viga Benkelman con el centro de las llantas.

- Una vez instalada la viga en el punto de medición haciendo coincidir con la guía vertical y la marca inicial, se verifican que esta se encuentre alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión.

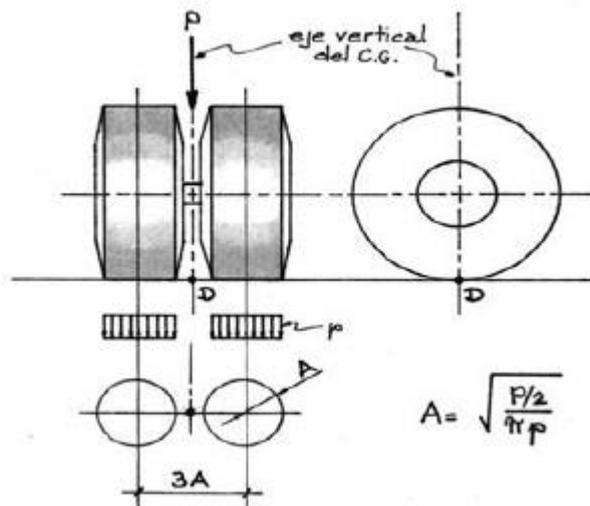


Figura 12. Punto de ubicación del extremo de la Viga Benkelman.

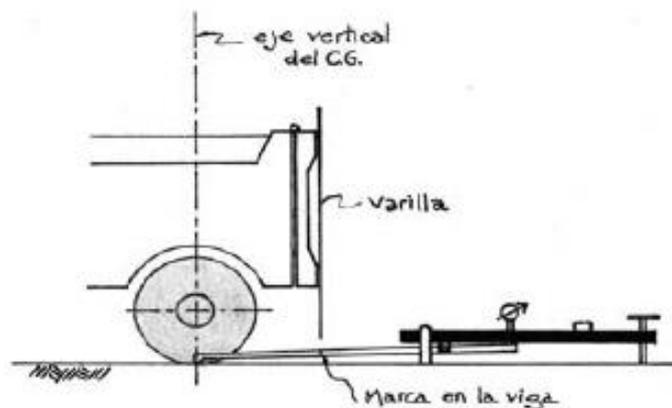


Figura 13. Geometría de colocación de la Viga Benkelman.

- Retire el seguro de la viga y ajuste las patas delanteras para permitir un desplazamiento aproximado de 12 mm (0.5 pulg.) del vástago del extensómetro.
- Active el zumbador en la viga y registre la lectura inicial del dial del extensómetro.
- Inmediatamente después de registrar la lectura, maneje el camión lentamente hacia adelante una distancia de 9 metros o más.

- Registre la lectura final del dial. Cuando el movimiento del dial se detenga, desactive el zumbador. El movimiento del dial puede luego reanudarse luego de una pausa, pero no se necesitan tomar más lecturas.
- Obtenida toda la información de campo se procede a calcular los valores de las deflexiones de cada sub tramo, seguidamente se indican las medidas por cada sub tramo de 50 m.
- Es importante recordar que la Viga Benkelman, de acuerdo a procedimientos estandarizados, no mide la deformación elástica del pavimento en un proceso de carga directa con el eje equivalente, sino que, partiendo de un estado inicial en que el pavimento se encuentra cargado, mide la recuperación que éste experimenta al retirar la carga progresivamente.

Debido a la dificultad que demanda hacer coincidir el extremo de la Viga Benkelman con el eje de gravedad, tanto visual como operacional, se realiza el siguiente trabajo:

Se coloca el extremo de la viga en el eje de gravedad, pero al exterior de las llantas, de tal manera que pueda realizarse una marca con una plomada adosando una varilla de madera en la parte trasera del camión. De esta manera en los siguientes puntos a medir, solo bastaría hacer coincidir desde la parte trasera del camión la plomada con la marca. Además, la Viga Benkelman tiene que estar alineada horizontalmente con la dirección de movimiento del camión.

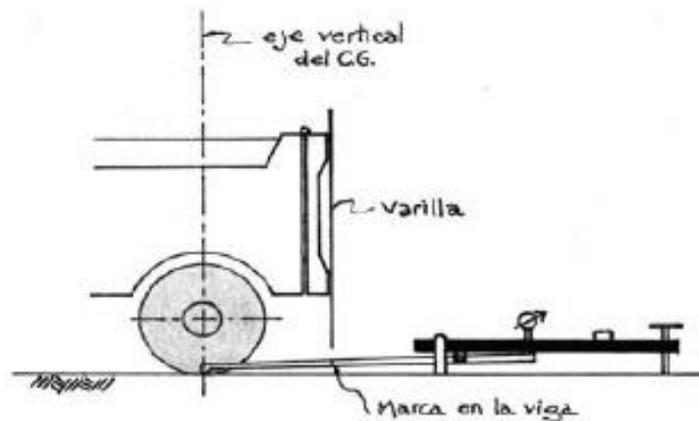


Figura 14. Geometría de colocación de la Viga Benkelman.

2.2.5.2.2. Lectura de datos

Ahora bien, las mediciones en un punto, se realizarán a diferentes distancias, las cuales pueden ser cada 25, 30, 40 o 50 cm, estas son llamadas deflexiones adicionales. La primera medición viene a ser la deflexión máxima y es tomada a una distancia igual a 0 cm, esta es la deflexión medida en el punto que coincida con el eje de gravedad de las llantas dobles.

De acuerdo con la normativa se deberá verificar que la primera marca adicional se realice a una distancia tal que la medida de su deflexión sea la mitad o esté en un rango de 35% al 65% de la deflexión máxima, la segunda marca adicional se tomará al de la distancia de la primera marca adicional, como se muestra en la figura.

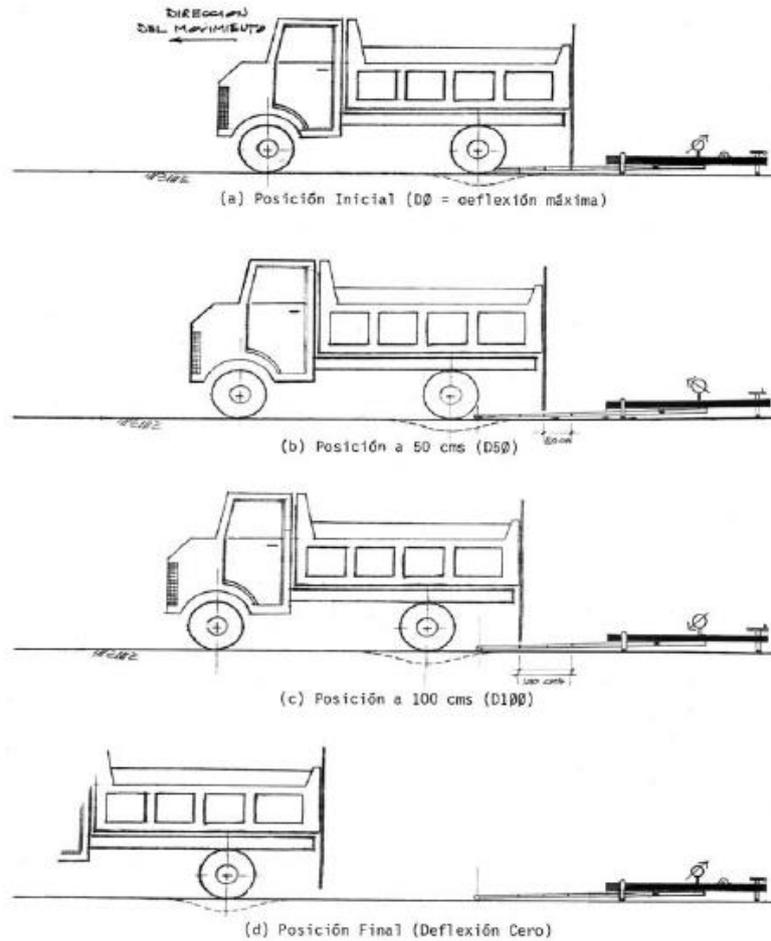


Figura 15. Procedimiento de medición de deflexiones.

Luego de definir las marcas adicionales, se activará el extensómetro poniendo el dial en cero y mientras el camión se vaya desplazando (se recomienda una velocidad de 1km/h) se tomarán las medidas según la varilla adosada en la parte trasera del camión vaya coincidiendo con las distancias entre las marcas adicionales. Las lecturas se toman hasta que el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo y hasta que el indicador del dial ya no tenga movimiento, es decir, sea cero (aproximadamente 5 a 6 metros).

2.2.5.2.3. Datos de campo

El ordenamiento de los datos en las hojas de cálculo, se presenta de la siguiente forma; encabezado principal, nombre del proyecto, carril de estudio, factores de corrección, carga de

puede apreciar cómo van fluctuando los valores desde 15 (10⁻²mm) a 50 (10⁻²mm) aproximadamente.

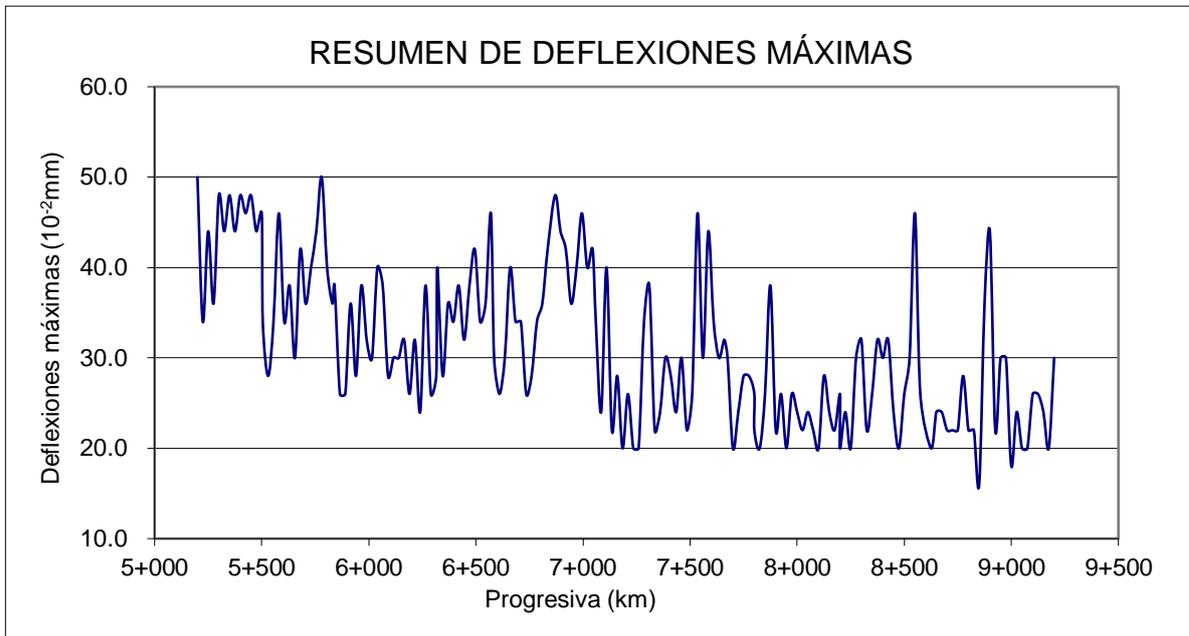


Figura 17. Deflectograma correspondiente a datos del carril izquierdo.

2.2.5.3. Cálculo de deflexiones

La medición de deflexiones con Viga Benkelman fue tomada desde la progresiva 05+200 km al 09+200 km, en ambos carriles, cuya relación de brazos fue de 2:1 según se mencionó líneas arriba.

La evaluación de los valores deflectométricos se realiza con la intención de verificar la calidad de las lecturas tomadas, por ello se debe tener en cuenta el comportamiento de los valores, L0, L25, L30, L50, L100 y L500, estas lecturas deben tener un aumento ascendente y coherente con las demás lecturas tomadas en otros puntos. Para la presente investigación son de interés los valores de L0 y L500.

Una vez tomados los datos de campo, el cálculo de las deflexiones es un procedimiento sencillo. Para el caso de la deflexión máxima, se debe calcular la diferencia entre la lectura

final y la lectura inicial. Para el caso de la deflexión a 25cm, se debe encontrar la diferencia entre la lectura a 25 cm y la lectura final, como se muestra a continuación:

$$\text{Deflexión máxima} = (D_f - D_0) * 2$$

$$\text{Deflexión a 25cm} = (D_f - D_{25}) * 2$$

La diferencia se multiplica por 2, debido a que la relación de brazo de la viga Benkelman empleada es 1:2.

2.2.5.3.1. Corrección por estacionalidad

La capacidad de deformación de los suelos está influenciada por el grado de saturación que experimentan, por lo tanto, es recomendable que la medición de deflexiones se realice durante la estación de lluvias, durante la cual los suelos se encuentran en la situación más crítica. De no ser así, se debe efectuar la corrección de las medidas a fin de tomar en cuenta dicho aspecto. Para fines prácticos se propone el uso de los siguientes factores de corrección, considerando el tipo de suelo de subrasante y le época en que se realizaron los ensayos.

Tabla 7.
Factor de corrección por estacionalidad.

TIPO DE SUELO DE SUBRASANTE	ESTACIÓN LLUVIOSA	ESTACIÓN SECA
Arenosa - permeable	1.0	1.1 a 1.3
Arcillosa – sensible al agua	1.0	1.2 a 1.4

Fuente: Elaboración propia.

2.2.5.3.2. Cálculo del radio de curvatura

El radio de curvatura de la línea elástica de deflexión, es una característica importante que determina la magnitud de la deformación lineal por tracción que sufren las capas elásticas al flexionar bajo las cargas y, en consecuencia, en el desarrollo del fisuramiento en forma de piel de cocodrilo. (Carahuatay, 2015, p.47).

Su método de cálculo asume que la curvatura que experimenta la superficie del pavimento, durante la aplicación de la carga, es de forma parabólica, en un segmento de aproximadamente 25cm, a partir del punto de máxima deflexión.

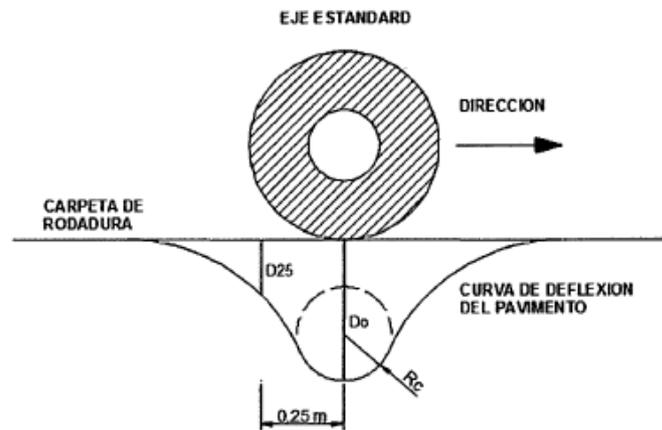


Figura 18. Deformada del pavimento y parámetros de comparación.

Para la determinación del radio de curvatura, se ha establecido la siguiente expresión empírica.

$$Rc = \frac{6250}{2 * (Do - D25)}$$

Donde:

- Rc = Radio de Curvatura
- Do = Deflexión máxima
- D25 = Deflexión a 25cm

2.2.5.3.3. Deflexión admisible

La deflexión admisible es un parámetro definido en función al tráfico de diseño, que establece un límite para la deflexión característica por encima del cual no se garantiza un

comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado. (Carahuatay, 2015, p.50).

De acuerdo con el criterio de CONREVIAl, la expresión analítica que define este parámetro es:

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N18} \right)^{1/4}$$

Donde:

D_{adm} = Deflexión admisible inicial (mm).

$N18$ = Número total de ejes equivalentes de 8.2 ton. Expresado en millones.

2.2.5.4. Parámetros de análisis

2.2.5.4.1. Cálculo de R5

Viene a ser la distancia “R” del centro geométrico de la llanta doble en dirección longitudinal, en la cual se obtiene que la relación $D_R/D_0 = 0.5$ en la curva de deflexiones. De acuerdo con el Modelo de Hogg, se establece que el valor de R5 puede determinarse usando la siguiente ecuación:

$$R5 = R * \left(\frac{A^c - B}{\left(A * \left(\frac{D_0}{D_R} - 1 \right) \right)^c - B} \right)$$

Donde:

R = Distancia a la que se mide la deflexión D_R .

D_0 = Deflexión máxima

DR = Deflexión a la distancia R

A, B, C = Coeficiente de correlación cuyo valor se indica en el cuadro.

Tabla 8.
Coeficientes de ajuste para el cálculo de R5.

H/Lo=10	u	A	B	C
	Cualquier Valor	3.115	0	0.584
DR/D0>0.7	0.5	2.46	0	0.592
DR/D0<0.7	0.5	371.1	2	0.219
DR/D0>0.426	0.4	2.629	0	0.548
DR/D0<0.426	0.4	2283.4	3	0.2004

Fuente: Manual de Carreteras.

El valor de R5 sirve de insumo para determinar la longitud elástica Lo del pavimento según se explica a continuación.

2.2.5.4.2. Cálculo de Longitud Elástica Lo

El valor de Lo no solo es posible obtenerlo gráficamente (nomogramas) sino también por medios matemáticos manuales. Si bien en 1944 fue desarrollado el Modelo de Hogg, en 1977 se obtuvieron soluciones numéricas para obtener los parámetros de evaluación, empleando las siguientes ecuaciones.

Tabla 9.
Ecuaciones para la obtención de parámetros de evaluación.

Parámetros de Evacuación – Método Numérico	Ecuación
Módulo de elasticidad de la subrasante según Hogg.	$Eo = I \frac{(1 + \mu o)(3 - 4\mu o)}{2(1 - \mu o)} \left(\frac{So}{S}\right) \left(\frac{p}{Do * Lo}\right)$
	A

<p>Distancia donde la deflexión es la mitad de la deflexión máxima.</p>	$r50 = R \frac{\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{1/\beta} - B}{\left[\frac{1}{\alpha} \left(\frac{D_o}{D_r} - 1\right)\right]^{1/\beta} - B}$	B
<p>Longitud característica de la curva de deflexión.</p>	$L_o = \frac{y_o * r50 + [(y_o * r50)^2 - 4m * A * r50]^{1/2}}{2}$ <p style="margin-left: 20px;">Si $\frac{a}{L_o} < 0.2$ entonces $L_o = (y_o - 0.2m)r50$</p>	C
<p>Relación entre la rigidez por carga puntual y carga distribuida.</p>	$\left(\frac{S_o}{S}\right) = 1 - m \left(\frac{a}{L_o} - 0.1\right)$ <p style="margin-left: 20px;">Si $\frac{a}{L_o} < 0.2$ entonces $\left(\frac{S_o}{S}\right) = 1$</p>	D

Fuente: Manual de Carreteras.

Donde:

- Esg = Módulo de elasticidad de la subrasante
- μ_o = Coeficiente de Poisson de la subrasante
- S_o = Rigidez teórica por carga puntual
- S = Rigidez del pavimento = P / D_o (carga distribuida)
- P = Carga aplicada
- D_o = Deflexión en el punto inicial de carga (deflexión máxima)
- D_r = Deflexión a la distancia radial R
- R = Distancia radial del punto inicial de carga
- r50 = Distancia radial para la cual (D_r / D_o) = 0.5
- L_o = Longitud característica
- H = Espesor de la subrasante

L	=	Factor de influencia
A	=	Radio de huella circular
A	=	Coefficiente de ajuste de curva – ver Tabla
β	=	Coefficiente de ajuste de curva – ver Tabla
B	=	Coefficiente de ajuste de curva – ver Tabla
y_0	=	Coefficiente para la longitud característica – ver Tabla
m	=	Coefficiente para la longitud característica – ver Tabla
m	=	Coefficiente para la relación de rigideces – ver Tabla

Asimismo, Wiseman describió la implementación del Modelo de Hogg señalando tres casos: Uno es para una fundación infinita elástica, y los otros dos casos son para un estrato finito elástico con un espesor efectivo que se asume aproximadamente igual a 10 veces la longitud característica “l”. Los dos casos de espesor finito corresponden a coeficientes de Poisson fijados en 0.4 y 0.5, respectivamente. (Balarezo, 2017, p.30).

Los casos I y II fueron trabajados para valores de h/L_0 igual a 10, aunque con diferentes valores de Poisson y el caso III para cualquier valor del módulo de Poisson con un valor infinito de h/L_0 .

La siguiente tabla muestra los valores establecidos para las constantes usadas para los tres casos establecidos.

Tabla 10.
 Valor de coeficientes y variables de ajuste de curvas.

Ecuación	CASOS		I	II	III
		Profundidad de estrato Rígido	h/lo	10	10	Infinito
A	Coefficiente de Poisson	μ_0	0.50	0.40	Todos
	Factor de influencia	I	0.1614	0.1689	0.1925
	Valor de $\Delta r/\Delta o$		>0.70	>0.43	Todos
	$r_{50} = f(\Delta r/\Delta o)$	α	0.4065	0.3804	0.3210
B		β	1.6890	1.8256	1.7117
		B	0	0	0
	Valor de $\Delta r/\Delta o$		<0.70	<0.43	
	$r_{50} = f(\Delta r/\Delta o)$	α	2.6947E-3	4.3795E-4	
C		β	4.5663	4.9903	
		B	2	3	
	$l = f(r_{50}, a)$	y_0	0.642	0.603	0.527
D		m	0.125	0.108	0.098
	$S_o/S = f(a/l)$	m	0.219	0.185	0.208

Fuente: Manual de Carreteras.

Se observa que el desarrollo numérico para la obtención de los parámetros de evaluación es posible considerando $H/L_0=10$ y $H/L_0=Infinito$, de la misma manera que para los nomogramas, se obtendrá L_0 , en base a valores cercanos a $D_r/D_o=0.5$. La particularidad de trabajar de manera numérica es que ayuda a predecir una distancia para la cual se cumple la relación $D_r/D_o=0.5$. De esta manera y al no obtener la longitud característica de manera gráfica, los resultados de los parámetros son más exactos. (Balarezo, 2017, p.48).

La longitud elástica del pavimento puede calcularse usando la siguiente ecuación:

$$L_0 = \frac{Y * R_5 + \sqrt{(Y * R_5)^2 - 4 * A * X * R_5}}{2}$$

Donde:

- R5 = Distancia R del centro geométrico
 A = Radio de la huella circular de carga
 X, Y = Coeficientes de correlación cuyo valor se indica en el cuadro.

Tabla 11.

.Coeficientes de correlación para el cálculo de R5 en el modelo de Hogg.

H/Lo	μ	A	B	C
∞	Cualquier valor	3.115	0	0.584
10 DR/Do > 0.7	0.5	2.460	0	0.592
10 DR/Do < 0.7	0.5	371.1	2	0.219
10 DR/Do > 0.426	0.4	2.629	0	0.548
10 DR/Do < 0.426	0.4	2283.4	3	0.2004

Fuente: Manual de Carreteras.

Tabla 12.

Coeficientes de correlación para de determinación de Lo.

H/Lo	μ	X	Y
10	0.5	0.183	0.620
10	0.4	0.192	0.602
∞	Cualquier Valor	0.180	0.525

Fuente: Manual de Carreteras.

2.2.5.4.3. Cálculo del Módulo de Elasticidad de la Subrasante Eo

La determinación del módulo de elasticidad de la subrasante constituye un punto central de la metodología de evaluación. Para desarrollar soluciones numéricas programables en computadora, esta determinación se efectúa en 2 pasos:

- Primer paso: El primer paso consisten en hallar el valor de la relación teórica entre la rigidez para carga puntual y la de carga distribuida en un área, para un cociente dado de A/L_0 , cuya expresión está dada por la ecuación D de la tabla 1.

$$\left(\frac{S_0}{S}\right) = 1 - m \left(\frac{a}{L_0} - 0.1\right)$$

- Segundo paso: Se reemplaza los valores obtenidos anteriormente en la ecuación A de la tabla 1.

$$E_0 = I \frac{(1 + \mu_0)(3 - 4\mu_0)}{2(1 - \mu_0)} \left(\frac{S_0}{S}\right) \left(\frac{p}{D_0 * L_0}\right)$$

De esta manera se obtiene de forma numérica obtener un valor de soporte de la subrasante a partir de la evaluación estructural usando la Viga Benkelman.

2.2.5.4.4. Cálculo de CBR equivalente

Existe una relación establecida entre E_{sg} y el valor de CBR de la subrasante debido a las numerosas comparaciones entre los valores de E_0 obtenidos por medio de la evaluación estructural usando la Viga Benkelman y los valores de CBR obtenidos in situ.

$$E_{sg} = (100 \text{ a } 160) * CBR$$

$$Esg = K * CBR$$

Donde:

Esg = kg/cm²

CBR = %

El valor de K varía de acuerdo al tipo de suelo, así tenemos un valor de K=100 para suelos granulares gruesos; K=110 para suelos granulares finos y K=130 para suelos finos plásticos. El MTC aconseja recomendar utilizar un factor de 100 a 110 para ensayos rutinarios a menos que exista alguna razón que justifique su cambio.

El alcance del valor de soporte CBR, por cualquiera de sus dos formas de obtención (Gráfica o numérica) tiene como fin compararse con los valores propuestos por el MTC, y de esta manera conocer el estado de la subrasante del pavimento por medio de su calificación.

Tabla 13.
Calificación CBR según MTC.

Categorías de la subrasante	CBR
So=Subrasante Inadecuada	CBR<3%
S1=Subrasante Pobre	De CBR≥3% a CBR<6%
S2=Subrasante Regular	De CBR≥6% a CBR<10%
S3=Subrasante Buena	De CBR≥10% a CBR<20%
S4=Subrasante Muy Buena	De CBR≥20% a CBR<30%
S5=Subrasante Excelente	CBR≥30%

Fuente: Manual de Carreteras.

Capítulo III. Materiales y Métodos

3.1.1. Método de Investigación:

El método de investigación realizado se considera CUANTITATIVO.

Por lo tanto, se considera la investigación cuantitativa ya que se refiere a la investigación empírica sistemática de los fenómenos sociales a través de técnicas estadísticas, matemáticas o informáticas.

Hernández, Fernández & Baptista (2010) mencionan que “el enfoque cuantitativo se caracteriza por plantear un problema, construir un marco teórico y generar una hipótesis antes de recolectar y analizar los datos”.

3.1.2. Alcance de la Investigación:

La presente investigación es de tipo CORRELACIONAL – EXPLORATORIA.

Según Hernández, Fernández, & Baptista (2010) “la utilidad principal de los estudios correlacionales es saber cómo se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas” (p. 81)

Se evalúa si un aumento o disminución en una variable coincide con un aumento o disminución en la otra variable. Por otra parte, las investigaciones exploratorias tienen por objetivo examinar y profundizar en un tema poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o cuyas interrogantes no se han abordado antes.

3.2. Diseño de investigación:

La presente tesis presenta un diseño de investigación NO EXPERIMENTAL.

Se busca predecir lo que ocurrirá si se produce modificaciones en las condiciones actuales de un hecho, para lograr esto se aplica el razonamiento hipotético – deductivo.

3.3. Identificación de Variables

3.3.1. Variable General

VD: Espesor de Mejoramiento de Subrasante

3.3.2. Variables específicos

VI 1: Deflexión de Subrasante

VI 2: Módulo de elasticidad

VI 3: Capacidad de Soporte CBR

Tabla 14.

Operacionalización de variables.

Variable Dependiente	Variable Independiente	Indicadores	Observaciones
VD: Espesor de mejoramiento de Subrasante	VI 1: Espesor de Mejoramiento	I1: Módulo de Resiliencia I2: Tráfico de diseño I3: Radio de Curvatura	Datos de diseño
	VI 2: Módulo de Elasticidad	I4: R5 I5: Longitud elástica	Aplicación del Modelo de Hogg.
	VI 3: Capacidad de Soporte CBR	I6: Tipo de suelo	Obtenido por correlación.

Fuente: Elaboración propia

3.4. Información general del proyecto

3.4.1. Tipo de obra:

La intervención del proyecto: “Mejoramiento de la Vía Auxiliar Panamericana Sur tramo: Av. Mateo Pumacahua – Refinería Conchán, distrito de Villa el Salvador y Lurín, provincia de Lima – Lima”, se refiere a una obra vial.

3.4.1.1. Localización y Ubicación

El área de estudio del presente proyecto está delimitado por: Tramo 2: Av. Mateo Pumacahua – Puente Huaylas – Refinería Conchán dado que estas vías tienen influencia directa al proyecto, el cual generará cambios de manera directa e indirecta en lo que se refiere a transitabilidad en esta zona.

3.4.1.2. Tramo de estudio:

El tramo total de la obra comprende desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 10+394 (Vía Auxiliar Panamericana Sur, tramo: Av. Mateo Pumacahua – Refinería Conchán).

Para la presente investigación, se tomó en cuenta un análisis deflectométrico mediante el uso de la Viga Benkelman desde la progresiva 5+200 hasta la progresiva 9+200, comprendiendo un total de 4 kilómetros a evaluar.

3.4.1.1. Equipos y Materiales:

3.4.1.1.1. Viga Benkelman

Para esta investigación se utilizó la Viga Benkelman de brazo simple con las siguientes características y bajo ciertas condiciones.

Tabla 15.
Datos previos a la medición.

CARÁCTERÍSTICAS	VALOR
Relación de brazo	2:1
Dial de precisión	0.02 mm
Longitud del brazo de prueba del pivote al punto de prueba	2.4384 m +/- 0.50 mm
Longitud del brazo desde el pivote hasta el extensómetro	1.2192 m +/- 0.50 mm
Distancia desde el pivot hasta las patas delanteras	254 mm
Peso del eje simple posterior del camión	8.2 Ton
Carga distribuida sobre las dos ruedas duales del eje posterior	18000 lb
Distancia libre entre los dos neumáticos de cada rueda dual	345 mm
Presión de inflado de neumáticos	80 psi
Se recomienda el uso de neumáticos de huella nervada	---
Manómetro para medir presión en los neumáticos	---
Medidas por carril de forma ascendente del 05+200 km al 09+200	---

Fuente: Elaboración propia.

El espesor de subrasante estabilizada fue 40 cm en todo el tramo evaluado.

3.5. Metodología de estudio

Para el procesamiento de información es necesario seguir una metodología adecuada que a su vez, permita un fácil entendimiento de dicho proceso. Por lo tanto, se presenta el siguiente esquema.



3.5.1. Estudios generales

3.5.1.1. Exploración de campo

Este procedimiento consiste en realizar la evaluación de las características geotécnicas de los suelos de Subrasante, para lo cual, se emplean métodos destructivos, que son excavaciones a cielo abierto (calicatas). Debido a que, es necesario conocer la calidad de los suelos en las zonas por donde transcurrirá la vía. Estas calicatas se localizan en ambos carriles, tanto izquierdo como derecho.

3.5.1.2. Estudio de Mecánica de Suelos

La investigación de los suelos con fines de diseño estructural de pavimento para el mejoramiento y rehabilitación de la vía existente, se realizó un estudio de mecánica de suelos (EMS).

Para lo cual se realizaron excavaciones manuales, obteniéndose el material suficiente y necesario para todos los ensayos requeridos de la misma forma se realizó el correspondiente registro de excavación.

En cuanto a los ensayos ejecutados, se explican y definen los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos que permiten su clasificación.

Dentro de este EMS, figuran los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico
- Contenido de Humedad

- Límites de Consistencia
- Perfil Estratigráfico

3.5.1.2.1. Calicatas de exploración

Esto permite una mejor inspección y clasificación del material del subsuelo, debido a que el ingeniero puede observar la variación del material y por lo tanto, establecer los espesores de los diferentes estratos.

3.5.1.2.2. Profundidad de las calicatas

De acuerdo al expediente técnico, las calicatas tendrán una profundidad mínima de 1.5 m. por debajo del nivel de subrasante, pudiendo variar de acuerdo al diseño de la estructura y al material de relleno.

Los sondeos para las estructuras o terraplenes deberán extenderse por debajo del bulbo de presiones significativas de la carga propuesta, determinadas por un análisis de distribución de esfuerzos.

3.5.1.2.3. Espaciamiento de calicatas

De acuerdo con el expediente técnico, el espaciamiento será de 250 metros, es decir, 4 calicatas por cada kilómetro.

3.5.1.2.4. Perfil estratigráfico del suelo

En los perfiles estratigráficos se anotarán los espesores de los estratos y una descripción de los materiales encontrados en las calicatas, allí se indicará el tipo de suelo, tamaño máximo, forma de los suelos, humedad, consistencia, color y cualquier otra información o descripción referente, además, deberá indicarse la clasificación de acuerdo al SUCS.

CALICATAS		Nº	C-21(EXP.)	CV-8	CV-9	CV-10	C-25(EXP.)	CV-11	C-27(EXP.)
UBICACIÓN		LADO	EXP.TEC	DER.	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	EXP.TEC
			5 + 000	5 + 000	5 + 450	5 + 950	6 + 000	6 + 650	7 + 000
PROFUNDIDAD (metros)	0.10		CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA		CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	RELLENO DE GRAVA	SP - SM
	0.20			RELLENO DE ARENA Y GRAVA	GP-GM	GP-GM	SP - SM		
	0.30						SP	RELLENO DE GRAVILLA	
	0.40								
	0.50								
	0.60								
	0.70								
	0.80			SP					SP
	0.90								
	1.00					SP	SP		
	1.10								
	1.20				SP			SP	
	1.30								
	1.40								
	1.50								
	1.60								
	1.70			SP					
1.80									
1.90									
2.00									

Figura 19. Perfil estratigráfico km 5+00 al 7+000.

CALICATAS	Nº	CV-12	CV-13	C-33(EXP.)	CV-14	CV-15	C-37(EXP.)
	LADO	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	DER.	EXP.TEC
UBICACIÓN	-	7 + 000	7 + 550	8 + 000	8 + 100	8 + 700	9 + 000
PROFUNDIDAD (metros)	0.10	RELLENO DE ARENA CON RELLENO DE GRAVA	CARPETA ASFALTICA	SP - SM	RELLENO DE GRAVA	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA
	0.20		GW-GM			RELLENO DE GRAVA	SP - SM
	0.30	SM	SM	SP	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	SP
	0.40						
	0.50						
	0.60						
	0.70						
	0.80						
	0.90						
	1.00						
	1.10						
	1.20						
	1.30	SM		SP	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	SP
	1.40						
	1.50				RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	SP
	1.60						
	1.70						
1.80							
1.90							
2.00							

Figura 20. Perfil estratigráfico km 7+00 al 9+000.

3.5.1.3. Tránsito

El periodo de diseño está ligado a la cantidad de tránsito asociado en ese periodo para el carril de diseño. El nivel de tránsito se obtiene proyectando el IMDA calculado para el periodo de vida útil, en este caso veinte (20) años.

Una característica propia del método AASHTO 93, es la simplificación del efecto del tránsito, para ello introduce el concepto de ejes equivalente (ESAL). Es decir, se transforma las cargas por eje de todo tipo de vehículo en ejes simples de 8.2 Ton de peso.

El valor de un ESAL está relacionado con el nivel de daño provocado por esta caga patrón.

La equivalencia se logra mediante el empleo de factores de carga (FC), que se obtienen a partir del espesor de la losa de concreto estimado (iteración), la carga por eje y el nivel de serviciabilidad final aceptado.

El valor indicado en el estudio de tránsito es de 52.2 millones de ESALs.

3.5.2. Estudios especializados

Se realizaron ensayos de especialización: Ensayo de CBR, Proctor Modificado, Ensayos de deflectometría, Densidad de campo (Cono de arena).

3.5.3. Medición de deflexiones de campo

3.5.3.1. Datos de entrada

A continuación, se presentan los datos de entrada previos a la ejecución del ensayo, estos serán de utilidad para el análisis de deflexiones:

Relación de brazos	=	2:1	
Nº de ejes equivalentes 10 años (N)	=	4.3	E+6
Coefficiente de Poisson (μ)	=	0.4	
Radio de huella circular de contacto (A)	=	10.7	cm
Presión de inflado (p)	=	80.0	psi
Distancia mide deflexión (R)	=	30.0	cm.
Carga sobre la llanta	=	8.2	ton.

3.5.3.2. Lectura de campo

Las lecturas fueron tomadas a 0, 25, 50, 75, 100 y 500 cm. A continuación, se muestran las lecturas de campo para el tramo I (Km 5+200 al Km 6+200).

Tabla 16.
Lecturas de campo con Viga Benkelman.

N°	PROGR.	LECTURA DE CAMPO						
		Km.	E-2 mm					L MÁX.
			L0	L25	L50	L75	L100	
1	5+200.00	-	3.0	6.0	8.0	9.0	13.0	
2	5+225.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	
3	5+250.00	-	3.0	5.0	7.0	8.0	12.0	
4	5+275.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	
5	5+300.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	
6	5+325.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	11.0	
7	5+350.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	
8	5+375.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	
9	5+400.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	
10	5+425.00	-	2.0	5.0	6.0	9.0	12.0	
11	5+450.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	
12	5+475.00	-	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	
13	5+500.00	-	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	
14	5+505.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	
15	5+530.00	-	1.0	4.0	5.0	6.0	7.0	
16	5+555.00	-	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	
17	5+580.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	
18	5+605.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	
19	5+630.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
20	5+655.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	
21	5+680.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	
22	5+705.00	-	2.0	5.0	7.0	8.0	9.0	
23	5+730.00	-	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	
24	5+755.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	
25	5+780.00	-	3.0	7.0	9.0	11.0	13.0	
26	5+805.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
27	5+830.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	
28	5+840.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
29	5+865.00	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	
30	5+890.00	-	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	
31	5+915.00	-	2.0	4.0	5.0	8.0	9.0	
32	5+940.00	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	
33	5+965.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	
34	5+990.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	
35	6+015.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	
36	6+040.00	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	
37	6+065.00	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	
38	6+090.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	
39	6+115.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	
40	6+140.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	
41	6+165.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	
42	6+190.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.3. Cálculo de deflexiones

La medición de deflexiones con Viga Benkelman fue tomada desde la progresiva 05+200 km al 09+200 km, en ambos carriles, cuya relación de brazos fue de 2:1 según se mencionó líneas arriba.

Tabla 17.
Cálculo de deflexiones.

N ^a	PROGR. Km.	LECTURA DE CAMPO					DEFLEXIONES					
		E-2 mm					E ⁻² mm					
		L0	L25	L50	L75	L100	L MÁX.	D MÁX.	D25	D50	D75	D100
1	5+200.00	-	3.0	6.0	8.0	9.0	13.0	26.0	20.0	14.0	10.0	8.0
2	5+225.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
3	5+250.00	-	3.0	5.0	7.0	8.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	8.0
4	5+275.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0
5	5+300.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0
6	5+325.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	6.0	4.0
7	5+350.00	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0
8	5+375.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0
9	5+400.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0
10	5+425.00	-	2.0	5.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	12.0	6.0
11	5+450.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0
12	5+475.00	-	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0
13	5+500.00	-	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0
14	5+505.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
15	5+530.00	-	1.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	6.0	4.0	2.0
16	5+555.00	-	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0
17	5+580.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0
18	5+605.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
19	5+630.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
20	5+655.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
21	5+680.00	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0
22	5+705.00	-	2.0	5.0	7.0	8.0	9.0	18.0	14.0	8.0	4.0	2.0
23	5+730.00	-	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0
24	5+755.00	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0
25	5+780.00	-	3.0	7.0	9.0	11.0	13.0	26.0	20.0	12.0	8.0	4.0
26	5+805.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
27	5+830.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0
28	5+840.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
29	5+865.00	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0
30	5+890.00	-	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0
31	5+915.00	-	2.0	4.0	5.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	2.0
32	5+940.00	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0
33	5+965.00	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
34	5+990.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
35	6+015.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0

36	6+040.00	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0
37	6+065.00	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0
38	6+090.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0
39	6+115.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
40	6+140.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
41	6+165.00	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
42	6+190.00	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.4. Deflexión característica

Los datos de deflexiones calculados, se procesan estadísticamente considerando la distribución normal, de acuerdo a la ley de Gauss. Luego, se podrá determinar:

- La deflexión media (D_m):

$$D_m = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n}$$

- La desviación estándar (σ):

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

- El coeficiente de variación (C_v).

$$C_v = \frac{\sigma}{D_m} * 100$$

Tabla 18.
Cálculo de deflexión característica.

N°	PROGR. Km.	DEFLEXIONES				
		D MÁX.	D25	D50	D75	D100
1	5+200.00	26.0	20.0	14.0	10.0	8.0
2	5+225.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
3	5+250.00	24.0	18.0	14.0	10.0	8.0

4	5+275.00	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0
5	5+300.00	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0
6	5+325.00	22.0	16.0	12.0	6.0	4.0
7	5+350.00	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0
8	5+375.00	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0
9	5+400.00	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0
10	5+425.00	24.0	20.0	14.0	12.0	6.0
11	5+450.00	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0
12	5+475.00	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0
13	5+500.00	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0
14	5+505.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
15	5+530.00	14.0	12.0	6.0	4.0	2.0
16	5+555.00	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0
17	5+580.00	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0
18	5+605.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0
19	5+630.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
20	5+655.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
21	5+680.00	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0
22	5+705.00	18.0	14.0	8.0	4.0	2.0
23	5+730.00	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0
24	5+755.00	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0
25	5+780.00	26.0	20.0	12.0	8.0	4.0
26	5+805.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
27	5+830.00	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0
28	5+840.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
29	5+865.00	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0
30	5+890.00	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0
31	5+915.00	18.0	14.0	10.0	8.0	2.0
32	5+940.00	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0
33	5+965.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0
34	5+990.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
35	6+015.00	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0
36	6+040.00	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0
37	6+065.00	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0
38	6+090.00	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0
39	6+115.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
40	6+140.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
41	6+165.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
42	6+190.00	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0
	PROMEDIO	19.5	15.2	10.9	6.8	3.8
ESTAD.	D. ESTÁNDAR	3.7	3.2	2.8	2.4	1.7
	C. VARIACIÓN	3.6	3.1	26.0	35.0	45.8
	MÁXIMO	26.0	20.0	16.0	12.0	8.0
	MÍNIMO	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0

Fuente: Elaboración propia.

3.5.3.5. Deflexión admisible

La deflexión admisible viene a ser un parámetro definido en función del tráfico de diseño, esto establece un límite para la deflexión característica por encima de la cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado.

$$D_{adm} = \left(\frac{1.15}{N18} \right)^{0.25}$$

Donde:

N18 = Número de ejes equivalentes de 8.2 ton. (N=52.2 E+6)

Tabla 19.
Cálculo de deflexión admisible.

	DEFLEXIÓN CARÁCTERÍSTICA	24.2	E ⁻² mm
	No DE EJES EQUIVALENTES 10 AÑOS (N)	52.2	E ⁺⁶
DATOS	DEFORMACIÓN ADMISIBLE (Da)	46.7	E ⁻² mm
	COEFICIENTE DE POISSON (μ)	0.4	-
	RADIO HUELLA CIRCULAR CONTACTO (A)	10.7	cm.
	PRESIÓN DE INFLADO (p)	80.0	psi
	DISTANCIA MIDE DEFLECCION (R)	30.0	cm.
	CARGA SOBRE LA LLANTA	8.2 18000.0	Ton LBS

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4. Desarrollo del Modelo de Hogg

3.5.4.1. Cálculo de Radio de Curvatura

Para la determinación del radio de curvatura, se ha seguido la siguiente expresión empírica.

$$Rc = \frac{6250}{2 * (Do - D25)}$$

Donde:

- Do = Deflexión máxima (Dmáx)
D25 = Deflexión a 25cm

Tabla 20.
Cálculo del radio de Curvatura.

N°	PROGR. Km.	DEFLEXIONES					RAD. CURV.
		D MÁX.	E ⁻² mm				
			D25	D50	D75	D100	
1	5+200.00	26.0	20.0	14.0	10.0	8.0	520.83
2	5+225.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25
3	5+250.00	24.0	18.0	14.0	10.0	8.0	520.83
4	5+275.00	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25
5	5+300.00	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	520.83
6	5+325.00	22.0	16.0	12.0	6.0	4.0	520.83
7	5+350.00	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	520.83
8	5+375.00	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25
9	5+400.00	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25
10	5+425.00	24.0	20.0	14.0	12.0	6.0	781.25
11	5+450.00	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	781.25
12	5+475.00	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0	781.25
13	5+500.00	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	781.25
14	5+505.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25
15	5+530.00	14.0	12.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
16	5+555.00	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	520.83
17	5+580.00	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25
18	5+605.00	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25
19	5+630.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
20	5+655.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
21	5+680.00	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25
22	5+705.00	18.0	14.0	8.0	4.0	2.0	781.25
23	5+730.00	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	781.25
24	5+755.00	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25
25	5+780.00	26.0	20.0	12.0	8.0	4.0	520.83
26	5+805.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
27	5+830.00	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25
28	5+840.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
29	5+865.00	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50
30	5+890.00	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	781.25
31	5+915.00	18.0	14.0	10.0	8.0	2.0	781.25
32	5+940.00	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50
33	5+965.00	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25

34	5+990.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
35	6+015.00	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25
36	6+040.00	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	520.83
37	6+065.00	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	520.83
38	6+090.00	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25
39	6+115.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
40	6+140.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
41	6+165.00	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
42	6+190.00	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25
ESTAD.	PROMEDIO	19.5	15.2	10.9	6.8	3.8	781.25
	D. ESTÁNDAR	3.7	3.2	2.8	2.4	1.7	244.02
	C. VARIACIÓN	3.6	3.1	26.0	35.0	45.8	31.23
	MÁXIMO	26.0	20.0	16.0	12.0	8.0	1,562.50
	MÍNIMO	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	520.83

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.2. Cálculo de R5

De acuerdo con el Modelo de Hogg, se establece que el valor de R5 puede determinarse usando la siguiente ecuación:

$$R5 = R * \frac{A^C - B}{\left(A * \left(\frac{D0}{DR} - 1 \right) \right)^C - B}$$

Los valores que se tienen, son:

$$R = 30 \text{ cm.}$$

$$D0 = \text{Deflexión máxima (Dmáx)}$$

$$DR = \text{Deflexión a la distancia (D}_{25}\text{)}$$

$$\mu = 0.4$$

$$A = 2.629$$

$$B = 0$$

$$C = 0.548$$

Tabla 21.
Cálculo de R5.

