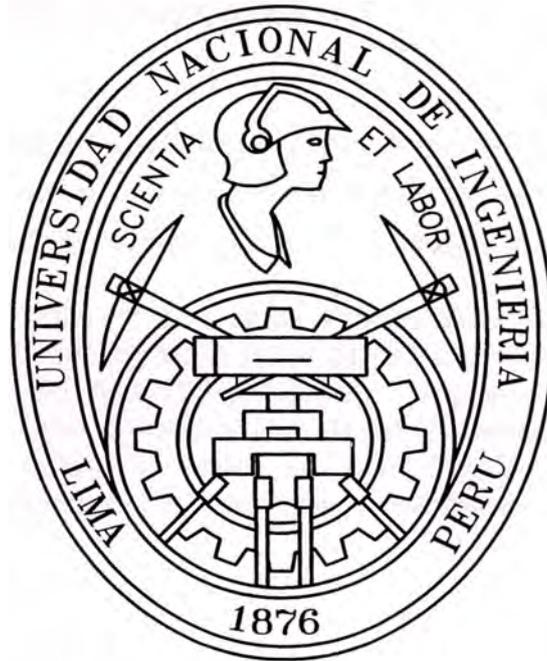


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



**APLICACIÓN DE VIGA BENKELMAN EN
CARRETERAS AFIRMADAS PROPUESTAS PARA SU
REHABILITACIÓN - Cusco – Quillabamba. Tramo II
Carrizales – Alfamayo (Km. 66+600 al Km. 84+400)**

TESIS

Para optar el Título de Profesional de:

INGENIERO CIVIL

ELVIS PABLO ROMERO CORONADO

Lima - Perú

2009

INDICE.

RESUMEN	1
LISTADO DE CUADROS.	2
LISTADO DE GRAFICOS.	2
LISTADO DE ECUACIONES.	2
LISTADO DE FIGURAS.	3
LISTA DE SIMBOLOS Y SIGLAS.	4
INTRODUCCION.	6
CAPITULO 1. EVALUACION DE LA PROBLEMÁTICA.	7
1.1 GENERALIDADES.	7
1.2 UBICACIÓN.	7
1.3 ANTECEDENTES.	8
1.4 DEFINICION DE SUBRASANTE.	9
1.4.1 Materiales que conforman la Subrasante.	9
1.4.2 Comportamientos de la Subrasante como material estructural.	9
1.5 EVALUACION DE LA SUPERFICIE DE LA VÍA.	10
1.6 DETERMINACION DE LAS POSIBLES CAUSAS PARA LA PROBLEMÁTICA	11
1.7 ESTUDIO DE SUELOS DEL PROYECTO.	11
1.7.1 Presentación de los estudios de campo del proyecto.	12
1.7.2 Análisis del estudio de campo del proyecto.	13
1.8 ESPECIFICACIONES TECNICAS (SUBRASANTE).	13
1.8.1 Exigencias en el uso de la Viga Benkelman.	14
1.8.2 Parámetros de aceptación de suelos (NSR) para su uso estructural.	15
1.9 CONCLUSIONES ACERCA DE LA PROBLEMÁTICA.	15
CAPITULO 2. EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DE LOS SUELOS EN EL ESTUDIO.	23
2.1 GENERALIDADES.	23
2.2 ALCANCE DEL ESTUDIO.	23
2.3 METODOLOGIA DEL ESTUDIO.	23
2.3.1 Exploración de campo.	24

2.3.1.1 Calicatas de exploración.	24
2.3.1.2 Profundidad de calicatas.	24
2.3.1.3 Espaciamiento de calicatas.	24
2.3.1.4 Alternativas de prospección del terreno.	25
2.3.1.5 Perfil Estratigráfico del suelo.	25
2.3.2 Clasificación de suelos por el tamaño de sus partículas de campo.	26
2.3.2.1 Características de los suelos en función del tamaño de sus partículas.	27
2.3.2.2 Identificación de suelos y rocas en campo.	29
2.3.3 Selección de muestras de suelos.	31
2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO.	32
2.4.1 Presentación de resultados y análisis.	32
2.4.1.1 Ensayo Proctor.	33
2.4.1.2 Ensayo de C.B.R.	33
2.4.1.3 Ensayo de Granulometría.	34
2.4.1.4 Ensayo de Limite Líquido y Limite Plástico.	35
2.4.1.5 Clasificación de Suelos según norma ASTM y AASHTO.	35
2.5 CONDICIONES ESPECIALES.	39
2.5.1 Zonas de Turbas o de arcilla muy compresibles.	39
2.5.2 Zonas con nivel freático muy superficial.	40
2.5.3 Zonas de Rocas Alteradas.	40
CAPITULO 3. ESFUERZOS EN UNA MASA DE SUELOS.	46
3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO EFECTIVO Y BULBO DE PRESIONES.	46
3.2 TEORIA DE BOUSSINESQ Y SU APLICACIÓN A CARGAS DINAMICAS.	49
3.3 PROFUNDIDAD DE LA INFLUENCIA DE CARGAS DINAMICAS EN CARRETERAS.	50
CAPITULO 4. LA VIGA BENKELMAN.	52
4.1 DESCRIPCION DEL EQUIPO.	52
4.2 MODELO MATEMÁTICO DE HOGG.	53
4.3 USOS DE LAS MEDIDAS DE DEFLEXIONES.	54
4.4 ADAPTABILIDAD DEL USO DE LA VIGA PARA ESTE ESTUDIO.	56
4.5 METOLOGIA DEL ESTUDIO.	58

4.5.1 Estudio de campo.	58
4.5.1.1 Espaciamiento de la toma de medidas Deflectométricas.	58
4.5.1.2 Procedimiento para la toma de deflexiones.	59
4.6 PROCESAMIENTO DE LOS VALORES DEFLECTOMÉTRICOS.	61
CAPITULO 5. EVALUACION DE LOS TIPOS DE SUELOS CARRETERA ABRA MALAGA-ALFAMAYO Km 66+600 Al 84+400.	63
5.1 EVALUACION SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA EXISTENTE.	63
5.1.1 Fisuras en la superficie (Categorizadas por ubicación en progresivas).	64
5.1.2 Acolchonamientos en la superficie.	65
5.2 EVALUACION ESTRUCTURAL.	66
5.2.1 Discriminación de Deflexiones según rango de valores.	66
5.2.2 Excavación de calicatas según rango de valores deflectométricos.	67
5.3 RESULTADOS OBTENIDOS.	69
5.3.1 Cuadro Resumen de resultados, Estudios de Suelos y Deflexiones.	69
CAPITULO 6. CORRELACIÓN PLANTEADA VALORES DEFLECTOMETRICO vs TIPOS DE SUELOS.	70
6.1 CALCULO DE LA DEFLEXION D_0 Y SU RELACION CON EL CBR.	70
6.2 INTERPRETACION DEL D_0 Y SU RELACION CON EL CBR.	72
6.3 CUADRO D_0 VS TIPOS DE SUELOS.	74
6.4 CUADRO DE DETERMINACION DE RANGO DE VALORES D_0 CON TIPOS DE SUELOS PARA SU ACEPTACION COMO MATERIAL ESTRUCTURAL A NSR.	74
CONCLUSIONES.	77
RECOMENDACIONES.	81
BIBLIOGRAFIA.	83
ANEXOS.	
ANEXO A: PANEL FOTOGRAFICO DE LA EVALUACION DE LA PLATAFORMA EXISTENTE	85
ANEXO B: PLANOS DE UBICACIÓN DE CALICATAS, RESULTADOS Y EVALUACION DE LA PLATAFORMA	

EXISTENTE EN EL TRAMO DE 18 KM.	89
ANEXO C: CUADRO DE DATOS DE LA DEFLECTOMETRIA TOMADA.	93
ANEXO D: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELOS, ESTRATRIGRAFIA Y FOTOS MOSTRADAS POR CALICATAS.	123
ANEXO E: CUADRO COMPARATIVO DE RANGOS DEFLECTOMÉTRICOS Y GRADO DE ACEPTACION DE SUELOS.	145
ANEXO F: VENTAJAS OBTENIDAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO.	146
• Análisis de costos usando esta metodología.	146
• Análisis de costos usando esta metodología como medida preventiva en carreteras.	148

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo fundamental, la aplicación de una metodología, que permite inspeccionar los suelos subyacentes de una carretera con un afirmado existente, permitiéndose establecer en esta, la aceptabilidad o no de los suelos a nivel de subrasante. Para lograr el objetivo planteado se recurre a la utilización del modelo matemático de Hogg, a fin de dar validez al uso de la Viga Benkelman, para medir deflexiones sobre la vía afirmada. En cuanto al análisis de la información, se fundamenta en la combinación de datos encontrados sobre la plataforma de estudio, así tenemos que las manifestaciones tales como las fisuras longitudinales, acolchonamientos y ahuellamientos, establecen las posibles zonas que carecen de estabilidad estructural tanto en la superficie de la vía así como en los suelos que la subyacen. En cuanto a los valores deflectométricos medidos, estos fueron administrados según sus escalas de valores, generándose en consecuencia una base de datos con la que se procedió a realizar un estudio geotécnico de comparación, en donde se evidencio que a deflexiones más elevadas le correspondían estados de suelos más deteriorados o con mayor presencia de material no apto para su uso estructural. El área elegida para el estudio fue el tramo II de la carretera Abra Malaga – Alfamayo (66+600 al 84+400), ubicado en la provincia de la convención, departamento de Cusco.

Los resultados se expresan en un cuadro comparativo de valores deflectométricos, donde se distinguen tres niveles definidos según sus rangos (bajo, medio y alto), en donde se establecen mediante probabilidades, las características de los suelos, los que proporcionan a su vez, según especificaciones técnicas y estudios previos, la aceptabilidad o no de sus materiales para uso a nivel de subrasante. Finalmente, se discuten las bondades de la metodología y se hacen sugerencias para su adaptación a otras investigaciones similares que se realicen en el futuro.

LISTADO DE CUADROS.

Cuadro 1.1 “Determinación del CBR de diseño”	20
Cuadro 1.2 “Características de utilización de suelos según SUCS”	21
Cuadro 1.3 “Valores Referenciales de CBR, usos y suelos”	22
Cuadro 2.1 “Alternativas de prospección del terreno”	41
Cuadro 2.2 “Clasificación de suelos por ensayo en el campo”	42
Cuadro 2.3 “Ensayo de Laboratorio”	43
Cuadro 2.4 “Curvas granulométricas de algunos suelos”	43
Cuadro 2.5 “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS”	44
Cuadro 2.5** “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS”	45
Cuadro 4.1 “Uso de las medidas deflectométricas”	55
Cuadro 4.2 “Semejanza entre modelos de uso”	56
Cuadro 4.3 “Hoja de registro de ensayos con Viga Benkelman”	62
Cuadro 5.1 “Ubicación de puntos de control mediante indicios visuales”	66
Cuadro 5.2 “Guía de zonas para la ejecución de calicatas”	68
Cuadro 6.1 “Comparación de valores Doc corregido vs CBR ponderado”	71
Cuadro 6.2 “Identificación de anomalías en el comportamiento de los valores Doc Vs CBR ponderado”	73

LISTADO DE GRAFICOS.

Grafico 6.1 “Deflexiones Doc vs CBR ponderado”	72
Grafico 6.2 “Correlación de tendencia Doc Vs CBR ponderado”	73

LISTADO DE ECUACIONES.

Ecuación (1)	73 y 78
--------------	---------

LISTADO DE FIGURAS.