N°	PROGR. Km.	DEFLEXIONES E ⁻² mm		RAD. CURV.	DR/Do	A	B	C	R5 cm.
		D MÁX.	D25						
1	5+200.00	26.0	20.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03
2	5+225.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
3	5+250.00	24.0	18.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78
4	5+275.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
5	5+300.00	24.0	18.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78
6	5+325.00	22.0	16.0	520.83	0.727	2.63	-	0.548	51.35
7	5+350.00	24.0	18.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78
8	5+375.00	22.0	18.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40
9	5+400.00	24.0	20.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47
10	5+425.00	24.0	20.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47
11	5+450.00	24.0	20.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47
12	5+475.00	22.0	18.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40
13	5+500.00	24.0	20.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47
14	5+505.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
15	5+530.00	14.0	12.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08
16	5+555.00	18.0	12.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86
17	5+580.00	24.0	20.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47
18	5+605.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
19	5+630.00	20.0	16.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13
20	5+655.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
21	5+680.00	22.0	18.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40
22	5+705.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
23	5+730.00	20.0	16.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13
24	5+755.00	22.0	18.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40
25	5+780.00	26.0	20.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03
26	5+805.00	20.0	16.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13
27	5+830.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
28	5+840.00	20.0	16.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13
29	5+865.00	14.0	12.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08
30	5+890.00	14.0	10.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57
31	5+915.00	18.0	14.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60
32	5+940.00	14.0	12.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08
33	5+965.00	20.0	16.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13
34	5+990.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
35	6+015.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
36	6+040.00	20.0	14.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73
37	6+065.00	20.0	14.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73
38	6+090.00	14.0	10.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57
39	6+115.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
40	6+140.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
41	6+165.00	16.0	12.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78
42	6+190.00	14.0	10.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57

Fuente: Elaboración propia.

Reemplazando los valores en la ecuación anterior, se presenta el cálculo de R5 para el primer sector del carril IZQUIERDO, progresiva 5+200 km al 6+200 km.

3.5.4.3. Cálculo de Longitud elástica Lo

La longitud elástica del pavimento puede calcularse usando la siguiente ecuación:

$$L_0 = \frac{Y * R5 + \sqrt{(Y * R5)^2 - 4 * A * X * R5}}{2}$$

Los valores que se tienen, son:

- R5 = Distancia R del centro geométrico
 A = Radio de la huella circular de contacto, A = 10.75cm.
 X = 0.192
 Y = 0.602

Reemplazando los valores en la ecuación, se presenta el cálculo de Lo para el primer sector del carril IZQUIERDO, progresiva 5+200 km al 6+200 km.

Tabla 22.
Cálculo de la Longitud elástica Lo.

N°	PROGR. Km.	DEFLEXIONES E ⁻² mm		RAD. CURV.	R5 cm.	X	Y	L0 cm.
		D MÁX.	D25					
1	5+200.00	26.0	20.0	520.83	58.03	0.192	0.602	31.08
2	5+225.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
3	5+250.00	24.0	18.0	520.83	54.78	0.192	0.602	29.09
4	5+275.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
5	5+300.00	24.0	18.0	520.83	54.78	0.192	0.602	29.09
6	5+325.00	22.0	16.0	520.83	51.35	0.192	0.602	26.99
7	5+350.00	24.0	18.0	520.83	54.78	0.192	0.602	29.09
8	5+375.00	22.0	18.0	781.25	68.40	0.192	0.602	37.41
9	5+400.00	24.0	20.0	781.25	72.47	0.192	0.602	39.88
10	5+425.00	24.0	20.0	781.25	72.47	0.192	0.602	39.88
11	5+450.00	24.0	20.0	781.25	72.47	0.192	0.602	39.88

12	5+475.00	22.0	18.0	781.25	68.40	0.192	0.602	37.41
13	5+500.00	24.0	20.0	781.25	72.47	0.192	0.602	39.88
14	5+505.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
15	5+530.00	14.0	12.0	1,562.50	80.08	0.192	0.602	44.50
16	5+555.00	18.0	12.0	520.83	43.86	0.192	0.602	22.36
17	5+580.00	24.0	20.0	781.25	72.47	0.192	0.602	39.88
18	5+605.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
19	5+630.00	20.0	16.0	781.25	64.13	0.192	0.602	34.80
20	5+655.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
21	5+680.00	22.0	18.0	781.25	68.40	0.192	0.602	37.41
22	5+705.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
23	5+730.00	20.0	16.0	781.25	64.13	0.192	0.602	34.80
24	5+755.00	22.0	18.0	781.25	68.40	0.192	0.602	37.41
25	5+780.00	26.0	20.0	520.83	58.03	0.192	0.602	31.08
26	5+805.00	20.0	16.0	781.25	64.13	0.192	0.602	34.80
27	5+830.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
28	5+840.00	20.0	16.0	781.25	64.13	0.192	0.602	34.80
29	5+865.00	14.0	12.0	1,562.50	80.08	0.192	0.602	44.50
30	5+890.00	14.0	10.0	781.25	49.57	0.192	0.602	25.89
31	5+915.00	18.0	14.0	781.25	59.60	0.192	0.602	32.04
32	5+940.00	14.0	12.0	1,562.50	80.08	0.192	0.602	44.50
33	5+965.00	20.0	16.0	781.25	64.13	0.192	0.602	34.80
34	5+990.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
35	6+015.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
36	6+040.00	20.0	14.0	520.83	47.73	0.192	0.602	24.75
37	6+065.00	20.0	14.0	520.83	47.73	0.192	0.602	24.75
38	6+090.00	14.0	10.0	781.25	49.57	0.192	0.602	25.89
39	6+115.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
40	6+140.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
41	6+165.00	16.0	12.0	781.25	54.78	0.192	0.602	29.09
42	6+190.00	14.0	10.0	781.25	49.57	0.192	0.602	25.89

Fuente: Elaboración propia.

3.5.4.4. Cálculo del Módulo de Elasticidad E_0

La determinación el módulo de elasticidad de la subrasante constituye un punto central de la metodología de evaluación. Para desarrollar soluciones numéricas programables en computadora, esta determinación se efectúa en 2 pasos:

- Primer paso: El primer paso consisten en hallar el valor de la relación teórica entre la rigidez para carga puntual y la de carga distribuida en un área, para un cociente dado de A/L_0 .

La relación teórica se calcula por medio de la ecuación:

$$\left(\frac{S_o}{S}\right) = 1 - M \left(\frac{A}{L_o} - 0.1\right)$$

Donde:

S_o = Rigidez para carga puntual

S = Rigidez para carga de área

M = Coeficiente numérico que adopta los siguientes valores:

Tabla 23.

Valores para el cálculo de Elasticidad.

H/Lo	μ	M
Para H/Lo = 10	0.5	0.52
Para H/Lo = 10	0.4	0.48
Para H/Lo = ∞	Cualquier valor	0.44

- Segundo paso: Una vez determinado el valor de S_o/S , se calcula el módulo de elasticidad de la subrasante por medio de la siguiente ecuación:

$$E_o = \left(\frac{K * I * \left(\frac{P}{2}\right) * 1000}{L_o * \left(\frac{D_o}{1000}\right)} \right) * \frac{S_o}{s}$$

Donde:

P = Carga total en la llanta doble, $P = 8.2$ ton

L_o = Longitud elástica

D_o = Deflexión medida máxima

K = Coeficiente numérico que depende del coeficiente a Poisson de la subrasante y que adopta los siguientes valores:

Tabla 24.
Valor de "K"

Valor de "K"	
$\mu = 0.5$	K = 1.5
$\mu = 0.5$	K = 1.633

I = Coeficiente numérico que adopta los siguientes valores:

Tabla 25.
Valor del coeficiente numérico "I"

H/Lo	μ	I
Para H/Lo = 10	0.5	0.1689
Para H/Lo = 10	0.4	0.1614
Para H/Lo = ∞	Cualquier valor	0.1925

Reemplazando los valores en la ecuación, se presenta el cálculo de Eo para el primer sector del carril IZQUIERDO, progresiva 5+200 km al 6+200 km.

Tabla 26.
Módulos de Elasticidad según Modelo de Hogg.

MODELO DE HOGG								
Nº	PROGR.	R5	L0	M	S0/S	K	I	E
	Km.	cm.	cm.					Kg./cm ²
1	5+200.00	58.03	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43
2	5+225.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
3	5+250.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65
4	5+275.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86

5	5+300.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65
6	5+325.00	51.35	26.99	0.48	0.857	1.633	0.1614	1,559.54
7	5+350.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65
8	5+375.00	68.40	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07
9	5+400.00	72.47	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25
10	5+425.00	72.47	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25
11	5+450.00	72.47	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25
12	5+475.00	68.40	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07
13	5+500.00	72.47	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25
14	5+505.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
15	5+530.00	80.08	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81
16	5+555.00	43.86	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59
17	5+580.00	72.47	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25
18	5+605.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
19	5+630.00	64.13	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88
20	5+655.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
21	5+680.00	68.40	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07
22	5+705.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
23	5+730.00	64.13	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88
24	5+755.00	68.40	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07
25	5+780.00	58.03	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43
26	5+805.00	64.13	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88
27	5+830.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
28	5+840.00	64.13	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88
29	5+865.00	80.08	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81
30	5+890.00	49.57	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51
31	5+915.00	59.60	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86
32	5+940.00	80.08	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81
33	5+965.00	64.13	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88
34	5+990.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
35	6+015.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
36	6+040.00	47.73	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63
37	6+065.00	47.73	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63
38	6+090.00	49.57	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51
39	6+115.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
40	6+140.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
41	6+165.00	54.78	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48
42	6+190.00	49.57	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51

Fuente: Elaboración propia.

3.5.5. Correlación de Módulo de Elasticidad con CBR

Existe una relación establecida entre Esg y el valor de CBR de la subrasante debido a las numerosas comparaciones entre los valores de Eo obtenidos por medio de la evaluación estructural usando la Viga Benkelman y los valores de CBR obtenidos in situ.

$$Esg = (100 \text{ a } 160) * CBR$$

$$Esg = K * CBR$$

Donde:

Esg = kg/cm²

CBR = %

K = 110

El valor de K varía de acuerdo al tipo de suelo, así tenemos un valor de K=100 para suelos granulares gruesos; K=110 para suelos granulares finos y K=130 para suelos finos plásticos. El MTC aconseja recomendar utilizar un factor de 100 a 110 para ensayos rutinarios a menos que exista alguna razón que justifique su cambio.

El alcance del valor de soporte CBR, por cualquiera de sus dos formas de obtención (Gráfica o numérica) tiene como fin compararse con los valores propuestos por el MTC, y de esta manera conocer el estado de la subrasante del pavimento por medio de su calificación.

Tabla 27.
Calificación CBR según MTC.

Categorías de la subrasante	CBR
So=Subrasante Inadecuada	CBR<3%
S1=Subrasante Pobre	De CBR≥3% a CBR<6%
S2=Subrasante Regular	De CBR≥6% a CBR<10%
S3=Subrasante Buena	De CBR≥10% a CBR<20%
S4=Subrasante Muy Buena	De CBR≥20% a CBR<30%
S5=Subrasante Excelente	CBR≥30%

Fuente: Manual de Carreteras.

Reemplazando los valores en la ecuación, se presenta el cálculo de CBR para el carril izquierdo y derecho.

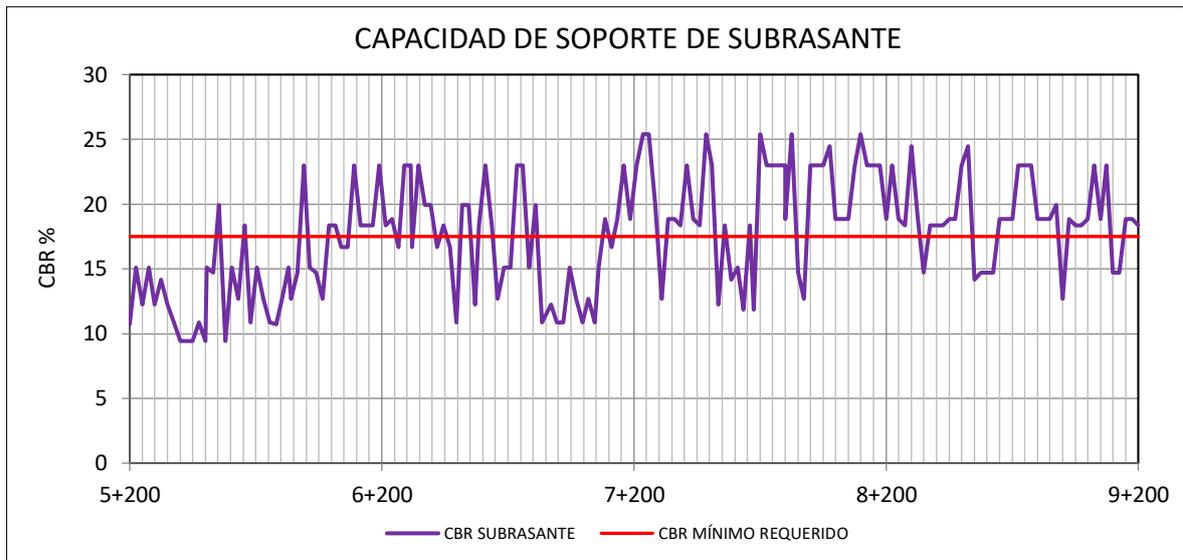


Figura 21. Capacidad de Soporte de Subrasante carril izquierdo.

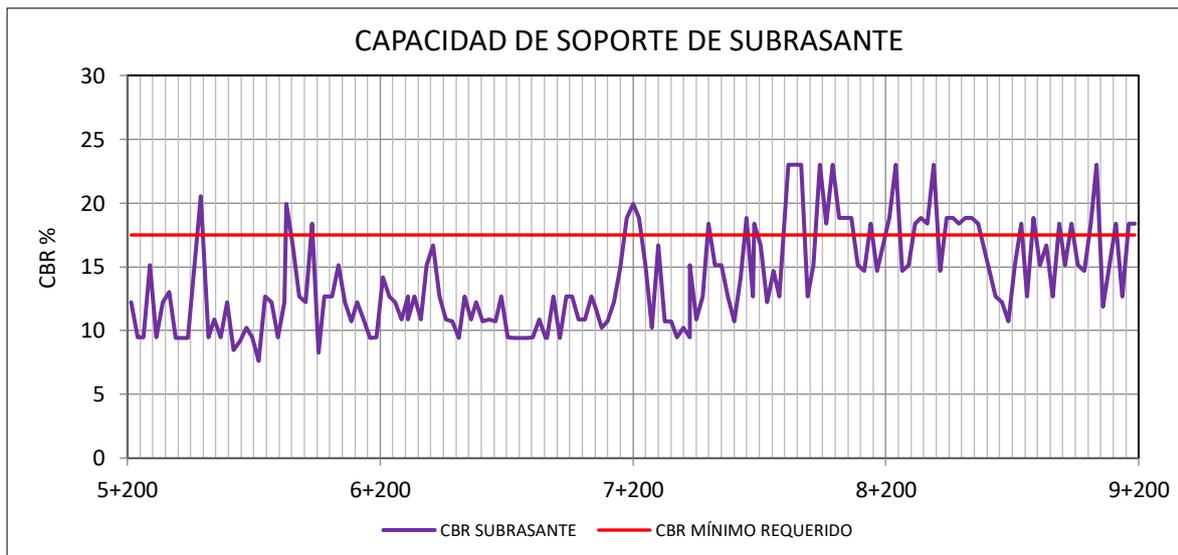


Figura 22. Capacidad de Soporte de Subrasante carril derecho.

3.5.5.1. Correlación del Módulo Resiliente

Para obtener el espesor de mejoramiento de subrasante, es necesario la obtención del Número Estructural (SN) y esto se consigue teniendo el valor de Módulo Resiliente. Las ecuaciones de correlación para hallar el Módulo Resiliente son empíricas, lo que significa que son confiables únicamente si se aplican al lugar de donde procede o cuando se tienen las

mismas condiciones y pierden su confiabilidad cuando se intentar extrapolarla a condiciones “parecidas”.

De acuerdo a la bibliografía vial se presenta las ecuaciones de correlación de mayor difusión:

Tabla 28.
Ecuaciones de Correlación del Módulo Resiliente.

Autor	Ecuación	Condición
Heukelon & Klomp 1962 (Recomendado por AASHTO 1993)	$MR (psi) = 1500 * CBR$	CBR<10
Consejo Científico de Sudáfrica (CSIR)	$MR (psi) = 3000 * CBR^{0.65}$	7.2<CBR<20
Recomendada por AASHTO 1993	$MR (psi) = 4326 * LnCBR + 241$	CBR>20
Powl et al. (1984) (Laboratorio de Investigación de caminos y transporte TRRL)	$MR (MPa) = 17.6 * CBR^{0.64}$	CBR<12

Fuente: Manual de Carreteras.

Aplicando las ecuaciones mostradas, se presenta la correlación para el Módulo Resiliente para ambos carriles del tramo en estudio.

Tabla 29.
Valores obtenidos por Correlación con E

N°	PROGR. Km.	DEFLEXIONES E ⁻² mm		MODELO DE HOGG			CORREL.	
		D	D25	R5	L0	E	CBR	MR
		MÁX.		cm.	cm.	Kg./cm ²	%	kpsi
1	5+200.00	26.0	20.0	58.03	31.08	1,179.43	10.72	14.02
2	5+225.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
3	5+250.00	24.0	18.0	54.78	29.09	1,347.65	12.25	15.29
4	5+275.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
5	5+300.00	24.0	18.0	54.78	29.09	1,347.65	12.25	15.29
6	5+325.00	22.0	16.0	51.35	26.99	1,559.54	14.18	16.81

7	5+350.00	24.0	18.0	54.78	29.09	1,347.65	12.25	15.29
8	5+375.00	22.0	18.0	68.40	37.41	1,195.07	10.86	14.14
9	5+400.00	24.0	20.0	72.47	39.88	1,037.25	9.43	14.14
10	5+425.00	24.0	20.0	72.47	39.88	1,037.25	9.43	14.14
11	5+450.00	24.0	20.0	72.47	39.88	1,037.25	9.43	14.14
12	5+475.00	22.0	18.0	68.40	37.41	1,195.07	10.86	14.14
13	5+500.00	24.0	20.0	72.47	39.88	1,037.25	9.43	14.14
14	5+505.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
15	5+530.00	14.0	12.0	80.08	44.50	1,616.81	14.70	17.21
16	5+555.00	18.0	12.0	43.86	22.36	2,194.59	19.95	20.99
17	5+580.00	24.0	20.0	72.47	39.88	1,037.25	9.43	14.14
18	5+605.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
19	5+630.00	20.0	16.0	64.13	34.80	1,396.88	12.70	15.65
20	5+655.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
21	5+680.00	22.0	18.0	68.40	37.41	1,195.07	10.86	14.14
22	5+705.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
23	5+730.00	20.0	16.0	64.13	34.80	1,396.88	12.70	15.65
24	5+755.00	22.0	18.0	68.40	37.41	1,195.07	10.86	14.14
25	5+780.00	26.0	20.0	58.03	31.08	1,179.43	10.72	14.02
26	5+805.00	20.0	16.0	64.13	34.80	1,396.88	12.70	15.65
27	5+830.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
28	5+840.00	20.0	16.0	64.13	34.80	1,396.88	12.70	15.65
29	5+865.00	14.0	12.0	80.08	44.50	1,616.81	14.70	17.21
30	5+890.00	14.0	10.0	49.57	25.89	2,530.51	23.00	23.03
31	5+915.00	18.0	14.0	59.60	32.04	1,661.86	15.11	17.52
32	5+940.00	14.0	12.0	80.08	44.50	1,616.81	14.70	17.21
33	5+965.00	20.0	16.0	64.13	34.80	1,396.88	12.70	15.65
34	5+990.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
35	6+015.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
36	6+040.00	20.0	14.0	47.73	24.75	1,832.63	16.66	18.67
37	6+065.00	20.0	14.0	47.73	24.75	1,832.63	16.66	18.67
38	6+090.00	14.0	10.0	49.57	25.89	2,530.51	23.00	23.03
39	6+115.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
40	6+140.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
41	6+165.00	16.0	12.0	54.78	29.09	2,021.48	18.38	19.90
42	6+190.00	14.0	10.0	49.57	25.89	2,530.51	23.00	23.03
ESTAD.	PROMEDIO	19.5	15.2	63.05	34.13	1,280.37	11.64	15.12
	D. ESTÁNDAR	3.7	3.2	8.18	4.99	231.62	2.11	1.34
	C. VARIACIÓN	3.6	3.1	8.11	4.95	18.09	18.09	8.84
	MÁXIMO	26.0	20.0	72.47	39.88	1,661.86	15.11	17.52
	MÍNIMO	14.0	10.0	51.35	26.99	1,037.25	9.43	14.02

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6. Dimensionado de Subrasante mediante correlación deflectométrica

3.5.6.1. Trabajos de mejoramiento de subrasante

De acuerdo con el Expediente Técnico de la Obra “Mejoramiento de la Vía Auxiliar Panamericana Sur Tramo: Av. Mateo Pumacahua – Refinería Conchán, Distritos de Villa el Salvador y Lurín, provincia de Lima – Lima” la subrasante fue estabilizada con material granular de reemplazo, que posea un mínimo de 30% de CBR.

3.5.6.2. Correlación deflectométrica

Aplicando la fórmula de Burmister, se ha realizado cálculos para la obtención de deflexiones teóricas previsibles entre dos capas en la interface del sistema suelo – pavimento: La primera capa con espesores variables de material de mejoramiento con CBR mínimo de 30% y la capa subyacente del suelo de fundación con CBR variables desde 3% hasta un 10%.

Como resultado de estos cálculos, se obtuvieron analíticamente los espesores necesarios de refuerzo para obtener en cada caso una deflexión máxima admisible de 921/100 mm a nivel de subrasante mejorada.

La fórmula de la deflexión vertical para dos capas propuesta por Burmister es la siguiente:

$$\Delta = \frac{P(1 + \mu) * a}{E2} * \left[\frac{z}{a} * A + (1 - \mu) * H \right]$$

Donde:

- Δ = Deflexión (10^{-2} mm).
- P = Presión de inflado de la llanta (5.64 kg/cm²)
- a = Radio de contacto (10.79 cm)

- μ = Módulo de Poisson 0.45 (adimensional)
- E_2 = Módulo resiliente del terreno de fundación.
- z = Profundidad de evaluación de los esfuerzos de compresión.

Teniendo los datos, se verificó en cada caso que la solución de mejoramiento a través de la incorporación de material de relleno con CBR mínimo de 30% de como resultado deflexiones aceptables, aplicando los coeficientes de ajuste establecidos anteriormente.

Capítulo IV. Resultados y Discusión

4.1. Generalidades

Luego de realizar los estudios geotécnicos y los ensayos deflectométricos, se procede al análisis comparativo de los resultados inscritos en cuadros resumen. La demostración de la hipótesis se determina con la elaboración de gráficas, en las cuales la búsqueda coherente de las correlaciones y tendencias tanto de las características de los suelos, así como de las deflexiones medidas, son de importancia relevante para la formulación de las conclusiones de la presente investigación.

Las comparativas son presentadas en tramos de 1 kilómetro cada uno.

4.1.1. Comparativa de deflexiones máximas

A continuación se muestran las deflexiones obtenidas en la subrasante mejorada de 40cm de espesor, a través de cuadros y gráficas con la finalidad de poder comprender la evolución de las deflexiones con respecto al suelo de fundación y sus propiedades.

4.1.1.1. Tramo Km 5+000 al Km 6+000

Para este tramo se realizaron 4 calicatas (C-21, C-22, C-23 y C-24) de las cuales se obtuvo los siguientes datos:

- **Geología:** La secuencia estratigráfica es como sigue:
 - 0.00 – 0.10m promedio. Carpeta asfáltica en mal estado de conservación.
 - 0.10 – 0.25m promedio. Material consistente en arenas finas, con presencia de limos y gravas, baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compacidad.

- 0.25 – 1.50m promedio. Material consistente en arenas finas, con baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compactada.

- **Geomorfología:** Terreno plano con ligeras pendientes en dirección al sur.

Geotecnia:

- Clasificación SUCS: SP
- CBR al 95%
- MDS: 21.4%
- **Geodinámica externa:** No existen evidencias de efectos por causas de fenómenos de geodinámica externa.
- **Observaciones:** Este tramo es paralelo a la autopista Panamericana Sur. Requiere un espesor de mejoramiento de 0.30m.

Tabla 30.

Clasificación de Suelos Km 5+200 al Km 6+000.

CALI CATA N°	PROG. (KM)	MUESTRA (ESTRATO) N°	PROFUND. (m)	Límites de Consistencia (Pasante N°40)		Humedad Natural %	CLASIFICACIÓN	
				L.L	I.P.		SUCS	AASHTO
C-21	05+000	S/M	0.00 - 0.05				CARPETA ASFÁLTICA	
		M-1	0.05 - 0.10	0	NP	3.4	SP-SM	A-1-b (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.6	SP	A-3 (0)
C-22	05+250	S/M	0.00 - 0.05				MATERIAL CONTAMINADO	
		M-1	0.05 - 0.10	0	NP	2.7	SP-SM	A-1-b (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.5	SP	A-3 (0)
C-23	05+500	M-1	0.05 - 0.10	0	NP	3.7	SP-SM	A-1-a (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.9	SP-SM	A-3 (0)
C-24	05+750	M-1	0.05 - 0.10	0	NP	3.4	SP-SM	A-1-b (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.7	SP	A-3 (0)

Fuente: Expediente técnico.

Para el desarrollo de las deflexiones se elaboraron deflectogramas a partir de las lecturas máximas, en las que se aprecia que las deflexiones son discontinuas en varios puntos.

Las gráficas muestran las deflexiones obtenidas en los ensayos realizados con Viga Benkelman, en las abcisas se tiene las progresivas en kilómetros correspondientes a las del tramo en estudio, desde la progresiva Km 5+200 a la progresiva Km9+200, en las ordenadas de las deflexiones máximas en (1/100 mm).

Estos gráficos nos permiten comprender el primer objetivo específico, planteado en el capítulo I. Al realizarse una comparativa entre deflexiones de la subrasante mejorada en estado elástico para el carril izquierdo y derecho, obtenido mediante el ensayo no destructivo de Viga Benkelman.

En la figura 23, se aprecia

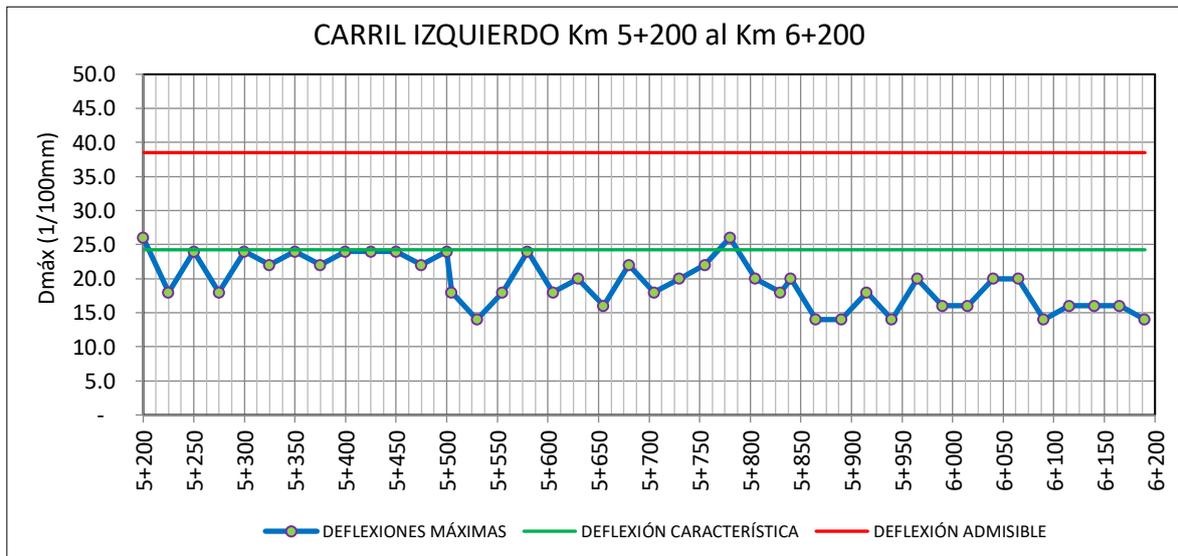


Figura 23. Deflectograma 5+200 al 6+200 carril izquierdo.

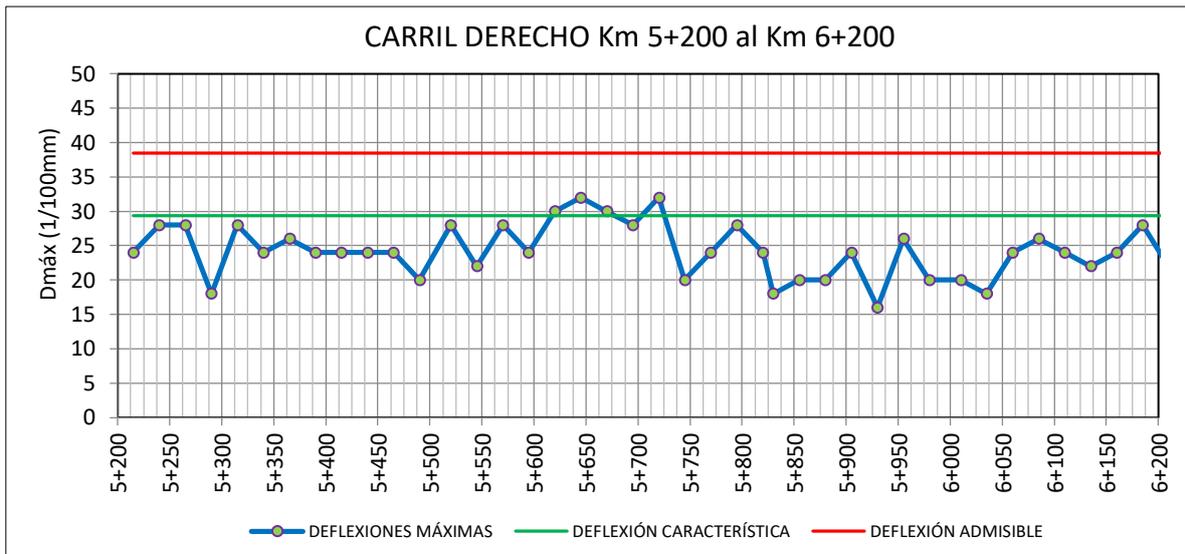


Figura 24. Deflectograma 5+200 al 6+200 carril derecho.

A continuación, se muestran las diferencias entre el carril derecho frente al izquierdo. Como se observa, el carril derecho tiene valores más altos de deflexión, superiores al izquierdo hasta en 16 1/100mm. Esto podría explicarse por una mala compactación o debido al tipo de suelo.

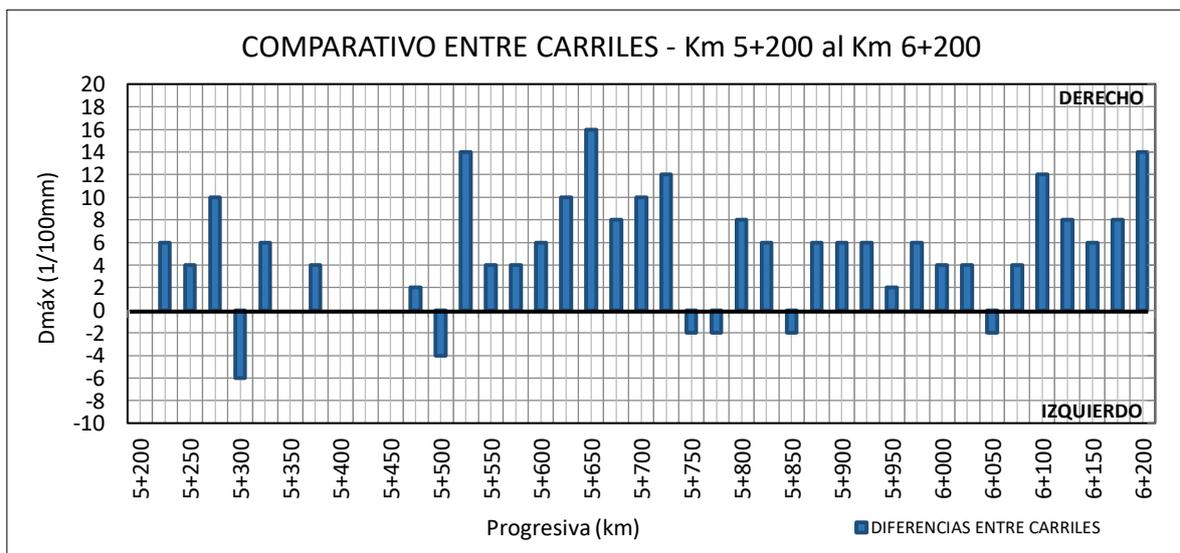


Figura 25. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 5+200 al 6+200.

4.1.1.2. Tramo Km 6+000 al Km 7+000

Para este tramo se realizaron 4 calicatas (C-25, C-26, C-27 y C-28) de las cuales se obtuvo los siguientes datos:

- **Geología:** La secuencia estratigráfica es como sigue:
 - 0.00 – 0.10m promedio. Carpeta asfáltica en mal estado de conservación.
 - 0.10 – 0.25m promedio. Material consistente en arenas finas, con presencia de limos y gravas, baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compactidad.
 - 0.25 – 1.50m promedio. Material consistente en arenas finas, con baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compactidad.
- **Geomorfología:** Terreno plano con ligeras pendientes en dirección al sur.
- **Geotecnia:**
 - Clasificación SUCS: SP
 - CBR al 95%
 - MDS: 18.8%
- **Geodinámica externa:** No existen evidencias de efectos por causas de fenómenos de geodinámica externa.
- **Observaciones:** Este tramo es paralelo a la autopista Panamericana Sur. Requiere un espesor de mejoramiento de 0.30m.

Tabla 31.
Clasificación de Suelos Km 6+000 al Km 7+000.

CALICATA N°	PROG. (KM)	MUESTRA (ESTRATO) N°	PROF. (m)	Límites de Consistencia (Pasante N°40)		Humedad Natural %	CLASIFICACIÓN	
				L.L	I.P.		SUCS	AASHTO
		S/M	0.00 - 0.05				CARPETA ASFÁLTICA	
C-25	06+000	M-1	0.05 - 0.25	0	NP	4.3	SP-SM	A-1-b (0)
		M-2	0.25 - 0.60	0	NP	3.3	SP	A-3 (0)

		M-3	0.60 - 1.50	0	NP	4.8	SP	A-3 (0)
		S/M	0.00 - 0.05	0	NP	2.8	SP	A-1-b (0)
C-26	06+250	M-1	0.05 - 0.60		RELLENO NO CONTROLADO			
		M-2	0.60 - 1.50	0	NP	2.7	SP-SM	A-1-b (0)
		S/M	0.00 - 0.20		MATERIAL CONTAMINADO			
C-27	06+500	M-1	0.20 - 0.40	0	NP	3.2	SP-SM	A-1-b (0)
		S/M	0.40 - 0.80		RELLENO NO CONTROLADO			
		M-2	0.80 - 1.50	0	NP	3.0	SP-SM	A-3 (0)
C-28	06+750	M-1	0.00 - 0.15	0	NP	3.3	GP-GM	A-1-b (0)
		M-2	0.15 - 1.50	0	NP	2.9	SP	A-3 (0)

Fuente: Expediente técnico.

Para el desarrollo de las deflexiones se elaboraron deflectogramas a partir de las lecturas máximas, en las que se aprecia que las deflexiones son discontinuas en varios puntos.

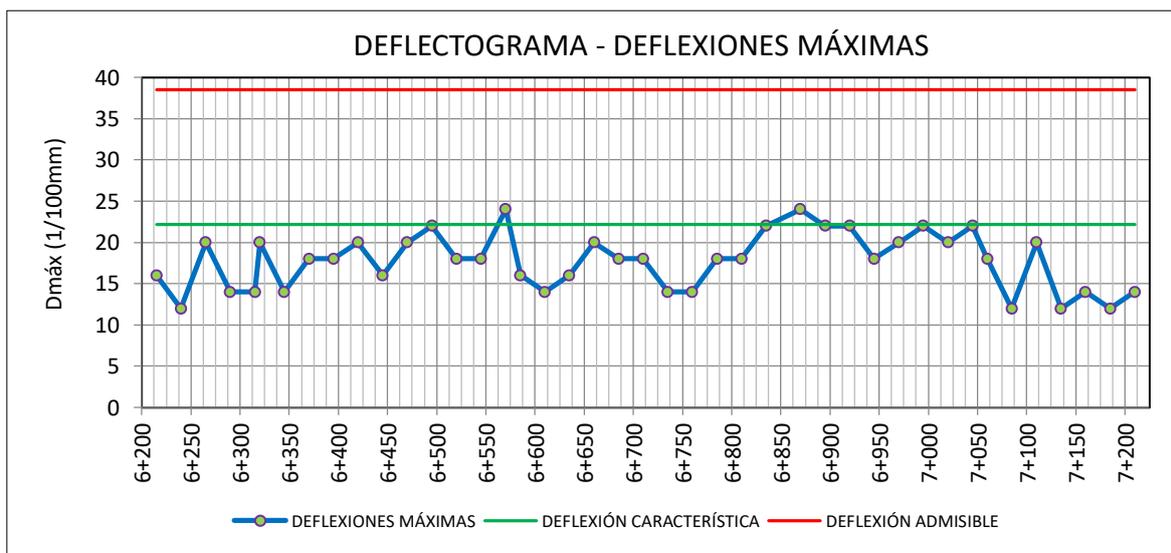


Figura 26. Deflectograma 6+200 al 7+200 carril izquierdo.

A continuación, se muestran las diferencias entre el carril derecho frente al izquierdo. Como se observa, el carril derecho tiene valores más altos de deflexión, superiores al izquierdo hasta en 18 1/100mm. Esto podría explicarse por una mala compactación o debido al tipo de suelo.

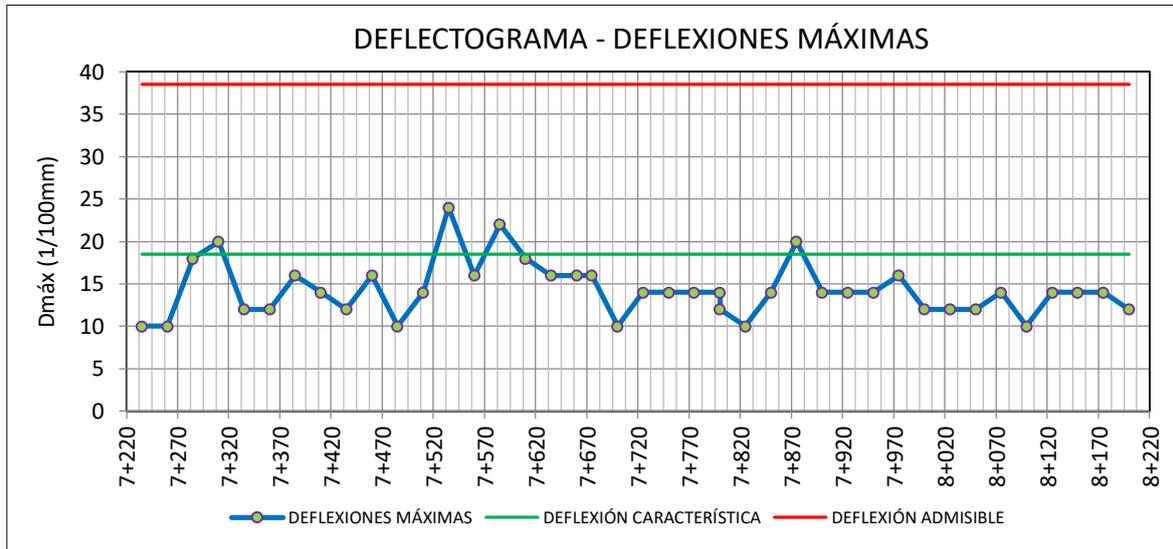


Figura 27. Deflectograma 6+200 al 7+200 carril derecho.

4.1.1.3. Tramo Km 7+000 al Km 8+000

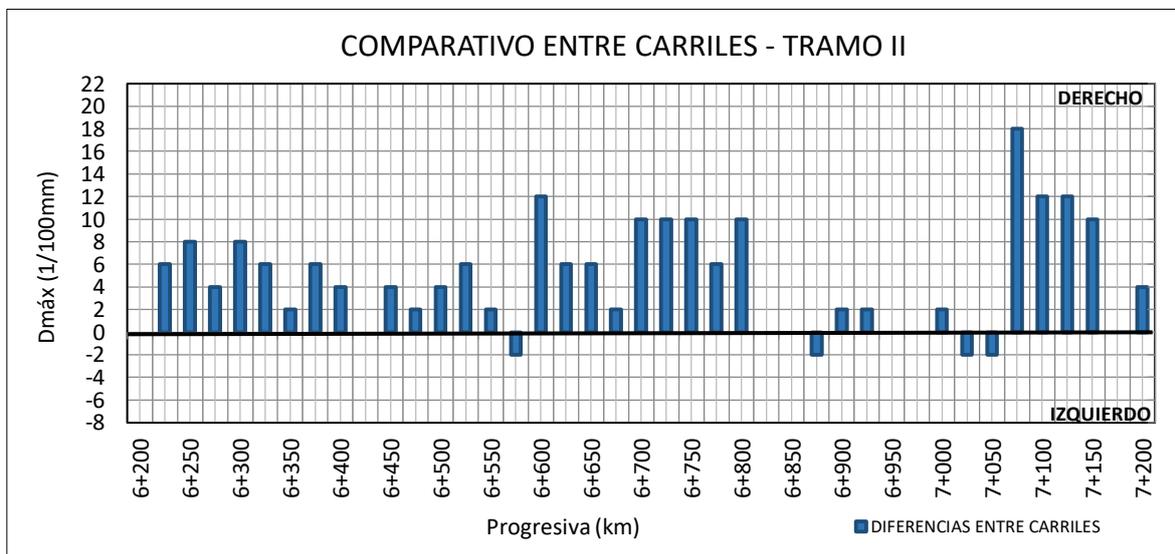


Figura 28. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 6+200 al 7+200.

Para este tramo se realizaron 4 calicatas (C-29, C-30, C-31 y C-32) de las cuales se obtuvo los siguientes datos:

- **Geología:** La secuencia estratigráfica es como sigue:

- 0.00 – 0.20m promedio. Carpeta asfáltica en mal estado de conservación.
- 0.20 – 1.50m promedio. Material consistente en arenas finas, con baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compactidad.
- **Geomorfología:** Terreno plano con ligeras pendientes en dirección al sur.
- **Geotecnia:**
 - Clasificación SUCS: SP
 - CBR al 95%
 - MDS: 20.8%
- **Geodinámica externa:** No existen evidencias de efectos por causas de fenómenos de geodinámica externa.
- **Observaciones:** Este tramo es paralelo a la autopista Panamericana Sur. Requiere un espesor de mejoramiento de 0.30m.

Tabla 32.
Clasificación de Suelos Km 7+000 al Km 8+000.

CALICATA N°	PROG. (KM)	MUESTRA (ESTRATO) N°	PROF. (m)	Límites de Consistencia (Pasante N°40)		Humedad Natural %	CLASIFICACIÓN	
				L.L	I.P.		SUCS	AASHTO
C-29	07+000	M-1	0.00 - 0.10	0	NP	4.1	GP-GM	A-1-b (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.6	SP	A-3 (0)
C-30	07+250	M-1	0.00 - 0.10	0	NP	2.8	SP-SM	A-1-b (0)
		S/M	0.10 - 0.60				RELLENO NO CONTROLADO	
C-31	07+500	M-2	0.60 - 1.50	0	NP	3.5	SP	A-3 (0)
		M-1	0.00 - 0.15	0	NP	2.6	GP-GM	A-1-b (0)
C-32	07+750	M-2	0.15 - 1.50	0	NP	3.3	SP	A-3 (0)
		M-1	0.00 - 0.10	0	NP	2.8	SM	A-1-b (0)
		S/M	0.10 - 0.70				RELLENO NO CONTROLADO	
		M-2	0.70 - 1.50	0	NP	3.5	SP	A-3 (0)

Fuente: Expediente técnico.

Para el desarrollo de las deflexiones se elaboraron deflectogramas a partir de las lecturas máximas, en las que se aprecia que las deflexiones son discontinuas en varios puntos.

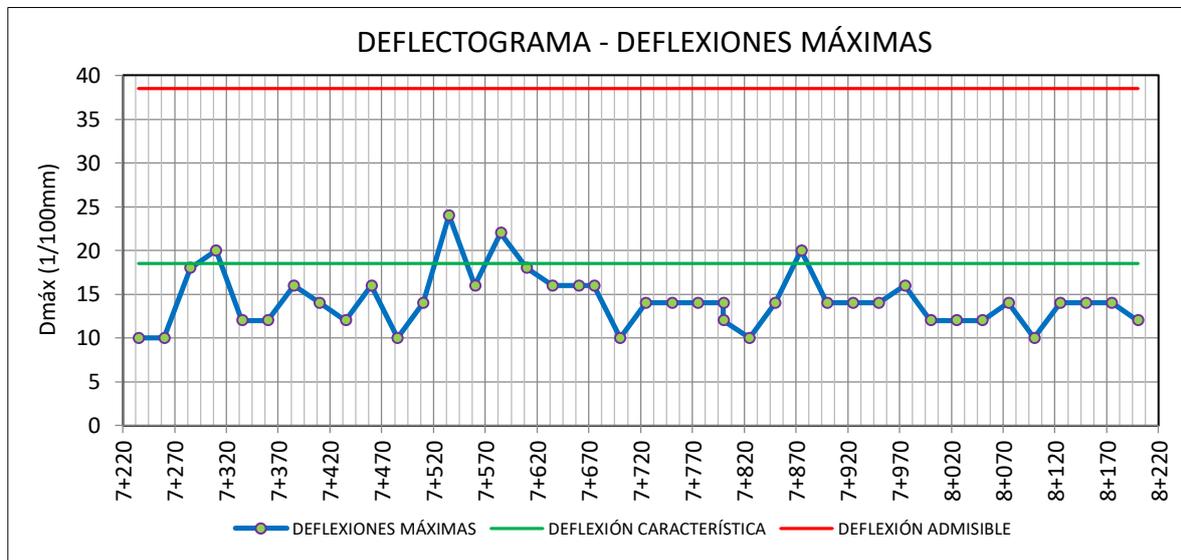


Figura 29. Deflectograma 7+200 al 8+200 carril izquierdo.

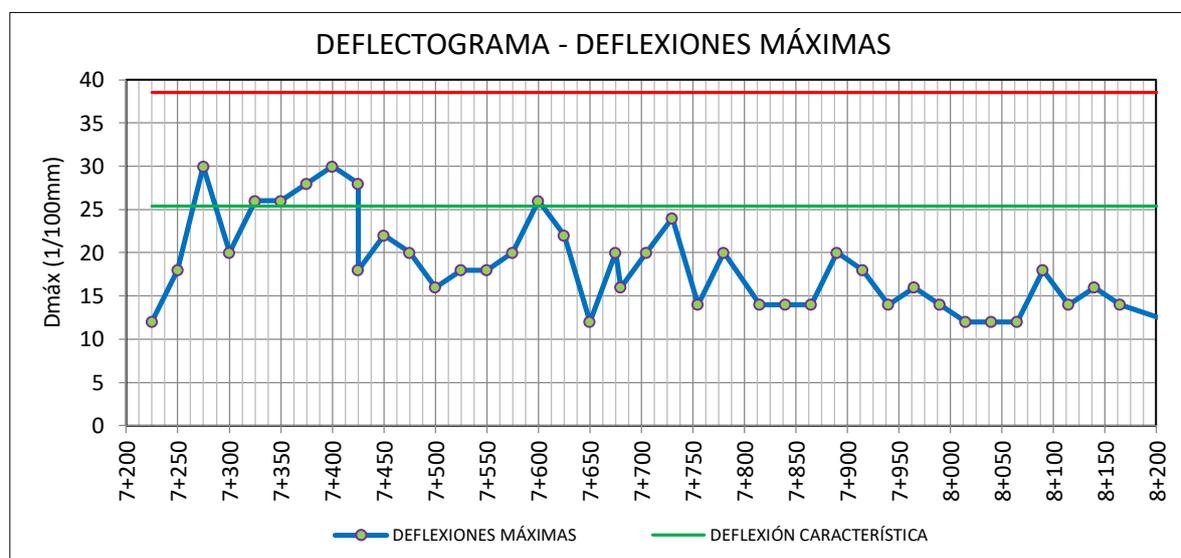


Figura 30. Deflectograma 7+200 al 8+200 carril derecho.

A continuación, se muestran las diferencias entre el carril derecho frente al izquierdo. Como se observa, el carril derecho tiene valores más altos de deflexión, superiores al izquierdo hasta en 16 1/100mm. Esto podría explicarse por una mala compactación o debido al tipo de suelo.

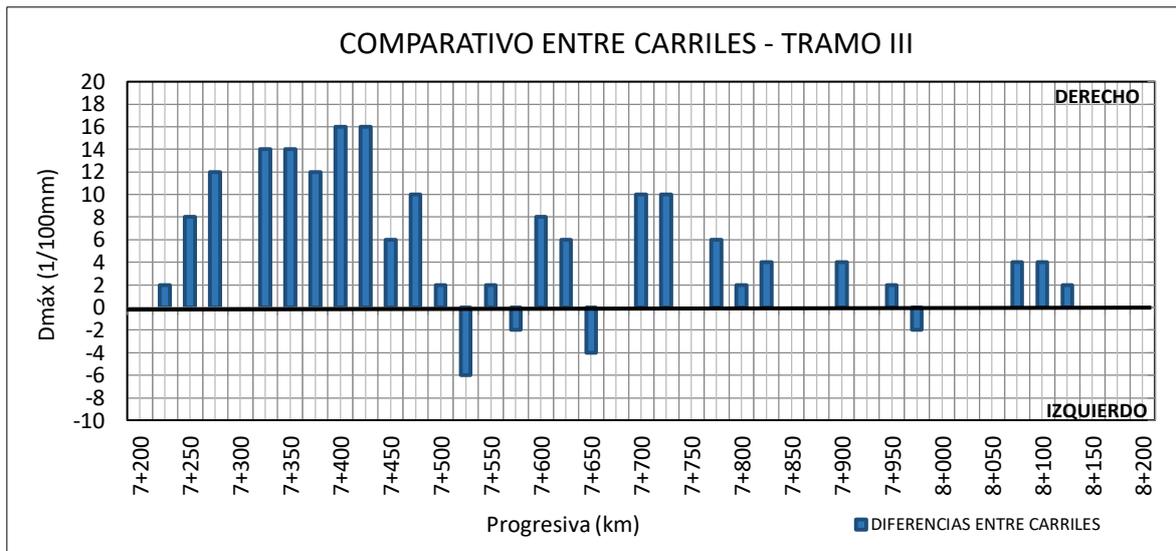


Figura 31. Comparativa de deflexiones máximas Km 7+200 al 8+200.

4.1.1.4. Tramo Km 8+000 al Km 9+000

Para este tramo se realizaron 4 calicatas (C-29, C-30, C-31 y C-32) de las cuales se obtuvo los siguientes datos:

- **Geología:** La secuencia estratigráfica es como sigue:
 - 0.00 – 0.20m promedio. Carpeta asfáltica en mal estado de conservación.
 - 0.20 – 1.50m promedio. Material consistente en arenas finas, con baja humedad color pardo claro a gris amarillento. Media compacidad.
- **Geomorfología:** Terreno plano con ligeras pendientes en dirección al sur.
- **Geotecnia:**
 - Clasificación SUCS: SP
 - CBR al 95%
 - MDS: 21.4%
- **Geodinámica externa:** No existen evidencias de efectos por causas de fenómenos de geodinámica externa.

- **Observaciones:** Este tramo es paralelo a la autopista Panamericana Sur. Requiere un espesor de mejoramiento de 0.30m.

Tabla 33.
Clasificación de Suelos Km 8+000 al Km 9+000.

CALICATA N°	PROG. (KM)	MUESTRA (ESTRATO) N°	PROF. (m)	Límites de Consistencia (Pasante N°40)		Humedad Natural %	CLASIFICACIÓN	
				L.L	I.P.		SUCS	AASHTO
C-33	08+000	M-1	0.00 - 0.20	0	NP	4.3	SP-SM	A-1-a (0)
		M-2	0.20 - 0.60	0	NP	3.9	SP	A-3 (0)
		M-3	0.60 - 1.50	0	NP	4.1	SP	A-3 (0)
C-34	08+250	M-1	0.00 - 0.05	0	NP	2.9	SM	A-1-b (0)
		M-2	0.05 - 1.50	0	NP	3.8	SP	A-3 (0)
C-35	08+500	M-1	0.00 - 0.30	RELLENO NO CONTROLADO				
		M-2	0.30 - 1.50	0	NP	3.0	SP-SM	A-3 (0)
C-36	08+750	M-1	0.00 - 0.20	0	NP	3.3	GM- GM	A-1-a (0)
		M-2	0.20 - 0.80	0	NP	3.4	SM	A-1-b (0)
		M-3	0.80 - 1.50	0	NP	4.0	SP-SM	A-3 (0)
C-37	09+000	S/M	0.00 - 0.05	CARPETA ASFÁLTICA				
		M-1	0.05 - 0.10	0	NP	3.4	SP-SM	A-1-b (0)
		M-2	0.10 - 1.50	0	NP	3.8	SP	A-3 (0)

Fuente: Expediente técnico.

Para el desarrollo de las deflexiones se elaboraron deflectogramas a partir de las lecturas máximas, en las que se aprecia que las deflexiones son discontinuas en varios puntos.

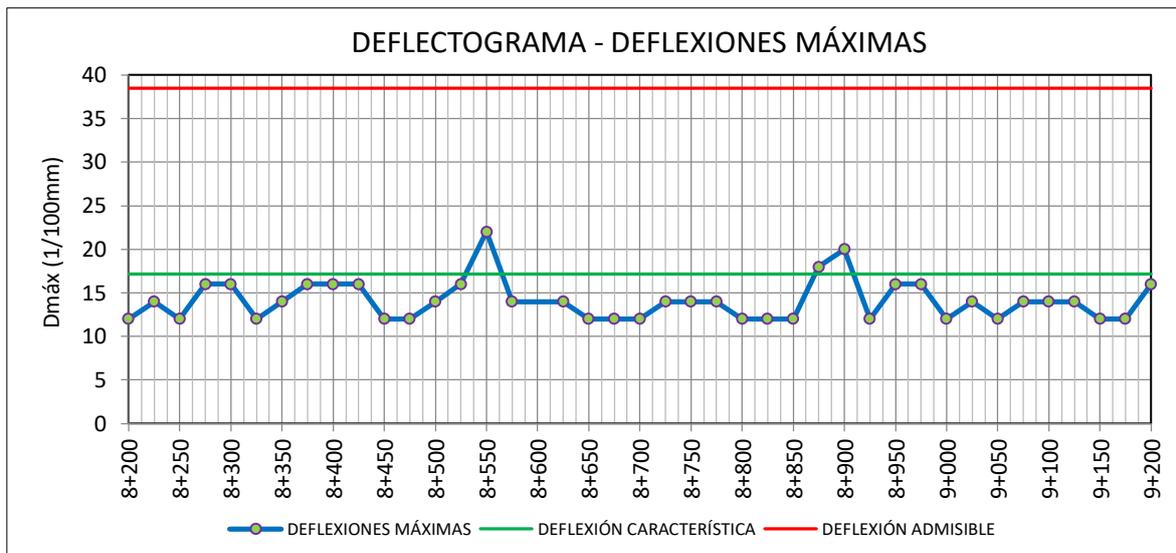


Figura 32. Deflectograma 8+200 al 9+200 carril izquierdo.

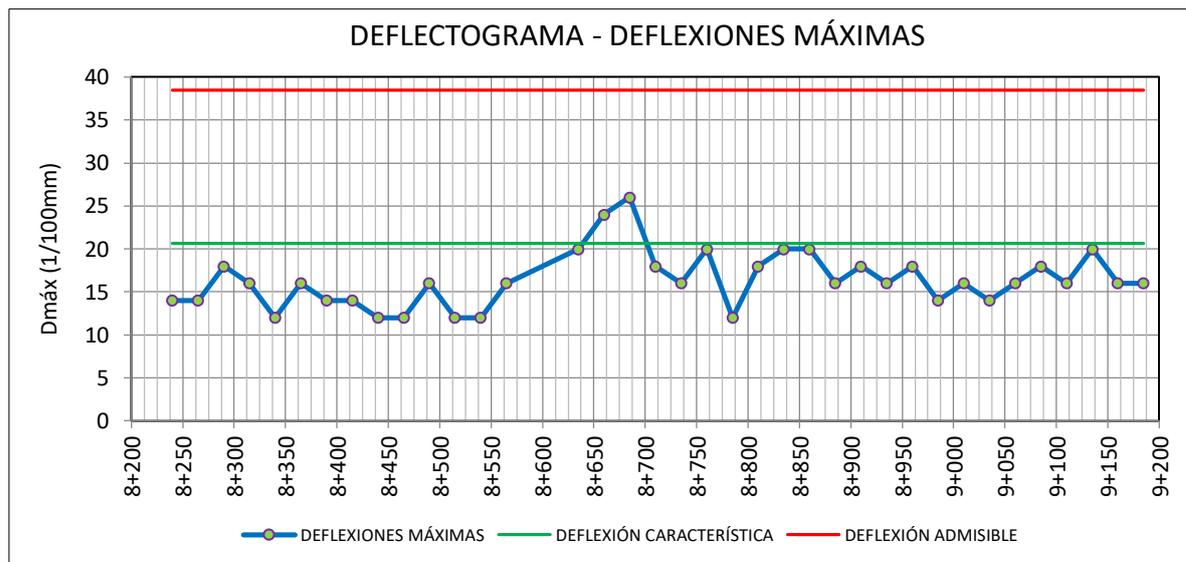


Figura 33. Deflectograma 8+200 al 9+200 carril derecho.

A continuación, se muestran las diferencias entre el carril derecho frente al izquierdo. Como se observa, el carril derecho tiene valores más altos de deflexión, superiores al izquierdo hasta en 14 1/100mm. Esto podría explicarse por una mala compactación o debido al tipo de suelo.

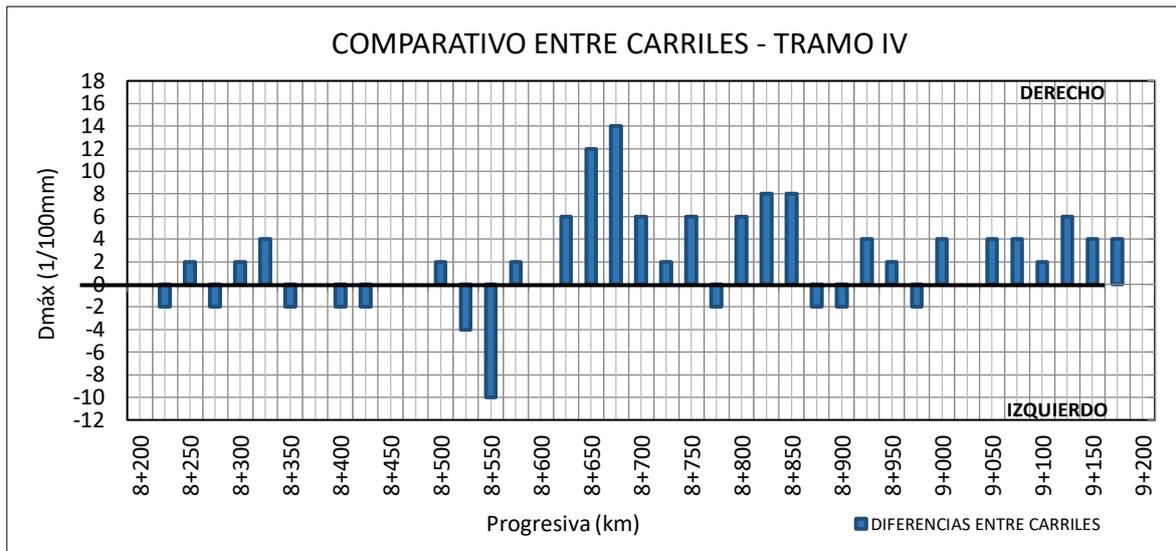


Figura 34. Comparativa de deflexiones máximas tramo Km 8+200 al 9+200.

El valor de la deflexión máxima tiene relación con la calidad del suelo de subrasante, por lo que de su magnitud se puede tener un indicio de la resistencia o soporte de dicha capa. Un valor “bajo” de la deflexión máxima expresa un buen comportamiento del suelo; valores “altos” indican lo contrario. Sin embargo, el valor de la deflexión máxima que se obtenga dependerá de la magnitud de la carga empleada durante los ensayos, por lo que el análisis para un caso particular será relativo a las características propias de dicho caso.

Los deflectogramas muestran el conjunto de valores de deflexión máxima ($D_{máx}$) obtenido para el tramo en estudio 5+200 km al 9+200 km y la diferencia que existe entre carriles. Se puede observar que la magnitud de la deflexión varía entre valores bajos como $D=mm$ y altos como $D=mm$, siendo el promedio para el tramo igual a $00mm$, con una desviación estándar de $00mm$ y un coeficiente de variación de 00% .

Los valores “altos” de deflexión máxima encontrados están asociados con deficiencias en la resistencia del suelo mejorado, mala compactación y material de baja calidad empleado

en la sustitución del terreno natural. Los valores “bajos” corresponden a zona donde el espesor de mejoramiento fue el adecuado, así como la calidad del material.

En base a los valores de deflexión máxima medidos, es posible efectuar visualmente una división del tramo en secciones de características similares (deflexión característica). En el siguiente cuadro se presenta el resultado final de las deflexiones máximas, deflexión característica y deflexión admisible.

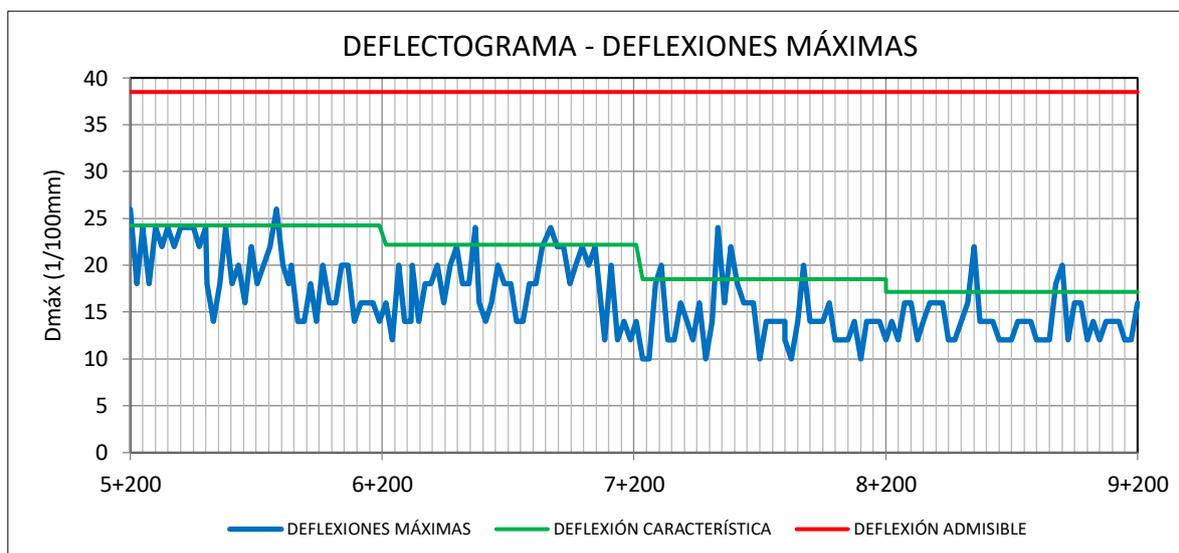


Figura 35. Deflectograma para todo el sector en estudio, lado izquierdo.

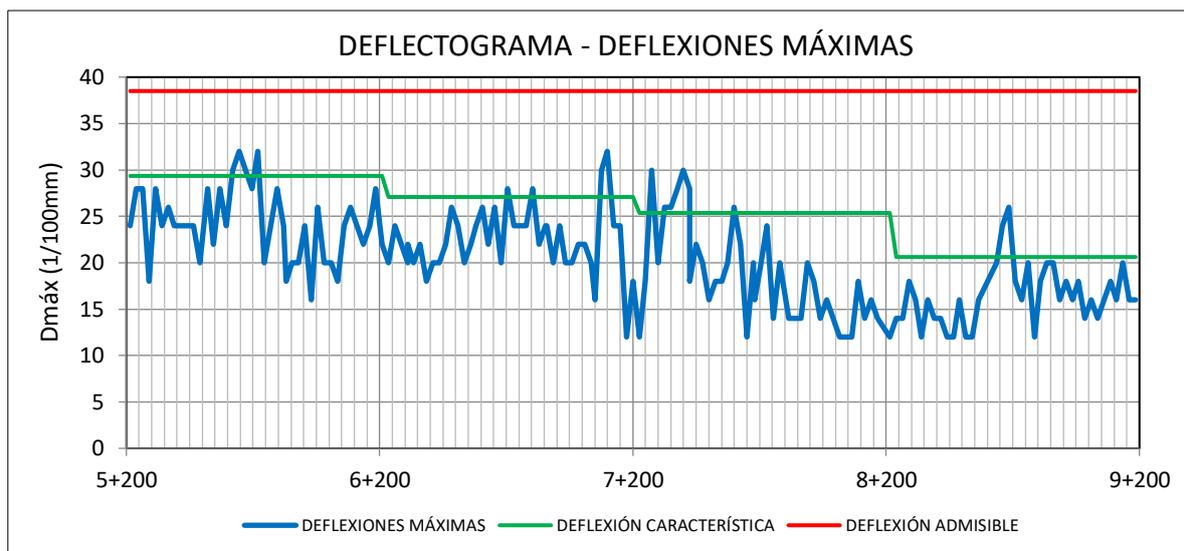


Figura 36. Deflectograma para todo el sector en estudio, lado derecho.

Tabla 34.

Tabla de resultados deflectométricos calculados estadísticamente.

Inicio	Término	Lado	Deflexión promedio (0.01mm)	Desviación Estándar (0.01mm)	Coefficiente de Variación	Deflexión Caract. (0.01mm)	D adm (0.01mm)
5+200	6+200	Izq.	19.5	3.7	18.8	24.2	38.5
		Der.	24.3	3.9	16.2	29.4	
6+200	7+200	Izq.	17.7	3.4	19.4	22.2	38.5
		Der.	22.4	3.6	16.1	27.1	
7+200	8+200	Izq.	14.3	3.2	22.7	18.5	38.5
		Der.	18.5	5.3	28.7	20.6	
8+200	9+200	Izq.	14.1	2.4	16.7	17.2	38.5
		Der.	16.4	3.3	19.9	20.6	

Fuente: Elaboración propia.

La deflexión característica se define como el valor de deflexión mayor o igual que el 95% de la población estadística, la deflexión admisible viene a ser un parámetro definido en función al tráfico de diseño, el cual establece un límite para la deflexión característica por encima del cual no se garantiza un comportamiento satisfactorio de la estructura durante el periodo considerado.

De acuerdo con el expediente técnico “Mejoramiento de la vía auxiliar Panamericana Sur Tramo: Av. Mateo Pumacahua – Refinería Conchán, Distritos de Villa el Salvador y Lurín, provincia de Lima – Lima” el estudio de tránsito integral, se tomó datos de la Estación 5, ubicada en el sub tramo: Puente Huaylas – Av. María Reiche, por ser la que posee el mayor número de ejes equivalentes reportados. El IMDA (2016) es de 4,451 vehículos (3,063 livianos y 1,388 pesados). La tasa de crecimiento empleada para vehículos livianos es de 1.36% y la de vehículos pesados es de 3.7%. Adicionalmente, se considera que el tránsito generado representa el 5% del tránsito normal. Por lo tanto, se considera un ESAL de Diseño de 52.2 Millones de Ejes Equivalentes.

Con este valor, se obtiene un deflexión admisible de 38.5 1/100mm. Los valores de deflexiones máximas calculados mediante el ensayo de Viga Benkelman son menores que la deflexión máxima admisible según expediente técnico.

Como se observa en las figuras 35 y 36, para el tráfico estimado la estructura de la subrasante presentará un comportamiento satisfactorio ya que las deflexiones características no superan a las deflexiones admisibles.

El análisis presentado corresponde a la metodología empírica, la cual se basa en el cálculo e interpretación de la Deflexión característica y la Deflexión admisible, líneas más abajo se presenta un análisis racional, basado en propiedades elásticas de capas (módulo de elasticidad del terreno de fundación y de la subrasante mejorada), para luego cuantificar valores de resistencia.

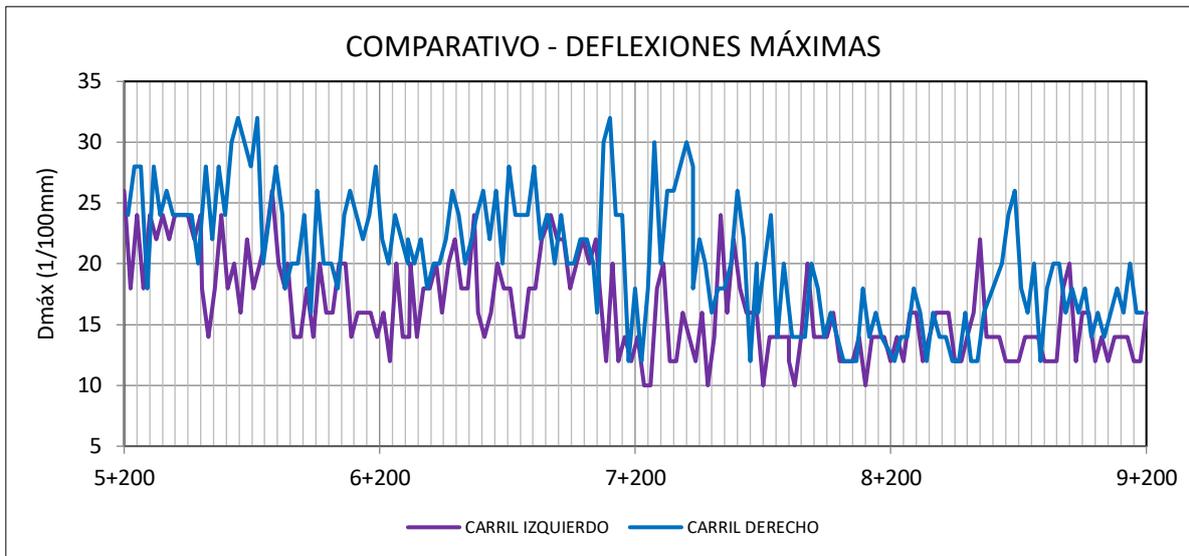


Figura 37. Comparativo de deflexiones máximas entre carriles.

En la Figura 37, se presenta la distribución de deflexiones máximas evaluadas para ambos carriles de la subrasante, se observa que los valores de deflexiones máximas presentan discontinuidad en la mayoría de puntos, en especial del tramo 6+000 al 7+500 donde la diferencia entre carriles es ampliamente mayor.

Asimismo, es notorio una superioridad en los valores correspondientes a deflexiones del carril derecho frente al carril izquierdo, esto puede tener justificación, debido a que, durante la aplicación del ensayo de Viga Benkelman, es recomendable que se restrinja el tránsito vehicular en la vía. En campo, cumplir esta recomendación no fue factible, por lo tanto, las lecturas fueron tomadas tratando de esperar lapsos de ausencia de vehículos.

4.1.2. Análisis del Modelo de Hogg

La metodología de evaluación de capas basada en la interpretación de deflexiones de superficie se sustenta matemáticamente en el Modelo de Hogg y en conceptos de teoría de elasticidad y resistencia de materiales. Los datos necesarios para este procedimiento se dividen en cuatro categorías:

- Datos de carga (P y p)
- Deflexiones medidas (Do, DR y Rc)
- Datos de subrasante (Espesores y características de las capas)
- Parámetros del modelo (H/Lo y μ)

El modelo, por su parte, produce los siguientes datos de salida: Lo y E. La carga de ensayo es generalmente un dato fijo para cada proyecto y deben estar en el rango recomendado de P =18 kilo libras y p=80 psi.

Teniendo los valores de deflexiones mostrados anteriormente, es posible resolver el segundo objetivo específico, el cual se basa en el cálculo del Módulo de Elasticidad, el cual a su vez, depende de ciertos indicadores como son: Radio de curvatura (Rc) y Longitud característica (Lo).

A continuación se muestran los valores de radio de curvatura y longitud característica para ambos carriles del tramo en estudio.

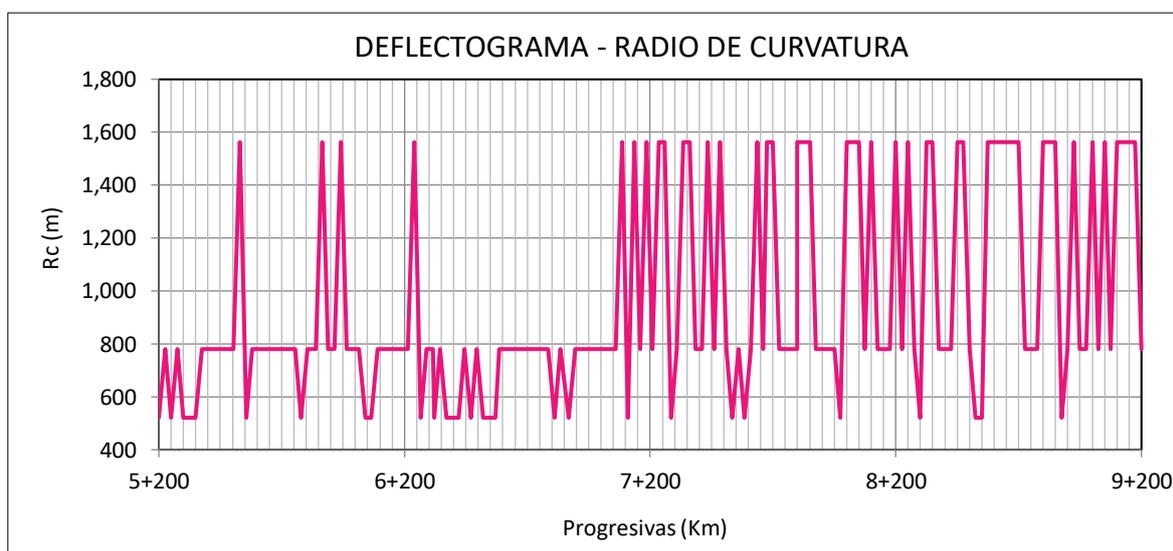


Figura 38. Radio de curvatura para el carril izquierdo.

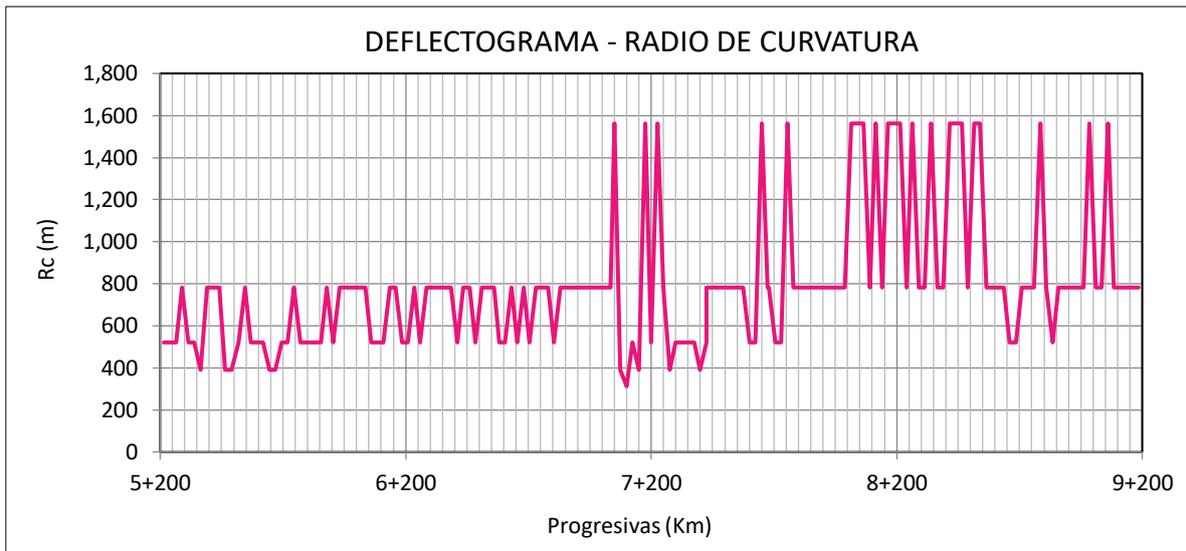


Figura 39. Radio de curvatura para el carril derecho.

La longitud característica L_0 , es por definición, un parámetro que refleja la rigidez relativa entre un pavimento y su subrasante. Por tratarse de una relación de rigideces, el valor de L_0 permite una rápida evaluación del sistema terreno – subrasante.

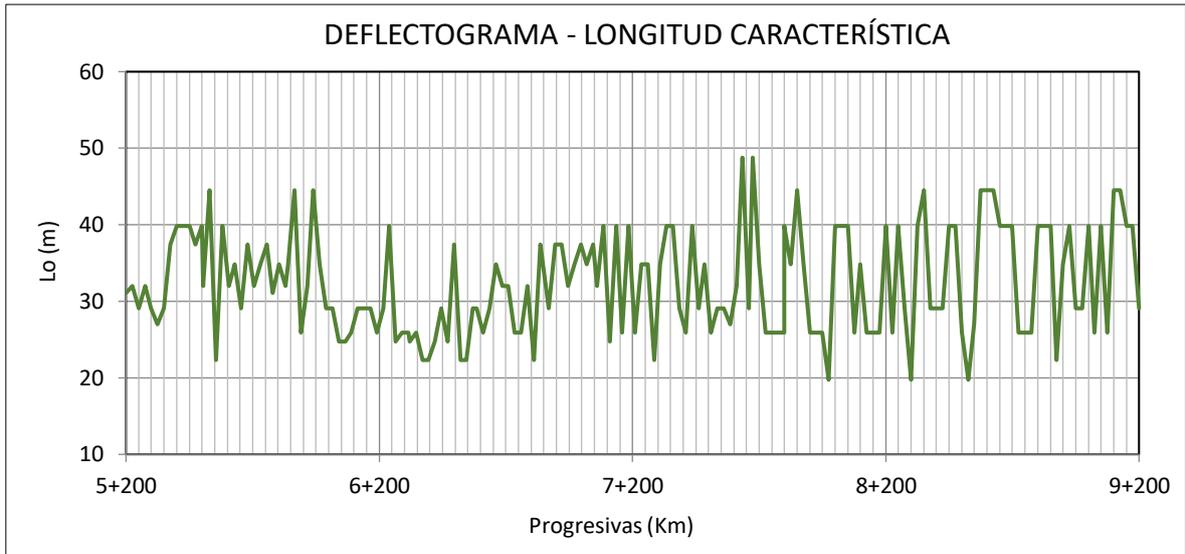


Figura 41. Longitud característica para el carril izquierdo.

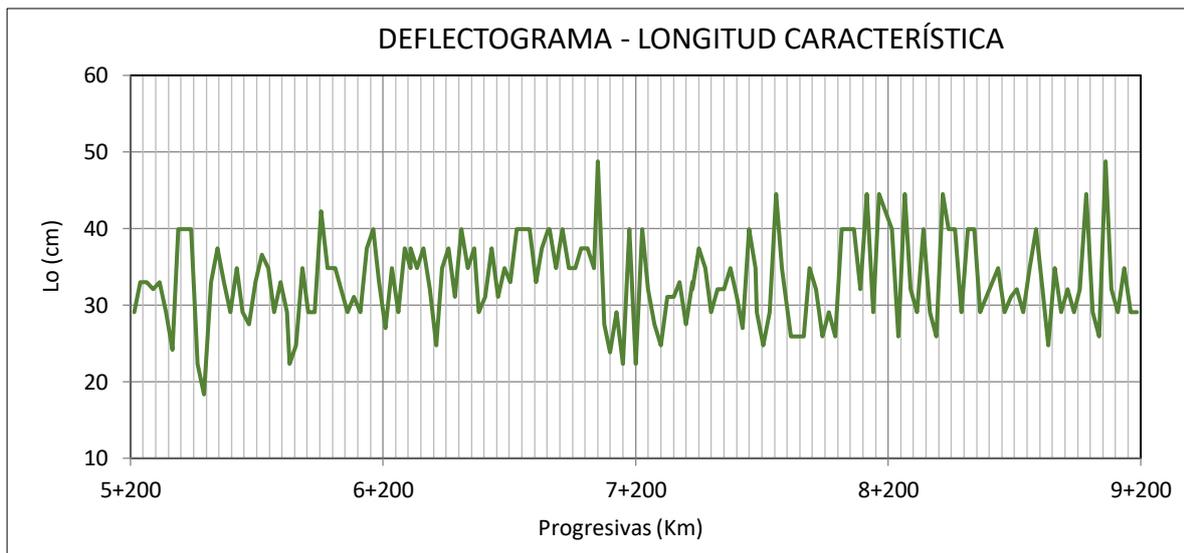


Figura 40. Longitud característica para el carril derecho.

El valor de E representa al Módulo de Elasticidad equivalente o representativo de la capa de subrasante mejorada de espesor “h”. El espesor usado en el procesamiento de datos influye fundamentalmente en el valor de la elasticidad, para la ejecución del mejoramiento de subrasante se utilizó un $h=40\text{cm}$ para los 4 kilómetros de análisis.

Aplicando el modelo matemático de Hogg se procesaron los datos de deflexiones, medidas con la Viga Benkelman. A continuación, se presenta la distribución del Módulo de Elasticidad de la subrasante mejorada para ambos carriles donde se observa que los valores no guardan homogeneidad ni linealidad.

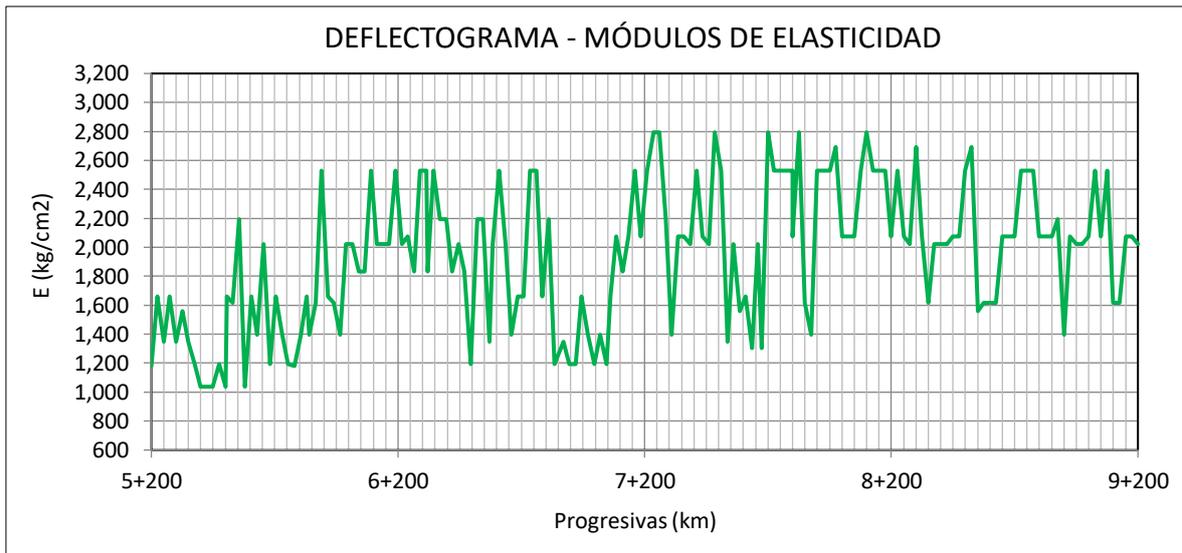


Figura 42. Variación del Módulo de Elasticidad para el carril izquierdo.

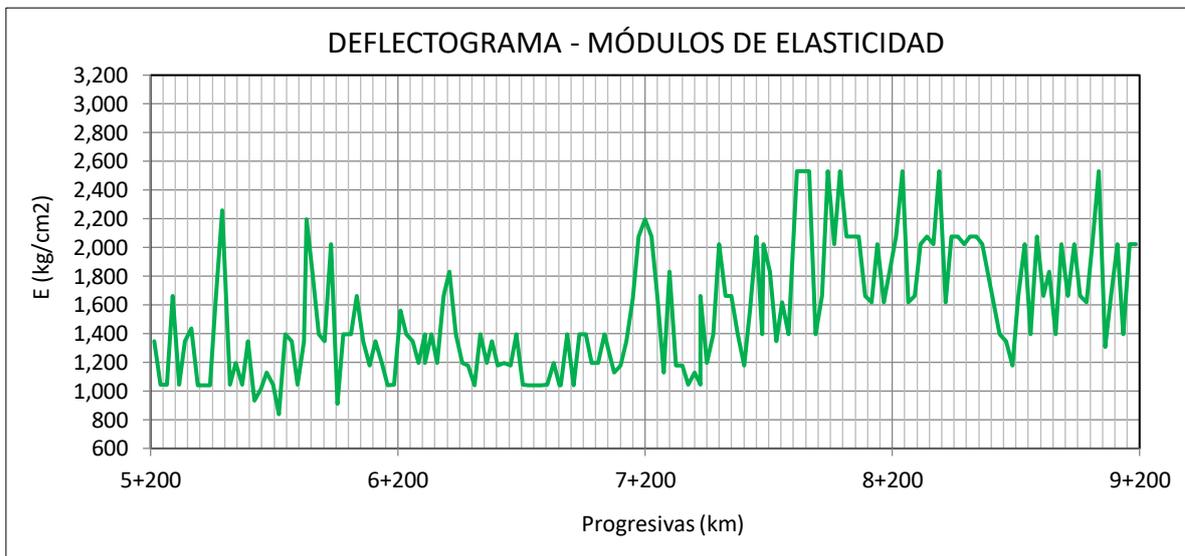


Figura 43. Variación del Módulo de Elasticidad para el carril derecho.

Los valores de espesor y elasticidad de la subrasante están interconectados y son, en cierta medida, intercambiables. Para ilustrar este concepto se debería pensar desde una perspectiva de diseñador, con una subrasante y tráfico dados. El ingeniero diseñador puede optar por un espesor pequeño de excelentes materiales (bajo espesor y alta elasticidad) o un espesor grande de materiales mediocres (alto espesor y baja elasticidad). En ambos casos el responsable del diseño trata de proteger a la subrasante contra esfuerzos excesivos y cuenta con varias combinaciones de “h” y “E” (los extremos serían pavimento rígido vs. pavimento flexible). (Ignacio, 2013, p.92).

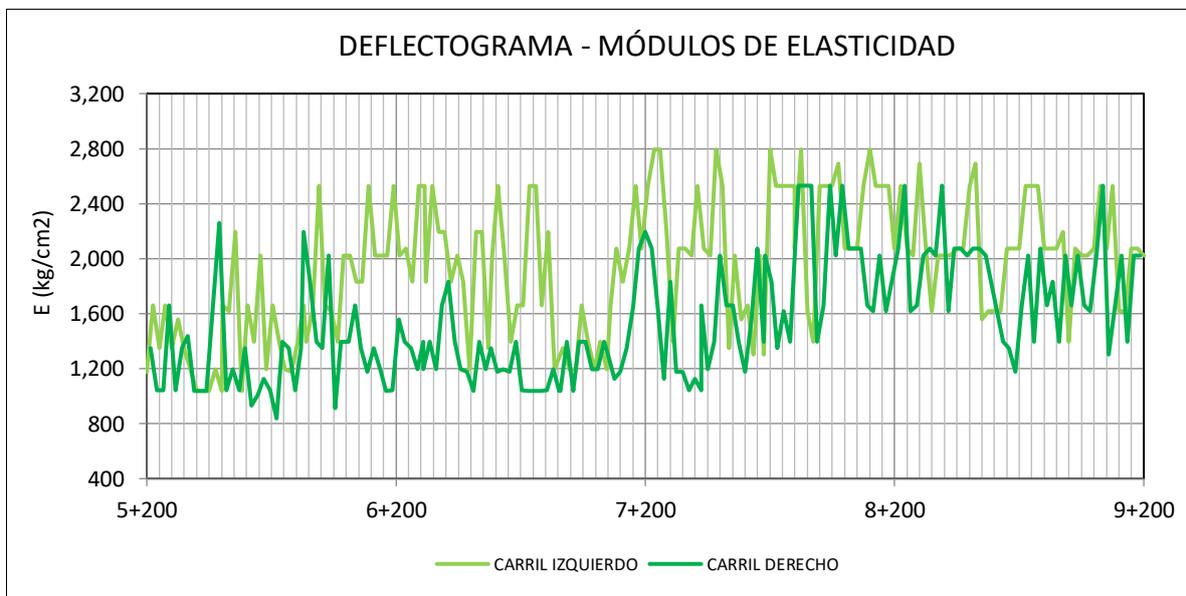


Figura 44. Variación del Módulo de Elasticidad para ambos carriles.

El parámetro de Módulo de Elasticidad de la masa de subsuelo que participa en la deformación del sistema terreno – subrasante, es fundamental para la evaluación de sus capacidad de soporte y verificación de su espesor necesario.

A pesar de que el Módulo de Elasticidad E_o , es una característica mecánica fundamental, para la obtención del espesor de mejoramiento, es necesario realizar una correlación entre este E_o y el valor de CBR, esta relación no distingue el tipo de suelo por lo

que los valores de CBR muchas veces calculados son relativamente “bajos” y necesitan correcciones para adecuarlas más a la situación real del tipo de subrasante que se encuentra en el pavimento.

4.1.3. Verificación del cumplimiento del valor de CBR

Para alcanzar el tercer objetivo específico se necesitó los valores de deflexiones y módulos de elasticidad, y con el apoyo de fórmulas empíricas resulta posible la obtención del valor de capacidad de soporte para la subrasante.

El parámetro de Módulo de Elasticidad de la masa de subsuelo que participa en la deformación del sistema terreno – subrasante. A pesar de que el Módulo E_o es una característica mecánica fundamental, para la obtención del espesor de mejoramiento es necesario realizar una correlación entre este E_o y el valor de CBR, esta relación no distingue el tipo de suelo por lo que los valores de CBR muchas veces calculados son relativamente “bajos” y necesitan correcciones para adecuarlas más a la situación real del tipo de subrasante que se encuentra en el pavimento.

Obtenido el Módulo de Elasticidad, se procedió a calcular el valor de CBR para cada progresiva donde se aprecia la variación del CBR en los 4 kilómetros medidos para ambos carriles. Teniendo en cuenta el valor mínimo de CBR establecido en el expediente técnico de la obra, según Tabla 35.

Tabla 35.
Características del Mejoramiento de la Subrasante por sectores.

INICIO	FIN	ESPEORES DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO (m)		
		CONCRETO	SUB BASE	MEJORAMIENTO
0+000.00	1+500.00	0.26	0.15	0.30

1+500.00	2+500.00	0.26	0.15	0.30	
2+500.00	4+500.00	0.26	0.15	0.30	
4+500.00	10+500.00	0.26	0.15	0.30	(*)
MEJORAMIENTO (*)		Sustitución de terreno por material granular de cantera con CBR>17.5%, compactada al 95% de la MDS.			

Fuente: Expediente técnico.

Las progresivas que fueron evaluadas a través de colores, para representar el cumplimiento de la capacidad de soporte requerida. Dividiendo los resultados en 3 rangos y calificándolas entre malo, regular y bueno, de acuerdo a la Tabla 27.

Tabla 36.

Evaluación de capacidad de soporte CBR.

COLOR	CBR %	CALIFICACIÓN
	6% - 10%	Regular
	10% - 20%	Buena
	20% - 30%	Muy buena

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se aprecian los resultados de capacidad de carga obtenidos mediante la fórmula propuesta por el MTC, para los tramos en estudio.