Figura 1.1 “Ubicación departamental de la carretera”	17
Figura 1.2 “Plano de Ubicación de la carretera”	18
Figura 1.3 “Perfil estratigráfico del terreno de fundación”	18
Figura 1.4 “Perfil estructural de un pavimento”	19
Figura 1.5 “Fisuras longitudinales en la plataforma de una carretera”	19
Figura 3.1 “Distribución de esfuerzos a lo largo de un perfil de suelos”	47
Figura 3.2 “Bulbo de presiones ante una carga vertical aplicada P”	48
Figura 3.3 “Esfuerzo vertical en un punto M, producido por una carga P”	49
Figura 3.4 “Estructura del pavimento”	51
Figura 4.1 “Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman”	53
Figura 4.2 “Geometría y parámetros del modelos de Hogg”	54
Figura 4.3 “Interpretación cualitativa de las curvas de deflexión”	56
Figura 4.4 “Configuración geométrica del sistema de carga”	59
Figura 4.5 “Procedimiento de mediciones deflectométricas”	61
Figura 5.1 “Inspección de suelos en zonas con fisuras superficiales”	64
Figura 5.2 “Inspección de suelos en zonas acolchonadas”	65

LISTADO DE SIMBOLOS Y SIGLAS.

Km: Kilometro.	1
RD: Resolución Directoral.	1
MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones	1
VB: Viga Benkelman.	1
NAE: Nivel de Afirmado Existente.	1
msnm: Metros sobre el nivel del mar.	1
m.: Metros	2
SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.	2
°C: Grados Centígrados.	3
NSR: Nivel de Subrasante.	3
OCH: Optimo contenido de Humedad de un suelo.	3
GM: Gravas Limosas.	3
CBR: California Bearing Ratio (Capacidad portante de un suelo).	11
GP: Gravas pobremente graduadas.	12
SUCS: Sistema Unificado de Clasificación de suelos.	13
ET: Especificaciones Técnicas.	13
mm: Milímetros.	14
FWD: Falling Weigth Deflectometer	14
GW: Gravas bien graduadas.	21
GC: Gravas Arcillosas.	21
OH: Alto contenido orgánico.	22
CH: Alto contenido arcilloso.	22
MH: Alto contenido limoso.	22
OL: Bajo contenido orgánico.	22
CL: Bajo contenido arcilloso.	22
ML: Bajo contenido limoso.	22
SC: Arenas arcillosas.	22
SM: Arenas Limosas.	22
SP: Arenas pobremente graduadas.	22
SW: Arenas bien graduadas.	22
LD: Carril derecho de la vía.	26
cm: Centímetro.	27
Nº: Número.	27

etc.: Etcétera.	31
Kg.: Kilogramo.	32
ASTM: American Society for Testing and Materials.	32
Vs.: Versus.	33
mm/min: Milímetros por minuto.	34
Pulg/min: Pulgadas por minuto.	34
Pulg.: Pulgadas	34
Cu: Coeficiente de uniformidad.	34
Cc: Coeficiente de curvatura.	35
IP: Índice de Plasticidad.	35
NP: No plástico.	35
AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Official	35
σ_z : Esfuerzo Vertical.	49
Kg/cm ² : Kilogramos por centímetro al cuadrado.	50
Doc: Deflexiones corregidas por estacionalidad.	62
MDS: Máxima Densidad seca de un suelo.	69

INTRODUCCION

Las carreteras en rehabilitación que se ejecutan en la actualidad en nuestro país, son los principales ejes de desarrollo socio-económico para las diferentes regiones, ya que constituyen el más importante medio de comunicación tanto para el transporte de carga como de pasajeros.

Para que las carreteras cumplan su vida útil estimada, sin ningún inconveniente, estas deben ser concebidas sobre una estructura estable, que cumpla con las Especificaciones Técnicas planteadas en los estudios de ingeniería, para ello es de suma importancia el realizar un estudio de suelos (geotécnico) consciente y detallado.

Tomando en consideración el estudio de proyecto que plantea la inspección de suelos, cada 250 m. ó 500 m. en la vía (sin conocer la ocurrencia entre estos puntos), es que se debe concebir una metodología de estudio adicional previo, que permita conocer con amplitud las características principales de los suelos en toda la extensión de la vía a rehabilitar.

Lo expuesto permitirá finalmente llevar a cabo la ejecución de la carretera sin registrarse problemas de carácter constructivo que alteren su normal programación o costo inicial de proyecto.

CAPITULO 1. EVALUACION DE LA PROBLEMÁTICA.

1.1 GENERALIDADES.

Se desarrollará la evaluación de los estudios básicos de ingeniería que correspondan a una carretera (afirmada) propuesta para su rehabilitación, mediante el análisis del expediente técnico del proyecto.

El expediente técnico del proyecto denominado Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo (Km 1+000 – Km 84+500) Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17; y realizado por VISA CONSULTORES incluye nuestro Sub-tramo de estudio denominado Puerto Carrizales – Alfamayo (Km 66+600 – Km 84+400), por lo tanto los datos de la carretera tales como: ubicación, clima de la zona, estado de los suelos, así como los antecedentes de la vía a rehabilitarse, que se consignan en este capítulo se han referenciado en el estudio del proyecto mencionado, tomándose solamente en consideración lo concerniente al sub-tramo de estudio.

Las especificaciones técnicas del proyecto nos brindan los parámetros de exigencia de los suelos, así como también las metodologías de los ensayos a realizar para sus verificaciones respectivas.

El uso de la (VB) Viga Benkelman para definir los tipos de suelos y sus alteraciones por debajo del NAE (nivel de afirmado existente) son las que se analizan y comentan en la presente tesis.

1.2 UBICACION DEL ESTUDIO

La carretera en estudio se ubica en el Departamento del Cusco, Provincia de la Convención, Distrito de Huayopata, en el tramo de Rehabilitación Ollantaytambo – Quillabamba, iniciando en la localidad denominada Puerto Carrizales en el Km 66+600 descendiendo hasta la localidad de Alfamayo en el Km 84+400; entre las alturas 3,221.36 msnm. a 2444.51 msnm. Respectivamente y siguiendo el curso del Rio Lucumayo. (Ver Figuras 1.1 “Ubicación departamental de la carretera” y 1.2 “Plano de ubicación de la carretera”).

1.3 ANTECEDENTES

La carretera Ollantaytambo – Quillabamba fue ejecutada entre 1963 y 1967 con la finalidad de brindar una ruta de tránsito para el transporte de pasajeros y especialmente de carga entre Cusco y Quillabamba (ciudad que recolectaba toda la producción de madera, fruta, café, cacao y otros productos propios de climas tropicales), cabe decir que hasta hoy en día dicha producción es comercializada en un 20% para el consumo nacional, mientras que el 80% restante es exportado para su consumo.

El diseño de la carretera estuvo a cargo del MTC, mientras que la ejecución fue encargada al ejército del Perú (personal sin capacitación técnica), los cortes de talud fueron realizados con tractor de la época abarcando un 80% de la longitud total de la vía, mientras que el 20% restante corresponden a una zona construida con material de relleno propio del corte de talud, según el estudio del proyecto (Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Volumen 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17) destaca que muchas partes de la carretera carecen de una compactación adecuada.

La superficie de la vía además ha sido lastrada en toda su extensión con material propio de la zona, la carretera en mención ha recibido mantenimiento periódico por una brigada del MTC.

La sección transversal de la carretera presenta un ancho promedio que se puede estimar en 5 m. ya que hay algunos lugares donde este ancho es de 6 m. permitiendo cruzar y adelantar con relativo cuidado pero también hay lugares donde la carretera tiene 3.5 m. de ancho no permitiendo cruzar ni adelantar.

En lo referente a cunetas se hace mención de que existen cunetas sin revestir de 0.50 m. de ancho por 0.30 de profundidad en algunos lugares, observándose que muchas de ellas se encuentren obstruidas ocasionando que las aguas discurran por la plataforma, según el estudio de proyecto los suelos predominantes están formados en un 90% por gravas pobremente limosas (hasta de 10") y en un 10% por limos arenosos y limos arcillosos algunos con presencia de piedras angulosas medianas (hasta de 6").

La ubicación de la carretera se constituye en una zona con clima tropical, de acuerdo al boletín publicado por SENAMHI – Cusco, en Marzo de 1998, se tiene que las temperaturas correspondientes al distrito de Huayopata son de máxima

anual de 29°C, con mínimas históricas de 6.7°C, mientras que la media anual promedio es de 13.7° C.

1.4 DEFINICION DE SUBRASANTE.

Se define como subrasante a la superficie del terreno de fundación sobre el cual se construye el pavimento asfáltico o rígido de una autopista, vía urbana, carretera o pista de aterrizaje. Para el presente estudio el Nivel de subrasante (NSR) coincide en diversas zonas con el (NAE) y es en esta zona donde fue usada la Viga Benkelman.

1.4.1 Materiales que conforman la subrasante.

Se consideran como materiales que conforman la subrasante a los suelos que se encuentran por debajo del terreno de fundación, los mismos que se intentan identificar mediante el uso de la viga Benkelman sobre el NAE (previo a los trabajos a ejecutarse en la carretera).

Si la subrasante se ha obtenido por corte, generalmente los materiales que la conforman estarán dispuestos por diferentes tipos de suelos y cuerpos rocosos, ordenados en capas de espesores variables y con sus respectivas humedades naturales. (Ver Figura 1.3 “Perfil estratigráfico del terreno de fundación”).

La subrasante obtenida por relleno estará conformada por el material seleccionado propio del corte o de cantera (compactada en capas de 0.3 m. y con su OCH) y por los suelos existentes debajo del mismo, este último dispuesto de forma similar que en las zonas de corte.

Según el estudio de proyecto en sus conclusiones destaca que “la subrasante está compuesta predominantemente por gravas limosas (GM), en consecuencia son clasificados como material de subrasante de buena calidad” (1).

1.4.2 Comportamiento de la subrasante como material estructural.

El subsuelo que se encuentra por debajo de la subrasante, está formado por un conjunto 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, (Ver Figura 1.4)

(1) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 1; Pág. 25.

Las deformaciones que pudieran ocurrir en la subrasante será reflejada en las capas superiores, produciendo fisuramientos y fallas en la estructura principal (pavimento), por ello el material que se encuentra por debajo de la subrasante, hasta una profundidad donde los esfuerzos aplicados sean mínimos debe ser una estructura compacta y estable que sea capaz de recibir y soportar las cargas vehiculares sin sufrir alteración alguna en su comportamiento físico - mecánico.

Las características de estabilidad y grado de compactación de la subrasante dependerán principalmente de los tipos de suelos y sus alteraciones así como de la humedad natural al cual están sometidos los estratos del subsuelo.

Así mismo para el presente estudio se toma en consideración las anotaciones del estudio de proyecto que destaca “que muchas partes de la carretera en corte y relleno presentan asentamientos como consecuencia de la falta de compactación” (2).

1.5 EVALUACION DE LA SUPERFICIE DE LA VIA.

Con la intención de esclarecer las referencias tomadas del estudio de proyecto en las cuales destacan que los suelos de la subrasante son considerados como materiales de buena calidad y que a su vez se presentan zonas con asentamientos, se realiza la evaluación de la superficie de la vía mediante un análisis visual de campo, la finalidad es definir las posibles zonas inestables que puedan existir por debajo de la subrasante y que no hayan sido identificadas en el estudio de proyecto. (Ver Figura 1.5 “Fisuras longitudinales en la plataforma de una carretera”).

Las manifestaciones que se dan en la superficie de la vía (NAE) se presentan con asentamientos verticales, acolchonamientos, ahuellamientos vehiculares, fisuras transversales, longitudinales, etc., la evaluación es una medida preventiva ya que mediante el estudio y mejoramiento de suelos a aplicar en las zonas presuntamente afectadas, se evitara los inconvenientes contractuales que se puedan suscitar durante el proceso constructivo del pavimento estructural.

(2) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 2; Pág. 28.

1.6 DETERMINACION DE LAS POSIBLES CAUSAS PARA LA PROBLEMATICA.

Tomando el antecedente de la evaluación de la superficie de la vía se propone realizar un estudio de suelos no destructivo que nos permita determinar las causas que originan las manifestaciones encontradas en la carretera.

El problema consiste en analizar y comentar la aplicación de la Viga Benkelman (VB) a NAE en la carretera en mención, para definir los tipos de suelos o sus alteraciones que se suscitan en los estratos inferiores.