4.1.3.1. Tramo Km 5+200 al Km 6+200

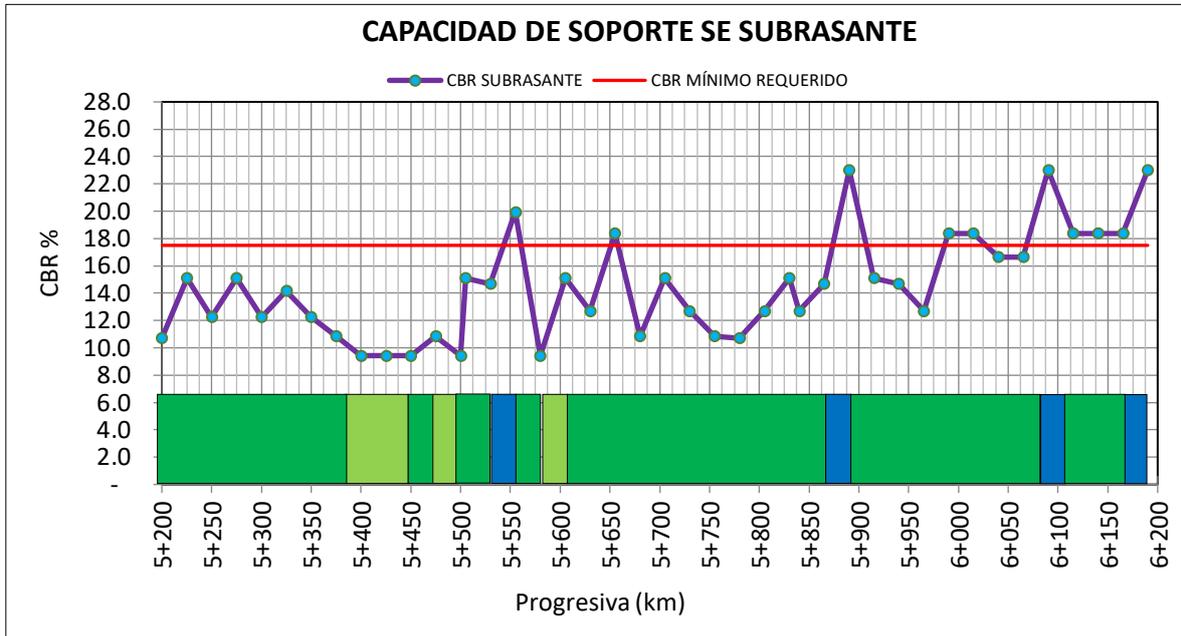


Figura 45. Variación del CBR tramo 5+200 al 6+200.

4.1.3.2. Tramo Km 6+200 al Km 7+200

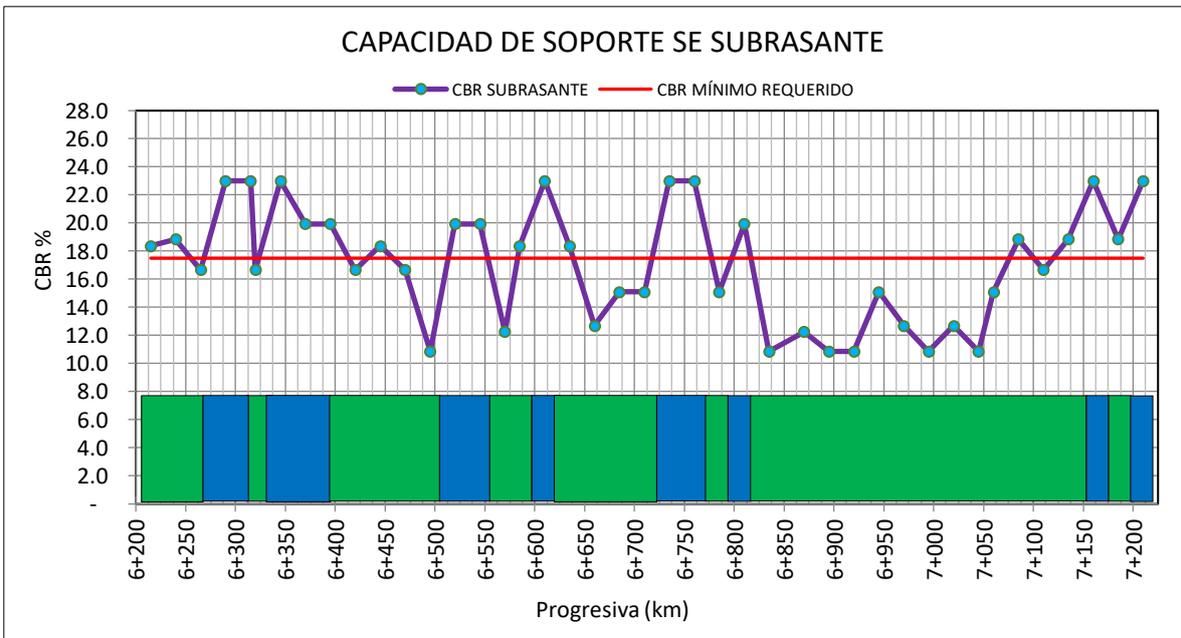


Figura 46. Variación del CBR tramo 6+200 al 7+200.

4.1.3.3. Tramo Km 7+200 al Km 8+200

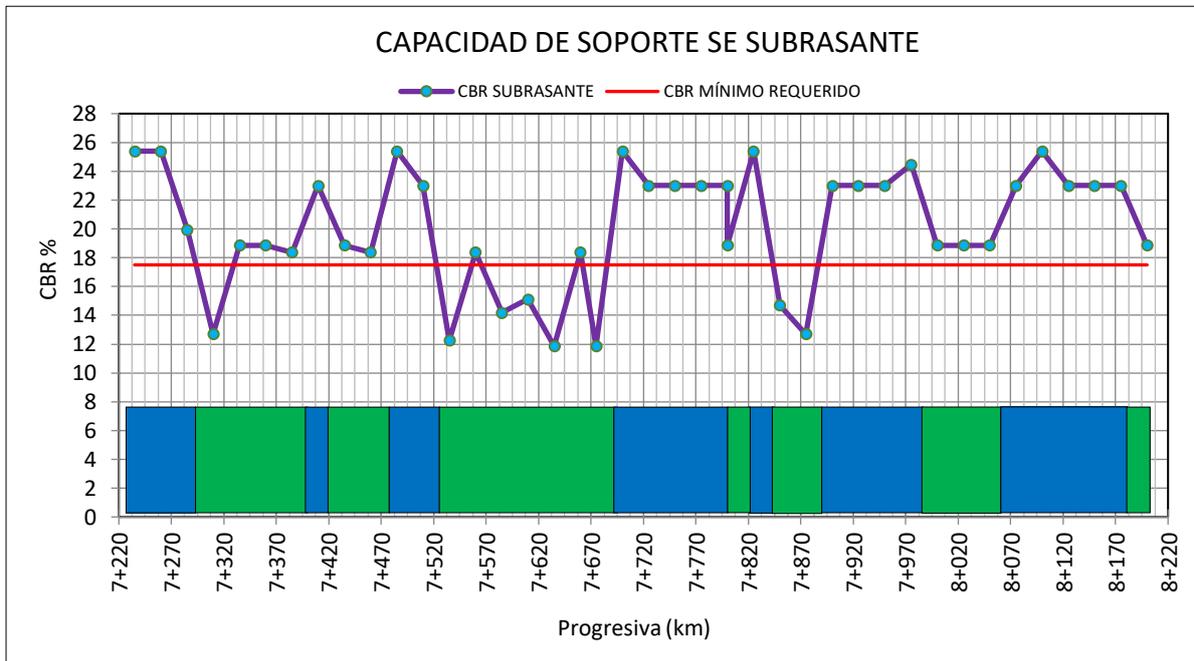


Figura 47. Variación del CBR tramo 7+200 al 8+200.

4.1.3.4. Tramo Km 8+200 al Km 9+200

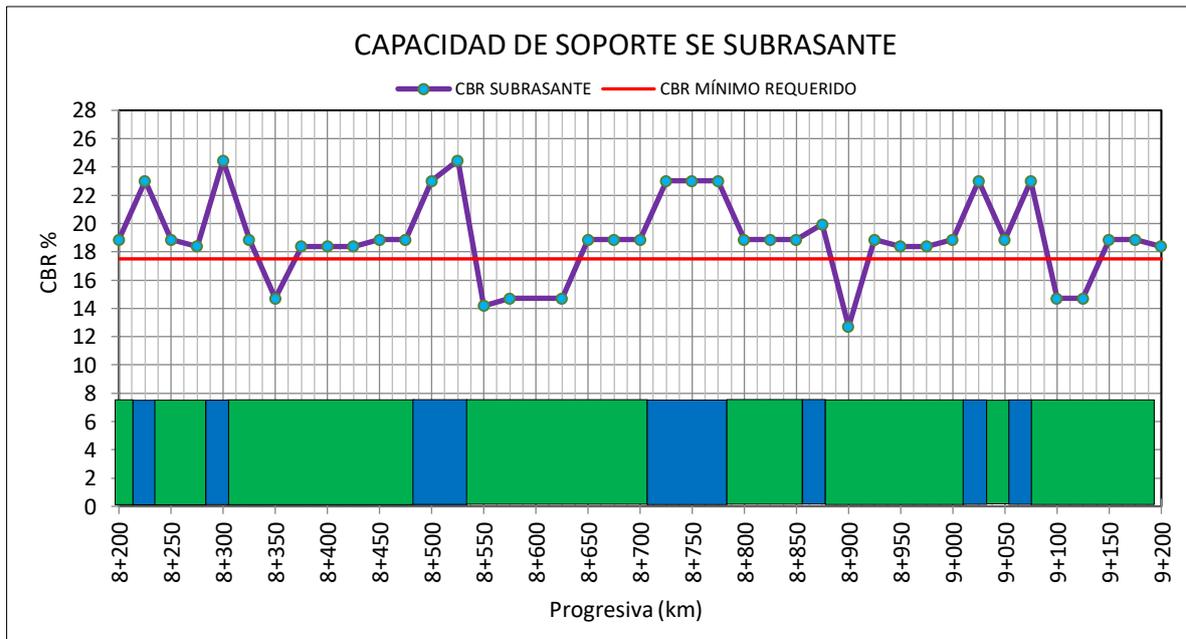


Figura 48. Variación del CBR tramo 8+200 al 9+200.

Mediante las gráficas presentadas es posible identificar progresivas donde el CBR calculado después del proceso de mejoramiento, resulta inferior al mínimo requerido en el expediente técnico de la obra, según Tabla 35.

Asimismo, del estudio de mecánica de suelos se tomó el perfil estratigráfico para evaluar la capacidad de soporte y relacionarla con el tipo de suelo, de acuerdo a la distribución de las calicatas se han tomado secciones donde cada calicata represente el punto medio de la distancia entre calicatas, en dichas secciones promediamos los valores individuales de elasticidad evaluados mediante el análisis elástico que representará a cada sección determinada anteriormente.

4.1.4. Verificación del dimensionado de subrasante

Teniendo los valores de deflexión, módulo de elasticidad y capacidad de soporte de CBR, es posible estimar el espesor necesario, con el cual es posible verificar el cumplimiento del espesor aplicado en campo.

Tabla 37.

Espesor de mejoramiento Km 5+200 al km 6+200

ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE									
Nº	PROGR. Km.	CBR % Izquierdo	CBR % Derecho	CBR % subrasante	Em requerido $y=-10,417x + 108,33$	Espesor requerido	Espesor Aplicado (cm)	Diferencia (cm)	Verificación
1	5+200.00	10.72	12.25	4.49	61.59	55.00	40.00	15.00	No Cumple
2	5+225.00	15.11	9.48	5.30	53.16	45.00	40.00	5.00	No Cumple
3	5+250.00	12.25	9.48	3.87	68.04	60.00	40.00	20.00	No Cumple
4	5+275.00	15.11	15.11	8.11	23.87	15.00	40.00	-25.00	Cumple
5	5+300.00	12.25	9.48	3.87	68.04	60.00	40.00	20.00	No Cumple
6	5+325.00	14.18	12.25	6.21	43.59	35.00	40.00	-5.00	Cumple
7	5+350.00	12.25	13.05	5.65	49.49	40.00	40.00	0.00	Cumple
8	5+375.00	10.86	9.43	3.15	75.55	65.00	40.00	25.00	No Cumple
9	5+400.00	9.43	9.43	2.43	83.02	70.00	40.00	30.00	No Cumple
10	5+425.00	9.43	9.43	2.43	83.02	70.00	40.00	30.00	No Cumple
11	5+450.00	9.43	14.96	5.20	54.20	10.00	40.00	-30.00	Cumple
12	5+475.00	10.86	20.54	8.70	17.70	10.00	40.00	-30.00	Cumple
13	5+500.00	9.43	9.48	2.46	82.74	70.00	40.00	30.00	No Cumple

14	5+505.00	15.11	10.86	5.99	45.97	35.00	40.00	-5.00	Cumple
15	5+530.00	14.70	9.48	5.09	55.29	45.00	40.00	5.00	No Cumple
16	5+555.00	19.95	12.25	9.10	13.52	5.00	40.00	-35.00	Cumple
17	5+580.00	9.43	8.47	1.95	88.04	70.00	40.00	30.00	No Cumple
18	5+605.00	15.11	9.19	5.15	54.70	45.00	40.00	5.00	No Cumple
19	5+630.00	12.70	10.24	4.47	61.78	55.00	40.00	15.00	No Cumple
20	5+655.00	18.38	9.48	6.93	36.13	25.00	40.00	-15.00	Cumple
21	5+680.00	10.86	7.62	2.24	84.99	70.00	40.00	30.00	No Cumple
22	5+705.00	15.11	12.70	6.90	36.42	25.00	40.00	-15.00	Cumple
23	5+730.00	12.70	12.25	5.48	51.30	45.00	40.00	5.00	No Cumple
24	5+755.00	10.86	9.48	3.17	75.26	65.00	40.00	25.00	No Cumple
25	5+780.00	10.72	12.25	4.49	61.59	50.00	40.00	10.00	No Cumple
26	5+805.00	12.70	19.95	9.32	11.19	0.00	40.00	-40.00	Cumple
27	5+830.00	15.11	16.66	8.88	15.78	5.00	40.00	-35.00	Cumple
28	5+840.00	12.70	12.70	5.70	48.96	40.00	40.00	0.00	Cumple
29	5+865.00	14.70	12.25	6.47	40.88	30.00	40.00	-10.00	Cumple
30	5+890.00	23.00	18.38	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
31	5+915.00	15.11	8.28	4.70	59.42	50.00	40.00	10.00	No Cumple
32	5+940.00	14.70	12.70	6.70	38.55	30.00	40.00	-10.00	Cumple
33	5+965.00	12.70	12.70	5.70	48.96	40.00	40.00	0.00	Cumple
34	5+990.00	18.38	15.11	9.74	6.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
35	6+015.00	18.38	12.25	8.31	21.72	10.00	40.00	-30.00	Cumple
36	6+040.00	16.66	10.72	6.69	38.63	30.00	40.00	-10.00	Cumple
37	6+065.00	16.66	12.25	7.46	30.66	20.00	40.00	-20.00	Cumple
38	6+090.00	23.00	10.86	9.93	4.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
39	6+115.00	18.38	9.43	6.90	36.42	25.00	40.00	-15.00	Cumple
40	6+140.00	18.38	9.48	6.93	36.13	25.00	40.00	-15.00	Cumple
41	6+165.00	18.38	14.18	9.28	11.69	0.00	40.00	-40.00	Cumple
42	6+190.00	23.00	14.18	11.59	-12.41	0.00	40.00	-40.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que en más del 40% de los valores, el espesor de mejoramiento de subrasante es insuficiente. Mayor parte de estas deficiencias van desde el km 5+200 hasta el km 5+780, a partir de esta progresiva los valores de CBR son mayores, por lo que, el espesor aplicado en campo resulta suficiente para un buen comportamiento de la subrasante.

Tabla 38.

Espesor de mejoramiento Km 6+200 al km 7+200

ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE									
Nº	PROGR. Km.	CBR % Izquierdo	CBR % Derecho	CBR %	Em requerido $y=-10,417x + 108,33$	Espesor Requerido	Espesor Aplicado (cm)	Diferencia (cm)	Verificación
1	6+215.00	18.38	12.70	8.54	19.39	10.00	40.00	-30.00	Cumple
2	6+240.00	18.86	12.25	8.56	19.21	10.00	40.00	-30.00	Cumple
3	6+265.00	16.66	10.86	6.76	37.89	30.00	40.00	-10.00	Cumple
4	6+290.00	23.00	12.70	10.85	-4.71	0.00	40.00	-40.00	Cumple
5	6+315.00	23.00	10.86	9.93	4.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
6	6+320.00	16.66	12.70	7.68	28.33	20.00	40.00	-20.00	Cumple
7	6+345.00	23.00	10.86	9.93	4.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
8	6+370.00	19.95	15.11	10.53	-1.35	0.00	40.00	-40.00	Cumple
9	6+395.00	19.95	16.66	11.31	-9.44	0.00	40.00	-40.00	Cumple
10	6+420.00	16.66	12.70	7.68	28.33	20.00	40.00	-20.00	Cumple
11	6+445.00	18.38	10.86	7.62	28.95	20.00	40.00	-20.00	Cumple
12	6+470.00	16.66	10.72	6.69	38.63	30.00	40.00	-10.00	Cumple
13	6+495.00	10.86	9.43	3.15	75.55	65.00	40.00	25.00	No Cumple
14	6+520.00	19.95	12.70	9.32	11.19	0.00	40.00	-40.00	Cumple
15	6+545.00	19.95	10.86	8.41	20.75	5.00	40.00	-35.00	Cumple
16	6+570.00	12.25	12.25	5.25	53.63	45.00	40.00	5.00	No Cumple
17	6+585.00	18.38	10.72	7.55	29.69	20.00	40.00	-20.00	Cumple
18	6+610.00	23.00	10.86	9.93	4.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
19	6+635.00	18.38	10.72	7.55	29.69	20.00	40.00	-20.00	Cumple
20	6+660.00	12.70	12.70	5.70	48.96	40.00	40.00	0.00	Cumple
21	6+685.00	15.11	9.48	5.30	53.16	45.00	40.00	5.00	No Cumple
22	6+710.00	15.11	9.43	5.27	53.45	45.00	40.00	5.00	No Cumple
23	6+735.00	23.00	9.43	9.22	12.32	5.00	40.00	-35.00	Cumple
24	6+760.00	23.00	9.43	9.22	12.32	5.00	40.00	-35.00	Cumple
25	6+785.00	15.11	9.48	5.30	53.16	45.00	40.00	5.00	No Cumple
26	6+810.00	19.95	10.86	8.41	20.75	10.00	40.00	-30.00	Cumple
27	6+835.00	10.86	9.43	3.15	75.55	65.00	40.00	25.00	No Cumple
28	6+870.00	12.25	9.43	3.84	68.32	60.00	40.00	20.00	No Cumple
29	6+895.00	10.86	12.70	4.78	58.52	50.00	40.00	10.00	No Cumple
30	6+920.00	10.86	9.43	3.15	75.55	65.00	40.00	25.00	No Cumple
31	6+945.00	15.11	12.70	6.90	36.42	25.00	40.00	-15.00	Cumple
32	6+970.00	12.70	12.70	5.70	48.96	40.00	40.00	0.00	Cumple
33	6+995.00	10.86	10.86	3.86	68.08	60.00	40.00	20.00	No Cumple
34	7+020.00	12.70	10.86	4.78	58.52	50.00	40.00	10.00	No Cumple
35	7+045.00	10.86	12.70	4.78	58.52	50.00	40.00	10.00	No Cumple
36	7+060.00	15.11	11.86	6.48	40.78	30.00	40.00	-10.00	Cumple
37	7+085.00	18.86	10.24	7.55	29.69	20.00	40.00	-20.00	Cumple
38	7+110.00	16.66	10.72	6.69	38.66	30.00	40.00	-10.00	Cumple
39	7+135.00	18.86	12.25	8.56	19.21	10.00	40.00	-30.00	Cumple
40	7+160.00	23.00	14.96	11.98	-16.51	0.00	40.00	-40.00	Cumple
41	7+185.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple

42	7+210.00	23.00	19.95	14.48	-42.48	0.00	40.00	-40.00	Cumple
----	-----------------	-------	-------	-------	--------	------	-------	--------	--------

Fuente: Elaboración propia.

Se aprecia que de 41 puntos de ensayos 12 no cumplen con el espesor de mejoramiento necesario según correlación deflectométrica, haciendo más del 28% del total de datos obtenidos. El espesor de mejoramiento de subrasante es insuficiente desde el km 6+685 hasta el km 7+045, a partir de esta progresiva los valores de CBR son mayores, por lo que, el espesor aplicado en campo resulta suficiente para un buen comportamiento de la subrasante.

Tabla 39.

Espesor de mejoramiento Km 7+200 al km 8+200

ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE									
Nº	PROGR. Km.	CBR % Izquierdo	CBR % Derecho	CBR %	Em requerido $y=-10,417x + 108,33$	Espesor Requerido	Espesor Aplicado (cm)	Diferencia (cm)	Verificación
1	7+235.00	25.40	18.86	15.13	-49.26	0.00	40.00	-40.00	Cumple
2	7+260.00	25.40	15.11	13.25	-29.72	0.00	40.00	-40.00	Cumple
3	7+285.00	19.95	10.24	8.09	24.01	15.00	40.00	-25.00	Cumple
4	7+310.00	12.70	16.66	7.68	28.33	20.00	40.00	-20.00	Cumple
5	7+335.00	18.86	10.72	7.79	27.18	20.00	40.00	-20.00	Cumple
6	7+360.00	18.86	10.72	7.79	27.18	20.00	40.00	-20.00	Cumple
7	7+385.00	18.38	9.48	6.93	36.13	25.00	40.00	-15.00	Cumple
8	7+410.00	23.00	10.24	9.62	8.10	0.00	40.00	-40.00	Cumple
9	7+435.00	18.86	9.48	7.17	33.62	25.00	40.00	-15.00	Cumple
10	7+460.00	18.38	15.11	9.74	6.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
11	7+485.00	25.40	10.86	11.13	-7.62	0.00	40.00	-40.00	Cumple
12	7+510.00	23.00	12.70	10.85	-4.71	0.00	40.00	-40.00	Cumple
13	7+535.00	12.25	18.38	8.31	21.72	10.00	40.00	-30.00	Cumple
14	7+560.00	18.38	15.11	9.74	6.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
15	7+585.00	14.18	15.11	7.64	28.72	20.00	40.00	-20.00	Cumple
16	7+610.00	15.11	12.70	6.90	36.42	25.00	40.00	-15.00	Cumple
17	7+635.00	11.86	10.72	4.29	63.62	55.00	40.00	15.00	No Cumple
18	7+660.00	18.38	14.18	9.28	11.69	5.00	40.00	-35.00	Cumple
19	7+675.00	11.86	18.86	8.36	21.24	10.00	40.00	-30.00	Cumple
20	7+700.00	25.40	12.70	12.05	-17.18	0.00	40.00	-40.00	Cumple
21	7+725.00	23.00	18.38	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
22	7+750.00	23.00	16.66	12.83	-25.35	0.00	40.00	-40.00	Cumple
23	7+775.00	23.00	12.25	10.63	-2.38	0.00	40.00	-40.00	Cumple
24	7+800.00	23.00	14.70	11.85	-15.13	0.00	40.00	-40.00	Cumple

25	7+800.00	18.86	12.70	8.78	16.88	5.00	40.00	-35.00	Cumple
26	7+825.00	25.40	23.00	17.20	-70.85	0.00	40.00	-40.00	Cumple
27	7+850.00	14.70	23.00	11.85	-15.13	0.00	40.00	-40.00	Cumple
28	7+875.00	12.70	23.00	10.85	-4.71	0.00	40.00	-40.00	Cumple
29	7+900.00	23.00	12.70	10.85	-4.71	0.00	40.00	-40.00	Cumple
30	7+925.00	23.00	15.11	12.06	-17.26	0.00	40.00	-40.00	Cumple
31	7+950.00	23.00	23.00	16.00	-58.39	0.00	40.00	-40.00	Cumple
32	7+975.00	24.46	18.38	14.42	-41.88	0.00	40.00	-40.00	Cumple
33	8+000.00	18.86	23.00	13.93	-36.80	0.00	40.00	-40.00	Cumple
34	8+025.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple
35	8+050.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple
36	8+075.00	23.00	18.86	13.93	-36.80	0.00	40.00	-40.00	Cumple
37	8+100.00	25.40	15.11	13.25	-29.72	0.00	40.00	-40.00	Cumple
38	8+125.00	23.00	14.70	11.85	-15.13	0.00	40.00	-40.00	Cumple
39	8+150.00	23.00	18.38	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
40	8+175.00	23.00	14.70	11.85	-15.13	0.00	40.00	-40.00	Cumple
41	8+200.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Para este tramo, se aprecia que de 41 puntos de ensayos solo 1 no cumple con el espesor de mejoramiento necesario según correlación deflectométrica. En la mayoría de progresivas los valores de CBR son mayores, por lo que, el espesor aplicado en campo resulta suficiente para un buen comportamiento de la subrasante.

Tabla 40.

Espesor de mejoramiento Km 8+200 al km 9+200

ESPESOR DE MEJORAMIENTO DE LA SUBRASANTE									
Nº	PROGR. Km.	CBR % Izquierdo	CBR % Derecho	CBR %	Em requerido $y=-10,417x + 108,33$	Espesor Requerido	Espesor Aplicado (cm)	Diferencia (cm)	Verificación
1	8+200.00	18.86	23.00	13.93	-36.80	0.00	40.00	-40.00	Cumple
2	8+225.00	23.00	23.00	16.00	-58.39	0.00	40.00	-40.00	Cumple
3	8+250.00	18.86	23.00	13.93	-36.80	0.00	40.00	-40.00	Cumple
4	8+275.00	18.38	14.70	9.54	8.98	0.00	40.00	-40.00	Cumple
5	8+300.00	24.46	15.11	12.79	-24.85	0.00	40.00	-40.00	Cumple
6	8+325.00	18.86	18.38	11.62	-12.70	0.00	40.00	-40.00	Cumple
7	8+350.00	14.70	18.86	9.78	6.47	0.00	40.00	-40.00	Cumple
8	8+375.00	18.38	18.38	11.38	-10.19	0.00	40.00	-40.00	Cumple
9	8+400.00	18.38	23.00	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
10	8+425.00	18.38	14.70	9.54	8.98	0.00	40.00	-40.00	Cumple
11	8+450.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple

12	8+475.00	18.86	18.86	11.86	-15.21	0.00	40.00	-40.00	Cumple
13	8+500.00	23.00	18.38	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
14	8+525.00	24.46	18.86	14.66	-44.39	0.00	40.00	-40.00	Cumple
15	8+550.00	14.18	18.86	9.52	9.18	0.00	40.00	-40.00	Cumple
16	8+575.00	14.70	18.38	9.54	8.98	0.00	40.00	-40.00	Cumple
17	8+625.00	14.70	12.70	6.70	38.55	30.00	40.00	-10.00	Cumple
18	8+650.00	18.86	12.25	8.56	19.21	10.00	40.00	-30.00	Cumple
19	8+675.00	18.86	10.72	7.79	27.18	15.00	40.00	-25.00	Cumple
20	8+700.00	18.86	15.11	9.98	4.33	0.00	40.00	-40.00	Cumple
21	8+725.00	23.00	18.38	13.69	-34.29	0.00	40.00	-40.00	Cumple
22	8+750.00	23.00	12.70	10.85	-4.71	0.00	40.00	-40.00	Cumple
23	8+775.00	23.00	18.86	13.93	-36.80	0.00	40.00	-40.00	Cumple
24	8+800.00	18.86	15.11	9.98	4.33	0.00	40.00	-40.00	Cumple
25	8+825.00	18.86	16.66	10.76	-3.75	0.00	40.00	-40.00	Cumple
26	8+850.00	18.86	12.70	8.78	16.88	5.00	40.00	-35.00	Cumple
27	8+875.00	19.95	18.38	12.16	-18.38	0.00	40.00	-40.00	Cumple
28	8+900.00	12.70	15.11	6.90	36.42	25.00	40.00	-15.00	Cumple
29	8+925.00	18.86	18.38	11.62	-12.70	0.00	40.00	-40.00	Cumple
30	8+950.00	18.38	15.11	9.74	6.84	0.00	40.00	-40.00	Cumple
31	8+975.00	18.38	14.70	9.54	8.98	0.00	40.00	-40.00	Cumple
32	9+000.00	18.86	18.38	11.62	-12.70	0.00	40.00	-40.00	Cumple
33	9+025.00	23.00	23.00	16.00	-58.39	0.00	40.00	-40.00	Cumple
34	9+050.00	18.86	11.86	8.36	21.24	10.00	40.00	-30.00	Cumple
35	9+075.00	23.00	15.11	12.06	-17.26	0.00	40.00	-40.00	Cumple
36	9+100.00	14.70	18.38	9.54	8.98	0.00	40.00	-40.00	Cumple
37	9+125.00	14.70	12.70	6.70	38.55	30.00	40.00	-10.00	Cumple
38	9+150.00	18.86	18.38	11.62	-12.70	0.00	40.00	-40.00	Cumple
39	9+175.00	18.86	18.38	11.62	-12.70	0.00	40.00	-40.00	Cumple
40	9+200.00	18.38	18.38	11.38	-10.19	0.00	40.00	-40.00	Cumple

Fuente: Elaboración propia.

Para este tramo, se aprecia que los 40 puntos de ensayos cumplen con el espesor de mejoramiento necesario según correlación deflectométrica, por lo que, el espesor aplicado en campo resulta suficiente para un buen comportamiento de la subrasante.

Capítulo V. Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones:

5.1.1. Conclusión general:

Conforme a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se aprecia que las variaciones de deflexiones, Módulos de Elasticidad y CBR son altas. Si bien los datos fueron calculados cada 25 metros, los estratos de suelo no varían a tan corta distancia por lo que, las deflexiones, Módulos de Elasticidad, CBR y espesor de mejoramiento no deberían variar demasiado.

Por lo tanto, se puede concluir lo siguiente:

- Es necesario un estudio deflectométrico para el cálculo del espesor de mejoramiento de la subrasante, debido a que en campo solo se toma valores de CBR en puntos muy distantes entre sí, para luego homogenizar el espesor para un tramo extenso. Según Expediente Técnico de la progresiva Km. 4+000 al K. 10+000 es necesario un espesor mínimo de 30cm, en campo el espesor ejecutado fue de 40cm. Esto implica que casi 6 kilómetros de suelo fueron homogenizados, dato que se contradice con el estudio de mecánica de suelos y con los valores obtenidos mediante correlación deflectométrica.
- Siguiendo un análisis deflectométrico el tramo total de estudio presenta distintas características, las cuales demandan un proceso más detallado de dimensionado de subrasante, especialmente en los siguientes sectores: Del km 5+200 hasta el km 5+780 y del km 6+685 hasta el km 7+045. En estas progresivas se aprecia un déficit de espesor de mejoramiento. Por lo tanto, esto muestra que el método de correlación deflectométrica resulta más eficiente, verídico y preciso para el cálculo de los espesores de mejoramiento de una subrasante.

- Al verificar el total de puntos de ensayos, se tiene que: De 124 progresivas en análisis, 30 no cumplen con el espesor requerido, expresando un total de 24% de puntos deficientes para el tramo en estudio.

5.1.2. Conclusiones específicas:

Conforme a los resultados obtenidos en el capítulo anterior, se compararon las deflexiones máximas sobre la subrasante mejorada del tramo en estudio, para ambos carriles.

Por lo tanto, se puede concluir lo siguiente:

- En el tramo en estudio que comprende desde la progresiva Km. 5+200 a la progresiva Km. 9+200, las deflexiones máximas calculadas son inferiores a las deflexiones admisibles para ambos carriles del tramo en estudio, por lo tanto, se encuentra dentro de los parámetros aceptables según normativa.
- La comparativa de deflexiones máximas entre carriles mostró diferencias significativas de 14, 16 y 18 (0.01mm) lo cual no resulta coherente, debido a que los ensayos fueron ejecutados en las mismas progresivas pero en distintos carriles con una separación de 3.50 metros aproximadamente.
- El Modelo de Hogg resultó adecuado para la obtención de parámetros como el Módulo de Elasticidad de la subrasante y el espesor de mejoramiento necesario para la misma capa. A partir de este método, se logró elaborar, de manera adicional, una herramienta digital que permita facilitar el procedimiento de cálculo de propiedades estructurales de suelo a mejorar.
- Se verificó que las características de los materiales y ensayos de control de calidad no cumplieron en su totalidad con las especificaciones técnicas del proyecto como se puede observar en las gráficas. Los valores obtenidos para la capacidad de soporte CBR si bien son adecuados según los parámetros del Manual de Carreteras, son

menores al mínimo requerido, según Expediente técnico demandaba un $CBR > 17.5\%$.

5.2. Recomendaciones:

- Llevar a cabo la ejecución del ensayo de Deflexiones con la viga Benkelman con el mayor cuidado posible, verificando los valores de entrada necesarios para la obtención de lecturas confiables.
- Establecer una secuencia específica para el estudio de mecánica de suelos que permita conocer las propiedades del suelo de fundación, y con esto calcular el espesor necesario de mejoramiento.
- Se recomienda seguir el proceso de cálculo de espesor de mejoramiento de subrasante mediante correlación deflectométrica, debido a que en ciertos tramos el espesor podría reducirse, generando ahorros significativos de uso de material, personal y maquinaria.
- Reconocer las limitaciones del ensayo de CBR (condiciones estándares de humedad y compactación, confinamiento, escala de ejecución), el CBR es un parámetro cuyo uso debe estar condicionado al completo entendimientos de estas limitaciones, con lo cual, debería ser considerado solo como un valor de referencia, debiendo ser contrastado o verificado con métodos como el ensayo de Viga Benkelman.
- Fomentar el uso de la Viga Benkelman no sólo para fines de evaluación estructural sino de diseño de pavimentos, debido su confiabilidad. Aunque resulte más costoso, un análisis completo de acuerdo al tiempo de vida útil para la que se diseña podría mostrar las ventajas de la aplicación de dicho ensayo.

Referencias Bibliográficas

Acevedo, C., Henao. L. (2016). “Determinación del módulo de reacción (k) para el conjunto de capa triturada y sub-rasante”. Tesis de grado. Universidad de Cartagena.

Balarezo, J. (2017). “Evaluación estructural usando viga Benkelman aplicada a un pavimento”. Tesis de Grado en Ingeniería Civil. Universidad de Piura. Piura, Perú. 168p.

Carrera, G. (2010). “Control de la deflexión con viga Benkelman monitoreo de conservación carretera Cañete – Huancayo Km. 110+00 Al Km112+000”. Tesis de Grado. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 96p.

Carahuatay, R. (2015). “Determinación del comportamiento estructural del pavimento flexible de la carretera San Miguel – Pablo, tramo San Miguel – Sunuden; mediante el análisis deflectométrico”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Cajamarca. Perú.

Calderón, J. (2015). “Evaluación de capas granulares en pavimentos flexibles con el deflectómetro de impacto liviano”. Tesis de grado. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). Metodología de la Investigación (5ta Edición ed.). (J. M. Chacón, Ed.) México: McGRAW-HILL.

Hoffman, M. (1977). Application of Elasticity Models for the evaluation of flexible Pavements. Transportation Research Institute Technion Israel, 15-664.

Hogg, A. (1994). Equilibrium of a Thin Slab on an Elastic Foundation of Finite Depth. Philosophical Magazine Series 7, 265-276.

Huang, Y. (1993). Pavement Analysis and Design Prentice Hall. United States of America.

Koscovic, D. (2015). “Análise mecânica de um pavimento flexível restaurado a partir do MR obtenido em diferentes software de retronálise com dados de viga Benkelman”. Revista de Engenharia Civil IMED. 71-86p.

Llamazares, O. (1966). “Dimensionado del refuerzo de pavimentos flexibles a partir de las deflexiones determinadas con la viga de Benkelman”. Informes de la construcción Vol.19, n°180.

Olarte, J. (2015). “Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera Puente Raither – puente Paucartambo”. Tesis de Maestría en Transportes. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú. 141p.

Oviedo, R (2013). “Mejoramiento de subrasantes de baja capacidad portante por medio de la aplicación de correlación deflectométrica. Investigación Profesional”. Lima, Perú. 32p.

Robles, V. (2016). “Evaluación y diagnóstico del pavimento flexible en la carretera Cátac – Huari, tramo Cátac – Querococha, utilizando la viga Benkelman y el método PCI”. Tesis de grado. Universidad Cesar Vallejo. Lima, Perú.

Reyes, F. (1999). Diseño de Pavimentos por Métodos Racionales. Bogotá: Universidad de Los Andes.

Sandoval, C. (2001). “Estudo comparativo entre medidas de deflexão com viga benkelman e fwd em pavimentos da malha rodoviária estadual de santa Catarina”. Tesis de Maestría en Ingeniería Civil. Universidad Federeal de Santa Catarina. Florida.

Timaná, J. (2012). Evaluación de la Subrasante. Diseño de Pavimentos. Piura: Curso de Pregrado. Universidad de Piura.

Timoshenko, S., & Woinowsky, S. (1975). Teoría de Placas y Láminas. España: Urmo SA.

Valencia, C. (2014). “Análisis de la relación del coeficiente de balasto y su incidencia en la estabilidad estructural de un edificio de 7 pisos de hormigón armado en la parroquia la matriz, Cantón Ambato, provincia Tungurahua”. Tesis de grado. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Vargas, M. (2017). “Metodología para la estimación del número estructural efectivo de los pavimentos flexibles recién construidos y su capacidad estructural”. Tesis de grado. Universidad Militar Nueva Granada. Bogotá.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras. “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” EG-2013. Revisada y Corregida a junio 2013. http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/P_recientes/4955.pdf

Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras. “Manual de Ensayo de Materiales”. Edición Mayo de 2016. https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual%20Ensayo%20de%20Materiales.pdf

ANEXOS

ANEXO N° 1

Estudio Generales

Estudios Especializados

ANEXO N° 2

Reporte de ensayo de Viga Benkelman

ANEXO N° 3

Ejecución del Modelo de Hogg

ANEXO N° 4

Panel fotográfico



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-01
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

UBICACIÓN : 2 +650

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.60		Relleno de arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media; contaminado con ladrillo y bolsas.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media.	SP A-3(1)	4.67	94.70	0.63	--	--	NP	4	M-01
1.90											
2.00											
3.00											
4.00											

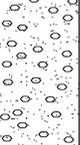
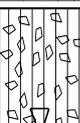
OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:		A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-26
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 3 + 160	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.05		Carpeta Asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.25		Afirmado, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.90		Relleno grava, color gris, humeda, no plastica, compacidad de media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Relleno no controlado, color gris oscuro, muy humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; contaminado con plásticos y ladrillos en 40%. N.F. 1.30m.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.30											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Zona con superficie con deformaciones y huecos de la progresiva 3 + 000 a 3 + 480 presencia de relleno.

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-09
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 5 + 450

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				< a 0.075 mm	0.075 a 4.750 mm	4.750 a 75 mm	> a 75 mm				

0.45		Grava mal graduada con limo y arena, color gris, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; piedras menores de 1 1/2".	GP-GM A-1-a(1)	7.19	36.85	55.96	--	--	NP	2	M-01
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	SP A-3(1)	1.98	97.98	0.04	--	--	NP	2	M-02
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : No hay deformación pero si peladura severa.

Elaborado por	
Nombre / Función:	D
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D
	M:
Firma:	A:



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. CALICATA : CV-06
 MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL REALIZADO : C.S.C
 SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. REVISADO : C.T.C
UBICACIÓN : 4 + 250 FECHA : 03/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Relleno de arena con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.35		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	SP A-3(1)	3.52	95.03	1.45	--	--	NP	6.0	M-01
1.00		Arena mal graduada, color beige, muy húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	SP A-3(1)	1.59	98.41	0.00	--	--	NP	12	M-02
1.20											
1.90											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



Compañía de Obras Públicas y Puertos



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA :** CV-16
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 9+ 500

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.30		Relleno de grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; restos de bolsas de plásticos.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena limosa, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos); similar CV-12 - M-01.	SM A-2-4(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.65											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



DVC

UNA EMPRESA DEL GRUPO FLESAH



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
Compañía de Obras Públicas y Puertos



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA :** CV-02
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

UBICACIÓN : 3 + 050

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Arena con grava, color dorado, húmeda, no plástica, compacidad alta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40		Arena mal graduada, color beige, húmeda, compacidad media a suelta	SP A-3(1)	3.52	95.68	0.79	--	--	NP	15.0	M-01
0.80		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad suelta; N.F. 1.00 m									
1.00			SP A-3(1)	2.97	92.98	4.05	--	--	NP	18.0	M-02
1.70											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-25
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 3 + 080	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.50		Relleno de desmonte sobre estructura existente de asfalto sobre base contaminado.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.90		Relleno de arena, color marron, humeda, no plastica, compacidad de media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; presencia de N.F. 1.30m	SP A-3(1)	2.54	97.25	0.21	--	--	NP	21	M-01
1.30											
1.40											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-07
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 4 + 600	FECHA	: 03/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Relleno de arena con grava, color beige, humedad ligera, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40											
		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar al CV-06 - M-01.	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.95											
1.00		Arena mal graduada, color beige, humedad elevada, no plástica, compacidad media a suelta.	SP A-3(1)	2.37	97.63	0.00	--	--	NP	18	M-01
1.60											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



CONTRATADA EN OBRAS PÚBLICAS Y PRIVADAS

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686



Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-08

Versión: 01

Fecha: 10-10-2018

N° Registro:

Página 3 de 30

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-03
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

UBICACIÓN : 3 + 200

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

1.00		Relleno confinado, no controlado; N.F 1.90 m	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.90		Arena mal graduada con limo, color gris oscuro, humedad elevada, no plastico, compacidad media; hacia el lado derecho el relleno contaminado alcanza la profundidad de excavación.	SP-SM A-2-4(0)	11.42	85.73	2.84	--	--	NP	24	M-01
2.00											
2.20											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Se encontró al lado derecho material contaminado que alcanza la altura de excavación.

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



DVC

UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
Compañía de Obras Públicas y Puertos

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR
TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN,
DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE
LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-08

Versión: 01

Fecha: 10-10-2018

N° Registro:

Página 4 de 30

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-04
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

UBICACIÓN : 3 + 550

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
				AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%

0.09		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40		Grava mal graduada con limo y arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media.	GP-GM A-1-a(0)	10.84	34.83	54.33	--	--	NP	4	M-01
0.85		Grava mal graduada con limo y arena, color gris, humedad elevada, compacidad media; piedras de 3"-8" en 20%, N.F. 0.85	GP-GM A-1-a(1)	7.36	33.31	59.34	--	--	NP	8	M-02
1.00											
1.40											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-21
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 11/10/2018

UBICACIÓN : 1 + 300

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.05		Carpeta Asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40		Relleno de arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media; con presencia de plásticos y casquillo de ladrillo.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Relleno limpio con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de bloques de ladrillos	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
2.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad de media a suelta.	SP A-3(1)	4.06	86.84	9.10	--	--	NP	2	M-01
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Existen instalaciones electricas al borde de la vía

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR (ASTM D 1883-73)

INFORME :	TC-099-LG-009-2018	PAGINA :	1/1
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA	REALIZADO :	E.G.I.
UBICACIÓN :	DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	REVISADO :	P.T.C.
SOLICITANTE :	CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ	FECHA DE RECEPCION :	24/11/2018
DIRECCIÓN :	LIMA	FECHA DE ENSAYO :	29/11/2018
CANTERA :	---	FECHA DE EMISION :	30/11/2018
CALICATA :	---	CLASIFICACION SUCS :	--
MUESTRA :	7+500	CLASIFICACION AASHTO :	--
PROFUNDIDAD (m) :	--		

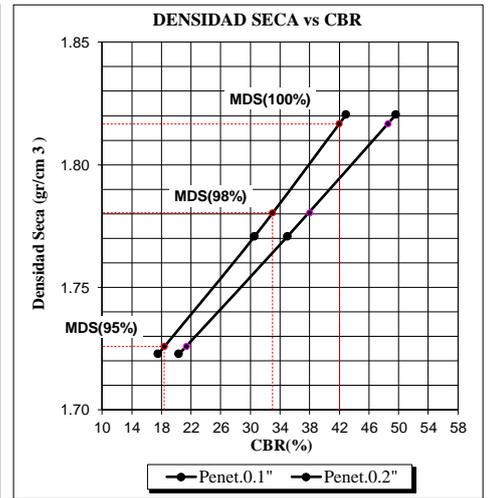
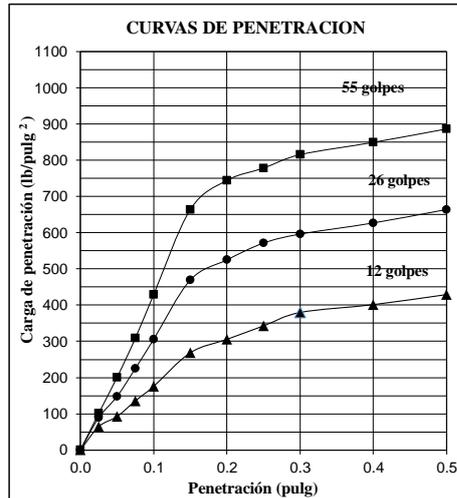
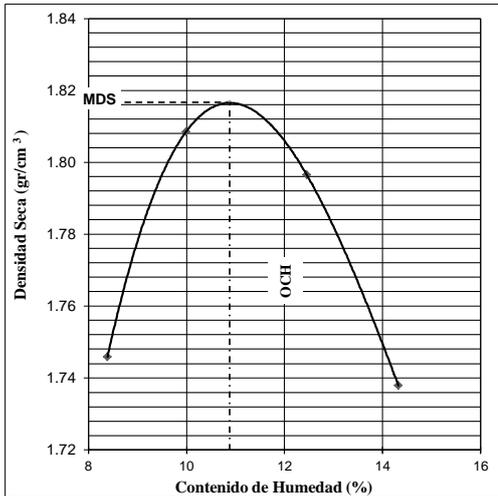
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 (C)

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.75	1.81	1.80	1.74
Humedad	8.39	9.99	12.45	14.32

RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883

Condición de Saturación	: 4 Días	C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
Sobrecarga	: 10Lb	0.1"	42.00	33.00	18.40
Expansion Promedio (%)	: 0.00	0.2"	48.60	38.00	21.40

MDS (g/cm³) = 1.817 OCH (%) = 10.88



OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-)

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA
CBR
(ASTM D 1883-73)**

INFORME : TC-099-LG-009-2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

UBICACIÓN : DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.

SOLICITANTE : CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DIRECCIÓN : LIMA

CANTERA : --- **PAGINA** : 1/2

CALICATA : --- **REALIZADO** : E.G.I.

MUESTRA : 7+500 **REVISADO** : P.T.C.

PROFUNDIDAD (m) : -- **FECHA DE RECEPCION** : 24/11/2018

CLASF. SUCS : -- **FECHA DE ENSAYO** : 29/11/2018

CLASF. AASHTO -- **FECHA DE EMISION** : 30/11/2018

Nº GOLPES POR CAPA	12 golpes	26 golpes	55 golpes
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURAR %	11.40	11.18	10.87
DENSIDAD SECA g/cc	1.72	1.77	1.82
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE SATURAR %	16.20	15.38	14.50
CONTENIDO DE HUMEDAD ABSORVIDO %	4.80	4.20	3.63
EXPANSION %			
Tiempo 96 Hr	0.00	0.00	0.00

Penetración	Presión Patron	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.
(pulg.)	(lb/pulg2)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)
0.10	1000	175.80	17.58	305.63	30.56	429.28	42.93
0.20	1500	305.63	20.38	525.10	35.01	744.58	49.64

C.B .R.	MDS (100%)	MDS (98%)	MDS (95%)
C.B.R. 0.1" de Penetración	42.00	33.00	18.40
C.B.R. 0.2" de Penetración	48.60	38.00	21.40

OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y humeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2006).



DVC

UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
Compañía de Obras Públicas y Puertos



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-08
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

UBICACIÓN : 5 + 000

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Relleno de arena con grava, color beige, humedad ligera, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40											
		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar al CV-06 - M-01.	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00											
1.35											
		Arena mal graduada, color beige, muy húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; N.F. 1.95m	SP A-3(1)	1.85	98.15	0.00	--	--	NP	16	M-01
1.95											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:		A:

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR (ASTM D 1883-73)

INFORME :	TC-099-LG-009-2018	PAGINA :	1/1
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA	REALIZADO :	E.G.I.
UBICACIÓN :	DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	REVISADO :	P.T.C.
SOLICITANTE :	CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ	FECHA DE RECEPCION :	01/12/2018
DIRECCIÓN :	LIMA	FECHA DE ENSAYO :	06/12/2018
CANTERA :	---	FECHA DE EMISION :	07/12/2018
CALICATA :	---	CLASIFICACION SUCS :	--
MUESTRA :	6+580	CLASIFICACION AASHTO :	--
PROFUNDIDAD (m) :	--		

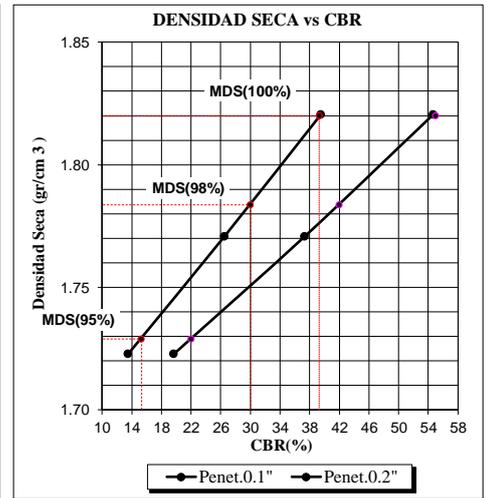
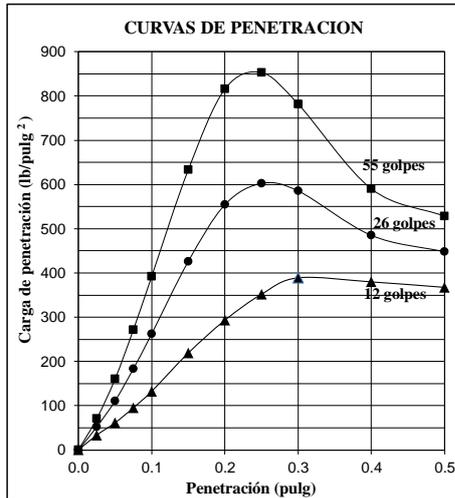
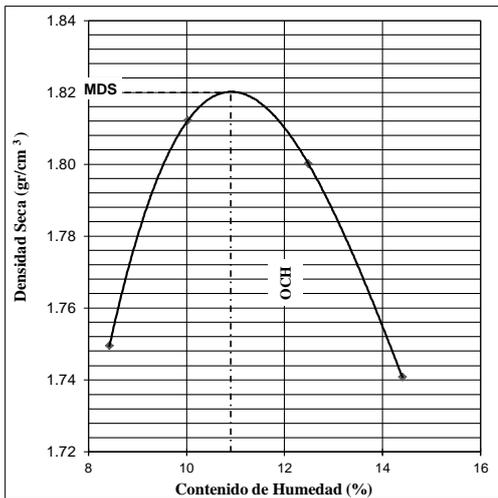
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 (C)

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.75	1.81	1.80	1.74
Humedad	8.43	10.03	12.48	14.40

RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883

Condición de Saturación	: 4 Días	C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
Sobrecarga	: 10Lb	0.1"	39.30	30.00	15.30
Expansion Promedio (%)	: 0.00	0.2"	55.00	42.00	22.00

MDS (g/cm³) = 1.820 OCH (%) = 10.90



OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2005).

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA
CBR
(ASTM D 1883-73)**

INFORME : TC-099-LG-009-2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA
CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

UBICACIÓN : DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.

SOLICITANTE : CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DIRECCIÓN : LIMA

CANTERA : --- **PAGINA** : 1/2

CALICATA : --- **REALIZADO** : E.G.I.

MUESTRA : 6+580 **REVISADO** : P.T.C.

PROFUNDIDAD (m) : -- **FECHA DE RECEPCION** : 01/12/2018

CLASF. SUCS : -- **FECHA DE ENSAYO** : 06/12/2018

CLASF. AASHTO -- **FECHA DE EMISION** : 07/12/2018

Nº GOLPES POR CAPA	12 golpes	26 golpes	55 golpes
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURAR %	11.40	11.18	10.87
DENSIDAD SECA g/cc	1.72	1.77	1.82
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE SATURAR %	16.20	15.38	14.50
CONTENIDO DE HUMEDAD ABSORVIDO %	4.80	4.20	3.63
EXPANSION %			
Tiempo 96 Hr	0.00	0.00	0.00

Penetración	Presión Patron	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.
(pulg.)	(lb/pulg2)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)
0.10	1000	135.00	13.50	265.00	26.50	395.00	39.50
0.20	1500	295.00	19.67	560.00	37.33	820.00	54.67

C.B .R.	MDS (100%)	MDS (98%)	MDS (95%)
C.B.R. 0.1" de Penetración	39.30	30.00	15.30
C.B.R. 0.2" de Penetración	55.00	42.00	22.00

OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y humeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2006).



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-05
UBICACIÓN : 3 + 950 **REALIZADO** : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 03/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.70		Relleno, grava, color gris, humeda, no plastico, compacidad de media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Relleno de arena con grava, color gris oscuro, humeda, no plastica, compacidad media a suelta; se encontró plásticos en el relleno.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.50		Arena mal graduada con limo, color beige, humeda, no plastica, compacidad de media.	SP-SM A-3(1)	5.23	91.53	3.25	--	--	NP	19	M-01
1.85		Arena mal graduada con limo, color beige oscura, muy humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; N.F. 1.85m	SP-SM A-3(1)	5.62	92.50	1.88	--	--	NP	13	M-02
2.00											
2.20											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : En el km 3 + 550 - 3 + 950, pavimento deformado como piel de cocodrilo, posible presencia de agua del registro de la calicata CV-04.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
CONSEJO DE OBRAS PÚBLICAS Y PUERTOS



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-10
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 5 + 950

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				< a	0.075 mm	4.750 mm	> a				

0.07		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.25		Grava mal graduada con limo y arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar CV-09 - M-01.	GP-GM A-1-a(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar CV-09 - M-02.	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.95											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : El pavimento en el km 5 + 950 - 6 + 650, presenta solo fallas por peladura y huecos, no hay deformaciones significativos. El asfalto de 0.075m.

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLESA



CONSEJO DE INGENIEROS PROFESIONALES



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-11
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 6 + 650

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.15		Relleno con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.60		Relleno de gravilla, color gris, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con poco material fino.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar CV-09 - M-02.	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.80											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Pavimento solo con peladuras severas y huecos del km 6 + 900 - 7 + 000, existe recapeo.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLESA



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA REALIZADO	: CV-12 : C.S.C
UBICACIÓN	: 7 + 000	REVISADO FECHA	: C.T.C : 04/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.09		Relleno de arena con plásticos	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.25		Relleno de grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con piedras de 3" en 20%.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena limosa, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos).	SM A-2-4(0)	27.21	72.48	0.31	--	--	NP	1	M-01
1.60											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-23
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 0 + 300	FECHA	: 11/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.05		Carpeta Asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Relleno con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; afirmado.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.50											
		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad de media a suelta; similar CV-21 - M-01.	SP	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00											
		Arena mal graduada con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad de media.	SP	2.92	58.09	38.98	--	--	NP	1	M-01
1.90											
2.00											
											
2.35											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Del km 0 + 000 - 0 + 450, carpeta asfáltica con moderada peladura y presencia de hundimientos localizados, ancho asfáltico sin aproximación.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-13
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 7 + 550

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.05		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.20		Grava bien graduada con limo y arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de piedras de 1".	GW-GM A-1-A(1)	6.74	40.39	52.87	--	--	NP	2	M-01
1.00		Arena limosa, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos); similar CV-12 - M-01.	SM A-2-4(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.80											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-14
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 8+ 100

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.45		Relleno con grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos).	SP A-3(1)	2.78	93.99	3.23	--	--	NP	1	M-01
1.90											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : El pavimento del km 7 + 000 - 8 + 700, no presenta deformaciones, si existe desgaste superficial y huecos.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:		A:



DVC

UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
CONSEJO DE OBRAS PÚBLICAS Y PUERTOS

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686



ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-08

Versión: 01

Fecha: 10-10-2018

N° Registro:

Página 15 de 30

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-15
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 8+ 700

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
0.10		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.40		Relleno de grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; similar CV-14 - M-01	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.20		Arena limosa, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos); similar CV-12 - M-01.	SM A-2-4(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.60											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Se encontró 3 tuberías ópticas de 4" a 0.90m (Telmex).

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:



UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN



SANTA VICTORIA INGENIERÍA S.A.C.
Compañía de Obras Públicas y Puertos

Proyecto:

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686



Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-08

Versión: 01

Fecha: 10-10-2018

N° Registro:

Página 17 de 30

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-17
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 04/10/2018

UBICACIÓN : 9+ 850

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
AASHTO				0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.10		Carpeta asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.80		Arena mal graduada con limo y grava, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	SP-SM A-1-b(1)	5.79	52.11	42.10	--	--	NP	2	M-01
1.00		Arena limosa, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta; con presencia de restos marinos (Conchuelos); similar CV-12 - M-01.	SM A-2-4(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.70											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES :

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxilia: de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN
 FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : I- DER
 LADO : DERECHO
 PROGRESIVA : DEL 5+215.00 AL 6+210.00 Km

RELACION : 2 : 1
 SEPARACION : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E-2 mm						DEFLEXIONES E ² mm					RAD. CURV.
				L0	L25	L50	L75	L100	L _{MAX}	D _{MAX}	D25	D50	D75	D100	
1	5+215.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	10.0	12.0	24.0	18.0	12.0	8.0	4.0	520.83
2	5+240.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	520.83
3	5+265.00	0.9	21	-	3.0	6.0	9.0	12.0	14.0	28.0	22.0	16.0	10.0	4.0	520.83
4	5+290.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25
5	5+315.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	520.83
6	5+340.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	520.83
7	5+365.00	0.9	21	-	4.0	6.0	9.0	10.0	13.0	26.0	18.0	14.0	8.0	6.0	390.63
8	5+390.00	0.9	21	-	2.0	5.0	8.0	10.0	12.0	24.0	20.0	14.0	8.0	4.0	781.25
9	5+415.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	10.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	4.0	781.25
10	5+440.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	781.25
11	5+465.00	0.9	21	-	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	24.0	16.0	12.0	8.0	4.0	390.63
12	5+490.00	0.9	21	-	4.0	6.0	7.0	9.0	10.0	20.0	12.0	8.0	6.0	2.0	390.63
13	5+520.00	0.9	21	-	3.0	6.0	9.0	12.0	14.0	28.0	22.0	16.0	10.0	4.0	520.83
14	5+545.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25
15	5+570.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	520.83
16	5+595.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	520.83
17	5+620.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	12.0	15.0	30.0	24.0	18.0	14.0	6.0	520.83
18	5+645.00	0.9	21	-	4.0	8.0	10.0	13.0	16.0	32.0	24.0	16.0	12.0	6.0	390.63
19	5+670.00	0.9	21	-	4.0	8.0	11.0	13.0	15.0	30.0	22.0	14.0	8.0	4.0	390.63
20	5+695.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	520.83
21	5+720.00	0.9	21	-	3.0	6.0	10.0	13.0	16.0	32.0	26.0	20.0	12.0	6.0	520.83
22	5+745.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
23	5+770.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	520.83
24	5+795.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	520.83
25	5+820.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	520.83
26	5+830.00	0.9	21	-	3.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	12.0	10.0	6.0	4.0	520.83
27	5+855.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	520.83
28	5+880.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	781.25
29	5+905.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83
30	5+930.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
31	5+955.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	10.0	13.0	26.0	22.0	16.0	12.0	6.0	781.25
32	5+980.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
33	6+010.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
34	6+035.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25
35	6+060.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83
36	6+085.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	10.0	13.0	26.0	20.0	16.0	12.0	6.0	520.83
37	6+110.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83
38	6+135.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25
39	6+160.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25
40	6+185.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	520.83
41	6+210.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	520.83

DR/DO	A	B	C	MODELO DE HOGG										CORREL.		
				R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR		
				cm			cm					Kg/cm ²	%	ksi		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1.661.86	15.11	17.52		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.692	2.63	-	0.548	46.79	0.192	0.602	24.17	0.48	0.835	1.633	0.1614	1.435.05	13.05	15.93		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1.037.25	9.43	14.14		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1.037.25	9.43	14.14		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1.037.25	9.43	14.14		
0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	1.645.94	14.96	17.41		
0.600	2.63	-	0.548	37.46	0.192	0.602	18.34	0.48	0.767	1.633	0.1614	2.258.96	20.54	21.39		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1.195.07	10.86	14.14		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	931.25	8.47	12.70		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.010.74	9.19	13.78		
0.733	2.63	-	0.548	52.22	0.192	0.602	27.52	0.48	0.861	1.633	0.1614	1.126.23	10.24	13.61		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.813	2.63	-	0.548	67.00	0.192	0.602	36.55	0.48	0.907	1.633	0.1614	837.79	7.62	11.42		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1.396.88	12.70	15.65		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1.043.27	9.48	14.23		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2.194.59	19.95	20.99		
0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1.832.63	16.66	18.67		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1.396.88	12.70	15.65		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2.021.48	18.38	19.90		
0.846	2.63	-	0.548	76.36	0.192	0.602	42.24	0.48	0.926	1.633	0.1614	911.10	8.28	12.42		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1.396.88	12.70	15.65		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1.396.88	12.70	15.65		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1.661.86	15.11	17.52		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1.347.65	12.25	15.29		
0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1.179.43	10.72	14.02		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602</										



DVC

UNA EMPRESA DEL GRUPO FLEISAN

SANTA VICTORIA INGENIERIA S.A.C.
CONSEJO DE OBRAS PÚBLICAS Y PUENTES



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-18
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 11/10/2018

UBICACIÓN : 2 + 300

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.20		Relleno de arena con grava, color griss, humedad ligera, no plastica, compacidad suelta, contaminado.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.45		Arena mal graduada con limo y grava, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	SP-SM A-1-b(0)	11.25	47.07	41.69	--	--	NP	2	M-01
1.00		Arena limosa, color marron, húmeda, no plastica, compacidad media a suelta.	SM A-2-4(0)	12.03	87.25	0.71	--	--	NP	3	M-02
2.00											
2.20											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : De la progresiva 2 + 500 - 2 + 300, via sin pavimento deformaciones moderadas y severas.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:		A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-29
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 4 + 180	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.20		Relleno con asfalto, color negro.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.35		Afirmado, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	SP A-3(1)	3.74	89.57	6.69	--	--	NP	9	M-01
1.20		Arena mal graduada con limo, color marron, muy humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; filtraciones de agua a 1.20 flujo de lado derecho. N.E. 4.20m	SP-SM A-3(1)	5.11	94.14	0.75	--	--	NP	18	M-02
1.30											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-19
REALIZADO : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 11/10/2018

UBICACIÓN : 1 + 900

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.45		Relleno no controlado arena, color beige, humeda, no plastica, compacidad suelta; con presencia de plásticos.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.65		Arena mal graduada con limo y grava, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	SP-SM A-1-b(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena limosa, color beige, humeda, no plastica, compacidad media a suelta. Similar al CV-18 - M-02	--								
2.00			SM A-2-4(0)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
2.10											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Se encontró un tubo de diametro de 0.60m ubicado a 1.60 m

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA. **CALICATA** : CV-20
UBICACIÓN : 1 + 600 **REALIZADO** : C.S.C
REVISADO : C.T.C
FECHA : 11/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	

0.40		Relleno de arena, color beige, húmeda, no plástica, compacidad media; con presencia de plásticos y casquillo de ladrillo.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada, color marrón, húmeda, no plástica, compacidad media a suelta.	SP A-3(1)	2.89	97.03	0.08	--	--	NP	3.7	M-01
2.00											
3.00											
4.00											

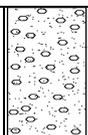
OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
	A:		A:		A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-22
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 0 + 850	FECHA	: 11/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleas / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	mm	mm	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.50		Relleno de grava con asfalto, color negro, humeda, no plastica, compacidad suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Arena mal graduada con limo, color beige, humeda, no plastica, compacidad media; con presencia de 20% de plastico.	SP-SM A-3(1)	7.19	91.27	1.55	--	--	NP	4	M-01
2.00		Arena mal graduada, color beige, humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; similar CV-21 - M-01.	SP A-3(1)	--	--	--	--	--	--	--	S/M
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : En este tramo una longitud de 100 m., existen deformaciones severas y huecos, zona de transito pesado por ingreso de empresas de servicio de balanza hasta la progresiva 0 + 500 aproximadamente.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-24
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 2 + 500	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.10		Carpeta Asfáltica	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
		Relleno con grava y arena, color beige, humeda, no plastica, compacidad suelta; contaminado con plasticos.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.55											
1.00		Arena mal graduada, color beige, humeda, no plastica, compacidad de media a suelta.	SP A-3(1)	1.89	97.79	0.32	--	--	NP	2	M-01
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

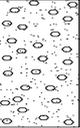
Revisado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

Aprobado por	
Nombre / Función:	D:
	M:
Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-27
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 3 + 520	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.30		Relleno de arena con grava, contaminado con plastico en 20%, compacidad suelta.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.80		Relleno de grava, color marron, humeda, no plastica, compacidad media	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Relleno de arena, color beige, muy humeda, no plastica, compacidad de media a suelta; contaminado con plásticos y casquillos de ladrillos en 30%. N.F. 1.10m.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.10											
1.60											
2.00											
3.00											
4.00											

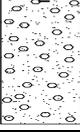
OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-28
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 3 + 780	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

0.30		Relleno de arena con grava y restos de asfalto.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.70		Relleno de grava, color marron, humeda, no plastica, compacidad media, contaminado con plastico en 30% N.F. 0.70m	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
0.85											
1.00		Relleno de grava, color beige, muy humeda, no plastica, compacidad media.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.30											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : Del km 3 + 500 - 3 + 760, la superficie del pavimento actual se encuentra con deformaciones.
 Del km 4 + 090 - 4 + 160 terreno con pozo de agua ocurrido filtraciones.
 Del km 4 + 210 - 4 + 340 zanja lado izquierdo.

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 9+225 - 8+600
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 28/11/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : III
TRAMO : 3-A
PROGRESIVA : 9+225 - 8+600
LADO : Derecho
RELACION : 1:2
CARGA : 6200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
8+635	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
8+660	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	..	..
8+685	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	11.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	10.0	4.0	26.0	20.0	521	..	..
8+710	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+735	0.90	0.0	2.0	2.0	4.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	12.0	8.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+760	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
8+785	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+810	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+835	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	2.0	20.0	14.0	521	..	..
8+860	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
8+885	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+910	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+935	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
8+960	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+985	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
9+010	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
9+035	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
9+060	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	40.0	16.0	14.0	12.0	8.0	4.0	16.0	14.0	1563	..	..
9+085	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
9+110	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
9+135	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
9+160	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
9+185	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781.3	..	..

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	12.0	10.0	520.8
	Promedio	mm/100	17.7	13.7	849.2
	Máximo	mm/100	26.0	20.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	3.15	2.43	296.08
	Deflexión Caract	mm/100	21.84	16.90	553.12
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D: 28	Nombre / Función:	D: 28	Nombre / Función:	D: 28
M: 11	M: 11	M: 11	M: 11	M: 11	M: 11
Firma:	A: 18	Firma:	A: 18	Firma:	A: 18
CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTO		CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra		ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A. ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PAGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 9+225 - 8+600

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO FECHA DE ENSAYO : 28/11/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : III
TRAMO : 3-A
PROGRESIVA : 9+225 - 8+600
LADO : Izquierdo

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
8+625	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	6.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	8.0	2.0	14.0	12.0	1563	..	..
8+650	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+675	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+700	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+725	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
8+750	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
8+775	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	14.0	10.0	781	..	..
8+800	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+825	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+850	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+875	0.90	0.0	3.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	10.0	6.0	2.0	18.0	12.0	521	..	..
8+900	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
8+925	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+950	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+975	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
9+000	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
9+025	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	14.0	10.0	781	..	..
9+050	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
9+075	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
9+100	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
9+125	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
9+150	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
9+175	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
9+200	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	10.0	8.0	520.8
	Promedio	mm/100	13.5	10.6	1226.1
	Máximo	mm/100	20.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	2.45	1.72	409.81
	Deflexión Caract	mm/100	16.68	12.82	816.32
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 28 M: 11 A: 18	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 28 M: 11 A: 18	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.	D: 28 M: 11 A: 18
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN LOS Y PAV. EN TO		Firma: Ing. Marco Villar Ing. Residente de Ocr. 1		Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	



MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 8+200 - 8+600

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 30/11/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 8+200 - 8+600

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
8+215	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+240	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	..	..
8+265	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
8+290	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+315	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+340	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+365	0.90	0.0	2.0	3.0	4.5	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	7.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+390	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
8+415	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
8+440	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+465	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+490	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
8+515	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+540	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+565	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	8.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	12.0	10.0	781.3
	Promedio	mm/100	14.0	11.1	1197.9
	Máximo	mm/100	18.0	14.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	2.00	1.28	403.44
	Deflexión Caract	mm/100	16.60	12.73	794.48
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
D:	30	D:	30	D:	30
M:	11	M:	11	M:	11
A:	18	A:	18	A:	18
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN ELLOS Y PAV EN ENTO	Firma:	Ing. Mateo Villar Ing. Residente de Obra	Firma:	ING. JUAN DE USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668

Código Formato: DVC-CAL-OBREGAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 PÁGINA 2 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 8+200 - 8+600

DOCUMENTO DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 8+200 - 8+600

PROGRESIVA : Derecho

RELACION : 1 : 2

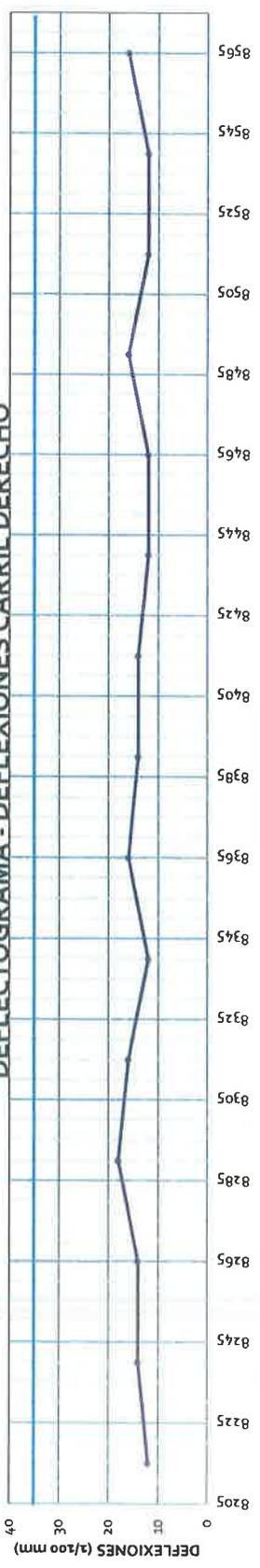
CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

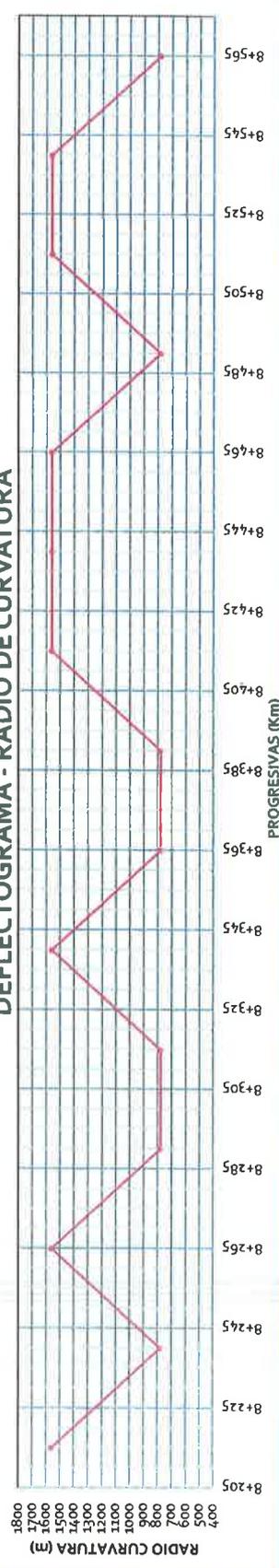
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTÍN**

Firma: *Ing. Carlos A. Tupia Córdova*
 ESPECIALISTA SILOS Y PAV EN ENTO

D: 30
 M: 11
 A: 18

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: *Ing. Marco Villar*
 Ing. Residente de Obra

D: 30
 M: 11
 A: 18

Aprobado por

Nombre: **ACRUTA & TAPIANGENIEROS S.A.C.**

Firma: *ING. JUAN OSURIN CHUQUI*
 JEFE DE SUPERVISION
 CIP. N° 96668

D: 30
 M: 11
 A: 18



Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 8+200 - 8+600
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 30/11/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 8+200 - 8+600
LADO : Izquierda
RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
8+200	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
8+225	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
8+250	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
8+275	0.90	0.0	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	10.0	8.0	6.0	2.0	16.0	10.0	521	..	..
8+300	0.90	0.0	3.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	10.0	8.0	4.0	2.0	16.0	10.0	521	..	..
8+325	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+350	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	8.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
8+375	0.90	0.0	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	10.0	8.0	6.0	2.0	16.0	10.0	521	..	..
8+400	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	..	..
8+425	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
8+450	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+475	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	..	..
8+500	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
8+525	0.90	0.0	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	10.0	8.0	6.0	2.0	16.0	10.0	521	..	..
8+550	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	22.0	16.0	521	..	..
8+575	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563		

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	10.0	8.0	520.8
	Promedio	mm/100	14.3	10.5	1041.7
	Máximo	mm/100	22.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	3.09	2.00	484.87
	Deflexión Caract	mm/100	18.26	13.10	556.80
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

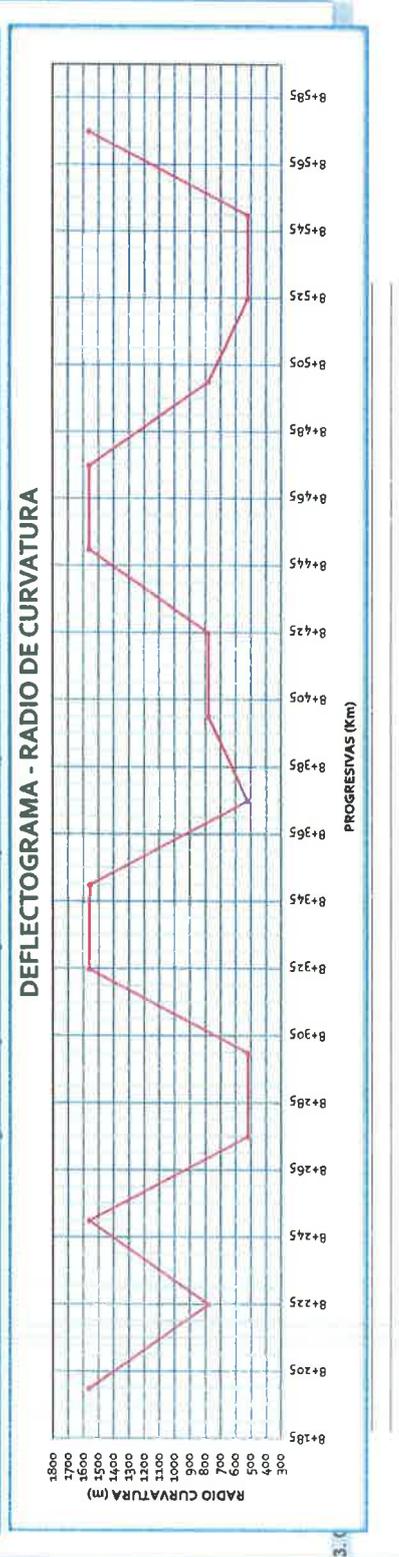
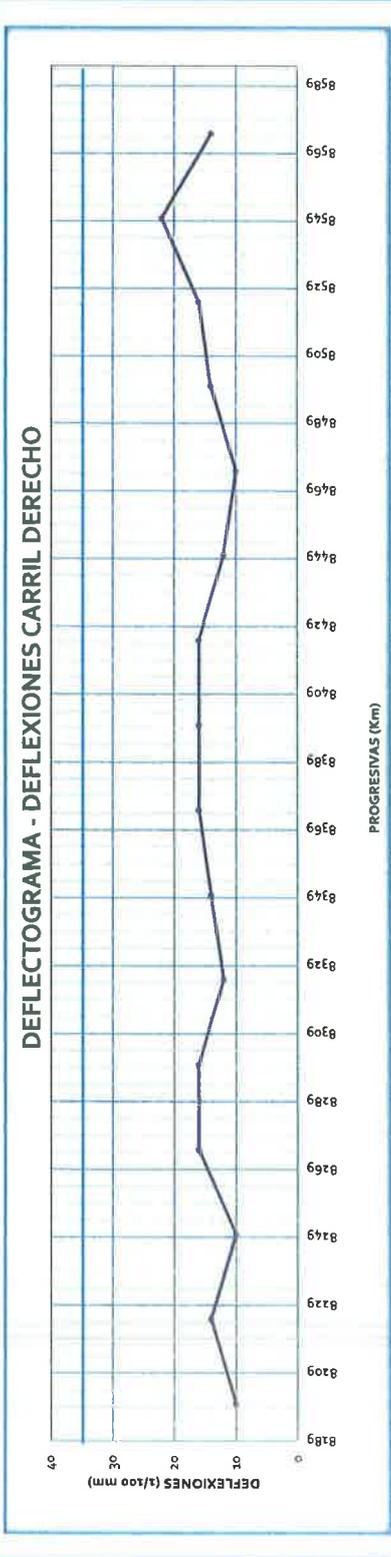
4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.
D:	30	D:	30	D:	30
M:	11	M:	11	M:	11
A:	18	A:	18	A:	18
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN EL OS Y PAVIMENTO	Firma:	Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	Firma:	ING. JUAN USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324.686
 MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA YIGA BENKELMAN

FECHA DE ENSAYO : 30/11/2018
 TECNICO : Cesar Caycedo

ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 UBICACION : 8+200 - 8+600
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHITO
 EQUIPO UTILIZADO
 ETAPA : 1-A
 TRAMO : 8+200 - 8+600
 PROGRESIVA : Izquierda
 LADO : Izquierda
 RELACION : 1:2
 CARGA : 8200 Kg
 PRESION : 80 psi



4. APROBACIONES

Elaborado por: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <u>Ing. Carlos A. Tupia Cordova</u> ESPECIALISTA EN ELLOS Y PAV EN ENTOS	Revisado por: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <u>Ing. Marco Villar</u> Ing. Responsable de Obra	Aprobado por: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. Firma: <u>ING. JUAN B. USURIN CHUQUI</u> JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668
D: <u>30</u> M: <u>11</u> A: <u>18</u>	D: <u>30</u> M: <u>11</u> A: <u>18</u>	D: <u>30</u> M: <u>11</u> A: <u>18</u>



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+800 - 8+200

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 2/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 7+800 - 8+200

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+815	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
7+840	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
7+865	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	..	..
7+890	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	..	..
7+815	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
7+840	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	14.0	10.0	781	..	..
7+865	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
7+890	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	..	..
8+015	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+040	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+065	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	..	..
8+090	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	..	..
8+115	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..
8+140	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	..	..
8+165	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	..	..

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	12.0	10.0	781.3
	Promedio	mm/100	14.8	11.5	1041.7
	Máximo	mm/100	20.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	2.37	1.92	381.21
	Deflexión Correct	mm/100	17.88	13.97	660.46
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Carlos A. Tupia Cordova ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTO		Revisado por Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Residente de Obras		Aprobado por Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.S. Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUCU JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	
D: 02	M: 12	A: 18	D: 02	M: 12	A: 18

Código Formato: DVC-CAL-OBRC(CAL)-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 PÁGINA 2 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+800 - 8+200

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 7+800 - 8+200

PROGRESIVA : Derecho

LADO : Derecho

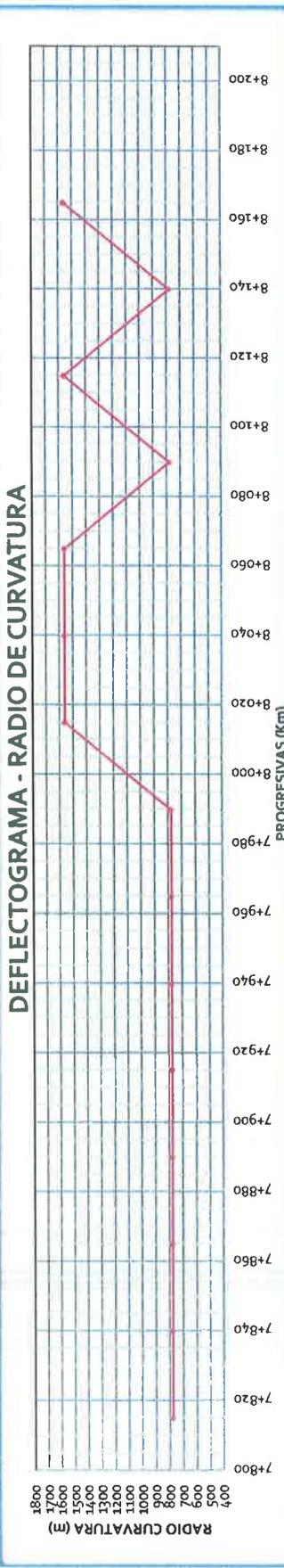
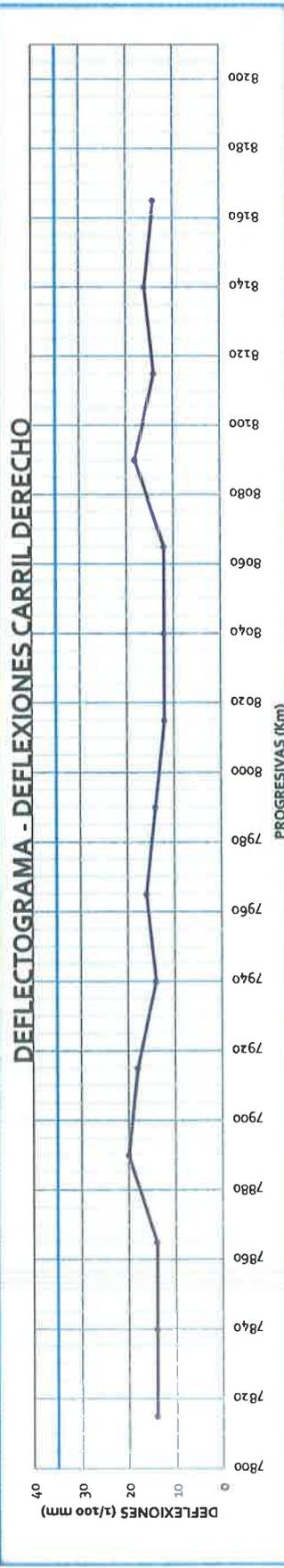
RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 2/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: *Ing. Carlos A. Tupia Córdova*
ESPECIALISTA SEÑALES Y PAVIMENTOS

D: 02

M: 12

A: 18

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: *Ing. Carlos Villar*
Ing. Responsable de Obra

D: 02

M: 12

A: 18

Aprobado por

Nombre / Función: **ACRUTA & EMPALME INGENIEROS S.A.C.**

Firma: *ING. JUAN JOSÉ JURIN CHUQUI*
JEFE DE SUPERVISION
CIP N° 56668

D: 02

M: 12

A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OB(R)CAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+800 - 8+200

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 2/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 7+800 - 8+200

LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+800	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+825	0.90	0.0	2.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	6.0	6.0	4.0	2.0	10.0	6.0	781	--	--
7+850	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	10.0	8.0	4.0	14.0	12.0	1563	--	--
7+875	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
7+900	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+925	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+950	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+975	0.90	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	10.0	8.0	6.0	4.0	16.0	10.0	521	--	--
8+000	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	8.0	6.0	4.0	2.0	12.0	8.0	781	--	--
8+025	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	8.0	6.0	4.0	2.0	12.0	8.0	781	--	--
8+050	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	8.0	6.0	4.0	2.0	12.0	8.0	781	--	--
8+075	0.90	0.0	2.0	2.0	4.0	4.0	6.0	40.0	12.0	8.0	8.0	4.0	4.0	12.0	8.0	781	--	--
8+100	0.90	0.0	1.0	1.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	8.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	--	--
8+125	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
8+150	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
8+175	0.90	0.0	2.0	2.0	3.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	10.0	8.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
8+200	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--

Estadísticos:	Minimo	mm/100	10.0	6.0	520.8
	Promedio	mm/100	13.3	8.6	949.8
	Maximo	mm/100	20.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	2.34	2.15	355.89
	Deflexión Caract	mm/100	16.33	12.44	593.86
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Carlos A. Tupia Cordova ESPECIALISTA SIEMPOS Y PAVIMENTO		Revisado por Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Marco Villa Ing. Residente de Obra		Aprobado por Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A. Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUCU JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	
D: 02	M: 12	A: 18	D: 02	M: 12	A: 18



Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 2 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+400 - 8+200

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hog y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 7+400 - 8+200

PROGRESIVA : 7+400 - 8+200

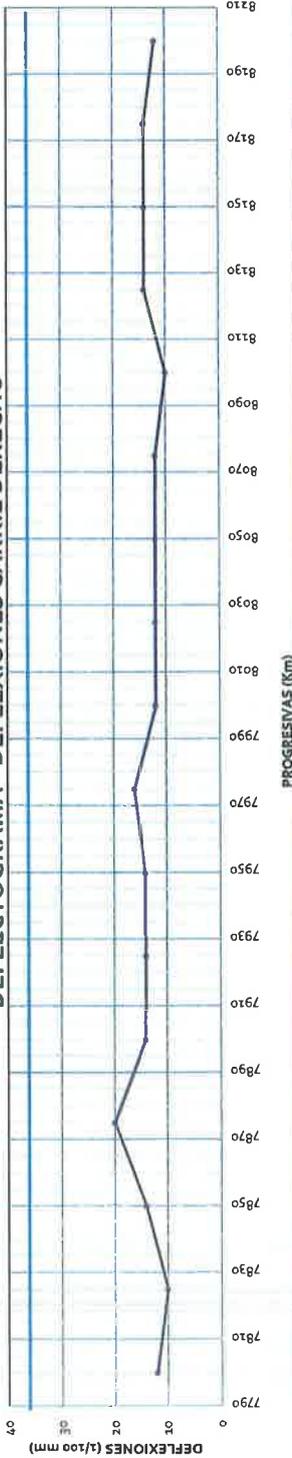
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

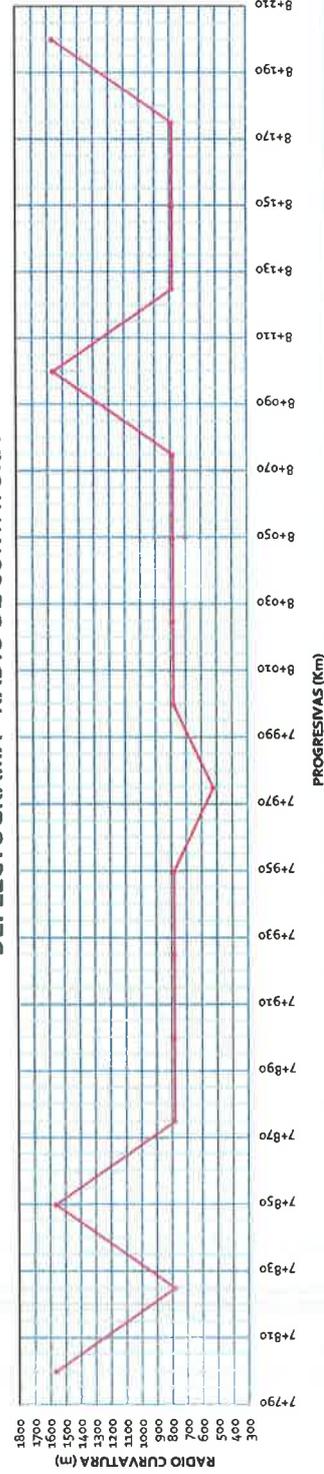
CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



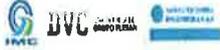
DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTÍN	Revisado por Ing. Marco Villar Ing. Resolvente de C.C.	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTÍN	Revisado por Ing. Juan E. Esperin Chuqui JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668
D: 02 M: 12 A: 18	D: 02 M: 12 A: 18	D: 02 M: 12 A: 18	D: 02 M: 12 A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+675 - 7+800

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 7+675 - 7+800

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+680	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--
7+705	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
7+730	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	12.0	8.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
7+755	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	14.0	12.0	1563	--	--
7+780	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--

Estadísticos:	Minimo	mm/100	14.0	12.0	520.8
	Promedio	mm/100	18.8	14.4	833.3
	Máximo	mm/100	24.0	18.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	3.90	2.61	427.91
	Deflexión Caract	mm/100	23.87	17.79	405.43
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

<p>Elaborado por</p> <p>Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN</p> <p>Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN ELOS Y PAVIMENTO</p> <p>D: 10 M: 12 A: 18</p>		<p>Revisado por</p> <p>Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN</p> <p>Firma: Ing. Gerardo Villar Ing. Residente de Obra</p> <p>D: 10 M: 12 A: 18</p>		<p>Aprobado por</p> <p>Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.</p> <p>Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668</p> <p>D: 10 M: 12 A: 18</p>	
---	--	---	--	--	--

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRA(GAL)-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+675 - 7+800

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 7+675 - 7+800

LADO : Derecho

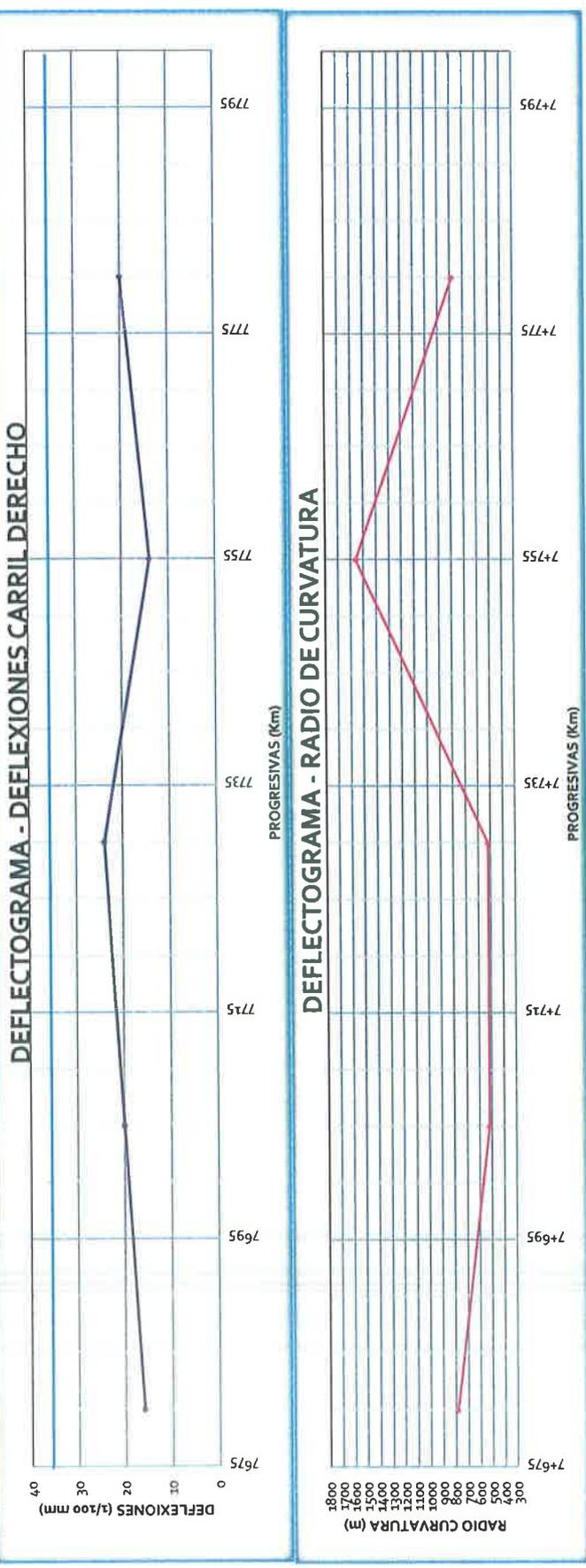
RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	:Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN			Aprobado por	:Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.		
	:D: 10	:M: 12	:A: 18		:D: 10	:M: 12	:A: 18
Firma	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA SUELOS Y PAVIMENTOS			Firma:	ING. JUAN E. OSURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIB N° 56668		
	Ing. Ricardo Villar Residente de Obra				Ing. Juan E. Osurin Chuqui		