A la existencia de suelos buenos, medios o malos, según sea su uso, le corresponderá una determinada deflexión, la correlación que exista entre el estudio realizado con la VB y el estudio geotécnico nos determinara las causas de los valores deflectométricos hallados en la carretera.

Así por ejemplo exponemos la hipótesis, que en los tramos con valores deflectométricos altos corresponden a deformaciones altas en la superficie de la plataforma, las posibles causas a este comportamiento son propias de suelos inestables, generalmente ocurren cuando los suelos o sus alteraciones se presentan de la siguiente forma:

- Suelos con compactación bajo o nula.
- Suelos saturados.
- Presencia de un alto contenido de arcillas orgánicas.
- Presencia de material orgánico en descomposición, etc.

Las causas a las deflectometrías medias o bajas se presentan en los suelos con comportamientos más estables, estos son materia de estudio y serán analizados y concluidos con mayor amplitud en los capítulos siguientes.

1.7 ESTUDIO DE SUELOS DEL PROYECTO.

El objetivo principal del Estudio de Suelos del proyecto es determinar el porcentaje de compactación y CBR, de los suelos por los que pasa el tramo de la carretera Puerto Carrizales – Alfamayo.

El estudio de suelos se realiza también con la finalidad de conocer los tipos de materiales que forman el subsuelo a diferentes profundidades (perfil estratigráfico).

Dicho estudio se realiza mediante la obtención de muestras representativas de los materiales que conforman el subsuelo, luego mediante ensayos de laboratorio se determinan las características reales de los suelos.

1.7.1 Presentación de los estudios de campo del proyecto

De los estudios de campo del proyecto consideramos para nuestra evaluación el resumen del estudio geotécnico realizado al subsuelo de la carretera.

La descripción general de los suelos en base al perfil estratigráfico desarrollado en campo, establece que “superficialmente yace una capa de material granular, compuesto preponderantemente por una grava limosa, de color amarillento, no plástica, compacta, de espesor variable entre 0.10 y 0.15 m., la misma que ha servido hasta la actualidad como superficie de rodadura. Subyacen a esta capa estratos formados preponderantemente por Gravas Limosas (GM = 37%), no plásticas, compactas; Gravas pobremente graduadas limosas (GP- GM = 18%); arenas limosas (15%) y en menor porcentaje arenas arcillo-limosas, limos arcillosos y arcilla de baja a mediana plasticidad” (3).

“Con la observación de los suelos similares existentes en toda la carretera y con la ayuda del perfil estratigráfico, se ha seleccionado los lugares donde fue necesario tomar muestras de subrasante (cada 2 km y donde variaba el material) para la determinación de sus capacidades portantes, CBR” (4).

“Los resultados de laboratorio de las pruebas del Valor Relativo de Soporte (CBR) y el perfil estratigráfico de los suelos, permitieron agrupar a la carretera en un único tramo homogéneo representativo el mismo que ha sido analizado mediante métodos estadísticos, obteniéndose de esta forma el CBR de diseño” (5). (Ver Cuadro 1.1 “Determinación del CBR de diseño” (6)).

(3) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 4; Pág. 78.

(4) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 4; Pág. 80.

(5) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 10; Pág. 274.

(6) Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES; Cap. 10; Pág. 276.

A continuación se presenta el resultado del análisis estadístico de Valores Relativos de Soporte (CBR) para el tramo homogéneo.

- Tipo de suelos predominante: Grava Limosa.
- Valor del CBR máximo 55%
- Valor del CBR mínimo 9.1%
- CBR de diseño 16%

Habiendo presentado los resultados del estudio de suelos se procede a realizar su análisis respectivo de los valores mostrados.

1.7.2 Análisis del estudio de campo del proyecto.

El estudio de campo del proyecto determina que los suelos por debajo de la subrasante están compuestos predominantemente por Gravas limosas (GM), no plásticas y compactas, en consecuencia son clasificados como material de Subrasante de buena calidad (Ver Cuadro 1.2 “Características de utilización de suelos según SUCS” (7)).

Así mismo según estudio (Ver Cuadro 1.3 “Valores referenciales de CBR, usos y suelos” (8)), las gravas limosas poseen valores referenciales de CBR entre 20 y 50% mientras que el estudio de proyecto toma como valor de diseño para el pavimento, CBR 16%, siendo este un valor holgado y aceptable para la capacidad de soporte del suelo (GM).

Dentro del tramo en estudio (Km. 66+600 – Km. 84+400) no se han encontrado además zonas para el mejoramiento de la subrasante, sin embargo en las recomendaciones se destaca que muchas partes de la carretera en corte y relleno, se presentan asentamientos debido a la falta de compactación, por ello proponen una recompactación de los mismos.

1.8 ESPECIFICACIONES TECNICAS (SUBRASANTE).

Las Especificaciones Técnicas (ET) son los documentos en los cuales se definen las normas, exigencias y procedimientos a ser empleados y aplicados en todos los procesos de construcción propios del proyecto.

(7) La ingeniería de suelos; Alfonso Rico y Hermilio del castillo; LIMUSA 1984; Cap. 3; Pág. 183.

(8) http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo32_p.pdf; Luis Chang Chang; CISMID; Pág. 43

Las especificaciones técnicas del proyecto a revisar son las que están contenidas en el “Estudio de Actualización y/o Adecuación del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Abra Málaga – Alfamayo; Abra Málaga Km. 42+000 – Carrizales Km. 66+660 // Carrizales Km. 66+600 – Alfamayo Km. 84+400”, y los ítems de nuestro interés son los correspondientes a las exigencias y ensayos a realizar para la aceptación de la subrasante.

Las siguientes exigencias y ensayos en la subrasante, son exceptuadas del estudio:

a.- “Al alcanzar el nivel de la subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de ciento cincuenta milímetros (150 mm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en las presentes especificaciones”.

b.- “Las densidades individuales del lote deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo Proctor modificado de referencia” (9).

La excepción se debe a que la hipótesis del estudio intenta determinar los materiales y características estructurales del subsuelo en una carretera, previo a su rehabilitación. Los procesos como escarificación y compactación de la subrasante son trabajos posteriores a la identificación de los suelos.

1.8.1 Exigencias en el uso de la Viga Benkelman.

Las exigencias en el uso de la Viga Benkelman para la aceptación de la subrasante son las siguientes:

“Una vez terminada la explanación se hará deflectometría cada 25 m. alternados en ambos sentidos, es decir, en cada uno de los carriles, mediante el empleo de la Viga Benkelman el FWD o cualquier equipo de alta confiabilidad, antes de cubrir la Subrasante con la subbase. Se analizará la deformada o curvatura de la deflexión obtenida de por lo menos tres mediciones por punto” (10).

(9) Estudio de Actualización y/o Adecuación del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Abra Málaga – Alfamayo; Carrizales Km. 66+600 – Alfamayo Km. 84+400; MTC; Cap. 2; Pág. 10, 12.

(10) Estudio de Actualización y/o Adecuación del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Abra Málaga – Alfamayo; Carrizales Km. 66+600 – Alfamayo Km. 84+400; MTC; Cap. 2; Pág. 12.

“Un propósito específico de la medición de deflexiones sobre la subrasante, es la determinación de problemas puntuales de baja resistencia que puedan presentarse durante el proceso constructivo, su análisis y la oportuna aplicación de los correctivos a que hubiere lugar” (11).

Realizando un resumen de lo expuesto, se plantea el uso de la viga Benkelman en la Subrasante para determinar zonas con problemas de baja resistencia en el terreno subyacente. La aplicación de la viga Benkelman a NSR es una metodología propuesta y aceptada por el MTC, para la determinación del comportamiento de los suelos y sus alteraciones, en una carretera.

1.8.2 Parámetros de aceptación de suelos (NSR) para su uso estructural.

Respecto a la aceptación de suelos para su uso estructural se hace mención en el ítem mejoramientos de suelos; “Este trabajo consiste en el reemplazo de material inadecuado de la subrasante, que no reúne las condiciones del valor de CBR, de diseño de la estructura del pavimento” (12).

Recurriendo a la lógica entonces un suelo será considerado como adecuado para su uso estructural en la subrasante si su valor de CBR es superior al de diseño, esto se explica ya que el CBR de un suelo expresa su propia capacidad de soporte.

1.9 CONCLUSIONES ACERCA DE LA PROBLEMÁTICA.

Según el estudio de proyecto revisado encontramos que el suelo por debajo de la subrasante está formado predominantemente por Grava Limosa, la cual ofrece una buena capacidad de soporte (según estudios), sin embargo los antecedentes de la carretera destacan que esta ha sido construida sin la supervisión adecuada en lo que a compactación y material adecuado de relleno se refiere, así mismo en las conclusiones del estudio de suelos encontramos que en la carretera se han identificado tramos con problemas de asentamientos.

El cumplimiento de las exigencias y ensayos expuestos en las Especificaciones Técnicas (ET) para la aceptación de los suelos por debajo del NSR, serán determinantes para establecer el éxito de la construcción del pavimento.

(11) Ídem (10).

(12) Estudio de Actualización y/o Adecuación del Proyecto Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Abra Málaga – Alfamayo; Carrizales Km. 66+600 – Alfamayo Km. 84+400; MTC; Cap. 2; Pág. 14.

Según las ET para la aceptación de los suelos por debajo del NSR, como material estructural, se debe cumplir que el valor de CBR debe ser superior al CBR de diseño. Así en las mismas no se hace mención sobre la realización de ensayos para la determinación del CBR ponderado en campo, sin embargo establecen el uso de la viga Benkelman (mediante sus valores deflectométricos tomados en campo) para determinar las zonas de baja resistencia y poder proponer así sus correctivos respectivos.

Según la revisión realizada a las ET del proyecto no determinan ningún parámetro deflectométrico de comparación para establecer la aceptación o rechazo de una subrasante, prevaleciendo entonces como único parámetro de aceptación el valor de CBR.

Lo expuesto anteriormente hace presumir que el uso de la Viga Benkelman (VB) sirve para determinar los valores de CBR en una subrasante, lo cual es incorrecto, sin embargo podría existir alguna correlación entre el valor deflectométrico obtenido con Viga Benkelman y el CBR de una subrasante, pero ni las especificaciones técnicas u otras publicaciones emitidas por el MTC para el proyecto en mención nos dan cuenta de algún cuadro comparativo u estudio que nos permita definir la correlación mencionada.

Tomando como referencia el vacío que existe en las especificaciones técnicas, para correlacionar los valores deflectométricos y la capacidad de soporte (CBR) de una Subrasante, se propone realizar el estudio APLICACIÓN DE VIGA BENKELMAN EN CARRETERAS AFIRMADAS PROPUESTAS PARA SU REHABILITACIÓN. Cusco – Quillabamba. Tramo II Carrizales – Alfamayo (Km. 66+600 - Km. 84+400), en el cual mediante el uso de la viga Benkelman sobre el NAE (previo a la ejecución de los trabajos), y realizando un estudio geotécnico del subsuelo de la vía, se pueda establecer la correlación mencionada.

El poder demostrar positivamente lo propuesto crea una alternativa de estudio de suelos que se basa en la interpretación de las deflexiones medidas en el NAE de una carretera. Las deflexiones en la superficie del NAE reflejarían una respuesta global a los materiales, subyacentes a la subrasante, bajo una carga dada. Su medición sería simple, rápida, económica y "no destructiva", es decir, no se alteraría el equilibrio ni la integridad del sistema.

Figura 1.1 “Ubicación departamental de la carretera”

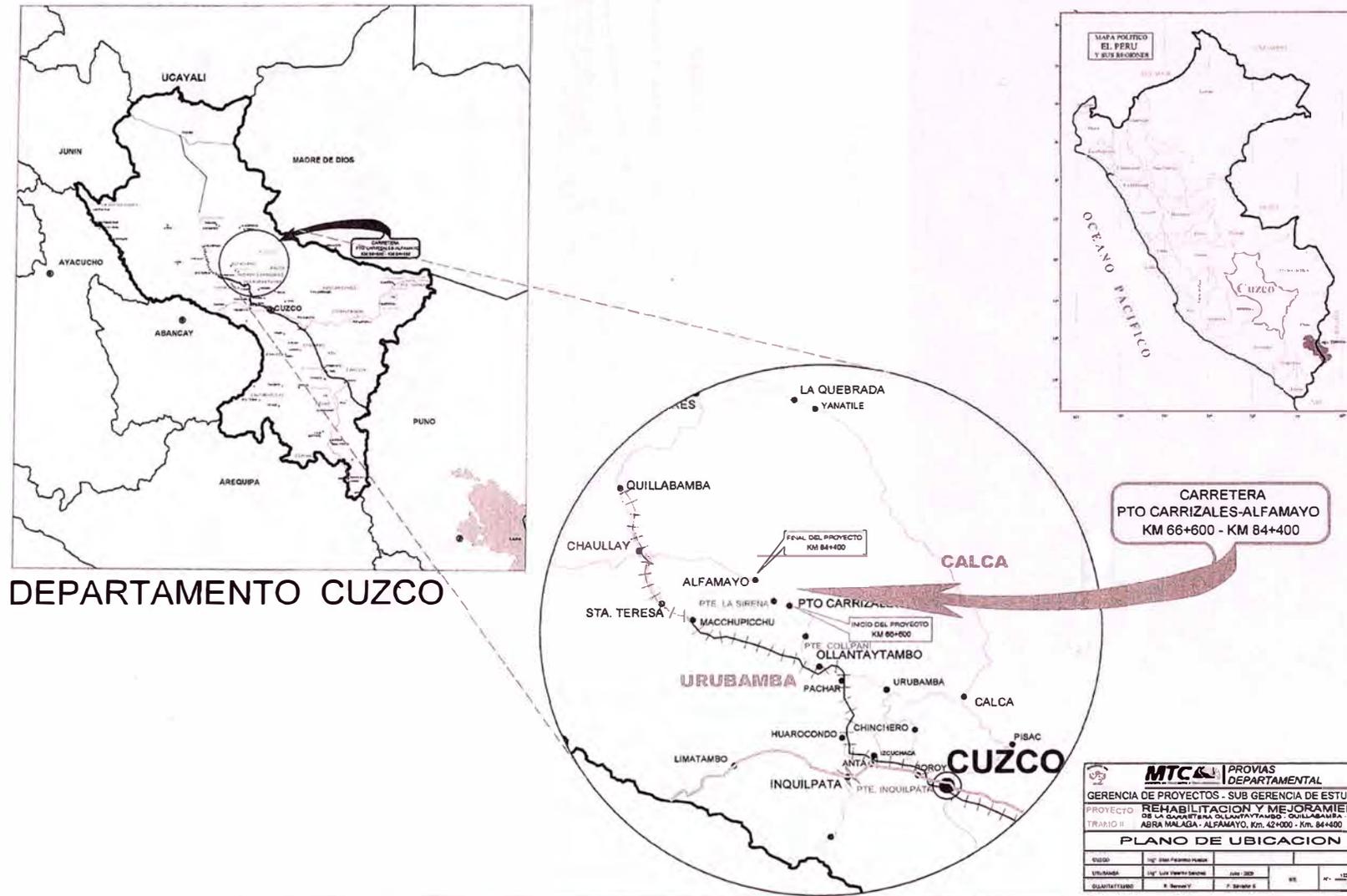




Figura 1.2 “Plano de ubicación de la carretera”

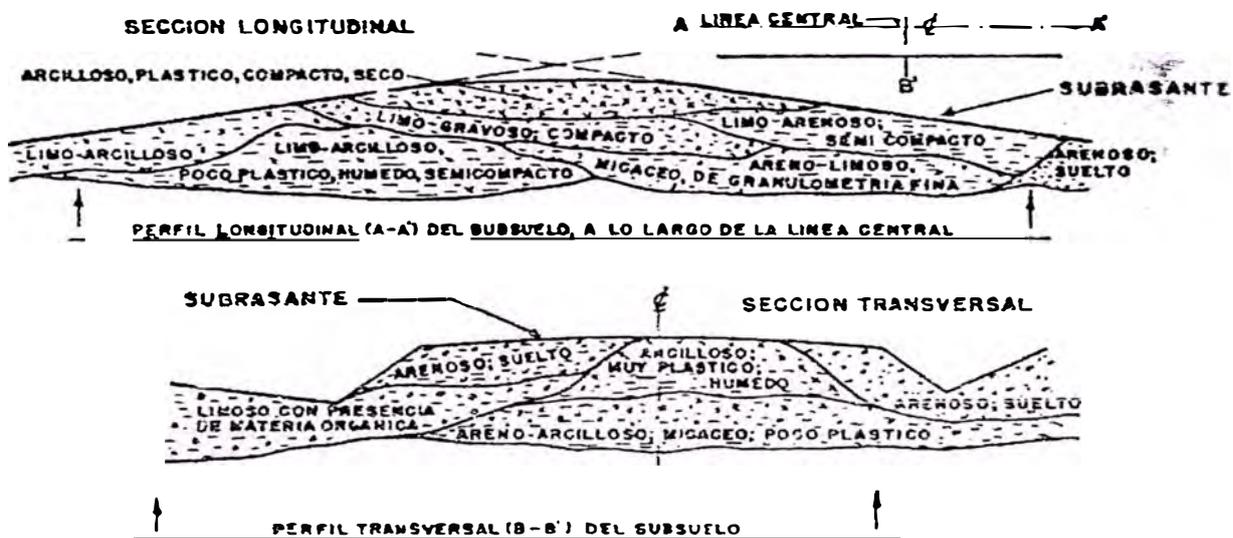


Figura 1.3 “Perfil estratigráfico del terreno de fundación”.

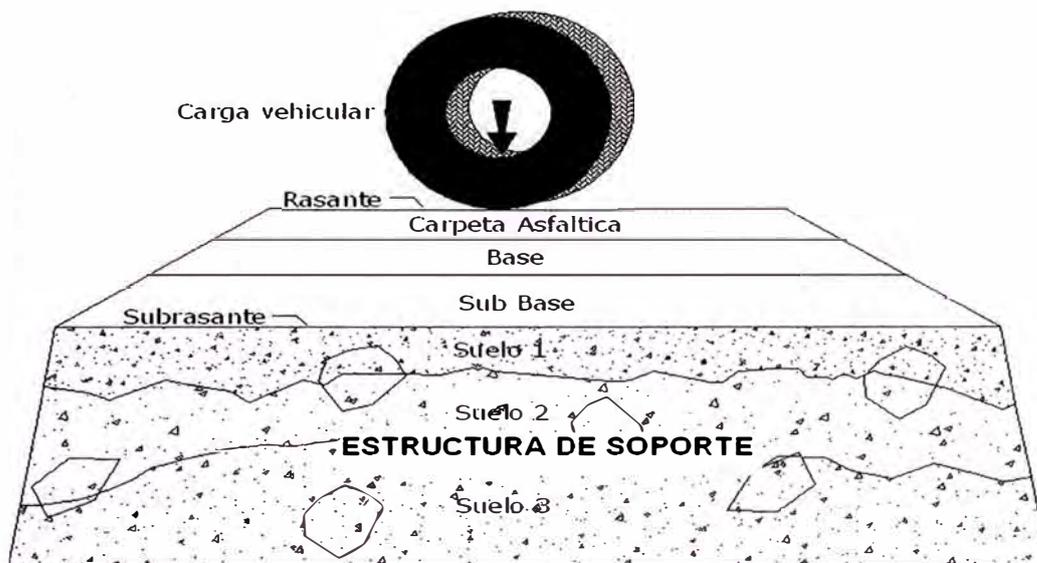


Figura 1.4 "Perfil estructural de un pavimento"

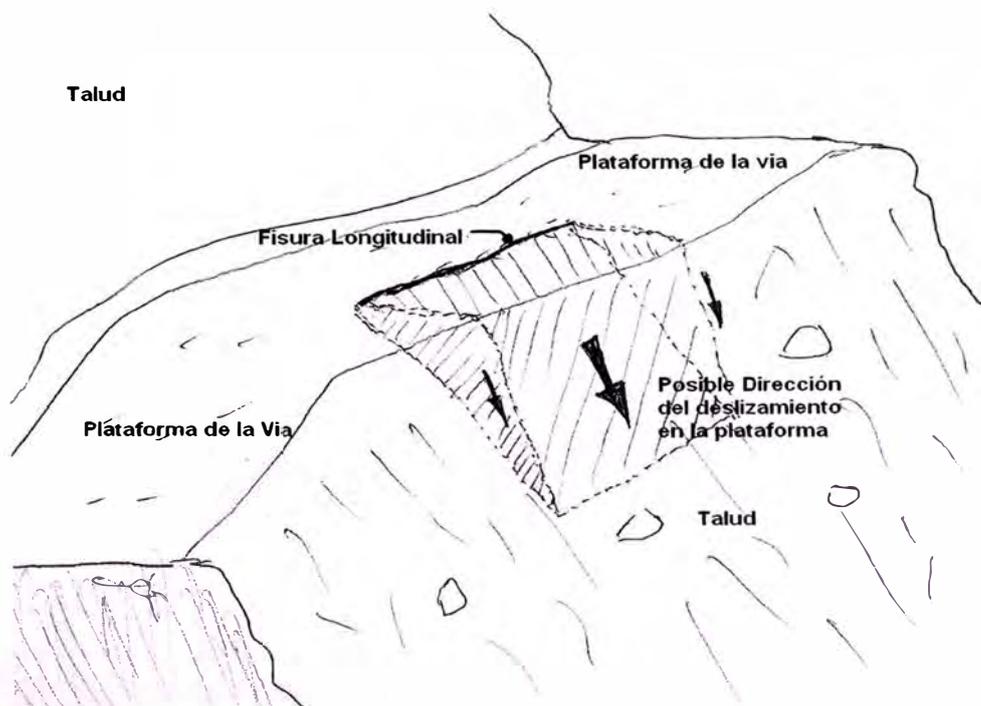
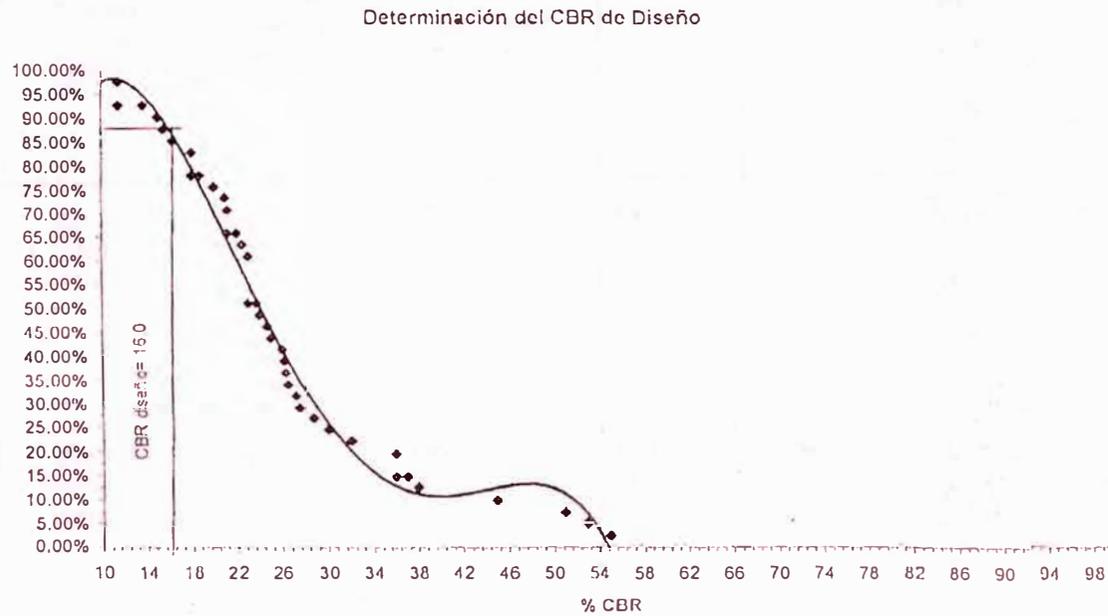