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OB(R)CAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+675 - 7+800
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+675 - 7+800
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+675	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	40.0	16.0	14.0	12.0	10.0	6.0	16.0	14.0	1563	--	--
7+700	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	--	--
7+725	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+750	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
7+775	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+800	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	10.0	8.0	781.3
	Promedio	mm/100	13.7	10.3	1041.7
	Máximo	mm/100	16.0	14.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	1.97	1.97	403.44
	Deflexión Caract	mm/100	16.22	12.89	638.23
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 10	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 10	Nombre / Función: ACRUTIA & TARRIA INGENIEROS S.A.	D: 10
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdoba ESPECIALISTA SI EN LOS Y PAV EN ENTRO	M: 12	Firma: Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	M: 12	Firma: ING. JUANE USURIN CHUCU JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	M: 12
	A: 18		A: 18		A: 18

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+675 - 7+800

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 7+675 - 7+800

PROGRESIVA : Izquierda

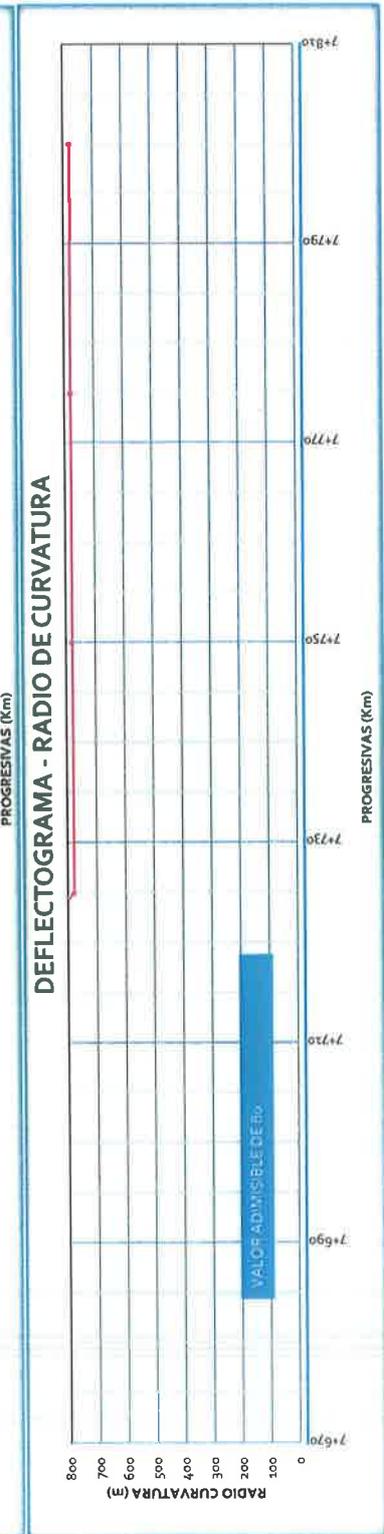
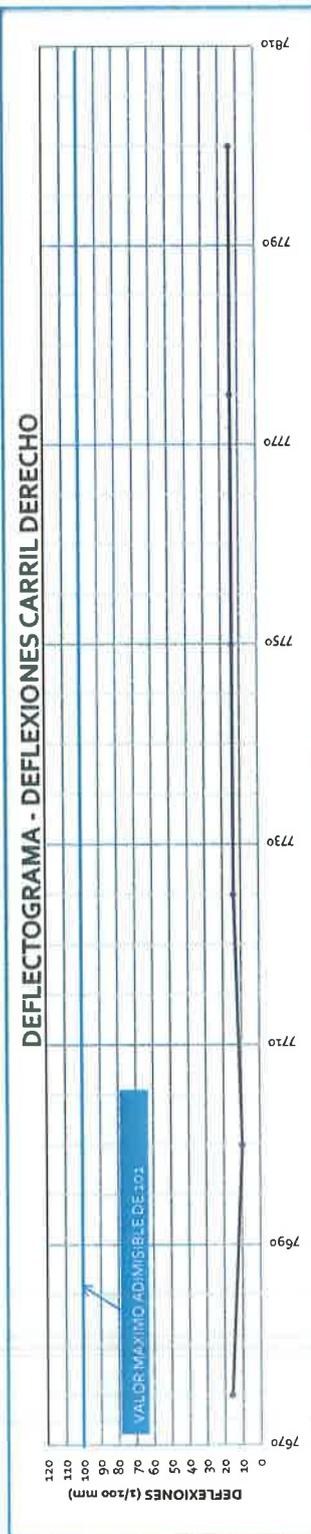
RELACION : 1:2

CARGA : 9200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <i>Ing. Carlos A. Tupia Condor</i> Ing. Carlos A. Tupia Condor ESPECIALISTA SI - JLOS Y PAV, ENTO	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <i>Ing. Marco Villar</i> Ing. Marco Villar Ing. Residente de Odra	Nombre / Función: FACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. Firma: <i>ING. JUAN JOSÉ USURIN CHUQUI</i> ING. JUAN JOSÉ USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP. N° 56668
D: 10 M: 12 A: 18	D: 10 M: 12 A: 18	D: 10 M: 12 A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OB(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+675 - 7+430
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 11/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+675 - 7+430
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+435	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+460	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	8.0	6.0	16.0	12.0	781	--	--
7+485	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	--	--
7+510	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+535	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
7+560	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--
7+585	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	22.0	16.0	521	--	--
7+610	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
7+635	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	8.0	40.0	16.0	14.0	10.0	8.0	6.0	16.0	14.0	1563	--	--
7+660	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	8.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	10.0	8.0	520.8
	Promedio	mm/100	16.4	12.6	963.5
	Máximo	mm/100	24.0	18.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	4.20	2.99	426.14
	Deflexión Caract	mm/100	21.85	16.49	537.40
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 11	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 11	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.	D: 11
Firma: Ing. Carlos A. Tapia Cordova ESPECIALISTA SI ELOS Y PAV. ENTO	M: 12 A: 18	Firma: Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	M: 12 A: 18	Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668	M: 12 A: 18

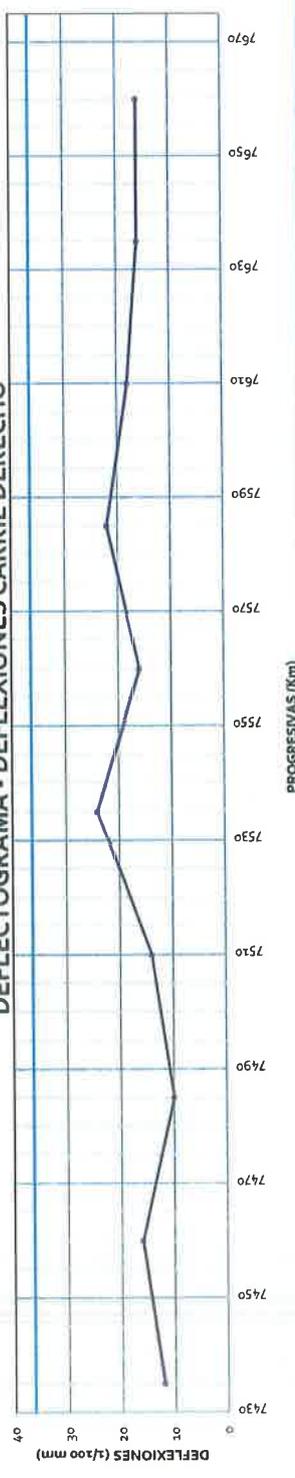
Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

CONSORCIO SAN MARTÍN
Código Formato: DVC-CAL-OBRS(CAL)-PRE-LS-14
Versión: 01

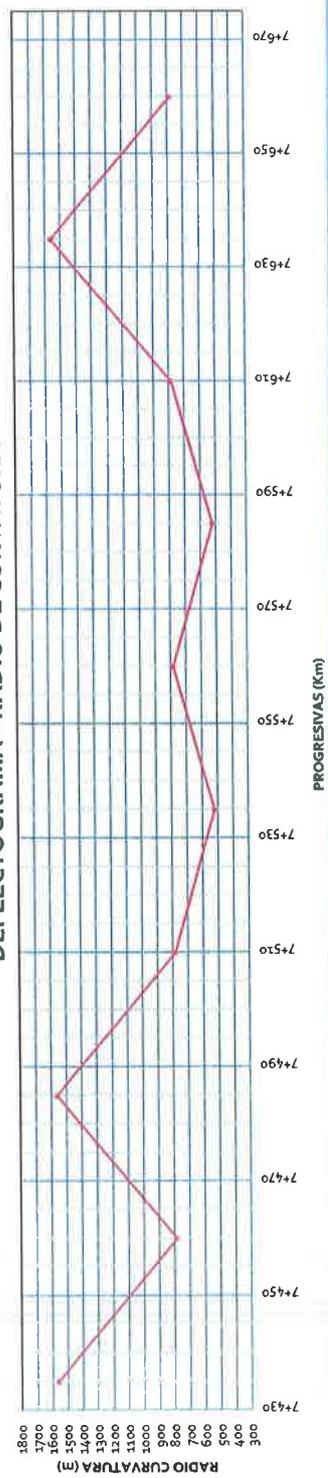
N° REGISTRO: Fecha: 11-11-2018
CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+675 - 7+430
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
EQUIPO UTILIZADO:
ETAPA :
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+675 - 7+430
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi
FECHA DE ENSAYO : 11/12/2018
TECNICO : Cesar Caymelo

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por:
CONSORCIO SAN MARTÍN
Firma: **Ing. Carlos A. Tudía Corzo**
ESPECIALISTA SILOS Y PAN. ENY

Revisado por:
CONSORCIO SAN MARTÍN
Firma: **Ing. Augusto Villar**
Ing. Residente de Obra

Aprobado por:
ACRUTA & PARRA INGENIEROS S.A.C.
Firma: **ING. JUAN JOSÉ USURIN CHOUQUI**
JEFE DE SUPERVISIÓN
CUB N° 56668

D: 11
M: 12
A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OB(RICAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+675 - 7+430

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 11/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 7+675 - 7+430

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg.

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pev. °C
7+425	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	8.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
7+450	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
7+475	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
7+500	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
7+525	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
7+550	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
7+575	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
7+600	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	10.0	6.0	26.0	20.0	521	--	--
7+625	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	22.0	16.0	521	--	--
7+650	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+675	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	10.0	6.0	20.0	16.0	781	--	--

Estadísticos:		mm/100	12.0	10.0	520.8
Mínimo	mm/100	12.0	10.0	520.8	
Promedio	mm/100	19.3	15.1	804.9	
Máximo	mm/100	26.0	20.0	1562.5	
Desviación Stand	mm/100	3.61	2.74	272.00	
Deflexión Ceract	mm/100	23.95	18.65	532.93	
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

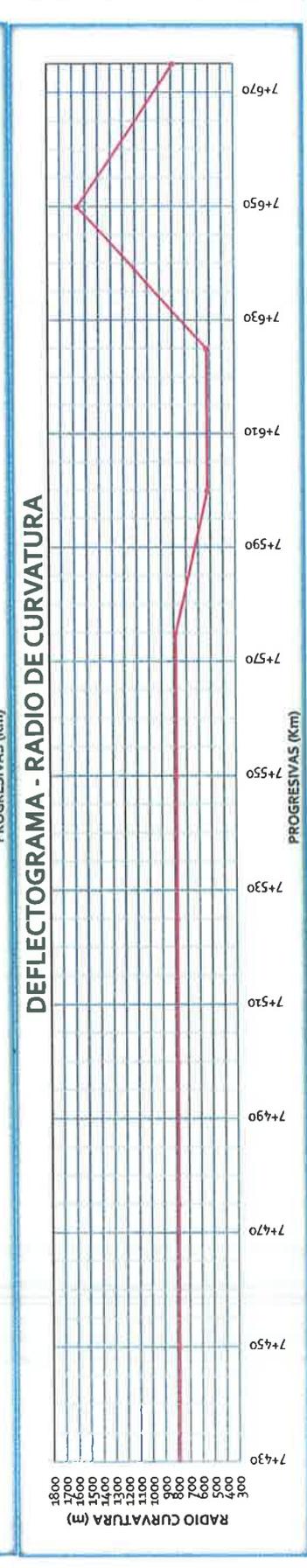
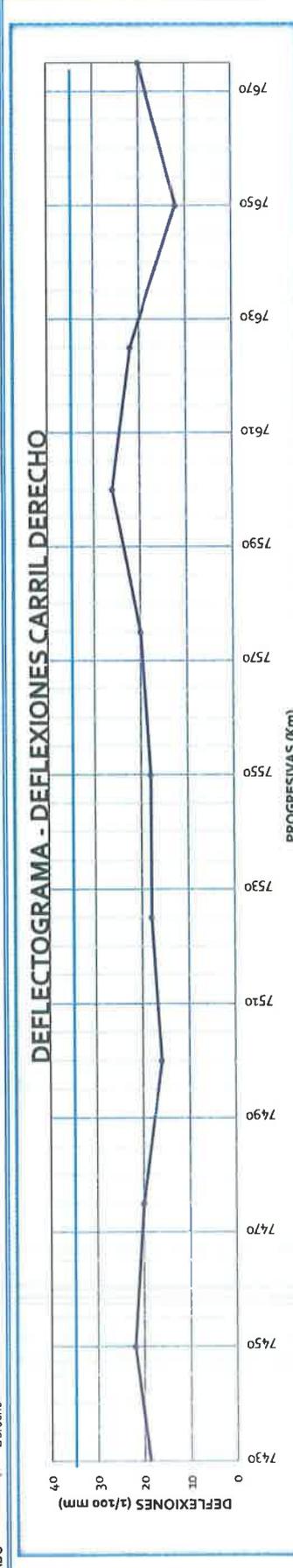
Elaborado por Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA SI ELOS Y PAU... ENTO		D: 11 M: 12 A: 18	Revisado por Nombre/Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obras	D: 11 M: 12 A: 18	Aprobado por Nombre/Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S. R.L. Firma: ING. JUAN E. USURIN CHUQUILLI JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668	D: 11 M: 12 A: 18
--	--	-------------------------	---	-------------------------	--	-------------------------

CONSORCIO SAN MARTÍN
Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

N° REGISTRO: Fecha: 11-11-2018

Version: 01
FECHA DE ENSAYO : 11/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

Código Formato: DVC-CAL-OBRI(CAL)-PR-LS-14
CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+675 - 7+430
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHITO
EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+675 - 7+430
LADO : Derecho
RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN C/LOS Y PAV EN ENT	Firma: ING. JUAN CARLOS OSURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 66668	Firma: ING. JUAN CARLOS OSURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 66668
D: 11	D: 11	D: 11
M: 12	M: 12	M: 12
A: 18	A: 18	A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+050 - 7+425
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+050 - 7+425
LADO : Derecho
RELACION : 1 : 2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+050	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	6.0	8.0	40.0	16.0	14.0	10.0	8.0	4.0	16.0	14.0	1563	--	--
7+075	0.90	0.0	4.0	8.0	12.0	13.0	15.0	40.0	30.0	22.0	14.0	6.0	4.0	30.0	22.0	391	--	--
7+100	0.90	0.0	5.0	9.0	13.0	14.0	16.0	40.0	32.0	22.0	14.0	6.0	4.0	32.0	22.0	313	--	--
7+125	0.90	0.0	3.0	7.0	9.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	10.0	6.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--
7+150	0.90	0.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	16.0	12.0	8.0	4.0	24.0	16.0	391	--	--
7+175	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+200	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	12.0	8.0	6.0	4.0	18.0	12.0	521	--	--
7+225	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+250	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
7+275	0.90	0.0	4.0	7.0	10.0	12.0	15.0	40.0	30.0	22.0	16.0	10.0	6.0	30.0	22.0	391	--	--
7+300	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
7+325	0.90	0.0	3.0	5.0	9.0	11.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	8.0	4.0	26.0	20.0	521	--	--
7+350	0.90	0.0	3.0	7.0	9.0	10.0	13.0	40.0	26.0	20.0	12.0	8.0	6.0	26.0	20.0	521	--	--
7+375	0.90	0.0	3.0	7.0	10.0	12.0	14.0	40.0	28.0	22.0	14.0	8.0	4.0	28.0	22.0	521	--	--
7+400	0.90	0.0	4.0	7.0	11.0	13.0	15.0	40.0	30.0	22.0	16.0	8.0	4.0	30.0	22.0	391	--	--
7+425	0.90	0.0	3.0	7.0	10.0	12.0	14.0	40.0	28.0	22.0	14.0	8.0	4.0	28.0	22.0	521	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	12.0	10.0	312.5
	Promedio	mm/100	23.4	17.5	686.8
	Máximo	mm/100	32.0	22.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	6.56	4.59	446.71
	Deflexión Caract	mm/100	31.90	23.47	240.14
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Firma:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Firma:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Firma:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.
D:	10	D:	10	D:	10
M:	12	M:	12	M:	12
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA SI EN LOS Y PAV. EN TU	Firma:	Ing. Marco Villar ing Residente de Obra	Firma:	ING. JULIANE USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668
A:	18	A:	18	A:	18

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-14 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 2 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+050 - 7+425

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

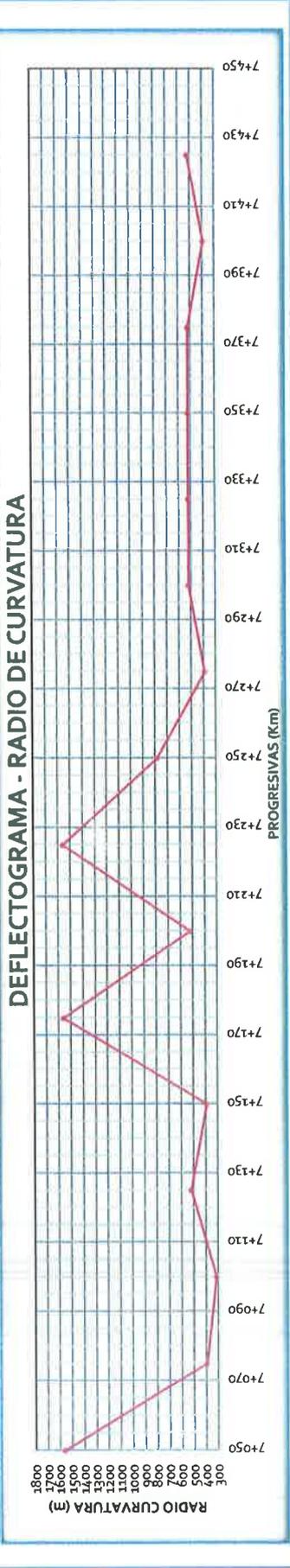
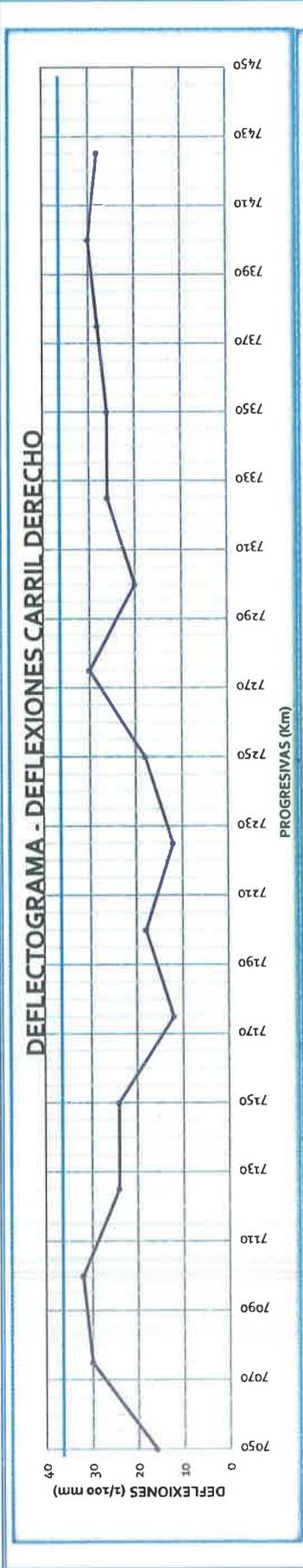
TRAMO : 7+050 - 7+425

LADO : Derecho

RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESSION : 80 psi



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: *Ing. Carlos A. Tupiza Córdoba*
ESPECIALISTA EN MEDIOS Y MANEJO DE OBRAS

D: 10

M: 12

A: 18

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: *Ing. Marco Villar*
Ing. Residente de Obra

D: 10

M: 12

A: 18

Aprobado por

Nombre / Función: **CRUTA & TAPA INGENIEROS S.A.C.**

Firma: *ING. JUAN JOSÉ USURIN CHUQUI*
JEFE DE SUPERVISION
CIP N° 56668

D: 10

M: 12

A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 7+050 - 7+425
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 7+050 - 7+425
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
7+060	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	6.0	18.0	14.0	781	--	--
7+085	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+110	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
7+135	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+160	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+185	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+210	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--
7+235	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	--	--
7+260	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	40.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	10.0	8.0	1563	--	--
7+285	0.90	0.0	3.0	4.0	5.0	6.0	9.0	40.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	18.0	12.0	521	--	--
7+310	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
7+335	0.90	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+360	0.90	0.0	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
7+385	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	8.0	6.0	16.0	12.0	781	--	--
7+410	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	14.0	10.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	10.0	8.0	520.8
	Promedio	mm/100	14.3	10.9	1111.1
	Máximo	mm/100	20.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	3.37	2.25	445.29
	Deflexión Caract	mm/100	18.65	13.86	665.82
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTIN	10	CONSORCIO SAN MARTIN	10	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.	10
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tupia Córdova	12	Ing. Mateo Villar	12	ING. JUAN B. SUSURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SI ELOS Y PAV. EN ENTORNO	A:	ing. Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CIPI N° 56668	18

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 7+050 - 7+425

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 7+050 - 7+425

PROGRESIVA : izquierda

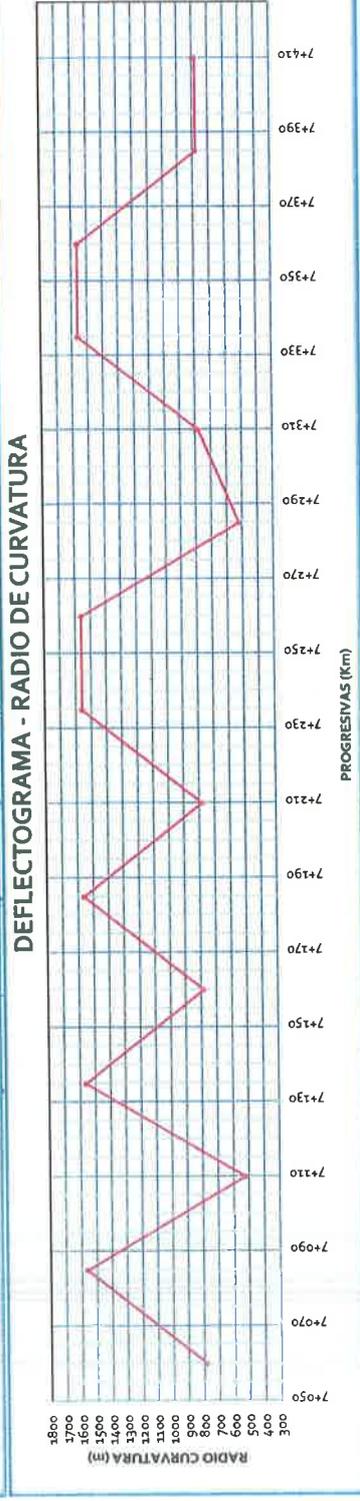
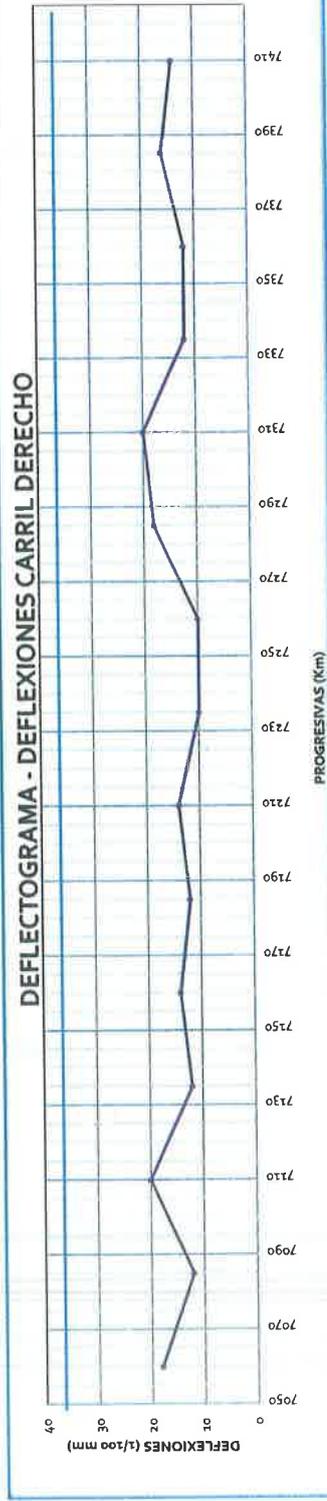
RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 10/12/2018

TECNICO : Cesar Cayabedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <i>Ing. Carlos Villar</i> Ing. Carlos Villar Presidente de Obra	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: <i>Ing. Juan Carlos Durin Chuqui</i> Ing. Juan Carlos Durin Chuqui JEFE DE SUPERVISION CIB N° 56668	Nombre: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. Firma: <i>Ing. Juan Carlos Durin Chuqui</i> Ing. Juan Carlos Durin Chuqui JEFE DE SUPERVISION CIB N° 56668
D: 10	D: 10	D: 10
M: 12	M: 12	M: 12
A: 18	A: 18	A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-QBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 6+860 - 7+050
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 6+860 - 7+050
LADO : Derecho
RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+860	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	10.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	12.0	4.0	24.0	20.0	781	--	--
6+885	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+910	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
6+935	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+960	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+985	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	8.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
7+010	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
7+035	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	20.0	16.0	781.3
	Promedio	mm/100	21.5	17.5	781.3
	Máximo	mm/100	24.0	20.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	1.77	1.77	0.00
	Deflexión Caract	mm/100	23.80	19.80	781.25
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 13	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 13	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.	D: 13
Firma: <i>Ing. Carlos A. Tupia Córdova</i>	M: 12	Firma: <i>Ing. Marco Villar</i>	M: 12	Firma: <i>ING. JUANE USURIN CHUQUI</i>	M: 12
	A: 18	Ing. Residente de Obras	A: 18	JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668	A: 18



Proyecto: **"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHAN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA"** - código SNIP N° 324686
 MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

CONSORCIO SAN MARTÍN

Código Formato: DVC-CAL-OB(R)CAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+860 - 7+050

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 6+860 - 7+050

LADO : Derecho

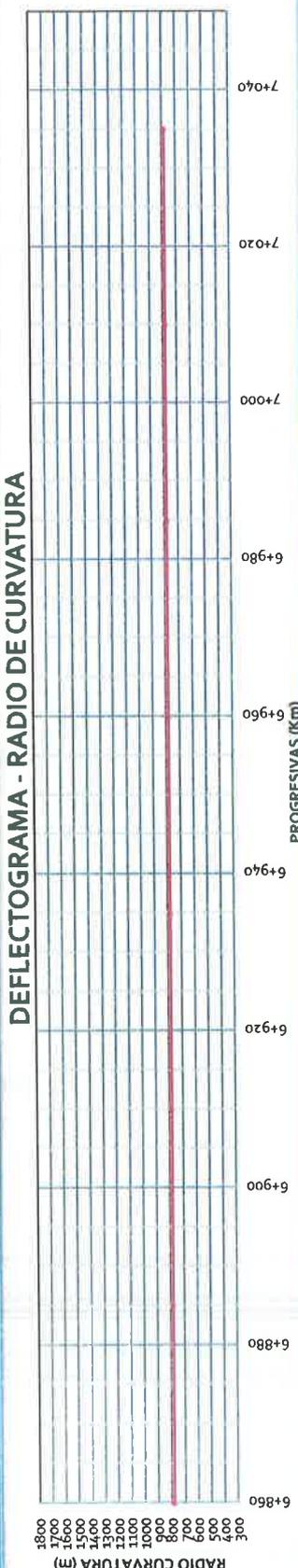
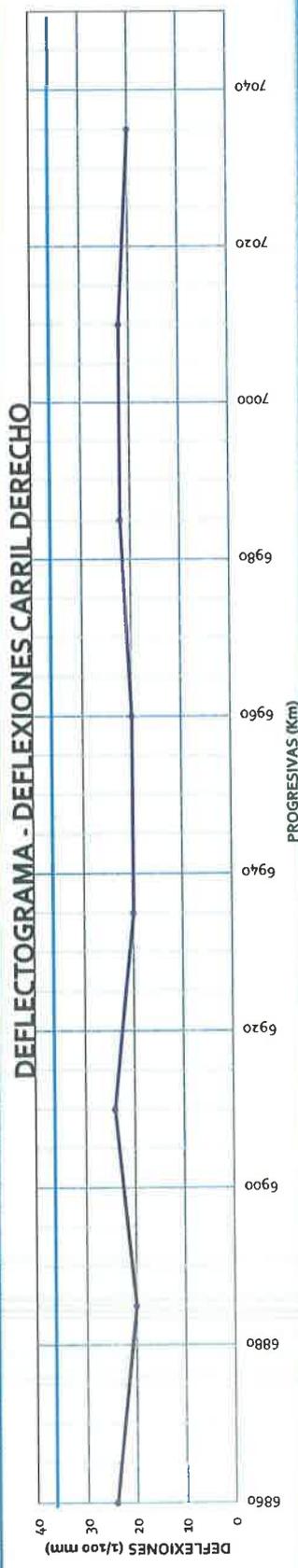
RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTÍN**

Firma: *Ing. Carlos A. Tupia Córdov*
 ESPECIALISTA EN ELOS Y PAV. ENTU

D: 13 M: 12 A: 19

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTÍN**

Firma: *Ing. Marco Villar*
 Ing. Residente de Obra

D: 13 M: 12 A: 18

Aprobado por

Nombre / Función: **ACRUTA & APAMENIEROS S.A.C.**

Firma: *ING. JUAN E. OSURIN CHUQUI*
 JEFE DE SUPERVISION
 CIP N° 56668

D: 13 M: 12 A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+860 - 7+050

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+860 - 7+050

LADO : Izquierda

RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+870	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
6+895	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
6+920	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
6+945	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--
6+970	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+995	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
7+020	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
7+045	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	18.0	14.0	520.8
	Promedio	mm/100	21.3	17.0	748.7
	Máximo	mm/100	24.0	18.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	1.83	1.51	92.07
	Deflexión Correc	mm/100	23.63	18.97	656.63
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTIN	13	CONSORCIO SAN MARTIN	13	ACRUJA TAPIA INGENIEROS S.A.C	13
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tupia Cordov	12	Ing. Marco Villar	12	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SI ELOS Y Pav. ENTU	A:	Ing. Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CHP N° 56668	18

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
 MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Verión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACION : 6+860 - 7+050

DOCUMENTOS DE REFERENCIA : Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+860 - 7+050

LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

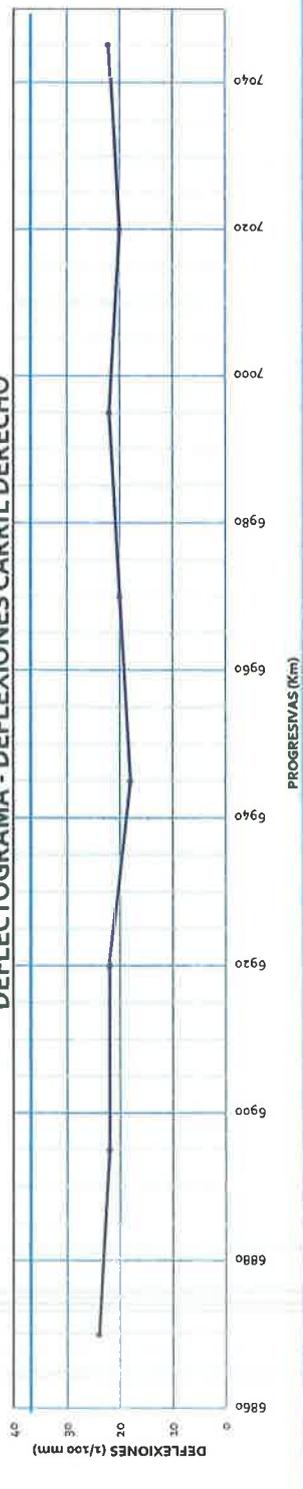
CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

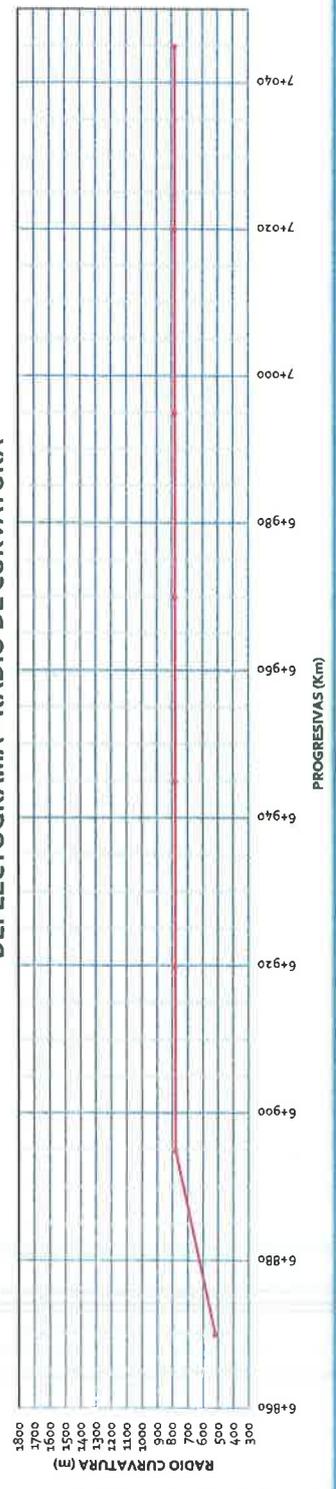
FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018

TECNICO : Cesar Cayado

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función: ACRUTA & TUPIA INGENIEROS S.A.C.	Nombre / Función: ACRUTA & TUPIA INGENIEROS S.A.C.
D: 13	D: 13	D: 13
M: 12	M: 12	M: 12
A: 18	A: 18	A: 18
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdov. ESPECIALISTA EN LOS Y PAV. ENTU	Firma: Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	Firma: ING. JOAQUIN USURIN CHUQUI JEFEBE SUPERVISION CIP N° 56668



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 6+580 - 6+660
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 6+580 - 6+660
LADO : Derecho
RELACION : 1 : 2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+580	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
6+605	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	10.0	6.0	26.0	20.0	521	--	--
6+630	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
6+655	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	10.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	12.0	6.0	26.0	20.0	521	--	--
6+680	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	6.0	20.0	16.0	781	--	--
6+705	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
6+730	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
6+755	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	10.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	4.0	24.0	20.0	781	--	--
6+780	1.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
6+805	2.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
6+830	3.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--
6+855	4.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--

Estadísticas:	Minimo	mm/100	20.0	16.0	520.8
	Promedio	mm/100	24.3	19.5	672.7
	Máximo	mm/100	28.0	22.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	2.39	1.73	134.10
	Deflexión Caract	mm/100	27.44	21.75	538.65
Deflexión Admisible	mm/100	101.00			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTIN	13	CONSORCIO SAN MARTIN	13	ACRUETA & TAPIA INGENIEROS S.A.	13
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tapia Córdov	12	Ing. Enrique Villar	12	ING. JUAN B. USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SI EN LOS Y PAV... ENTU	A:	Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISION	A:
	18		18	CIP N° 56668	18



CONSORCIO SAN MARTÍN

Proyecto:
"MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERIA CONCHAN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
 MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN



ORGANIZACION INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES

Código Formato: DVC-CAL-ORBITAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+580 - 6+860

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+580 - 6+860

LADO : Derecho

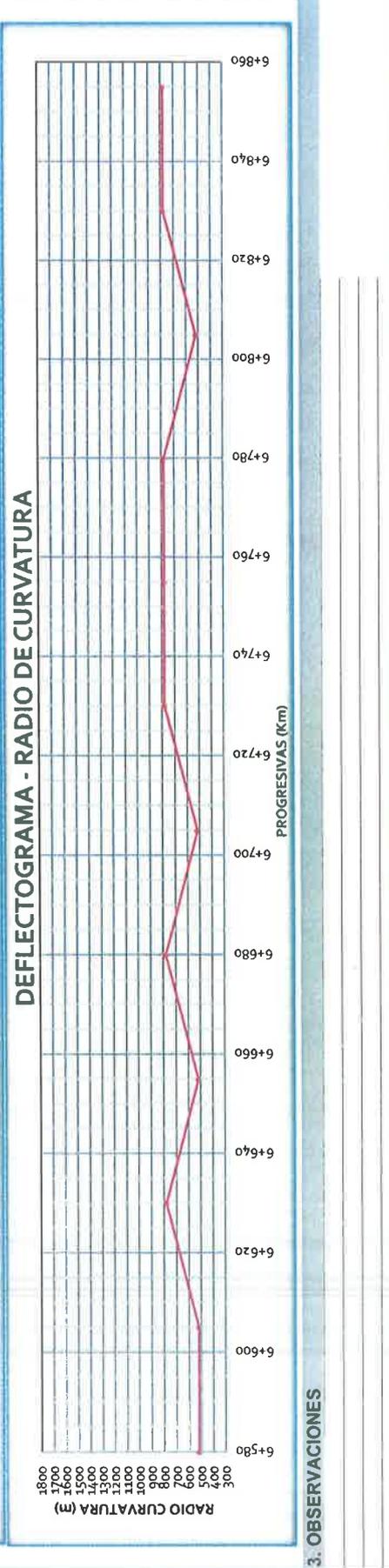
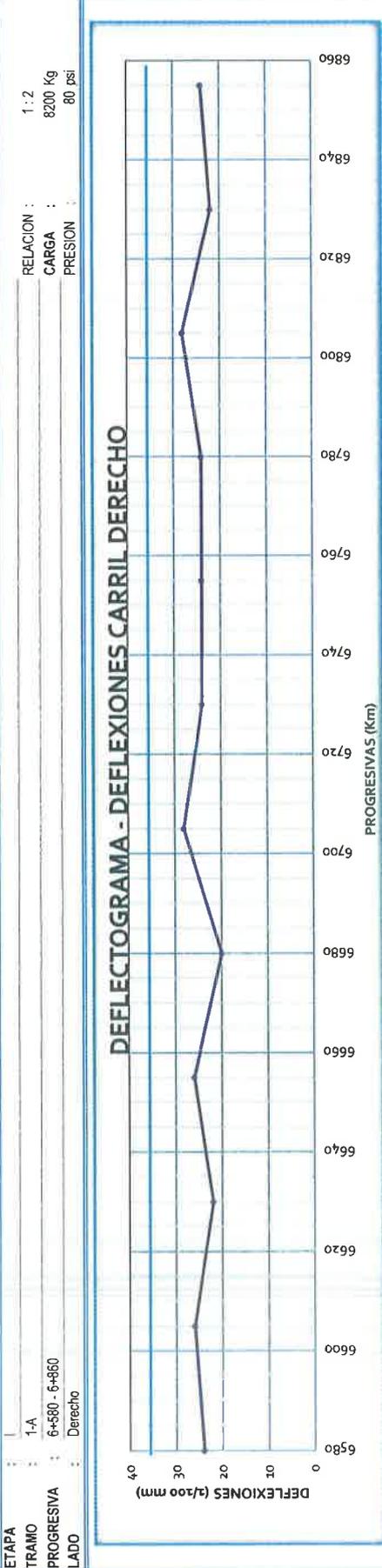
RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: **Ing. Carlos A. Tupia Córdova**
 ESPECIALISTA SI-ELOS Y PAVIMENTO

D: 13 M: 12 A: 19

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTIN**

Firma: **Ing. Marco Villar**
 Ing. Responsable de Obra

D: 13 M: 12 A: 18

Aprobado por

Nombre / Función: **ACRUTA & TAPIANGENIEROS S.A.C.**

Firma: **ING. JUAN E. SURIN CHUQUI**
 JEFE DE SUPERVISION
 CIP N° 56668

D: 13 M: 12 A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 6+580 - 6+860
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
FECHA DE ENSAYO : 13/12/2016
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO
ETAPA : 1
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 6+580 - 6+860
LADO : Izquierda
RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+585	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--
6+610	0.90	0.0	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+635	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--
6+660	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+685	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--
6+710	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
6+735	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+760	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	2.0	0.0	14.0	10.0	781	--	--
6+785	1.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
6+810	2.90	0.0	3.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	12.0	10.0	6.0	4.0	18.0	12.0	521	--	--
6+835	3.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	22.0	18.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	14.0	10.0	520.8
	Promedio	mm/100	17.1	12.9	757.6
	Máximo	mm/100	22.0	18.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	2.59	2.59	78.52
	Deflexión Caract	mm/100	20.45	16.27	679.06
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTÍN	13	CONSORCIO SAN MARTÍN	13	ACRUTA & TABA INGENIEROS S.A.	C13
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tupia Córdova	12	Ing. Marco Villar	12	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SILOS Y PAVIMENTOS	A:	Ing. Residente de Obris	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CIP N° 56668	18

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
 MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-14
 Versión: 01
 Fecha: 11-11-2018
 N° REGISTRO: PÁGINA: 2 DE 2

CLIENTE: OIM

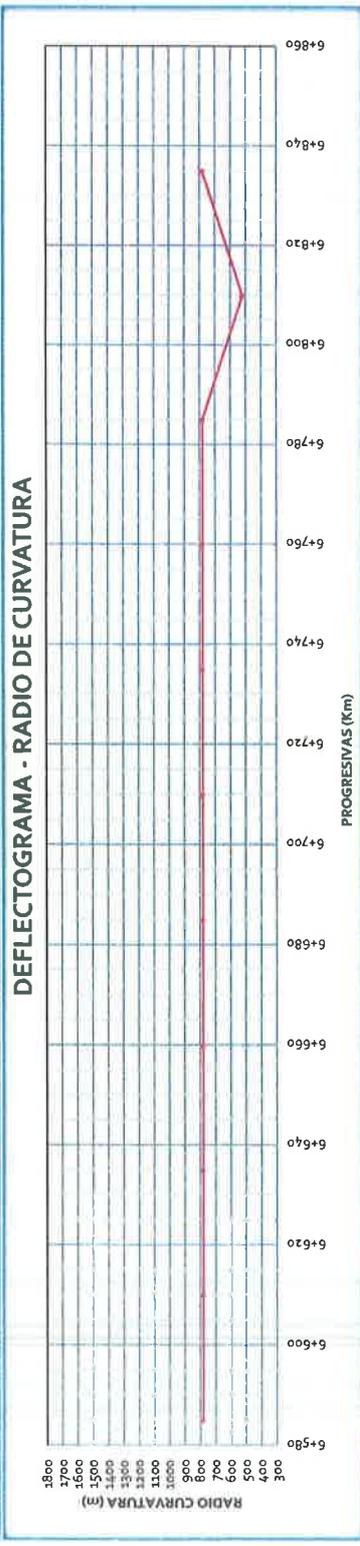
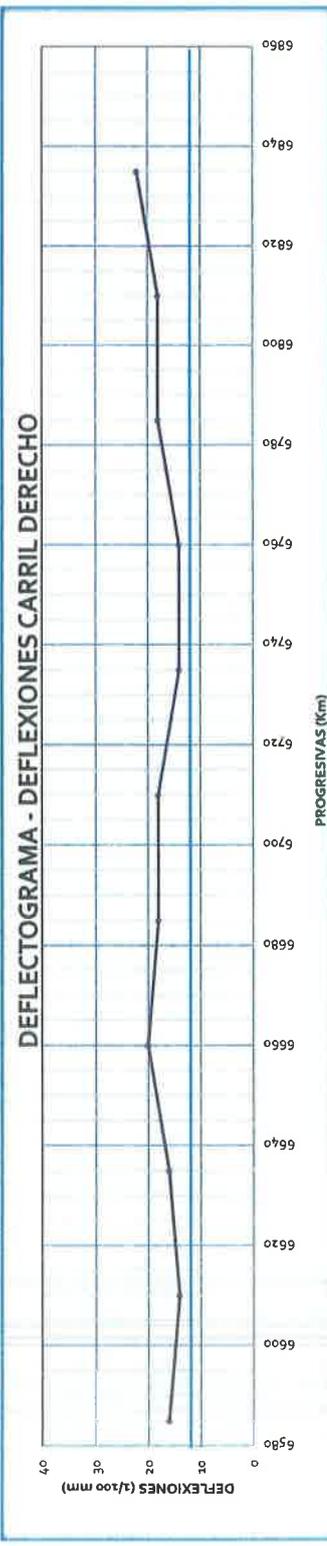
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 UBICACION : 6+580 - 6+660
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA :
 TRAMO : 1-A
 PROGRESIVA : 6+580 - 6+660
 LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
 CARGA : 8200 Kg
 PRESION : 60 psi

FECHA DE ENSAYO : 13/12/2018
 TECNICO : Cesar Cuyado



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Nombre / Función: CONSORCIO SAN MAR Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA S. LOS Y PAV EN	Revisado por: CONSORCIO SAN MARTÍN Firma: Ing. Residencia de obra	Aprobado por: ACRUTA & TAMPA INGENIEROS S.A.C. Firma: ING. JUAN LUIS URIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION O.P. N° 56668
D: 13 M: 12 A: 18	D: 13 M: 12 A: 18	D: 13 M: 12 A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+330 - 6+580

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 14/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+330 - 6+580

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+310	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+335	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+360	0.90	0.0	2.0	5.0	8.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	6.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+385	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	8.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
6+410	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+435	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+460	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+485	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	13.0	40.0	26.0	20.0	14.0	10.0	4.0	26.0	20.0	521	--	--
6+510	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
6+535	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	10.0	40.0	20.0	16.0	10.0	6.0	2.0	20.0	16.0	781	--	--
6+560	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--

Estadísticos:			mm/100	18.0	14.0	520.8
		Mínimo	mm/100	18.0	14.0	520.8
		Promedio	mm/100	21.5	17.1	733.9
		Máximo	mm/100	26.0	20.0	781.3
		Desviación Stand	mm/100	2.21	2.07	105.34
		Deflexión Caract	mm/100	24.32	19.78	628.56
		Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA BITAPIA INGENIEROS S.A.C.
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN ELLOS Y PAV. ENTU	Firma:	Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	Firma:	ING. JOAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668
D:	14	D:	14	M:	14
M:	12	M:	12	A:	18
A:	18	A:	18		

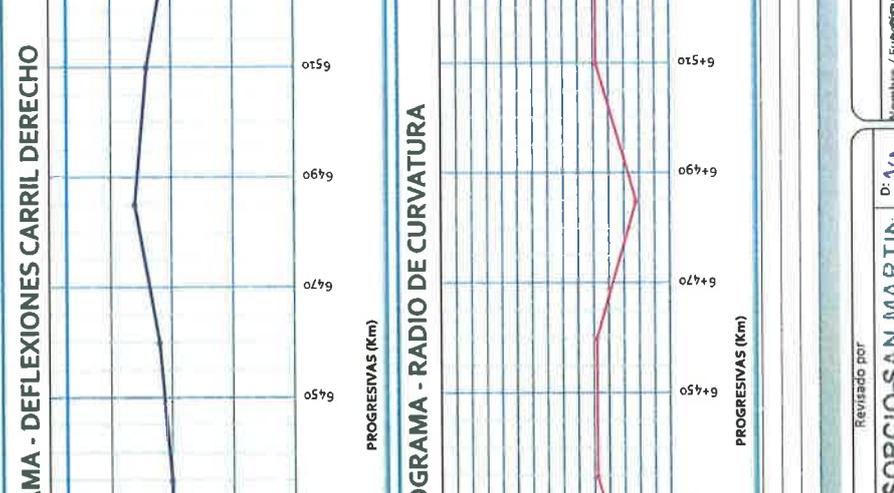
Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

N° REGISTRO: Fecha: 11-11-2018
Versión: 01

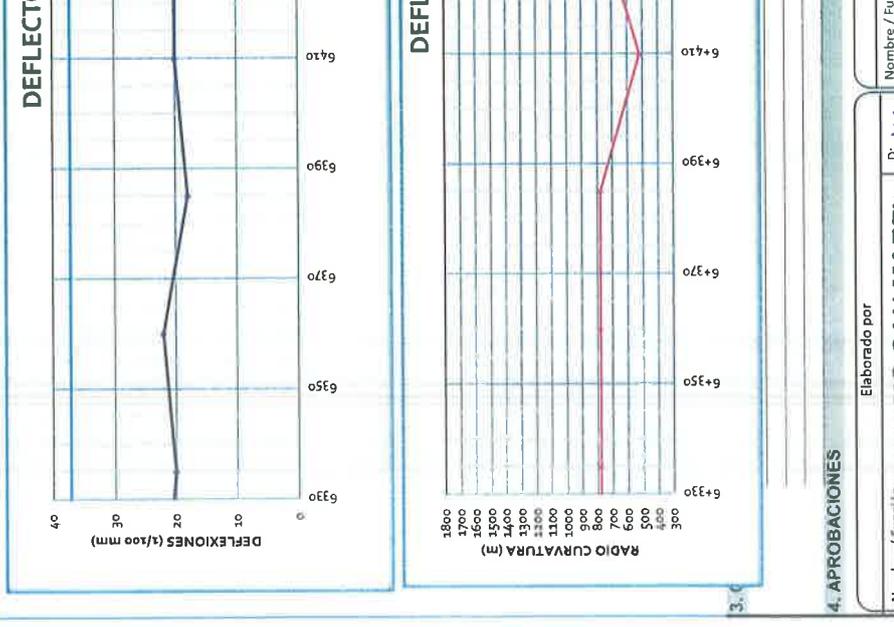
FECHA DE ENSAYO : 14/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

RELACION : 1 : 2
CARGA : 8200 Kg
PRESION : 80 psi

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Firma: CONSORCIO SAN MARTIN D: 14 M: 12 A: 18 Ing. Carlos A. Tupia Córdov. ESPECIALISTA EN CILOS Y PAV. EN TU	Nombre / Firma: CONSORCIO SAN MARTIN D: 14 M: 12 A: 18 Ing. Residente de Obra	Nombre / Firma: ACRUTA & PAPA INGENIEROS S.A.C. D: 14 M: 12 A: 18 ING. JUAN JOSÉ JURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION OIP N° 56668



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13

Versión: 01

Fecha: 11-11-2018

N° REGISTRO:

PÁGINA 1 de 2.

CLIENTE : OIM
ESTRUCTURA : SUBRASANTE
UBICACIÓN : 6+330 - 6+580
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 14/12/2018
TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
TRAMO : 1-A
PROGRESIVA : 6+330 - 6+580
LADO : Izquierdo

RELACION : 1:2
CARGA : 8200 Kg.
PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+320	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	2.0	20.0	14.0	521	--	--
6+345	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+370	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	18.0	12.0	521	--	--
6+395	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	8.0	4.0	2.0	18.0	12.0	521	--	--
6+420	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+445	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
6+470	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+495	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+520	0.90	0.0	3.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	10.0	6.0	2.0	18.0	12.0	521	--	--
6+545	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	18.0	12.0	521	--	--
6+570	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	14.0	10.0	520.8
	Promedio	mm/100	18.9	13.5	591.9
	Máximo	mm/100	24.0	18.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	2.74	2.54	121.64
	Deflexión Caract	mm/100	22.47	16.76	470.22
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

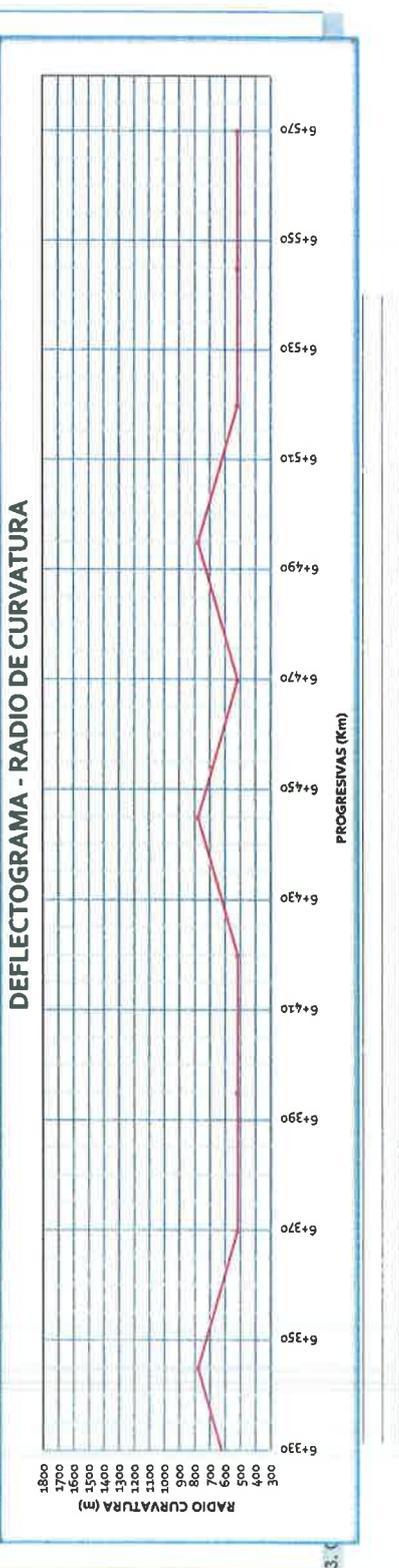
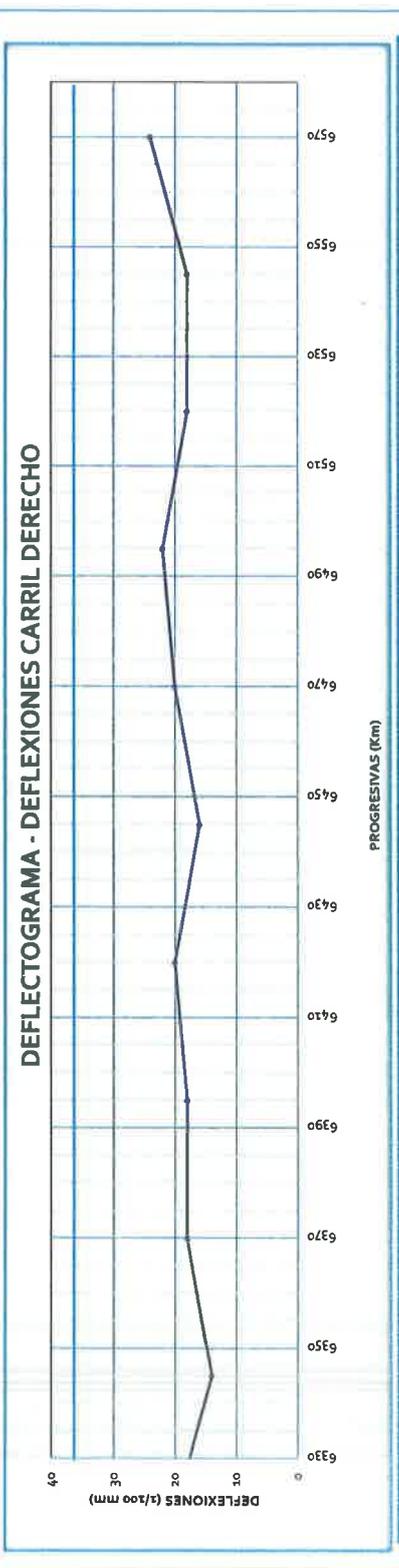
Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTÍN	14	CONSORCIO SAN MARTÍN	14	ACRUTA TAPIA INGENIEROS S.A.	14
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tupia Córdova	12	Ing. Marco Villar	12	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA EN CIMENTOS Y PAVIMENTOS	A:	Ing. Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CIP N° 56668	18

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VISA BENKELMAN

N° REGISTRO: Verbolet: 01 Fecha: 11-11-2018

FECHA DE ENSAYO: 14/12/2018
TECNICO: Cesar Caynado

RELACION: 1:2
CARGA: 8200 Kg
PRESION: 80 psi



4. APROBACIONES

Elaborado por CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Carlos A. Tupiza Córdoba ESPECALISTA SILOS Y PAV. ENT	D: 14 M: 12 A: 18
	Revisado por CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	D: 14 M: 12 A: 18
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN
Firma: Ing. Carlos A. Tupiza Córdoba	Firma: Ing. Marco Villar
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN
Firma: Ing. Marco Villar	Firma: Ing. Marco Villar
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN
Firma: Ing. Marco Villar	Firma: Ing. Marco Villar



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OB(RCAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+000 - 6+330

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 20/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+000 - 6+330

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

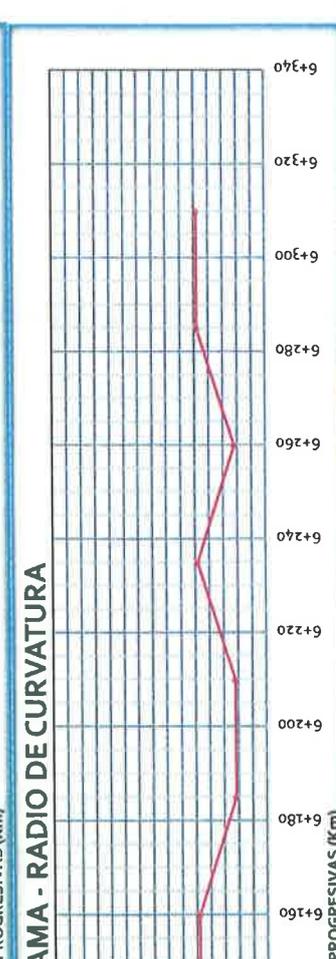
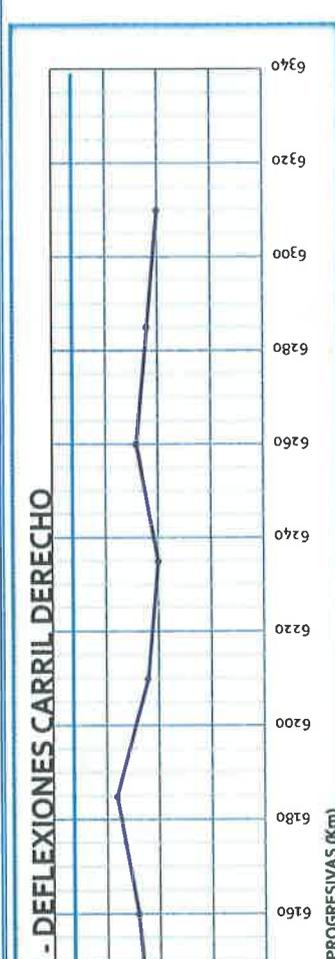
Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
6+010	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+035	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
6+060	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
6+085	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	10.0	13.0	40.0	26.0	20.0	16.0	12.0	6.0	26.0	20.0	521	--	--
6+110	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
6+135	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+160	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
6+185	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
6+210	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	22.0	16.0	521	--	--
6+235	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
6+260	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
6+285	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
6+310	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	18.0	14.0	520.8
	Promedio	mm/100	22.6	17.7	661.1
	Máximo	mm/100	28.0	22.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	2.75	2.14	135.12
	Deflexión Caract	mm/100	26.20	20.47	525.93
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTÍN	20	CONSORCIO SAN MARTÍN	20	ACRUZA & TUPIA INGENIEROS S.A.C	20
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Tupia Cordero	12	Ing. Marco Villar	12	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SILOS Y PAV. ENB	A:	Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CIP N° 56668	18



3. OBSERVACIONES

Revisado por

Nombre / Función:

D: 20
M: 12
A: 18

Firma:

CONSORCIO SAN MARTIN

Ing. Carlos A. Tupia Córdova
ESPECIALISTA EN FLOS Y PAVIMENTU

Elaborado por

Revisado por

Nombre / Función:

D: 20
M: 12
A: 18

Firma:

CONSORCIO SAN MARTIN

Ing. JOSE VILLOTA
Ing. Residuo de Oros

Aprobado por

Nombre / Función:

D: 20
M: 12
A: 18

Firma:

CONSORCIO SAN MARTIN

ING. JOSE VILLOTA
JEFE DE SUPERVISION
CIP N° 56668



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13

Versión: 01

Fecha: 11-11-2018

N° REGISTRO:

PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
 ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 UBICACIÓN : 6+000 - 6+330
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
 FECHA DE ENSAYO : 20/12/2018
 TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
 TRAMO : 1-A
 PROGRESIVA : 6+000 - 6+330
 LADO : Izquierda
 RELACION : 1:2
 CARGA : 8200 Kg
 PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Re (m)	Amb °C	Pav. °C
6+015	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	16.0	12.0	781	--	--
6+040	0.90	0.0	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+065	0.90	0.0	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+090	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	17.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+115	0.80	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
6+140	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
6+165	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
6+190	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+215	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
6+240	0.90	0.0	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	40.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	12.0	10.0	1563	--	--
6+265	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
6+290	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
6+315	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--

Estadísticos:		mm/100	12.0	10.0	520.8
Minimo		mm/100	16.0	11.7	781.3
Promedio		mm/100	20.0	14.0	1562.5
Maximo		mm/100	2.58	1.60	260.42
Desviación Stand		mm/100	19.36	13.77	520.83
Deflexión Caract		mm/100	101.00		
Deflexión Admisible		mm/100			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA & TUPIA INGENIEROS S.A.C
D:	20	D:	20	D:	20
M:	12	M:	12	M:	12
A:	18	A:	18	A:	18
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Cordova ESPECIALISTA EN LOS Y PAVIMENTO	Firma:	Ing. Ricardo Villar Ing. Residente de Obra	Firma:	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668



Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA". código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

CONSORCIO SAN MARTÍN
JITU Ingeniería

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 6+000 - 6+330

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-2

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 6+000 - 6+330

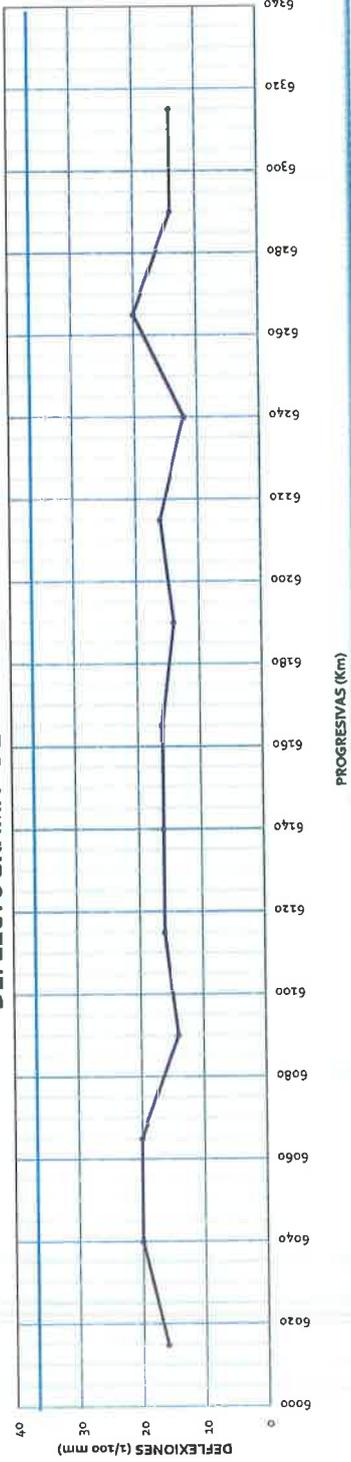
LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

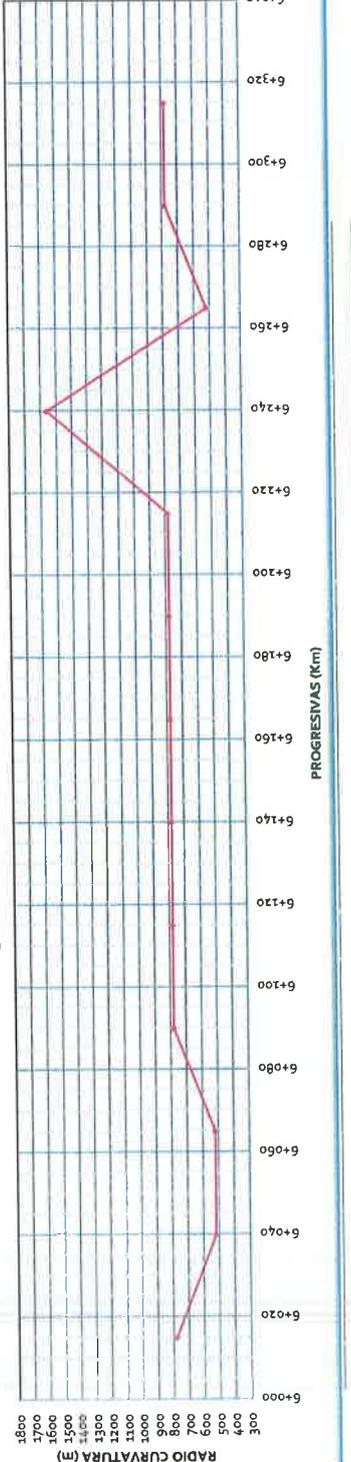
CARGA : 8200 Kg

PRESION : 60 psi

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



4. APROBACIONES

Elaborado por: **CONSORCIO SAN MARTÍN**
Firma: **Ing. Carlos A. Tupia Cordova**
ESPECIALISTA EN: **ALOS Y PAVIMENTO**

Revisado por: **CONSORCIO SAN MARTÍN**
Firma: **Ing. Ricardo Villar**
Ing. Responsable de Obra

Aprobado por: **ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.**
Firma: **ING. JUJUA E. SURIN CHUQUI**
JEFE DE SUPERVISION
CIP N° 56688

D: 20 M: 12 A: 18



Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+830 - 6+000

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 17/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 5+830 - 6+000

LADO : Derecho

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
5+830	0.90	0.0	3.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	12.0	10.0	6.0	4.0	18.0	12.0	521	--	--
5+855	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	20.0	14.0	521	--	--
5+880	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+905	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
5+930	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
5+955	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	10.0	13.0	40.0	26.0	22.0	16.0	12.0	6.0	26.0	22.0	781	--	--
5+980	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	18.0	12.0	520.8
	Promedio	mm/100	20.6	15.7	669.6
	Máximo	mm/100	26.0	22.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	3.41	3.55	139.20
	Deflexión Caract	mm/100	25.00	20.32	530.44
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
CONSORCIO SAN MARTÍN	17	CONSORCIO SAN MARTÍN	17	ACRUTA & COMPANIA INGENIEROS S.A.	17
Firma:	M:	Firma:	M:	Firma:	M:
Ing. Carlos A. Kupia Córdova	12	Ing. Marco Villar	12	ING. JUANIE USURIN CHUQUI	12
ESPECIALISTA SILOS Y PAV. ENTU	A:	Ing. Residente de Obra	A:	JEFE DE SUPERVISIÓN	A:
	18		18	CIP N° 56668	18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM
 ESTRUCTURA : SUBRASANTE
 UBICACIÓN : 5+830 - 6+000
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO
 FECHA DE ENSAYO : 17/12/2018
 TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I
 TRAMO : 1-A
 PROGRESIVA : 5+830 - 6+000
 LADO : Izquierda

RELACION : 1:2
 CARGA : 8200 Kg.
 PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
5+840	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+865	0.90	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	14.0	12.0	1563	--	--
5+890	0.90	0.0	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	14.0	10.0	781	--	--
5+915	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--
5+940	0.90	0.0	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	14.0	12.0	1563	--	--
5+965	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+990	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	14.0	10.0	781.3
	Promedio	mm/100	16.6	13.1	1004.5
	Máximo	mm/100	20.0	16.0	1562.5
	Desviación Stand	mm/100	2.76	2.27	381.21
	Deflexión Caract	mm/100	20.16	16.09	623.25
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.
D:	17	D:	17	D:	17
M:	12	M:	12	M:	12
A:	18	A:	18	A:	18
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN PAV. EN TU	Firma:	Ing. Matón Villar Ing. Residente de Obras	Firma:	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668

Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324.686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN



Código Formato: DVC-CAL-08R(CAL)-PPR-LS-14 Verbatim: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: IOM/OIM

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+630 - 6+000

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hojij y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 5+630 - 6+000

LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

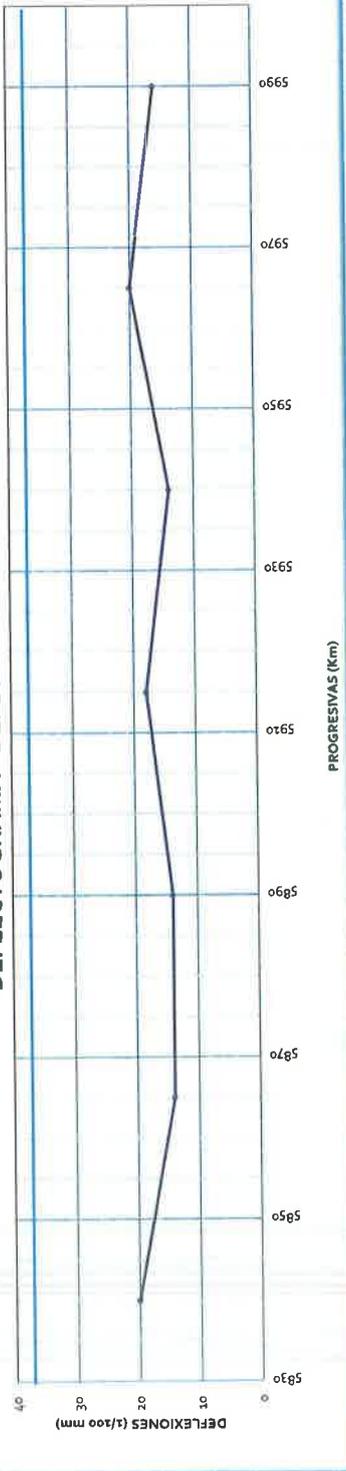
CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

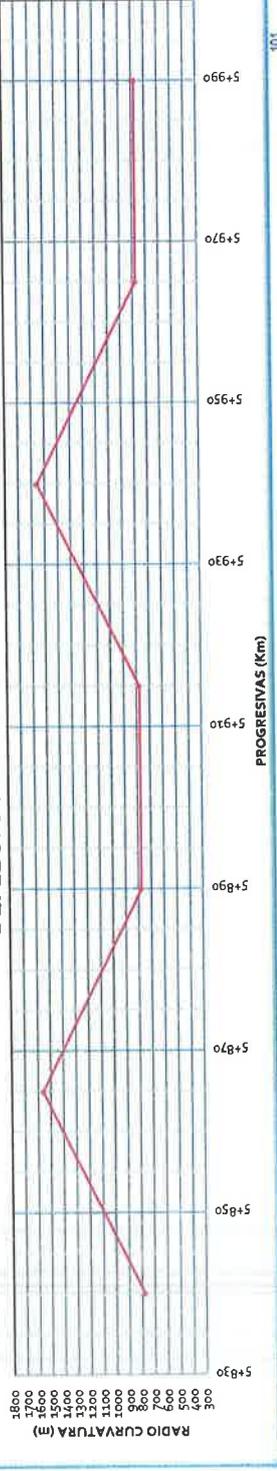
FECHA DE ENSAYO : 17/12/2018

TECNICO : Cesar Capobianco

DEFLECTOGRAMA - DEFLEXIONES CARRIL DERECHO



DEFLECTOGRAMA - RADIO DE CURVATURA



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Carlos A. Tupia Córdova ESPECIALISTA EN ELLOS Y PAV INGENIERO	Revisado por CONSORCIO SAN MARTIN Ing. Marco Villar Ing. Residente de Obra	Aprobado por ACRUTA & TAPI INGENIEROS S.A.C. ING. JUAN JOSÉ JURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CHP N° 56668
D: 17	D: 17	D: 17
M: 12	M: 12	M: 12
A: 18	A: 18	A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXIÓN EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: FECHA DE ENSAYO : 16/12/2018
 CLIENTE : OIM UBICACIÓN : SUBRASANTE TECNICO : Cesar Caycedo
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I RELACION : 1:2
 TRAMO : 1-A CARGA : 8200 Kg
 PROGRESIVA : 5+500 - 5+830 PRESION : 80 psi
 LADO : Derecho

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
5+520	0.90	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	10.0	4.0	28.0	22.0	521	--	--
5+545	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
5+570	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
5+595	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--
5+620	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	12.0	15.0	40.0	30.0	24.0	18.0	14.0	6.0	30.0	24.0	521	--	--
5+645	0.90	0.0	4.0	8.0	10.0	13.0	16.0	40.0	32.0	24.0	16.0	12.0	6.0	32.0	24.0	391	--	--
5+670	0.90	0.0	4.0	8.0	11.0	13.0	15.0	40.0	30.0	22.0	14.0	8.0	4.0	30.0	22.0	391	--	--
5+695	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
5+720	0.90	0.0	3.0	6.0	10.0	13.0	16.0	40.0	32.0	26.0	20.0	12.0	6.0	32.0	26.0	521	--	--
5+745	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+770	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--
5+795	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
5+820	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	20.0	16.0	380.6
	Promedio	mm/100	26.9	20.9	540.9
	Máximo	mm/100	32.0	26.0	781.3
	Desviación Stand	mm/100	3.80	3.01	117.02
	Deflexión Caract	mm/100	31.86	24.84	423.84
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por CONSORCIO SAN MARTÍN Firma: <i>Ing. Carlos A. Tupia Cordo</i> ESPECIALISTA SILOS Y PAV. ENL D: 16 M: 12 A: 18		Revisado por CONSORCIO SAN MARTÍN Firma: <i>Ing. Marco Villar</i> Residente de Obra D: 16 M: 12 A: 19		Aprobado por ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A. Firma: <i>Ing. Juanke Usurin Chuqui</i> JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668 D: 16 M: 12 A: 18	
--	--	--	--	--	--



Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERIA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBRI(CAL)-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+500 - 5+830

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1-A

TRAMO : 5+500 - 5+830

PROGRESIVA : Derecho

LADO : Derecho

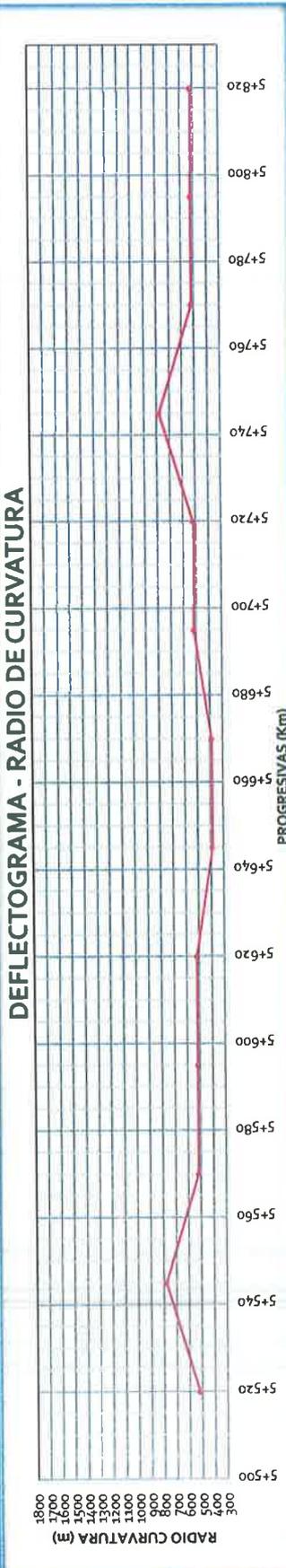
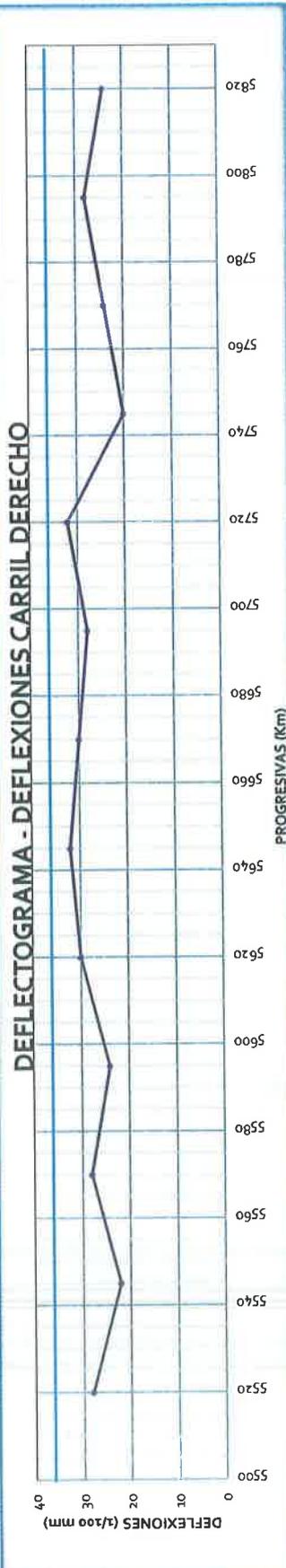
RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 PSI

FECHA DE ENSAYO : 16/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTÍN**

Firma: *Ing. Carlos A. Tupia Córdov*
ESPECIALISTA EN LOS Y PAV EN TU

D: 16
M: 12
A: 18

Revisado por

Nombre / Función: **CONSORCIO SAN MARTÍN**

Firma: *Ing. Marco Villar*
Ing. Residente de Obra

D: 16
M: 12
A: 18

Aprobado por

Nombre / Función: **ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C.**

Firma: *ING. JUAN E. LUSURIN CHUQUI*
JEFE DE SUPERVISION
CIP N° 56668

D: 16
M: 12
A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13	Versión: 01	Fecha: 11-11-2018	N° REGISTRO:
CLIENTE : OIM			
ESTRUCTURA : SUBRASANTE			
UBICACIÓN : 5+500 - 5+830	FECHA DE ENSAYO : 16/12/2018		
DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO	TECNICO : Cesar Coycedo		

EQUIPO UTILIZADO			
ETAPA : 1	RELACION : 1:2		
TRAMO : 1-A	CARGA : 8200 Kg		
PROGRESIVA : 5+500 - 5+830	PRESION : 80 psi		
LADO : Izquierda			

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
5+505	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
5+530	0.90	0.0	1.0	4.0	5.0	6.0	7.0	40.0	14.0	12.0	6.0	4.0	2.0	14.0	12.0	1563	--	--
5+555	0.90	0.0	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	18.0	12.0	521	--	--
5+580	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	8.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
5+605	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
5+630	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+655	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	40.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	16.0	12.0	781	--	--
5+680	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
5+705	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	8.0	4.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--
5+730	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+755	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
5+780	0.90	0.0	3.0	7.0	9.0	11.0	13.0	40.0	26.0	20.0	12.0	8.0	4.0	26.0	20.0	521	--	--
5+805	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	40.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	20.0	16.0	781	--	--
5+830	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--

Estadísticos:	Mínimo	mm/100	14.0	12.0	520.8
	Promedio	mm/100	19.6	15.4	799.9
	Máximo	mm/100	26.0	20.0	1582.5
	Desviación Stand	mm/100	3.16	2.77	238.77
	Deflexión Caract	mm/100	23.67	19.02	561.08
	Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 16	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN	D: 16	Nombre: ING. JUANIE USURIN CHUQUI	D: 16
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova	M: 12	Firma: Ing. Ricardo Villar	M: 12	Firma: ING. JUANIE USURIN CHUQUI	M: 12
A: 18		Ing. Residente de Obra	A: 18	JEFE DE SUPERVISIÓN CIP N° 56668	A: 18



MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

PÁGINA 1 de 2

Código Formato: DVC-CAL-OBR(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+200 - 5+500

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 4/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 5+200 - 5+500

LADO : Derecho

RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Re (m)	Amb °C	Pav. °C
5+215	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	12.0	8.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--
5+240	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	18.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
5+265	0.90	0.0	3.0	6.0	9.0	12.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	10.0	4.0	28.0	22.0	521	--	--
5+290	0.90	0.0	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
5+315	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	40.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	28.0	22.0	521	--	--
5+340	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	4.0	24.0	18.0	521	--	--
5+365	0.90	0.0	4.0	6.0	9.0	10.0	13.0	40.0	26.0	18.0	14.0	8.0	6.0	26.0	18.0	391	--	--
5+390	0.90	0.0	2.0	5.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	8.0	4.0	24.0	20.0	781	--	--
5+415	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	10.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	4.0	24.0	20.0	781	--	--
5+440	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
5+465	0.90	0.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	40.0	24.0	16.0	12.0	8.0	4.0	24.0	16.0	391	--	--
5+490	0.90	0.0	4.0	6.0	7.0	8.0	10.0	40.0	20.0	12.0	8.0	6.0	2.0	20.0	12.0	391	--	--

Estadísticos:			mm/100	18.0	12.0	390.6
		Mínimo	mm/100	24.3	18.5	575.1
		Promedio	mm/100	28.0	22.0	781.3
		Máximo	mm/100	3.06	3.21	161.47
		Desviación Stand	mm/100	28.30	22.67	413.61
		Deflexión Caract	mm/100	101.00		
		Deflexión Admisible	mm/100			

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	CONSORCIO SAN MARTIN	Nombre / Función:	ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.
D:	04	D:	04	D:	04
M:	12	M:	12	M:	12
A:	18	A:	18	A:	18
Firma:	Ing. Carlos A. Tupia Cordova ESPECIALISTA EN C/OS Y PAVIMENTO	Firma:	Ing. Marco Villar Ing Residente de Obra	Firma:	ING. JUAN E. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION CIP N° 56668



Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

CONSORCIO SAN MARTÍN

Código Formato: DVC-CAL-OBRCAL-PR-LS-14 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO:

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+200 - 5+500

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Higgs y AASHTO

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : 1

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 5+200 - 5+500

LADO : Derecho

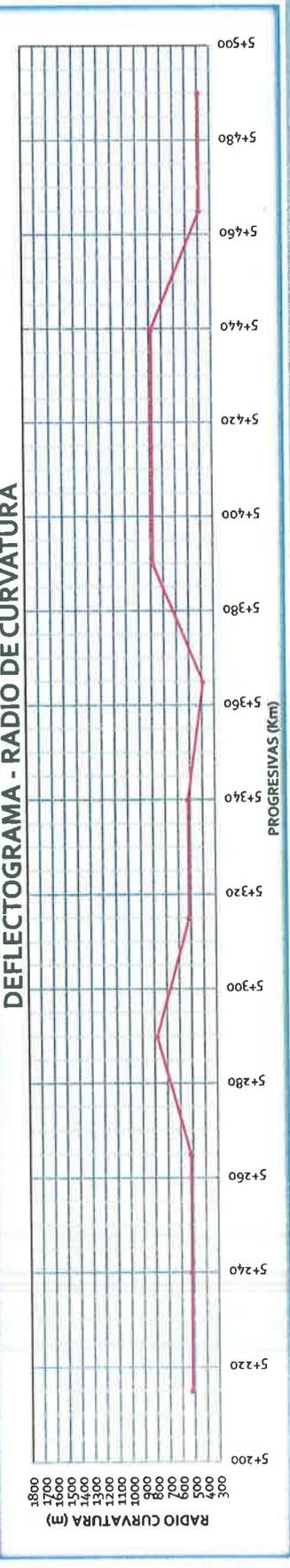
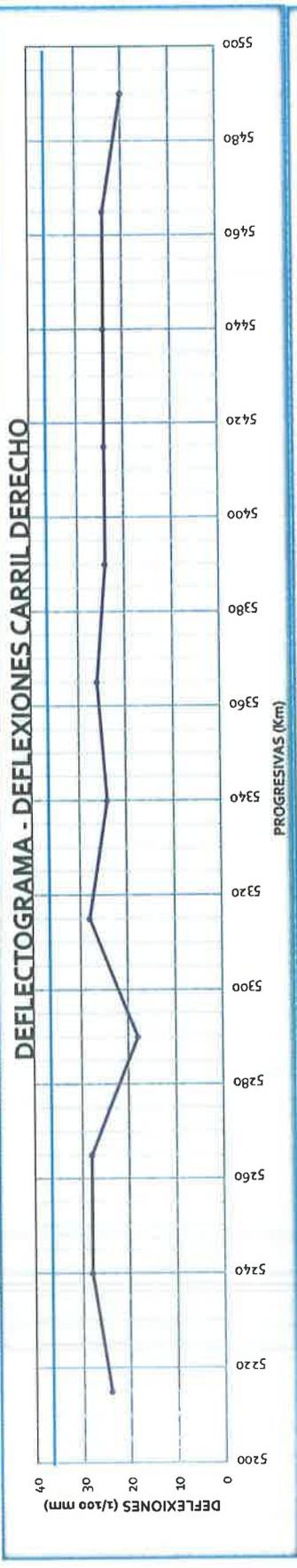
RELACION : 1 : 2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

FECHA DE ENSAYO : 4/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por	Revisado por	Aprobado por
Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdov. ESPECIALISTA EN SUELOS Y PAVIMENTOS	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTIN Firma: Ing. Matco Villar Ing. Residente de Obra	Nombre / Función: ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. Firma: ING. JUAN JOSÉ LUIS CHUQUI JEFE DE SUPERVISION S/N 56668
D: 04	D: 04	D: 04
M: 12	M: 12	M: 12
A: 18	A: 18	A: 18

Código Formato: DVC-CAL-OB(R)(CAL)-PR-LS-13 Versión: 01 Fecha: 11-11-2018 N° REGISTRO: PÁGINA 1 de 2

CLIENTE : OIM

ESTRUCTURA : SUBRASANTE

UBICACIÓN : 5+200 - 5+500

DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHTO

FECHA DE ENSAYO : 4/12/2018

TECNICO : Cesar Caycedo

EQUIPO UTILIZADO

ETAPA : I

TRAMO : 1-A

PROGRESIVA : 5+200 - 5+500

LADO : Izquierda

RELACION : 1:2

CARGA : 8200 Kg

PRESION : 80 psi

Progresiva (Km)	Distancia al borde	Lecturas del Dial						Espesor (cm)	Deflexiones Corregidas					Parámetros de Evaluación			TEMPERATURAS	
		L-0 0.01 mm	L-25 0.01 mm	L-50 0.01 mm	L-75 0.01 mm	L-100 0.01 mm	L-500 0.01 mm		Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D75 (0.01 mm)	D100 (0.01 mm)	Do (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	Rc (m)	Amb °C	Pav. °C
5+200	0.90	0.0	3.0	6.0	8.0	9.0	13.0	40.0	26.0	20.0	14.0	10.0	8.0	26.0	20.0	521	--	--
5+225	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	18.0	14.0	781	--	--
5+250	0.90	0.0	3.0	5.0	7.0	8.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	10.0	8.0	24.0	18.0	521	--	--
5+275	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	40.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	18.0	14.0	781	--	--
5+300	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
5+325	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	9.0	11.0	40.0	22.0	16.0	12.0	6.0	4.0	22.0	16.0	521	--	--
5+350	0.90	0.0	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	40.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	24.0	18.0	521	--	--
5+375	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
5+400	0.90	0.0	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
5+425	0.90	0.0	2.0	5.0	6.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	14.0	12.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
5+450	0.90	0.0	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--
5+475	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	40.0	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0	22.0	18.0	781	--	--
5+500	0.90	0.0	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	40.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	24.0	20.0	781	--	--

Estadísticos:	Unidad	18.0	14.0	520.8
Mínimo	mm/100	18.0	14.0	520.8
Promedio	mm/100	22.8	18.0	681.1
Máximo	mm/100	26.0	20.0	781.3
Desviación Stand	mm/100	2.39	2.16	131.67
Deflexión Caract	mm/100	25.87	20.81	549.22
Deflexión Admisible	mm/100	101.00		

3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

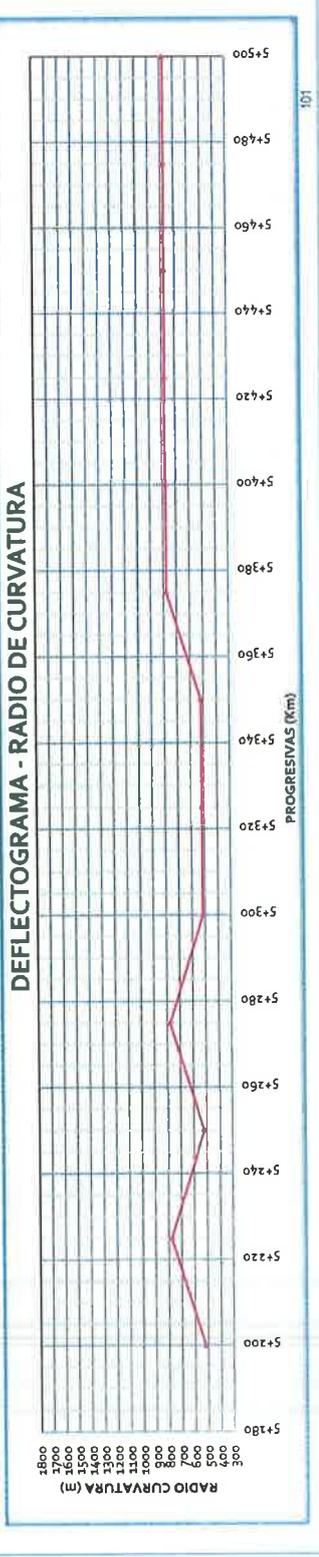
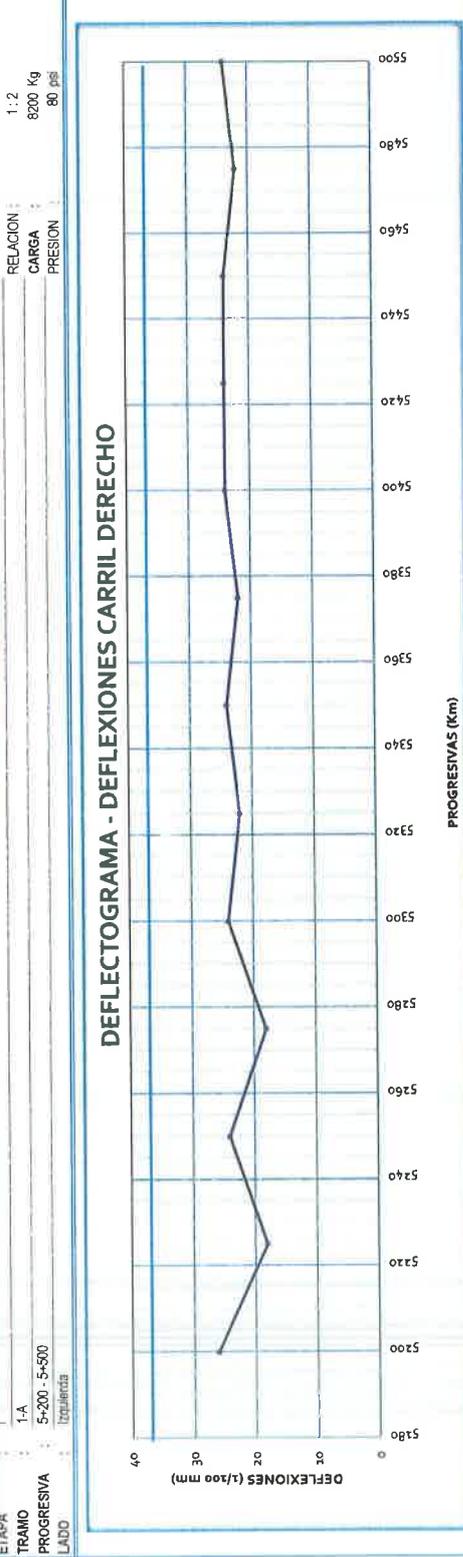
Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre: CONSORCIO SAN MARTÍN	D: 04	Nombre / Función: CONSORCIO SAN MARTÍN	D: 04	Nombre: AGRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.	D: 04
Firma: Ing. Carlos A. Tupia Córdova	M: 12	Firma: Ing. Rosalinda de Oña	M: 12	Firma: Ing. JUAN E. USURIN CHUQUI	M: 12
	A: 18		A: 18	JEFE DE SUPERVISIÓN	A: 18
				CIB N° 56668	



Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA" - código SNIP N° 324686
 MEDIDA DE LA DEFLEXION EMPLEANDO LA VIGA BENKELMAN

CONSORCIO SAN MARTÍN
 Código Formato: DVC-CAL-OBRR(CAL)-PR-LS-14
 Versión: 01

N° REGISTRO: 4122018
 Fecha: 11-11-2018
 CLIENTE: OIM
 ESTRUCTURA: SUBRASANTE
 UBICACIÓN: 5+200 - 5+500
 DOCUMENTOS DE REFERENCIA: Modelo de Hogg y AASHITO
 EQUIPO UTILIZADO: 1-2
 ETAPA: 1-A
 TRAMO: 5+200 - 5+500
 PROGRESIVA: Izquierda
 LADO: Izquierda
 RELACION: 1:2
 CARGA: 8200 Kg
 PRESION: 80 psi