Figura 1.5 "Fisuras longitudinales en la plataforma de una carretera"

Cuadro 1.1 “Determinación del CBR de diseño”

Tramo: Ollantaytembo-Alfamayo

% CBR	frec.	perc. (%)
55.0	1	2.44%
53.0	1	4.88%
51.0	1	7.32%
45.0	1	9.76%
38.0	1	12.20%
37.0	1	14.63%
36.0	1	14.63%
36.0	2	19.51%
32.0	1	21.95%
30.0	1	24.39%
28.7	1	26.83%
27.5	1	29.27%
27.2	1	31.71%
26.5	1	34.15%
26.3	1	36.59%
26.2	1	39.02%
26.0	1	41.46%
25.0	1	43.90%
24.7	1	46.34%
24.0	1	48.78%
23.7	1	51.22%
23.0	1	51.22%
23.0	1	51.22%
23.0	4	60.98%
22.5	1	63.41%
22.0	1	65.85%
21.2	1	65.85%
21.2	2	70.73%
21.0	1	73.17%
20.0	1	75.61%
18.7	1	78.05%
18.0	1	78.05%
18.0	2	82.93%
16.3	1	85.37%
15.5	1	87.80%
15.0	1	90.24%
13.7	1	92.68%
11.5	1	92.68%
11.5	2	97.56%
9.1	1	100.00%



Número de Datos	41
Promedio	26.00
Desviación Estándar (Sn)	10.76
Desviación Estándar (Sn-1)	10.63
Coefficiente de Variación	40.88

SAMUEL VIZCARRO OTAZO
INGENIERO CIVIL
D.I.P. 40120

VISA CONSULTORES S.A.
Carretera Ollantaytembo-Alfamayo

VISA CONSULTORES S.A.

Cuadro 1.2 “Características de utilización de suelos según SUCS”

Sim-bolo	Características de compactibilidad	Peso volumétrico seco máx. típico (Proctor estándar ton/m ³)	Compresibilidad y expansión	Permeabilidad y características de drenaje	Características como material de terraplén	Características como subrasante	Características como base	Características como pavimento provisional	
								c/revestimiento ligero	c/tratamiento asfáltico
GW	Buenas. Rodillos lisos vibratorios, rodillo neumático. Respuesta perceptible al bandedo con tractor.	1.9 a 2.1	Prácticamente nula	Permeable. Muy buenas	Muy estable	Excelente	Muy buena	Regular a mala	Excelente
GP	Buenas. Rodillos lisos vibratorios, rodillo neumático. Respuesta perceptible al bandedo con tractor.	1.8 a 2.0	Prácticamente nula	Permeable. Muy buenas	Estable	Buena a excelente	Regular	Pobre	Regular
GM	Buenas. Rodillos neumáticos o pata de cabra ligeros.	1.9 a 2.2	Ligera	Semipermeable. Drenaje pobre.	Estable	Buena a excelente	Regular a mala	Pobre	Regular a pobre
GC	Buenas o regulares. Rodillos neumáticos o pata de cabra.	1.8 a 2.1	Ligera	Impermeable. Mal drenaje	Estable	Buena	Regular a buena	Excelente	Excelente

Cuadro 1.3 “Valores referenciales de CBR, usos y suelos”

No. CBR	Clasificación general	Usos	Sistema de clasificación	
			Unificado	AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Sub rasante	OH,CH,MH,OL	A5, A6,A7
3 – 7	Muy pobre a regular	Sub rasante	OH,CH,MH,OL	A4,A5,A6,A7
7 – 20	Regular	Sub base	OL,CL,ML,SC,S M,SP	A2,A4,A6,A7
20 - 50	Bueno	Sub base y base	GM,GC,SW,SM, SP,GP	A-1b,A2-5, A-3, A2-6
> 50	Excelente	Base	GW, GM	A1a,A2-4,A-3

CAPITULO 2. EVALUACION DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LOS SUELOS EN ESTUDIO.

2.1 GENERALIDADES

Se desarrollara la evaluación geotécnica de la capacidad de soporte de los suelos que conformen el terreno de fundación o Subrasante existente en una carretera, mediante trabajos de exploración de campo y muestreo. La exploración de campo se lleva a cabo ejecutando calicatas (excavaciones por debajo del NAE, la profundidad está definida por la influencia de cargas aplicadas (1)), de las cuales se tomaran muestras representativas, para luego ser remitidas al laboratorio, las mismas que serán analizadas siguiendo la metodología que dictan las especificaciones técnicas y las normas actuales en lo que a suelos refiere.

2.2 ALCANCE DEL ESTUDIO

El estudio del material de NAE, como resultado de los trabajos de campo y laboratorio, tiene la finalidad de encontrar las propiedades físico-mecánicas de los materiales que conforman el suelo del NAE. Así como determinar la capacidad de soporte del terreno como cimiento de la carretera y de sus estructuras. Los materiales encontrados en las excavaciones, permiten determinar la incidencia sobre la estabilidad del terreno a NAE. Por otro lado, los resultados de este estudio servirán al ingeniero diseñador de la estructura del pavimento. Con los datos recopilados de la exploración de campo y con los respectivos resultados de los Ensayos de laboratorio, se procederá a elaborar un cuadro descriptivo del perfil estratigráfico del suelo en estudio, así mismo dicho cuadro contendrá datos determinantes que nos permitan conocer la estabilidad del suelo.

2.3 METODOLOGIA DEL ESTUDIO

La planificación del trabajo está basada en los datos de la deflectometría realizada Con anterioridad, dichos datos han sido discriminados en sus valores máximos y mínimos, que al relacionarlos con sus progresivas respectivas nos permiten realizar una zonificación de la vía en estudio.

(1) Este tema será tratado en el capítulo 3.

Con la información disponible se procede a la identificación de las zonas donde se realizarán las calicatas respectivas referenciándonos en los hitos dejados por la brigada de topografía.

2.3.1 Exploración de campo

La exploración de campo consistirá en realizar la evaluación de las características geotécnicas de los suelos de Subrasante, para lo cual se emplearán métodos destructivos, que serán excavaciones a cielo abierto, llamadas también calicatas. Con la finalidad de investigar la calidad de los suelos en las zonas por donde transcurrirá la vía. Las calicatas se localizarán en los carriles derecho e izquierdo de la vía en estudio.

2.3.1.1 Calicatas de Exploración.

La excavación de calicatas permite una mejor inspección y clasificación del material del subsuelo, pues, el ingeniero puede ir observando la variación del material y establecer, en mejor forma, los espesores de los diferentes estratos, así como también determinar una clasificación visual de los estratos presentes en la calicata del suelo por debajo del NAE, la profundidad de la napa freática, humedad etc.

2.3.1.2 Profundidad de las calicatas.

Tendrán profundidad mínima de 1.07 m. (2) por debajo del NSR o NAE, esta profundidad podrá variar de acuerdo al diseño de la estructura y a lo siguiente:

Quando el material de relleno provenga de zanjas de préstamo a lo largo de la carretera, la profundidad será extendida a la estimada de la zanja de préstamo.

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.

2.3.1.3 Espaciamiento de las calicatas.

Las separaciones de las calicatas serán determinadas según la discriminación de los datos deflectométrico tomados con anterioridad en la vía en estudio.

(2) Ídem 1.

Pudiendo ser la separación mínima entre calicatas 20 m. ya que esta fue la separación a la cual se tomaron los datos deflectométricos en campo, influye además las zonas donde falta realizar el corte de talud que son zonas entre 2 a 3 km de longitud las cuales se expondrán sucintamente más adelante pero que además no serán tema de estudio para la presente tesis

2.3.1.4 Alternativas de prospección del terreno.

Algunas alternativas de prospección o exploración, que se emplean para investigar el subsuelo, se presentan en el Cuadro 2.1 “alternativas de prospección del terreno” (las expuestas son alternativas de carácter destructivo).

2.3.1.5 Perfil Estratigráfico del suelo.

En los perfiles estratigráficos se anotaran los espesores de los estratos y una descripción de los materiales encontrados en cada calicata, en la cual se indicara el tipo de suelo, tamaño máximo, forma de las gravas, humedad, consistencia, color, estado superficial y cualquier otra información o descripción referente, además se indicara el símbolo de clasificación SUCS.

Deberá situarse la calicata con respecto al kilometraje del trazo existente de trabajo, su ubicación en zona de corte o relleno, la profundidad a la que se encuentran los diferentes suelos encontrados, espesor de cobertura orgánica, así como una identificación de campo de los suelos empleando las definiciones dadas en el numeral, así como sus combinaciones (ejemplo: arena limosa), la presencia de materia orgánica, ubicación de la napa freática y/o manto rocoso. Se deberá correlacionar la muestra de suelos encontrada con alguna muy parecida de la cual está tomando material para efectuar ensayos de laboratorio respectivos, esto da la dificultad de transportar mucha cantidad de suelos durante el estudio en zonas de difícil acceso.

En el perfil estratigráfico se colocara la simbología según la clasificación del material encontrado. Con la finalidad de facilitar la identificación de diferentes capas de suelos encontrados se propone la siguiente nomenclatura:

Ejemplo: 66+600	C60	M1	LD
(a)	(b)	(c)	(d)

Donde:

- (a) Kilometraje o progresiva con respecto al trazo.
- (b) Numeración de calicata.
- (c) Posición de la capa de suelo, M1 significaría la primera capa desde la superficie de estudio.
- (d) Carril del cual se ha extraído la muestra, LD significa Carril lado derecho.

Las fichas de identificación de muestras de suelo para ensayos de laboratorio consistirán prácticamente de índices de la siguiente manera: C60, M1, LD, indica la primera capa de la calicata 60 carril derecho.

2.3.2 Clasificación de suelos por el tamaño de sus partículas de campo.

Los suelos están conformados por mezclas de partículas inorgánicas, cuyos intersticios están ocupados por aire y agua, en proporciones variables. En el laboratorio se efectuara el ensayo de análisis granulométrico por tamizado y límites de consistencia para identificar el suelo y hacer su clasificación.

Es necesario observar en la exploración de campo el material predominante en cada estrato de la calicata; considerando el tamaño máximo de las partículas gruesas; rocas, bolonerías, gravas y arenas, o las propiedades físicas de las partículas finas, limos y arcillas. Así como por ejemplo: gravas arenosas, arena arcillosa, arcillas limosas, etc.

Los límites de los tamaños de las partículas fijadas para cada fracción no son arbitrarios, sino que intenta reflejar aproximadamente las diferentes propiedades del suelo. Así por ejemplo las gravas no pueden retener agua capilar por el tamaño de los huecos de las partículas, a diferencia de las arenas en las que la acción capilar es considerable. Las partículas de arena son visibles sin necesidad de ayuda ocular, lo que no sucede con los limos, los cuales tienen además más cohesión en estado seco y casi nada de plasticidad en estado húmedo. Por el pequeño tamaño de sus partículas (inferior a 0.002-0.005 mm.), las arcillas suelen tener ya propiedades coloidales y presentan fenómenos físico-químicos, asociados a su elevada superficie específica.

Las arenas y gravas constituyen los llamados suelos granulares o de grano grueso, en tanto que los limos y arcillas son suelos finos o de grano fino. Los suelos orgánicos forman un grupo aparte.