3. OBSERVACIONES

4. APROBACIONES

Elaborado por CONSORCIO SAN MARTÍN Ing. Carlos A. Tupia Cordova ESPECIALISTA SILOS Y PAVIMENTO	Revisado por CONSORCIO SAN MARTÍN Ing. J. C. Villar Ing. Responsable de Obra	Aprobado por ACRUTA & TAPIA INGENIEROS S.A.C. ING. JUAN P. USURIN CHUQUI JEFE DE SUPERVISION QIP N° 56668
D: 04 M: 12 A: 18	D: 04 M: 12 A: 18	D: 04 M: 12 A: 18

REGISTRO DE EXCAVACIONES

OBRA	: MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	CALICATA	: CV-30
		REALIZADO	: C.S.C
		REVISADO	: C.T.C
UBICACIÓN	: 4 + 960	FECHA	: 19/10/2018

PROF. (m)	G R A F I C O	DESCRIPCION DEL SUELO Clasificación técnica; forma del material granular; color; contenido de humedad; índice de plasticidad / compresibilidad; grado de compacidad / consistencia; Otros: presencia de oxidaciones y material orgánico, porcentaje estimado de boleos / cantos, etc.	SUCS	GRANULOMETRIA				L.L.	L.P.	H.N.	N° DE MUESTRA
				<	0.075	4.750	>				
				a	a	a	a				
			AASHTO	0.075	4.750	75	75	%	%	%	
				mm	mm	mm	mm				

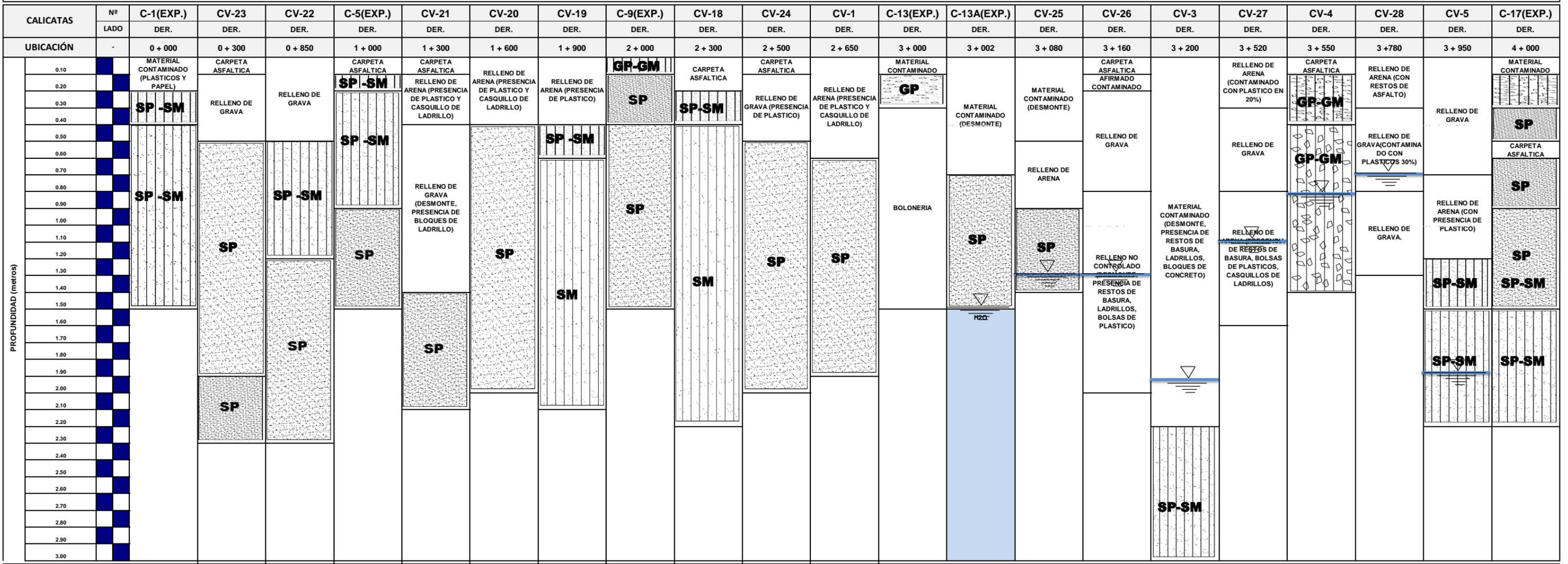
0.25		Relleno con asfalto, color negro.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.00		Relleno de arena, color beige, humeda, no plastica, compacidad media.	--	--	--	--	--	--	--	--	S/M
1.20		Arena mal graduada, color marron, humeda, no plastica, compacidad media. N.F. 1.80m	SP A-3(1)	1.81	97.99	0.19	--	--	NP	14	M-01
1.80											
1.90											
2.00											
3.00											
4.00											

OBSERVACIONES : _____

Elaborado por		Revisado por		Aprobado por	
Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:	Nombre / Función:	D:
	M:		M:		M:
Firma:	A:	Firma:	A:	Firma:	A:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PERFILES DE ESTUDIO



DATOS DE MUESTRAS	N° CALICATA																					
	C-1(EXP.)	CV-23	CV-22	C-5(EXP.)	CV-21	CV-20	CV-19	C-9(EXP.)	CV-18	CV-24	CV-1	C-13(EXP.)	C-13A(EXP.)	CV-25	CV-26	CV-3	CV-27	CV-4	CV-28	CV-5	C-17(EXP.)	
N° MUESTRA	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	-	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	-	M-01	M-01	-	M-01	M-01
PROF. (mts)	0.25-0.40	1.90-2.35	0.50-1.20	0.05-0.20	1.40-2.15	0.40-2.00	-	0.00-0.10	0.20-0.45	0.55-2.00	0.60-1.90	0.10-0.30	0.70-1.50	0.90-1.40	-	0.09-0.40	-	0.09-0.40	-	-	1.20-1.50	0.05-0.30
> MALLA 200(%)	10	2.92	7.19	10	4.06	2.89	-	10	11.25	1.89	4.67	5	2	2.54	-	11.42	-	10.84	-	-	5.23	5
LL (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LP (%)	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	-	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	-	N.P.	-	N.P.	-	-	N.P.	-
LP (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	SP-SM	SP	SP-SM	SP-SM	SP	SP	-	GP-GM	SP-SM	SP	SP	GP	SP	SP	-	SP-SM	-	GP-GM	-	-	SP-SM	GP-GM
CLASIFIC. AASHTO	A-1-b(0)	A-1-b(1)	A-3(1)	A-1-b(0)	A-3(1)	A-3(1)	-	A-1-b(0)	A-1-b(0)	A-3(1)	A-3(1)	A-1-a(0)	A-3(0)	A-3(0)	-	A-2-4(0)	-	A-1-a(0)	-	-	A-3(1)	A-1-a(0)
HUMEDAD (%)	4.3	1.0	4.0	3.4	2.0	3.0	-	4.5	2.0	2.0	4.0	3.0	5.5	21.0	-	24.0	-	4.0	-	-	19.0	6.2
N° MUESTRA	M-02	-	-	M-02	-	-	-	M-02	M-02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M-02	-	M-02	M-02
PROF. (mts)	0.40-1.50	-	-	0.20-0.90	-	-	-	0.40-1.50	0.45-2.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40-1.40	-	1.50-2.20	0.30-0.55
> MALLA 200(%)	9	-	-	6	-	-	-	7	12.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.36	-	5.62	5
LL (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LP (%)	N.P.	-	-	N.P.	-	-	-	N.P.	N.P.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.	-	N.P.	N.P.
LP (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	SP-SM	-	-	SP-SM	-	-	-	SP	SM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	GP-GM	-	SP-SM	SP
CLASIFIC. AASHTO	A-3(0)	-	-	A-3(0)	-	-	-	A-3(0)	A-2-4(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-1-a(1)	-	A-3(1)	A-3(0)
HUMEDAD (%)	3.1	-	-	3.8	-	-	-	3.9	3.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.0	-	13.0	7.6
N° MUESTRA	-	-	-	M-03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M-03
PROF. (mts)	-	-	-	0.90-1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40-1.50
> MALLA 200(%)	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
LL (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LP (%)	-	-	-	N.P.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.
LP (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	-	-	-	SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	SP
CLASIFIC. AASHTO	-	-	-	A-3(0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-1-a(0)
HUMEDAD (%)	-	-	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.6

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y PAVIMENTOS

PERFILES DE ESTUDIO

CALICATAS	N° LADO	CV-29	CV-6	CV-7	CV-30	C-21(EXP.)	CV-8	CV-9	CV-10	C-25(EXP.)	CV-11	C-27(EXP.)	CV-12	CV-13	C-33(EXP.)	CV-14	CV-15	C-37(EXP.)	CV-16	CV-17	C-41(EXP.)				
		DER.	DER.	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	DER.	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	EXP.TEC	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	DER.	EXP.TEC	DER.	DER.	EXP.TEC			
UBICACIÓN	-	4 + 180	4 + 250	4 + 600	4 + 960	5 + 000	5 + 000	5 + 450	5 + 950	6 + 000	6 + 650	7 + 000	7 + 000	7 + 550	8 + 000	8 + 100	8 + 700	9 + 000	9 + 500	9 + 850	10 + 000				
PROFUNDIDAD (metros)	0.10	RELLENO CON ASFALTO	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	RELLENO DE ARENA	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	GP-GM	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	RELLENO DE GRAVA	SP-SM	RELLENO DE ARENA CON PLASTICOS	CARPETA ASFALTICA	SP-SM	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	CARPETA ASFALTICA	GP-GM			
	0.20	AFIRMADO CONTAMINADO	RELLENO DE ARENA	RELLENO DE ARENA CON GRAVA	RELLENO DE ARENA	RELLENO DE ARENA	RELLENO DE ARENA Y GRAVA	GP-GM	RELLENO DE ARENA Y GRAVA	RELLENO DE GRAVILLA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVILLA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	RELLENO DE GRAVA	GP-GM		
	0.30																								
	0.40																								
	0.50																								
	0.60																								
	0.70																								
	0.80																								
	0.90																								
	1.00																								
	1.10																								
	1.20																								
	1.30																								
	1.40																								
	1.50																								
	1.60																								
	1.70																								
	1.80																								
	1.90																								
	2.00																								
2.10																									
2.20																									
2.30																									
2.40																									
2.50																									
2.60																									
2.70																									
2.80																									
2.90																									
3.00																									

DATOS DE MUESTRAS	N° CALICATA	CV-29	CV-6	CV-7	CV-30	C-21(EXP.)	CV-8	CV-9	CV-10	C-25(EXP.)	CV-11	C-27(EXP.)	CV-12	CV-13	C-33(EXP.)	CV-14	CV-15	C-37(EXP.)	CV-16	CV-17	C-41(EXP.)
	N° MUESTRA	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	-	M-01	-	M-01	M-01	M-01	M-01	M-01	-	-	M-01	-	M-01
PROF. (mts)	0.35 - 1.00	0.35 - 1.20	0.95 - 1.60	1.20 - 1.90	0.05 - 0.10	1.35 - 1.95	0.00 - 0.45	-	0.05 - 0.25	-	0.00 - 0.10	0.25 - 1.60	0.05 - 0.20	0.00 + 0.20	0.45 - 1.90	-	-	0.05 - 0.10	-	0.05 - 0.80	0.00 - 0.20
> MALLA 200(%)	3.74	3.52	2.37	1.81	8	1.85	7.19	-	5	-	5	27.21	6.74	8	2.78	-	-	10	-	5.79	10
L.L (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L.P (%)	N.P.	-	N.P.	-	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	N.P.	-	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.	-	-	N.P.	-	N.P.	N.P.
I.P (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	SP	SP	SP	SP	SP-SM	SP	GP-GM	-	SP-SM	-	GP-GM	SM	GW-GM	SP-SM	SP	-	-	SP-SM	-	SP-SM	GP-GM
CLASIFIC. AASHTO	A-3(1)	A-3(1)	A-3(1)	A-3(1)	A-1-b(0)	A-3(1)	A-1-a(1)	-	A-1-b(0)	-	A-1-a(0)	A-2-4(0)	A-1-a(0)	A-1-a(0)	A-3(1)	-	-	A-1-b(0)	-	A-1-b(1)	A-1-a(0)
HUMEDAD (%)	9.0	6.0	18.0	14.0	3.4	16.0	2.0	-	4.3	-	4.1	1.0	2.0	4.3	1.0	-	-	3.4	-	2.0	5.0
N° MUESTRA	M-02	M-02	-	-	M-02	-	M-02	-	M-02	-	M-02	-	-	-	M-02	-	-	M-02	-	-	M-02
PROF. (mts)	1.00 - 1.30	1.20 - 1.90	-	-	0.10 - 1.50	-	0.45 - 2.00	-	0.25 - 0.60	-	0.10 - 1.50	-	-	-	0.20 - 0.60	-	-	0.20 - 0.90	-	-	0.20 - 0.60
> MALLA 200(%)	5.11	1.59	-	-	4	-	1.98	-	4	-	3	-	-	4	-	-	-	4	-	-	4
L.L (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L.P (%)	N.P.	N.P.	-	-	N.P.	-	N.P.	-	N.P.	-	N.P.	-	-	N.P.	-	-	-	N.P.	-	-	N.P.
I.P (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	SP-SM	SP	-	-	SP	-	SP	-	SP	-	SP	-	-	SP-SM	-	-	-	SP	-	-	SP
CLASIFIC. AASHTO	A-3(1)	A-3(1)	-	-	A-3(0)	-	A-3(1)	-	A-3(0)	-	A-3(0)	-	-	A-3(0)	-	-	-	A-3(0)	-	-	A-3(0)
HUMEDAD (%)	18.0	13.0	-	-	3.6	-	2.0	-	3.3	-	3.6	-	-	3.9	-	-	-	3.0	-	-	4.0
N° MUESTRA	-	-	-	-	-	-	-	-	M-03	-	-	-	-	-	M-03	-	-	-	-	-	M-03
PROF. (mts)	-	-	-	-	-	-	-	-	0.60 - 1.50	-	-	-	-	-	0.60 - 1.50	-	-	-	-	-	0.60 - 1.50
> MALLA 200(%)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	3
L.L (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L.P (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	N.P.	-	-	-	-	N.P.	-	-	-	-	-	-	N.P.
I.P (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CLASIFIC. SUCS	-	-	-	-	-	-	-	-	SP	-	-	-	-	SP	-	-	-	-	-	-	SP
CLASIFIC. AASHTO	-	-	-	-	-	-	-	-	A-3(0)	-	-	-	-	A-3(0)	-	-	-	-	-	-	A-3(0)
HUMEDAD (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	4.8	-	-	-	-	4.1	-	-	-	-	-	-	3.7

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNION
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN

FECHA : 2019
 TECNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : IV - DER
 LADO : DERECHO
 PROGRESIVA : DEL 8+240.00 AL 9+185.00 Km

RELACION : 2 : 1
 SEPARACION : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E ² mm							DEFLEXIONES E ² mm					RAD. CURV.	MODELO DE HOGG											CORREL.		
				L0	L25	L50	L75	L100	L _{MAX}	D _{MAX}	D25	D50	D75	D100	R5		X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR				
																											Kg/cm ²	%	ksi	
1	8+240.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
2	8+265.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	17.00	17.21
3	8+290.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
4	8+315.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
5	8+340.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
6	8+365.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.5	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	7.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
7	8+390.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
8	8+415.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
9	8+440.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
10	8+465.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
11	8+490.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
12	8+515.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
13	8+540.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
14	8+565.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	8.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
15	8+635.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
16	8+660.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
17	8+685.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	11.0	13.0	26.0	20.0	16.0	10.0	4.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
18	8+710.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
19	8+735.00	0.9	21	-	2.0	2.0	4.0	6.0	8.0	16.0	12.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
20	8+760.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
21	8+785.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
22	8+810.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
23	8+835.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	2.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
24	8+860.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
25	8+885.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
26	8+910.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
27	8+935.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
28	8+960.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
29	8+985.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
30	9+010.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
31	9+035.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
32	9+060.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	6.0	8.0	16.0	14.0	12.0	8.0	4.0	1,562.50	0.875	2.63	-	0.548	87.14	0.192	0.602	48.77	0.48	0.942	1.633	0.1614	1,304.75	11.86	14.97
33	9+085.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
34	9+110.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
35	9+135.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
36	9+160.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
37	9+185.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
ESTAD.		PROMEDIO	0.9	21	-	1.8	3.2	4.9	13.4	8.2	16.4	12.8	9.9	6.6	3.6	971.28	0.6184					33.39					PROMEDIO	1,847.25	16.79	18.70
		D. ESTANDAR	0.0	-	-	0.6	1.0	1.1	8.1	1.6	3.3	2.4	2.0	1.6	1.0	371.59	10.04					6.12					D. ESTANDAR	342.02	3.11	2.27
		C. VARIACION	0.0	-	-	31.4	29.4	22.3	60.8	19.9	19.9	19.0	20.2	24.5	26.9	38.3	16.2					18.3					C. VARIACION	18.52	18.52	12.15
		MAXIMO	1	21	-	3.0	5.0	8.0	31.0	13.0	26.0	20.0	16.0	10.0																

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN

FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : III - DER
 LADO : DERECHO
 PROGRESIVA : DEL 7+225.00 AL 8+215.00 Km

RELACION : 2 :1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO					DEFLEXIONES					RAD. CURV.	
				E-2 mm					E ² mm						
				L0	L25	L50	L75	L100	L _{MAX}	D _{MAX}	D25	D50	D75		D100
1	7+225.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
2	7+250.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25
3	7+275.00	0.9	21	-	4.0	7.0	10.0	12.0	15.0	30.0	22.0	16.0	10.0	6.0	390.63
4	7+300.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	520.83
5	7+325.00	0.9	21	-	3.0	5.0	9.0	11.0	13.0	26.0	20.0	16.0	8.0	4.0	520.83
6	7+350.00	0.9	21	-	3.0	7.0	9.0	10.0	13.0	26.0	20.0	12.0	8.0	6.0	520.83
7	7+375.00	0.9	21	-	3.0	7.0	10.0	12.0	14.0	28.0	22.0	14.0	8.0	4.0	520.83
8	7+400.00	0.9	21	-	4.0	7.0	11.0	13.0	15.0	30.0	22.0	16.0	8.0	4.0	390.63
15	7+425.00	0.9	21	-	3.0	7.0	10.0	12.0	14.0	28.0	22.0	14.0	8.0	4.0	520.83
16	7+425.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	8.0	6.0	4.0	781.25
17	7+450.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	781.25
18	7+475.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
19	7+500.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
20	7+525.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25
21	7+550.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25
22	7+575.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
23	7+600.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	13.0	26.0	20.0	16.0	10.0	6.0	520.83
24	7+625.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	520.83
9	7+650.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
10	7+675.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	10.0	20.0	16.0	12.0	10.0	6.0	781.25
11	7+680.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25
12	7+705.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	520.83
13	7+730.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	9.0	12.0	24.0	18.0	12.0	8.0	6.0	520.83
14	7+755.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
25	7+780.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
26	7+815.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
27	7+840.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
28	7+865.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
29	7+890.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
30	7+915.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25
31	7+940.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	781.25
32	7+965.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	781.25
33	7+990.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25
34	8+015.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
35	8+040.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
36	8+065.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
37	8+090.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	4.0	781.25
38	8+115.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
39	8+140.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25
40	8+165.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
41	8+215.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50

DR/Do	A	B	C	MODELO DE HOGG											CORREL.	
				R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR		
				cm.			cm.					Kg/cm ²	%	kpst		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52		
0.733	2.63	-	0.548	52.22	0.192	0.602	27.52	0.48	0.861	1.633	0.1614	1,126.23	10.24	13.61		
0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67		
0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02		
0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1,043.27	9.48	14.23		
0.733	2.63	-	0.548	52.22	0.192	0.602	27.52	0.48	0.861	1.633	0.1614	1,126.23	10.24	13.61		
0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1,043.27	9.48	14.23		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52		
0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65		
0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02		
0.727	2.63	-	0.548	51.35	0.192	0.602	26.99	0.48	0.857	1.633	0.1614	1,559.54	14.18	16.81		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90		
0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29		
0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65		
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03		
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03		
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03		
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52		
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03		
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90		
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24		
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24		
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86				

ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR (ASTM D 1883-73)

INFORME :	TC-099-LG-009-2018	PAGINA :	1/1
PROYECTO :	MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA	REALIZADO :	E.G.I.
UBICACIÓN :	DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.	REVISADO :	P.T.C.
SOLICITANTE :	CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ	FECHA DE RECEPCION :	15/01/2019
DIRECCIÓN :	LIMA	FECHA DE ENSAYO :	20/01/2019
CANTERA :	---	FECHA DE EMISION :	21/01/2019
CALICATA :	--	CLASIFICACION SUCS :	--
MUESTRA :	5+490	CLASIFICACION AASHTO :	--
PROFUNDIDAD (m) :	--		

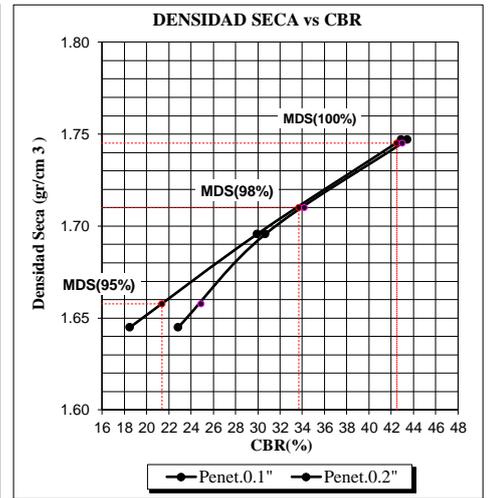
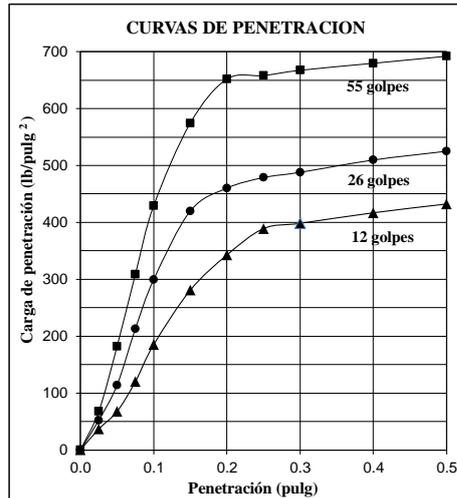
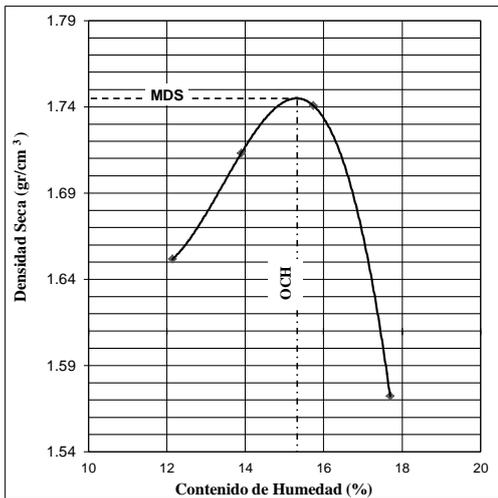
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 (C)

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.65	1.71	1.74	1.57
Humedad	12.14	13.90	15.74	17.69

RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883

Condición de Saturación	: 4 Días	C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
Sobrecarga	: 10Lb	0.1"	42.50	33.70	21.40
Expansion Promedio (%)	: 0.00	0.2"	43.00	34.20	24.90

MDS (g/cm³) = 1.745 OCH (%) = 15.32



OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA
CBR
(ASTM D 1883-73)**

INFORME : TC-099-LG-009-2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

UBICACIÓN : DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.

SOLICITANTE : CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DIRECCIÓN : LIMA

CANTERA : -- **PAGINA** : 1/2

CALICATA : -- **REALIZADO** : E.G.I.

MUESTRA : 5+490 **REVISADO** : P.T.C.

PROFUNDIDAD (m) : -- **FECHA DE RECEPCION** : 15/01/2019

CLASF. SUCS : -- **FECHA DE ENSAYO** : 20/01/2019

CLASF. AASHTO : -- **FECHA DE EMISION** : 21/01/2019

Nº GOLPES POR CAPA	12 golpes	26 golpes	55 golpes
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURAR %	15.81	15.62	15.40
DENSIDAD SECA g/cc	1.64	1.70	1.75
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE SATURAR %	19.38	18.01	16.66
CONTENIDO DE HUMEDAD ABSORVIDO %	3.57	2.39	1.27
EXPANSION %			
Tiempo 96 Hr	0.00	0.00	0.00

Penetración	Presión Patron	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.
(pulg.)	(lb/pulg2)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)
0.10	1000	185.07	18.51	299.45	29.95	429.28	42.93
0.20	1500	342.72	22.85	460.19	30.68	651.84	43.46

C.B .R.	MDS (100%)	MDS (98%)	MDS (95%)
C.B.R. 0.1" de Penetración	42.50	33.70	21.40
C.B.R. 0.2" de Penetración	43.00	34.20	24.90

OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2006).

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE
CALIFORNIA CBR
(ASTM D 1883-73)**

INFORME : TC-099-LG-009-2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

PAGINA : 1/1

UBICACIÓN : DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.

REALIZADO : E.G.I.

SOLICITANTE : CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

REVISADO : P.T.C.

DIRECCIÓN : LIMA

FECHA DE RECEPCION : 08/01/2019

CANTERA : ---

FECHA DE ENSAYO : 13/01/2019

CALICATA : --

FECHA DE EMISION : 14/01/2019

MUESTRA : 8+390

CLASIFICACION SUCS : --

PROFUNDIDAD (m) : --

CLASIFICACION AASHTO : --

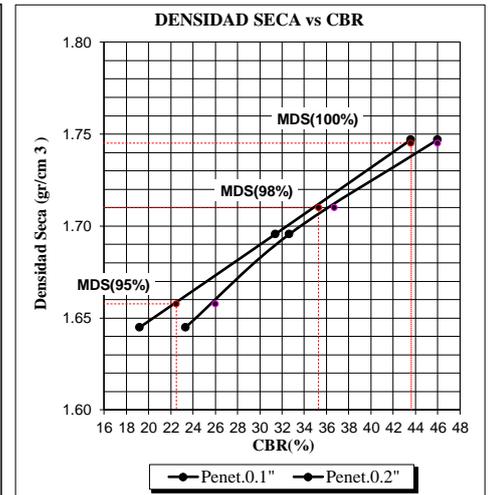
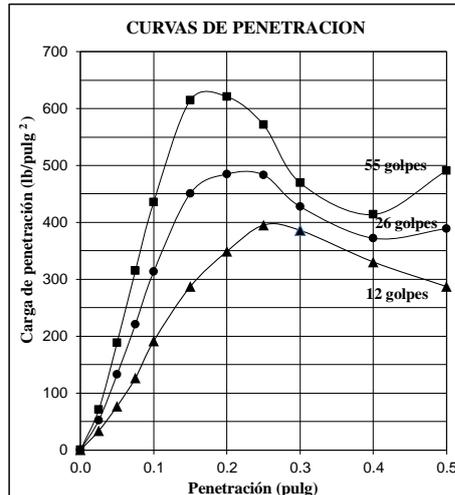
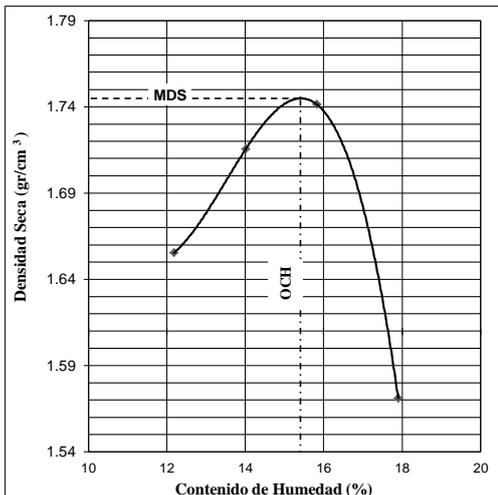
PROCTOR MODIFICADO ASTM D1557 (C)

Molde	I	II	III	IV
D. Seca	1.66	1.72	1.74	1.57
Humedad	12.18	14.01	15.83	17.90

RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA CBR ASTM D 1883

Condición de Saturación	: 4 Días	C.B.R.	100% MDS	98% MDS	95% MDS
Sobrecarga	: 10Lb	0.1"	43.60	35.30	22.50
Expansion Promedio (%)	: 0.00	0.2"	46.00	36.70	26.00

MDS (g/cm³) = 1.745 OCH (%) = 15.40



OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante. El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-

**ENSAYO DE RELACION DE SOPORTE CALIFORNIA
CBR
(ASTM D 1883-73)**

INFORME : TC-099-LG-009-2018

PROYECTO : MEJORAMIENTO DE LA VÍA AUXILIAR PANAMERICANA SUR TRAMO: AV. MATEO PUMACAHUA - REFINERÍA CONCHÁN, DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURÍN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA

UBICACIÓN : DISTRITOS DE VILLA EL SALVADOR Y LURIN, PROVINCIA DE LIMA - LIMA.

SOLICITANTE : CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DIRECCIÓN : LIMA

CANTERA : -- **PAGINA** : 1/2

CALICATA : -- **REALIZADO** : E.G.I.

MUESTRA : 8+390 **REVISADO** : P.T.C.

PROFUNDIDAD (m) : -- **FECHA DE RECEPCION** : 08/01/2019

CLASF. SUCS : -- **FECHA DE ENSAYO** : 13/01/2019

CLASF. AASHTO : -- **FECHA DE EMISION** : 14/01/2019

Nº GOLPES POR CAPA	12 golpes	26 golpes	55 golpes
CONTENIDO DE HUMEDAD ANTES DE SATURAR %	15.81	15.62	15.40
DENSIDAD SECA g/cc	1.64	1.70	1.75
CONTENIDO DE HUMEDAD DESPUES DE SATURAR %	19.38	18.01	16.66
CONTENIDO DE HUMEDAD ABSORVIDO %	3.57	2.39	1.27
EXPANSION %			
Tiempo 96 Hr	0.00	0.00	0.00

Penetración	Presión Patron	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.	Presion Final	C.B.R.
(pulg.)	(lb/pulg2)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)	(lb/pulg2)	(%)
0.10	1000	192.00	19.20	314.00	31.40	436.00	43.60
0.20	1500	350.00	23.33	490.00	32.67	690.00	46.00

C.B .R.	MDS (100%)	MDS (98%)	MDS (95%)
C.B.R. 0.1" de Penetración	43.60	35.30	22.50
C.B.R. 0.2" de Penetración	46.00	36.70	26.00

OBSERVACION : La muestra ha sido ensayada en estado alterado, suelto y húmeda a temperatura ambiente proporcionada e identificada por el solicitante.

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad (NTP - ISO/IEX 17025-2006).

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN
 FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : II- DER
 LADO : DERECHO
 PROGRESIVA : DEL 6+235.00 AL 7+200.00 Km

RELACIÓN : 2 :1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E-2 mm						DEFLEXIONES E ² mm				RAD. CURV.	MODELO DE HOGG										CORREL.					
				L0	L25	L50	L75	L100	L MAX	D MAX	D25	D50	D75		D100	R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR				
				E-2 mm						E ² mm					cm.			cm.						Kg/cm ²	%	kpai				
1	6+235.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
2	6+260.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
3	6+285.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
4	6+310.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
5	6+310.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
6	6+335.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
7	6+360.00	0.9	21	-	2.0	5.0	8.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	6.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
8	6+385.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.94	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
9	6+410.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
10	6+435.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
11	6+460.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
12	6+485.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	13.0	26.0	20.0	14.0	10.0	4.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
13	6+510.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
14	6+535.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	10.0	20.0	16.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
15	6+560.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
16	6+580.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
17	6+605.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	10.0	13.0	26.0	20.0	16.0	10.0	6.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
18	6+630.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
19	6+655.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	10.0	13.0	26.0	20.0	16.0	12.0	6.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
20	6+680.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	6.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
21	6+705.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	520.83	0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1,043.27	9.48	14.23
22	6+730.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
23	6+755.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	10.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	4.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
24	6+780.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
25	6+805.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	11.0	14.0	28.0	22.0	16.0	12.0	6.0	520.83	0.786	2.63	-	0.548	61.14	0.192	0.602	32.98	0.48	0.892	1.633	0.1614	1,043.27	9.48	14.23
26	6+830.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
27	6+855.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
28	6+880.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	10.0	12.0	24.0	20.0	16.0	12.0	4.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
29	6+885.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
30	6+910.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
31	6+935.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
32	6+960.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
33	6+985.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	8.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
34	7+010.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
35	7+035.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
36	7+050.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	6.0	8.0	16.0	14.0	10.0	8.0	4.0	1,562.50	0.875	2.63	-	0.548	87.14	0.192	0.602	48.77	0.48	0.942	1.633	0.1614	1,304.75	11.86	14.97
37	7+075.00	0.9	21	-	4.0	8.0	12.0	13.0	15.0	30.0	22.0	14.0	6.0	4.0	390.63	0.733	2.63	-	0.548	52.22	0.192	0.602	27.52	0.48	0.861	1.633	0.1614	1,126.23	10.24	13.61
38	7+100.00	0.9	21	-	5.0	9.0	13.0	14.0	16.0	32.0	22.0	14.0	6.0	4.0	312.50	0.688	2.63	-	0.548	46.21	0.192	0.602	23.82	0.48	0.831	1.633	0.1614	1,178.83	10.72	14.02
39	7+125.00	0.9	21	-	3.0	7.0	9.0	10.0	12.0	24.0	18.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
40	7+150.00	0.9	21	-	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	24.0	16.0	12.0	8.0	4.0	390.63	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.					

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNION
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN

FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : I- IZO
 LADO : IZQUIERDO
 PROGRESIVA : DEL 5+200.00 AL 6+190.00 Km

RELACIÓN : 2 : 1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

N°	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E-Z mm						DEFLEXIONES E ² mm				RAD. CURV.	MODELO DE HOGG										CORREL.					
				L0	L25	L50	L75	L100	L125	D _{MAX}	D25	D50	D75		D100	DR/Do	A	B	C	R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR
				cm.						mm					cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	cm.	Kg/cm ²	%	ksi
1	5+200.00	0.9	21	-	3.0	6.0	8.0	9.0	13.0	26.0	20.0	14.0	10.0	8.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
2	5+225.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
3	5+250.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	8.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
4	5+275.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
5	5+300.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
6	5+325.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	6.0	4.0	520.83	0.727	2.63	-	0.548	51.35	0.192	0.602	26.99	0.48	0.857	1.633	0.1614	1,559.54	14.18	16.81
7	5+350.00	0.9	21	-	3.0	5.0	8.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	8.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
8	5+375.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
9	5+400.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
10	5+425.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	12.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
11	5+450.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
12	5+475.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
13	5+500.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	9.0	12.0	24.0	20.0	16.0	12.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
14	5+505.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
15	5+530.00	0.9	21	-	1.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
16	5+555.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
17	5+580.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	20.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	1,037.25	9.43	14.14
18	5+605.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
19	5+630.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
20	5+655.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
21	5+680.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
22	5+705.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	8.0	9.0	18.0	14.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
23	5+730.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
24	5+755.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,195.07	10.86	14.14
25	5+780.00	0.9	21	-	3.0	7.0	9.0	11.0	13.0	26.0	20.0	12.0	8.0	4.0	520.83	0.769	2.63	-	0.548	58.03	0.192	0.602	31.08	0.48	0.882	1.633	0.1614	1,179.43	10.72	14.02
26	5+805.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
27	5+830.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
28	5+840.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
29	5+865.00	0.9	21	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
30	5+890.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
31	5+915.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
32	5+940.00	0.9	21	-	1.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	12.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
33	5+965.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
34	5+990.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
35	6+015.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
36	6+040.00	0.9	21	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
37	6+065.00	0.9	21	-	3.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	12.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
38	6+090.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
39	6+115.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
40	6+140.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.4						

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN

FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : II - IZQ
 LADO : IZQUIERDO
 PROGRESIVA : DEL 6+215.00 AL 7+210.00 Km

RELACIÓN : 2 : 1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E-2 mm						DEFLEXIONES E² mm				RAD. CURV.	MODELO DE HOGG										CORREL.					
				L0	L25	L50	L75	L100	L MAX	D MAX	D25	D50	D75		D100	R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR				
				cm.						cm.					cm.			cm.						Kg/cm²	%	kpai				
1	6+215.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
2	6+240.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
3	6+265.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
4	6+290.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
5	6+315.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
6	6+320.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	2.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
7	6+345.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
8	6+370.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
9	6+395.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	9.0	18.0	12.0	8.0	4.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
10	6+420.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
11	6+445.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
12	6+470.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
13	6+495.00	0.9	21	-	2.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
14	6+520.00	0.9	21	-	3.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	10.0	6.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
15	6+545.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	8.0	6.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
16	6+570.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	10.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	4.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
17	6+585.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
18	6+610.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
19	6+635.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
20	6+660.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
21	6+685.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
22	6+710.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
23	6+735.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	7.0	14.0	10.0	6.0	4.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
24	6+760.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	7.0	14.0	10.0	6.0	2.0	0.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
25	6+785.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
26	6+810.00	0.9	21	-	3.0	4.0	6.0	7.0	9.0	18.0	12.0	10.0	6.0	4.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99
27	6+835.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
28	6+870.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29
29	6+895.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
30	6+920.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
31	6+945.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	14.0	10.0	6.0	2.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
32	6+970.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	6.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
33	6+995.00	0.9	21	-	2.0	4.0	7.0	9.0	11.0	22.0	18.0	14.0	8.0	4.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
34	7+020.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65
35	7+045.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	11.0	22.0	18.0	14.0	10.0	6.0	781.25	0.818	2.63	-	0.548	68.40	0.192	0.602	37.41	0.48	0.910	1.633	0.1614	1,950.07	10.86	14.14
36	7+060.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	9.0	18.0	14.0	10.0	8.0	6.0	781.25	0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52
37	7+085.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
38	7+110.00	0.9	21	-	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	14.0	10.0	8.0	4.0	520.83	0.700	2.63	-	0.548	47.73	0.192	0.602	24.75	0.48	0.840	1.633	0.1614	1,832.63	16.66	18.67
39	7+135.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
40	7+160.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua - Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN
 FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : III - IZQ
 LADO : IZQUIERDO
 PROGRESIVA : DEL 7+235.00 AL 8+200.00 Km

RELACION : 2 : 1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO						DEFLEXIONES					RAD. CURV.
				E-2 mm						E² mm					
				L0	L25	L50	L75	L100	L _{MAX}	D _{MAX}	D25	D50	D75	D100	
1	7+235.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
2	7+260.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
3	7+285.00	0.9	21	-	3.0	4.0	5.0	6.0	9.0	18.0	12.0	10.0	8.0	6.0	520.83
4	7+310.00	0.9	21	-	2.0	5.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	10.0	8.0	4.0	781.25
5	7+335.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
6	7+360.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50
7	7+385.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	16.0	12.0	10.0	8.0	6.0	781.25
8	7+410.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
15	7+435.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	1,562.50
16	7+460.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	8.0	16.0	12.0	10.0	8.0	6.0	781.25
17	7+485.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
18	7+510.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
19	7+535.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	12.0	24.0	18.0	14.0	10.0	6.0	520.83
20	7+560.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25
21	7+585.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	520.83
22	7+610.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	7.0	9.0	18.0	14.0	12.0	8.0	4.0	781.25
23	7+635.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	8.0	16.0	14.0	10.0	8.0	6.0	1,562.50
24	7+660.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	8.0	4.0	781.25
9	7+675.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	8.0	16.0	14.0	12.0	10.0	6.0	1,562.50
10	7+700.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
11	7+725.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
12	7+750.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	781.25
13	7+775.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
14	7+800.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
25	7+800.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50
26	7+825.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
27	7+850.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	8.0	4.0	1,562.50
28	7+875.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25
29	7+900.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
30	7+925.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
31	7+950.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
32	7+975.00	0.9	21	-	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	10.0	8.0	6.0	4.0	520.83
33	8+000.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
34	8+025.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
35	8+050.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50
36	8+075.00	0.9	21	-	2.0	2.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	10.0	6.0	4.0	781.25
37	8+100.00	0.9	21	-	1.0	1.0	3.0	4.0	5.0	10.0	8.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50
38	8+125.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
39	8+150.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25
40	8+175.00	0.9	21	-	2.0	2.0	3.0	5.0	7.0	14.0	10.0	10.0	8.0	4.0	781.25
41	8+200.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50

DR/Do	A	B	C	MODELO DE HOGG										CORREL.	
				R5	X	Y	L0	M	S0/S	K	I	E	CBR	MR	
				cm.			cm.					Kg/cm²	%	kpsi	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.59	19.95	20.99	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	1,347.65	12.25	15.29	
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90	
0.727	2.63	-	0.548	51.35	0.192	0.602	26.99	0.48	0.857	1.633	0.1614	1,559.54	14.18	16.81	
0.778	2.63	-	0.548	59.60	0.192	0.602	32.04	0.48	0.887	1.633	0.1614	1,661.86	15.11	17.52	
0.875	2.63	-	0.548	87.14	0.192	0.602	48.77	0.48	0.942	1.633	0.1614	1,304.75	11.86	14.97	
0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90	
0.875	2.63	-	0.548	87.14	0.192	0.602	48.77	0.48	0.942	1.633	0.1614	1,304.75	11.86	14.97	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,396.88	12.70	15.65	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24	
0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03	
0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	2,793.75	25.40	24.56	
0.71															

PROCESAMIENTO DE DATOS DE DEFLECTOMETRÍA PARA SUBRASANTE

PROYECTO : "Evaluación del dimensionamiento del espesor de la subrasante mejorada mediante la aplicación de correlación deflectométrica en la vía Auxiliar de la Panamericana Sur, tramo Av. Mateo Pumacahua – Conchán Km 05+200 al Km 9+200"
 UBICACIÓN : AV. MATEO PUMACAHUA - CONCHÁN KM 05+000 AL KM 10+000
 ENTIDAD : UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
 EQUIPO : VIGA BENKELMAN

FECHA : 2019
 TÉCNICO : BACH. CLAUDIA SANTA CRUZ DE LA CRUZ

DEFLEXIONES EN TRATAMIENTO DE SUBRASANTE

TRAMO : IV - DER
 LADO : DERECHO
 PROGRESIVA : DEL 8+200.00 AL 9+200.00 Km

RELACIÓN : 2 : 1
 SEPARACIÓN : C / 25 mts.
 ESPESOR : 40 cm.

Nº	PROGR. Km.	bord. cm.	Temp Pav °C	LECTURA DE CAMPO E-2 mm							DEFLEXIONES E ² mm					RAD. CURV.	MODELO DE HOGG										CORREL.			
				L0	L25	L50	L75	L100	L MAX	D MAX	D25	D50	D75	D100	R5		X	Y	L0	M	S/W/S	K	I	E	CBR	MR				
																	cm.										Kg/cm ²	%	kpai	
1	8+200.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
2	8+225.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	8.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
3	8+250.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
4	8+275.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
5	8+300.00	0.9	21	-	3.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	10.0	8.0	4.0	2.0	520.83	0.625	2.63	-	0.548	39.69	0.192	0.602	19.75	0.48	0.787	1.633	0.1614	2,690.92	24.46	23.97
6	8+325.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
7	8+350.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	8.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
8	8+375.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
9	8+400.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
10	8+425.00	0.9	21	-	2.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
11	8+450.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
12	8+475.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
13	8+500.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
14	8+525.00	0.9	21	-	3.0	4.0	5.0	7.0	8.0	16.0	10.0	8.0	6.0	2.0	520.83	0.625	2.63	-	0.548	39.69	0.192	0.602	19.75	0.48	0.787	1.633	0.1614	2,690.92	24.46	23.97
15	8+550.00	0.9	21	-	3.0	5.0	7.0	9.0	11.0	22.0	16.0	12.0	8.0	4.0	520.83	0.727	2.63	-	0.548	51.35	0.192	0.602	26.99	0.48	0.857	1.633	0.1614	1,559.54	14.18	16.81
16	8+575.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
17	8+625.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	6.0	7.0	14.0	12.0	10.0	8.0	2.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
18	8+650.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
19	8+675.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
20	8+700.00	0.9	21	-	1.0	3.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	6.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
21	8+725.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
22	8+750.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
23	8+775.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
24	8+800.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
25	8+825.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
26	8+850.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
27	8+875.00	0.9	21	-	3.0	4.0	6.0	8.0	9.0	18.0	12.0	10.0	6.0	2.0	520.83	0.667	2.63	-	0.548	43.86	0.192	0.602	22.36	0.48	0.817	1.633	0.1614	2,194.99	19.95	20.99
28	8+900.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	781.25	0.800	2.63	-	0.548	64.13	0.192	0.602	34.80	0.48	0.900	1.633	0.1614	1,996.88	12.70	15.65
29	8+925.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
30	8+950.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
31	8+975.00	0.9	21	-	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	16.0	12.0	10.0	6.0	4.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
32	9+000.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
33	9+025.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	6.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	2.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
34	9+050.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
35	9+075.00	0.9	21	-	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0	14.0	10.0	8.0	6.0	4.0	781.25	0.714	2.63	-	0.548	49.57	0.192	0.602	25.89	0.48	0.849	1.633	0.1614	2,530.51	23.00	23.03
36	9+100.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
37	9+125.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	7.0	14.0	12.0	10.0	6.0	4.0	1,562.50	0.857	2.63	-	0.548	80.08	0.192	0.602	44.50	0.48	0.932	1.633	0.1614	1,616.81	14.70	17.21
38	9+150.00	0.9	21	-	1.0	2.0	4.0	5.0	6.0	12.0	10.0	8.0	4.0	2.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
39	9+175.00	0.9	21	-	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0	12.0	10.0	8.0	6.0	4.0	1,562.50	0.833	2.63	-	0.548	72.47	0.192	0.602	39.88	0.48	0.919	1.633	0.1614	2,074.50	18.86	20.24
40	9+200.00	0.9	21	-	2.0	4.0	6.0	7.0	8.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0	781.25	0.750	2.63	-	0.548	54.78	0.192	0.602	29.09	0.48	0.871	1.633	0.1614	2,021.48	18.38	19.90
ESTAD.	PROMEDIO	0.9	21	-	1.6	2.8	4.																							

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 1. Tomando lecturas de viga Benkelman.



Figura 2. Viga Benkelman brazo 2:1



Figura 3. Cálculo de deflexiones in situ.



Figura 4. Ensayos complementarios.



Figura 5. Detalles de la viga Benkelman.



Figura 6. Camión cargado para ensayos deflectométricos.