Se presenta la terminología en el campo con fines de identificación:

- Roca: Formaciones rocosas más o menos continuas y masivas.
- Fragmento de roca: Fragmentos mayores de 7.5 cm y menores de 11 cm. y que no forman parte de una roca masiva.
- Grava: Partículas redondeadas o subredondeadas, menores de 7.5 cm. y retenidas en el tamiz N° 4.
- Piedra: Partículas angulosas y subangulosas, menores a 7.5 cm. y retenidas en el tamiz N° 4.
- Arena: Partículas de roca que pasa el tamiz N° 4 y son retenidas en el tamiz N° 200.
- Limos y arcillas: Fracción del suelo constituida por granos de diámetro menor de 0.075 mm (malla N° 200).
- Turba: Masa fibrosa de materia orgánica en varios estados de descomposición, generalmente de color marrón oscuro a negro y de consistencia esponjosa.

Es importante determinar la característica superficial que puede calificarse como lisa, ligeramente rugosa, medianamente rugosa y muy rugosa.

En cuanto a la forma de la grava, piedra, fragmentos, puede indicarse como acicular (forma de aguja), laminar (forma de laminas) y cuando sus tres dimensiones tengan el mismo orden de magnitud equidimensional, pudiendo ser: angulosas (vértice y aristas aguda), subangulosas (vértice y aristas agudas), subangulosas (vértice y aristas no agudas), subredondeadas (prácticamente vértices y aristas no existen) y redondeadas (forma esférica).

En cuanto a la consistencia, puede juzgarse usando los siguientes términos: muy suelto, suelto, poco compacto y muy compacto.

2.3.2.1 Clasificación de suelos en función del tamaño de sus partículas.

Los suelos granulares (gravas y arenas) son originados por la descomposición o alteración física de las rocas. En estado seco no tiene casi cohesión, la cual es aparente en arenas finas húmedas y es debido a las tensiones capilares. Sus propiedades dependen de la composición mineralógica, la forma y angulosidad de sus partículas, de su granulometría y del grado de compactación o densidad. Las partículas pueden tener una forma regular (descrita a veces como esférica o

cubica), con dimensiones del mismo orden de magnitud, pudiendo ser lajas o alargadas.

Su angulosidad está ligada al proceso de erosión, con partículas redondeadas, subredondeadas, subangulosas o angulosas. Los cantos rodados y arenas de las terrazas fluviales son generalmente redondeados, en tanto que los materiales granulares de tipo residual presenta una mayor angulosidad de sus partículas. Por último su composición mineralógica influye en el proceso erosivo, en la forma de las partículas y en su alterabilidad potencial.

Estos suelos son permeables si contienen pocas partículas finas y no experimentan cambios de volumen al variar su humedad. Con una granulometría adecuada, partículas de forma regular y especialmente si son angulosas, presentan una elevada resistencia a la deformación y baja compresibilidad, por lo que son materiales adecuados para utilizar en la Subrasante e incluso en las capas de pavimento. En este último caso es frecuente sin embargo que se mejoren sus características naturales mediante un tratamiento de la Subrasante que puede consistir en triturado parcial, tamizado, lavado, etc. Una mezcla de suelos con otros materiales mejora la granulometría o estabilizar con un conglomerante hidráulico o bituminoso.

En los suelos de grano fino como los limos y arcillas, las fuerzas físico químicas que actúan entre las partículas y los fenómenos debidos al agua absorbida sobre la superficie de los mismos y al agua combinada, tiene una gran influencia en sus propiedades, siendo sensible a la acción del agua libre que rellena sus poros.

Por su naturaleza física y química, las partículas son similares a las de la arena. Sin embargo por su reducido tamaño suelen presentar una cierta cohesión debido a las tensiones capilares de las delgadas películas de agua que se encuentran entre sus partículas. Estos suelos limosos pueden ser muy susceptibles a la helada en el sentido de sufrir hinchamientos considerables si están sometidos a bajas temperaturas en régimen prolongado, teniendo posibilidad de absorber agua. Su carácter de transición, hacia las arcillas, pone de manifiesto que son poco permeables y en la influencia de la humedad, en su deformación, compresibilidad e hinchamiento o contracción.

Las arcillas constituidas por partículas muy pequeñas, en su mayoría coloidales, con gran afinidad por el agua y con cargas eléctricas superficiales. Son silicatos de aluminio, hierro y magnesio que pueden contener otros iones accesorios como: sodio, calcio y potasio, más o menos abundante, en algunos casos algo de titanio. Sus características físicas y químicas son diferentes a la de los limos. Las partículas son laminares, planas y alargadas y su composición mineralógica y su estructura influyen más en su comportamiento mecánico que en la propia granulometría, estando sometidas a un permanente proceso de alteración catiónica con el agua del terreno, cuya rapidez depende del tipo de arcilla, cantidad de agua y movimiento de esta.

En estado seco, un terrón de arcilla es casi imposible de desmenuzar con los dedos. Por su impermeabilidad, absorbe lentamente la humedad, pasando a un estado plástico en que la arcilla puede resultar muy pegajosa, cohesiva, lo cual permite su fácil moldeado, sin agrietamiento ni disgregación. Su consistencia y resistencia a la deformación depende tanto de la naturaleza de la arcilla, como de su humedad. Debido a su alto contenido de humedad en estado natural su resistencia a esfuerzo cortante puede ser muy baja y la capacidad de soporte muy reducida.

Por su estructura generalmente laminar, las arcillas pueden absorber cantidades importantes de agua variando su densidad, propiedades mecánicas y sufrir un hinchamiento.

2.3.2.2 Identificación de suelos y rocas en el campo.

Los suelos pueden identificarse mediante ensayos sencillos y rápidos que permitan escoger los ensayos de laboratorio posteriores, fijar el tipo, calidad y cantidad de la toma de muestras para ensayos y sobre todo realizar una descripción del terreno, que en algunos casos es tan importante como los propios ensayos.

El equipo que se debe llevar al campo es reglilla graduada, navaja, papel, vasos de plástico transparente y en caso de examinar rocas martillo y agua oxigenada. En los suelos se debe estimar la granulometría, resistencia a rotura, aspecto, corte con navaja, y olor, mientras que en la roca debe examinarse la fractura, textura, aspecto, color, exfoliación y comportamiento a la inmersión en agua oxigenada.

La apreciación de tamaño de los granos y estimación de los porcentajes de cada fracción, se efectúa mediante una inspección detallada del suelo. Se determina los porcentajes aproximados de las fracciones de suelos separadas entre sí, por los tamaños 25 mm, 5 mm, y 0.05 mm. Para apreciar estos porcentajes se desmenuzara el suelo sobre un papel o superficie limpia separándolo en estos tamaños. Generalmente pueden retirarse bien las fracciones de más de 25 mm. y de 5 mm. pero para el resto conviene diluir el suelo en un vaso de agua, agitarlo, esperar a que se sedimente y apreciar así los porcentajes de suelo.

Los tamaños superiores a 25 mm se consideran gravas. Los comprendidos entre 5 mm y 25 mm gravillas, los de 5 mm a 0.05 mm (límite de apreciación visual) se considera arenas y los inferiores a 0.05, material fino, o sea limos y/o arcillas.

La apreciación de la resistencia a la rotura, se realiza con una muestra seca de suelo a la que se han retirado los elementos gruesos, mayores de 5 mm. esta muestra se trata de romper con los dedos apreciando su resistencia al desmenuzamiento y su rugosidad o aspereza.

La apreciación de la plasticidad consiste en formar cilindros de 3 mm de diámetro rodando con la mano una pequeña masa de suelo fino húmedo sobre una superficie plana. Una vez formado el cilindro se hace una bola y se vuelve a empezar la operación hasta que llegue un momento que el cilindro se rompa. La humedad de ese suelo es el límite plástico. En ese momento se reúne en una bola el material que ha alcanzado el límite plástico y se aprecia si esta se mantiene coherente o se deshace. Hay plasticidad alta cuando se forman fácilmente los cilindros y las bolas moldeadas con ellos se deforman sin romperse; plasticidad media cuando los cilindros se forman con dificultad y las bolas amasadas con ellos se rompen al deformarse. Los suelos de baja plasticidad forman cilindros quebradizos y no se pueden amasar bolas con ellos por debajo del límite plástico. Suelos no plásticos son los que no permiten formar cilindros, como las arenas.

La apreciación de la dilatancia, consiste en formar muestras con diversos grados de humedad con suelos finos (inferiores a 5 mm). Estas muestras se colocan en la palma de la mano y se golpea esta lateralmente produciendo vibración. Algunos tipos de suelos se comportan en este ensayo afluyendo el agua a la superficie de la muestra, que queda brillante; al apretarla con los dedos

desaparece el agua quedando mate. Repitiendo este ensayo llega un momento en que la muestra se pulveriza. Cuando esto ocurre tras una serie corta de vibraciones y remasados se dice que hay una reacción rápida de dilatancia. Cuando la serie es larga. La reacción es lenta y cuando no se aprecian cambios entre los sucesivos ensayos se dice que no hay reacción de dilatancia.

La apreciación del comportamiento al corte con navaja, se efectúa un corte de muestras de suelo con diversas humedades, describiendo si el corte es limpio y liso, o si se aprecian rugosidades, si es fácil o difícil y si la superficie cortada tiene brillo o es mate.

El olor de los suelos conteniendo materia orgánica, es característico, como tierra vegetal o estiércol, que se hace más intenso cuando se calienta el suelo.

La apreciación de la fractura de roca, se consigue cuando se golpea las rocas con el martillo de geólogo o entre sí, hasta romperlas, apreciando su resistencia, fractura granular o lisa, brillo, plano de exfoliación, partículas rotas, desmenuzamiento, etc.

La apreciación de la alterabilidad de rocas por inmersión en agua oxigenada, se obtiene cuando se introduce una piedra en agua oxigenada y se observa si se desmenuza o no rápidamente, si el agua cambia de color en un determinado tiempo o si se producen burbujas o algún tipo de reacción. El ensayo debería durar uno o dos días, pero en cuatro o cinco horas se obtienen la mayoría de las conclusiones.

Se puede apreciar un resumen de las características de la clasificación de suelos por ensayos en el campo (Cuadro 2.2 “Clasificación de suelos por ensayos en el campo”).

2.3.3 Selección de muestras de suelos.

Las muestras de suelo obtenidas en el trabajo de campo, serán seleccionadas en función de su importancia y representatividad en cada sector relacionado con la deflectometría correspondiente.

El material a muestrear es proveniente del suelo por debajo de la Subrasante a 1.07 m, que es la profundidad donde actúa principalmente la carga móvil, este suelo al no ser un paquete homogéneo debe ser identificado plenamente por capas para su muestreo respectivo.

Para definir adecuadamente la resistencia de la Subrasante será suficiente obtener dos muestras de aproximadamente 100 kg. cada una, eliminando la piedra o grava mayor de 3" y en caso de suelos finos serian aproximadamente 80 kg cada una. (3)

Mayor numero de muestras podrán obtenerse para ampliar el estudio del perfil estratigráfico, en este último caso serán muestras de 1 kg a 5 kg para su clasificación según sean finos o gruesos respectivamente (obtenidas de un adecuado cuarteo).

2.4 ENSAYOS DE LABORATORIO.

Las muestras obtenidas en el campo se llevaran al laboratorio de mecánica de suelos para efectuar los ensayos de clasificación y resistencia.

Los ensayos de análisis granulométrico por tamizado y límites de Atterberg, servirán para determinar las clasificaciones SUCS. También tienen interés en la determinación de la humedad natural (verificar su OCH, saturación, etc.), contenido de materia orgánica y en algunos casos análisis mineralógicos y petrográficos.

El ensayo de CBR se efectuara a las muestras representativas de los sectores ubicados en cada carril y se realizara para cada capa encontrada del suelo. (en algunos casos para el presente estudio se han correlacionado los CBR de la capa de un suelo con la capa de otro suelo debido a su similitud de características).

Se deberán realizar los ensayos de laboratorio a las muestras remitidas del campo, las cuales estarán referidas a las normas ASTM. (Cuadro 2.3, "Ensayos de Laboratorio").

2.4.1 Presentación de resultados y análisis.

Los resultados obtenidos de las observaciones de campo, así como de los ensayos de laboratorio efectuados a los suelos analizados se presentaran en forma clara y objetiva.

(3) La ingeniería de suelos; Alfonso Rico y Hermilio del castillo; LIMUSA 1984; Cap. 3; Pág. 144.

Se mostraran los resultados de los ensayos usados que relacionen las condiciones de tipo de suelo, humedad, densidad, CBR (100%, 95%, natural).

Así mismo se anexara los resultados oficiales de los ensayos realizados.

Limites liquido y plástico

Proctor modificado (densidad seca Vs OCH).

CBR vs. Contenido de humedad.

Densidad seca Vs CBR.

2.4.1.1 Ensayo Proctor.

Consiste en tomar varias muestras de un mismo suelo, se le añaden diferentes cantidades de agua y se procede a compactar cada una de las muestras siguiendo un método normalizado de compactación como el ensayo Proctor, se puede comprobar que la densidad seca alcanzada depende en cada caso de la humedad de compactación. Con humedades bajas, la resistencia al corte del suelo es elevada existiendo succiones o presiones intersticiales negativas, por lo que el suelo compactado tiene una densidad baja y un elevado porcentaje de huecos de aire. Al aumentar la humedad, la resistencia del suelo disminuye, el agua tiene un efecto lubricante, que facilita el deslizamiento y giro de partículas entre si y su agrupamiento en estructuras más compactadas. El resultado es una densidad seca más elevada.

Para una cierta humedad óptima se alcanza en general, para cada tipo de suelo y de compactación, una máxima densidad seca.

2.4.1.2 Ensayo de CBR.

Este ensayo es usado para estimar la capacidad de soporte de un suelo, se considera de penetración y punzonamiento, midiéndose adicionalmente el eventual hinchamiento o expansión del suelo al sumergirlo durante 4 días en agua.

La muestra de suelo se compacta con la humedad y energía deseada, luego en el molde correspondiente se sumerge la muestra 4 días en agua, midiéndose luego de ello con un trípode el hinchamiento vertical. Durante este periodo incide sobre la muestra una sobrecarga que ocasiona una presión equivalente a la del futuro pavimento sobre el material de Subrasante.

Para el ensayo de penetración se emplea una prensa y un pistón cilíndrico (sección de 3”), que se desplaza a una velocidad uniforme de 1.27 mm/min (0.05 pulg/min).

El índice resistente CBR (California Bearing Ratio) se define como la razón (%) entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo hasta una cierta profundidad y la presión correspondiente a la misma penetración en muestra patrón de grava triturada. Las penetraciones fijadas son de 2.54 y 5.08 mm (0.1 y 0.2 pulg.) y como índice CBR se toma el mayor valor. Si la curva de presiones – penetraciones presenta un punto de inflexión hay que hacer una corrección en la lectura, a mayor índice CBR, mayor es la capacidad de soporte del suelo debajo del nivel de Subrasante.

2.4.1.3 Ensayo de Granulometría.

Una de las razones que han contribuido a la difusión de las técnicas granulométricas es que, en cierto sentido, la distribución granulométrica proporciona un criterio de clasificación de suelo. La grafica de distribución granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La representación en escala semilogarítmica (eje de abscisas en escala logarítmica) resulta preferible a la simple representación natural, pues en la primera se dispone de mayor amplitud en los tamaños finos y muy finos, que es en escala natural resultan muy comprimidos, usando un modulo practico de escala. La forma de la curva da idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical (arenas de playa o dunas, ya que el 100% de sus partículas son registradas del mismo diámetro dentro de su contenido), una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien graduado). En el Cuadro 2.4 “Curvas granulométricas de Algunos suelos” se presenta algunas curvas granulométricas reales, donde el suelo A corresponde a una arena muy uniforme, el suelo B pertenece a un suelo bien graduado mientras que los suelos C y D corresponden a arcillas de diferentes ubicaciones.

Como una medida simple de la uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad:

$$C_u = D_{60} / D_{10}$$

Como dato complementario, necesario para definir la uniformidad, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la expresión:

$$C_c = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$$

2.4.1.4 Ensayo de Límite Líquido y Plástico.

El ensayo de límite líquido es el contenido de humedad que corresponde al límite entre los estados líquido y plástico de un suelo, el cual es corregido por un factor en el cual se incluye el número de golpes efectuados en la copa de Casagrande.

El ensayo de límite plástico, consiste en humedecer la muestra con el menor contenido de humedad y tal que se pueda amasar el suelo en rollitos de 3 mm. (1/8") de diámetro, sin que presente signos de ruptura.

El índice de plasticidad de un suelo es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, si esta diferencia es elevada, esto indica mayor plasticidad, cuando el material no presenta plasticidad, se considera el índice de plasticidad como cero y se indica IP = NP (No plástico).

2.4.1.5 Clasificación de suelos según norma ASTM y AASHTO.

Los diversos tipos de clasificación son muy útiles para evaluar de una forma aproximada y rápida las características y propiedades de los suelos afectados o utilizados en una obra.

La clasificación de suelos fija un marco de referencia para el intercambio de información técnica y gracias a la acumulación de experiencias permiten acotar las características más significativas de los suelos y su comportamiento en diferentes condiciones. Para la presente investigación nos referenciamos exclusivamente en la clasificación ASTM la cual se detalla a continuación.

Clasificación A.S.T.M.

En 1942, A. Casagrande propuso un sistema de clasificación de suelos que fue utilizado durante la segunda guerra mundial en la construcción de aeropuertos y en el corps of Engineers, U.S. Army. Su utilidad general se puso de manifiesto en los años siguientes al ser aplicado a diferentes obras de Ingeniería civil, tales como presas, canales, y carreteras. En 1952, el Corps of Engineers y el Bureau of Reclamation adoptaron conjuntamente el llamado Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (Unified Soil Classification System), tras introducir ligeras modificaciones a la clasificación original de Casagrande.

Posteriormente la American Society for Testing Materials lo ha incluido entre sus métodos normalizados (ASTM D2487-69).

El método es actualmente utilizado en muchos países siguiendo exactamente la normativa americana.

En esta clasificación los suelos se dividen en tres grupos:

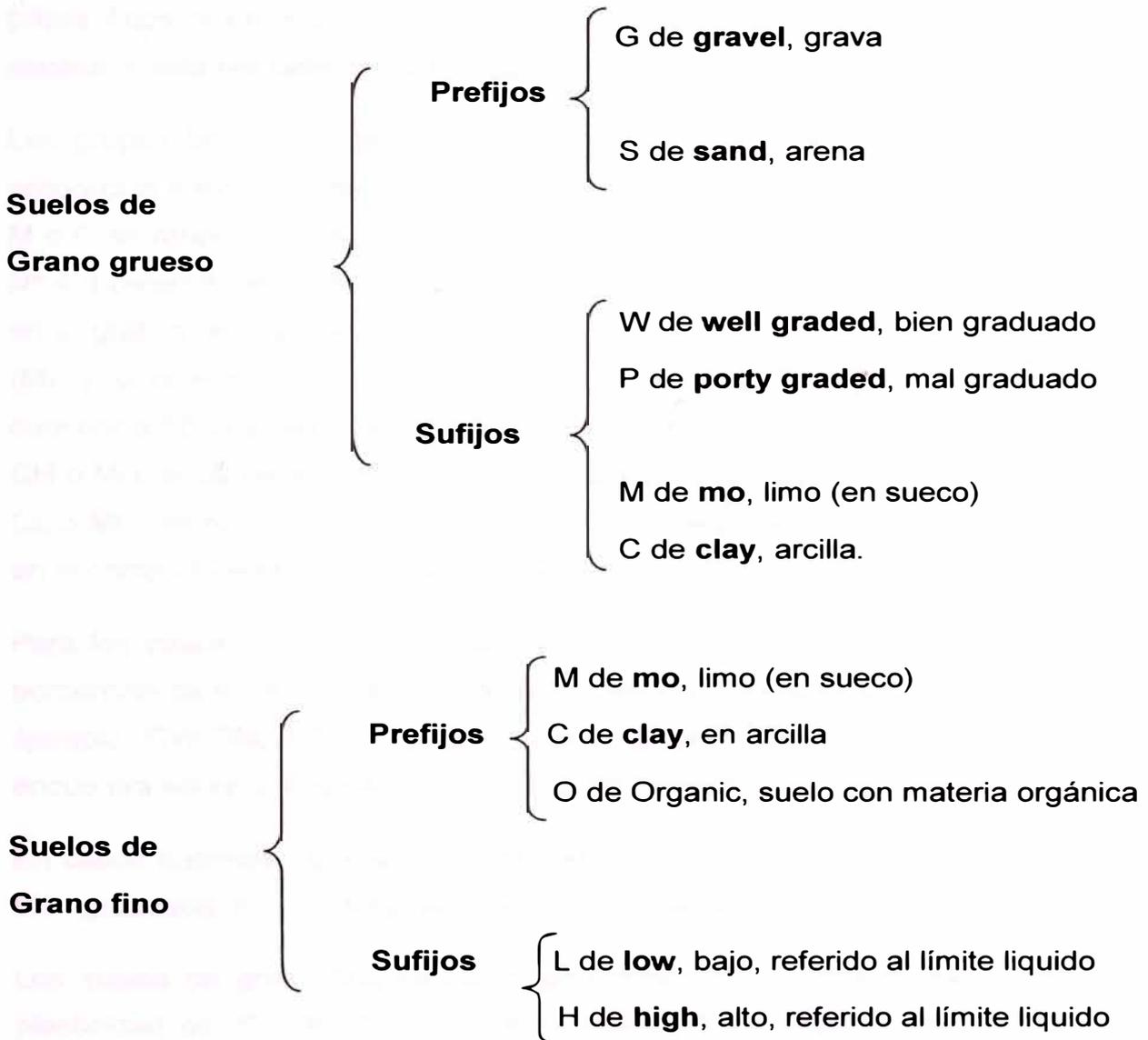
Suelos de grano grueso, constituidos por gravas y arenas con menos del 50% de finos que pasan el tamiz N° 200 ASTM (0.074 mm).

Se establece varios sub grupos en función de la granulometría del suelos y de la plasticidad de la fracción que pasa por el tamiz N° 40 (0.42 mm).

Suelos de grano fino, constituidos por los suelos con 50% o más finos. Se trata de suelos arcillosos y limosos. Sobre el grafico de Casagrande se establecen unas zonas que corresponden a diferentes sub grupos de forma que los suelos son finalmente clasificados en función de la relación entre su límite líquido y su índice de plasticidad y según que contenga o no materia orgánica.

Suelos de estructura orgánica, constituidos fundamentalmente por materia orgánica fibrosa, como las turbas. Estos suelos son además fácilmente identificables por su color marrón oscuro y su olor a materia orgánica en descomposición.

En el Cuadro 2.5 “Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS”, se encuentran los grupos establecidos con sus símbolos, designación típica y criterios de clasificación. Obsérvese que solo se considera el material que pasa por el tamiz de 3” ASTM



Suelos de estructura orgánica: PT peat, turba.

Los suelos de grano grueso pueden ser por lo tanto gravas (G) o arenas (S), según que la mayor parte de la fracción retenida en el tamiz N° 200 quede o no retenida en el tamiz N° 4.

Los grupos GW o SW comprenden respectivamente las gravas o arenas graduadas, con pocos finos o sin finos (menor del 5% pasa el tamiz N° 200). Para asegurar que su curva granulométrica es extendida y regular, se impone una doble condición para los coeficientes de uniformidad Cu y de curvatura Cc.

A los grupos GP o SP pertenecen las gravas o arenas mal graduadas y con pocos finos o sin ellos. Su granulometría puede ser uniforme o presentar un escalón o silla por falta de partículas de tamaños intermedio.

Los grupos GM, GC, SM y SC corresponden a las gravas o arenas con una proporción importante de finos (mas del 12% pasando el tamiz N° 200). El sufijo M o C se refiere a la plasticidad de la fracción empleada (que pasa por el tamiz N° 40) determinada por los límites de Atterberg. Si el suelo que da representado en el grafico de plasticidad por debajo de la línea A se trata de un suelo limoso (M), y si queda por encima, de un suelo Arcilloso (C). Si el límite líquido es superior a 50 la plasticidad de los limos o arcillas es alta (H) calificándose como CH o MH. Si es igual o inferior a 50 la plasticidad es baja (L) calificándose como CL o ML. Se reconoce de esta forma que la plasticidad de los finos influye mas en el comportamiento del suelo que la granulometría de éste.

Para los casos intermedios se utiliza un símbolo doble. Esto ocurre cuando el porcentaje de finos que pasa el tamiz N° 200 está comprendido entre 5 y 12 (por ejemplo, GW-GM, SP-SC, etc.), o cuando el punto que representa al suelo se encuentra sobre la línea A o por encima con $IP=4.7$ (GM-GC, SM-SC).

En casos dudosos debe seguirse la clasificación menos plástica. Así una arena bien graduada, con un 10% de finos e $IP = 6$, se designara como un SW-SM.

Los suelos de grano fino se clasifican utilizando exclusivamente el grafico de plasticidad del Cuadro 2.5** "Sistema Unificado de Clasificación de Suelos – SUCS". La línea A, prolongada por una pequeña franja, separa convencionalmente las arcillas inorgánicas de plasticidad baja y media (CL) y alta (CH), de los limos inorgánicos (ML, MH) y de los suelos finos orgánicos (OL, OH). Estos últimos suelen distinguirse de los limos, por su color oscuro y su olor característico cuando están húmedos y calientes. Para su identificación definitiva se vuelve a determinar el límite líquido con una muestra secada en estufa durante 24 horas a 110° C. si su valor se ha reducido en mas de 25% se considera como un suelos orgánico.

Los suelos intermedio se designan también con un doble símbolo (CL-ML, CH-OH, CH-MH) siguiendo en casos dudosos la clasificación mas plástica.

Un examen visual del suelo permite reducir en muchos casos los ensayos necesarios para su clasificación. Así por ejemplo, si se trata de una grava o arena prácticamente sin finos (menos del 5%) se puede prescindir de la determinación de los límites de Atterberg. Con algo de práctica, es posible clasificar a un suelo como grava o arena, bien o mal graduados, sin necesidad de un análisis granulométrico completo. Cuando el suelo es de grano fino no es incluso necesario conocer su granulometría para clasificarlo.

2.5 CONDICIONES ESPECIALES.

En general los suelos de Subrasante, tanto en rellenos como en cortes, deben cumplir tres condiciones fundamentales a lo largo de la vida de la obra: estabilidad volumétrica, resistencia mecánica e inalterabilidad frente a agentes externos.

Los suelos de la Subrasante deben seleccionarse en lo que se refiere a resistencia, sensibilidad al agua y a la eventual acción de la helada. Son necesarios además un grado de compactación mas elevado y a la estimación de su capacidad de soporte mediante los ensayos apropiados. Las medidas de drenaje tienen una gran importancia y es decisiva para limitar la humedad y evitar las grandes oscilaciones de resistencia de los suelos, sobre todo en los de baja capacidad de soporte, que son los que mas disminuyen su resistencia al aumentar la humedad y por ello requieren un control importante en la misma, detallaremos a continuación los problemas geotécnicos que se presentan en la exploración de campo:

2.5.1 Zonas de Turbas o de Arcillas muy compresibles.

En suelos susceptibles de una consolidación importante bajo el peso del terraplén (arcillas blandas o turbas), se pueden considerar asentamientos considerables. En este caso se deberá estudiar la eliminación y sustitución de la capa blanda, la posibilidad de acelerar el proceso de consolidación para que tenga lugar en su mayor parte durante el periodo de construcción mediante drenajes y estabilizaciones profundas o bien la aplicación de otros métodos que aseguren la estabilidad de la obra, como el uso de geotextiles, geomembranas, sobrecargas previas u otros métodos especiales.

2.5.2 Zonas con nivel freático muy especial.

En zonas de nivel freático muy superficial, el terraplén supone un alejamiento de las cargas del tráfico y por lo tanto una reducción de las tensiones que se provocan en los suelos parcialmente saturados. En este sentido los materiales de relleno suelen tener menos problemas de drenaje que la Subrasante en cortes. Pero no hay que olvidar que constituyen una presa de intercepción de aguas de escorrentía que es necesario encauzar y evacuar, evitando su acción sobre el pie del terraplén. Para suelos deteriorados y con drenajes subterráneos de aguas es necesario realizar el reemplazo del suelo por un pedraplen (rocas angulares mayores a 10") el cual le dará mayor capacidad de soporte al suelo así mismo se obtendrá la evacuación de las aguas subterráneas en el cuerpo de la estructura de soporte.

2.5.3 Zonas de rocas alteradas.

Los taludes pueden tener inclinaciones muy grandes en determinados tipo de rocas inalteradas, de diaclasado escaso o favorable o ser relativamente suaves con suelos cohesivo.

CUADRO 2.1 “ALTERNATIVAS DE PROSPECCION DEL TERRENO”

	CALICATAS POZOS ZANJAS	SONDEOS CON TOMA DE MUESTRAS	SONDEOS DESTRUCTIVOS
DESCRIPCION	Excavaciones de pequeña profundidad (2 a 4 m) realizadas a mano o retroexcavadora	Perforaciones con sonda de cabeza hueca y/o toma muestras de 5 a 15 cm de diámetro, extrae testigos de suelo o roca.	Perforaciones con sonda de metal duro o diamante, sin extracción de testigos.
PRECIO COMPARATIVO	Muy baratas	Caros	Medio
INSPECCION VISUAL	Posible pero de corto alcance	Posible sobre los testigos, limitada	Solo pueden observarse los detritus
NIVEL FREATIVO	No se detecta si no es muy somero	Se detecta bien	Se detecta bien
PRECISION ESTRATIGRAFICA	Buena	Muy buena	Buena
ENSAYOS DE LABORATORIO	Ensayos sencillos con los productos excavados	Ensayos sencillos, con las muestras inalteradas ensayos especiales.	Apenas pueden hacerse ensayos, salvo en los detritus.

CUADRO 2.2 “CLASIFICACION DE SUELOS POR ENSAYOS EN EL CAMPO”

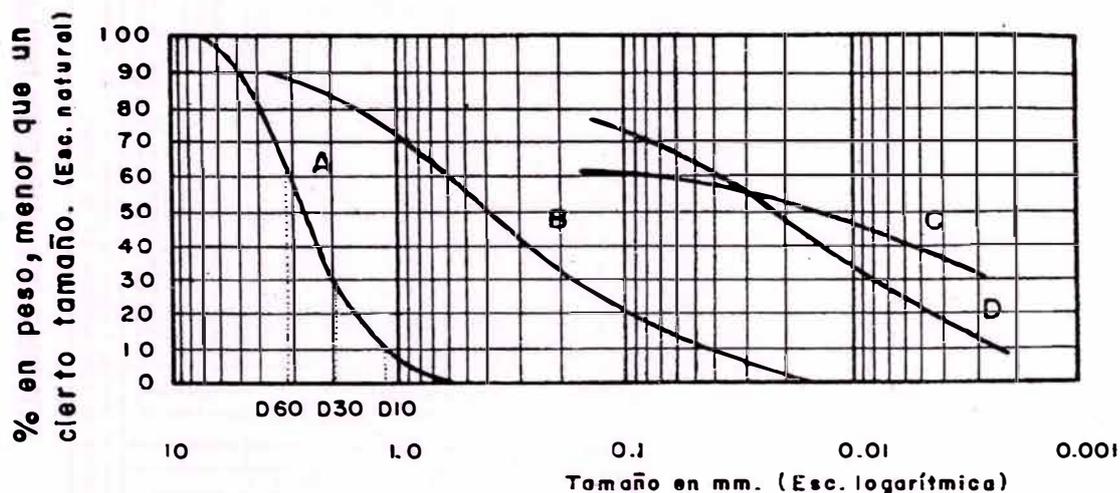
Granulometría				Resistencia a Rotura		Corte con navaja		Plasticidad	Olor	Tipo de suelo	Símbolo
Fracción >25 mm.	Fracción 25-5 mm.	Fracción 5-0.05 mm.	Fracción <0.05 mm.	Grado	Aspecto	Resistencia	Brillo				
Variable	>45% ó 7/16	<50% ó 1/2	<5% ó 1/16	-	Granular grueso	-	-	-	No	Gravas limpias Bien graduadas	GW
Variable	>70% ó 11/16	<25% ó 1/4	<5% ó 1/16	-	Granular grueso	-	-	-	No	Gravas limpias mal graduadas	GP
No	<45% ó 7/16	>50% ó 1/2	<5% ó 1/16	-	Granular fino	-	-	-	No	Arenas limpias bien graduadas	SW
No	<25% ó 1/4	>70% ó 11/16	<5% ó 1/16	-	Granular fino	-	-	-	No	Arenas limpias mal graduadas	SP
Variable	>38% ó 3/8	<50% ó 1/2	>12% ó 1/8	Los finos como CL y CH	Granular grueso	Los finos como CL y CH	Los finos como CL y CH	Los finos como CL y CH	No	Gravas arcillosas	GC
No	<38% ó 3/8	>50% ó 1/2	>12% ó 1/8	Los finos como CL y CH	Granular fino	Los finos como CL y CH	Los finos como CL y CH	Los finos como CL y CH	No	Arenas arcillosas	SC
Variable	>38% ó 3/8	<50% ó 1/2	>12% ó 1/8	Los finos como ML y MH	Granular grueso	Los finos como ML y MH	Los finos como ML y MH	Los finos como ML y MH	No	Gravas limosas	GM
No	<38% ó 3/8	>50% ó 1/2	>12% ó 1/8	Los finos como ML y MH	Granular fino	Los finos como ML y MH	Los finos como ML y MH	Los finos como ML y MH	No	Arenas limosas	SM
No	<5% ó 1/16	<45% ó 7/16	>50% ó 1/2	Bajo a medio	Barro no granular	Alta a media	Mate	Nula	No	Limos de baja plasticidad	ML
No	<5% ó 1/16	<45% ó 7/16	>50% ó 1/2	Medio a alto	Barro liso	Media a baja	Brillante	Baja a media	No	Arcilla de baja plasticidad	CL
No	<5% ó 1/16	<25% ó 1/4	>70% ó 11/16	Medio a alto	Barro liso	Media a baja	Poco brillante	Baja a media	No	Limos de alta plasticidad	MH
No	<5% ó 1/16	<25% ó 1/4	>70% ó 11/16	Alto	Barro muy liso y fino	Baja	Muy brillante	Alta	No	Arcillas de alta plasticidad	CH
No	Variable	Variable	Variable	Medio o alto	Fibroso	-	Opaco	Media	Si	Orgánicos	O

Referencia: Explanaciones y drenaje, Carlos Kramer, Ignacio Morilla Abad.

CUADRO 2.3 "ENSAYOS DE LABORATORIO"

- 1.- Contenido de Humedad de los suelos (ASTM D 2216, DEE-S7).
- 2.- Análisis Granulométrico de suelos por tamizado. (ASTM D 422, DEE-S1).
- 3.- Cantidad de material que pasa por el tamiz Nº 200 (ASTM D1140, DEE-S11)
- 4.- Limite Liquido de suelos (ASTM D 423, D 4318, DEE-S2).
- 5.- Limite Plástico de suelos (ASTM D 424, D 4318, DEE-S3).
- 6.- Relación de Densidad-Humedad (ASTM D 1557, DEE-S14).
- 7.- Gravedad Específica de Suelos (ASTM D 854, DEE-S8).
- 8.- Valor Relativo de Soporte (ASTM D 1883, DEE-S19).

CUADRO 2.4 "CURVAS GRANULOMETRICAS DE ALGUNOS SUELOS"



Referencia: La Ingeniería de Suelos Tomo 1; Alfonso Rico y Hermilio del Castillo; LIMUSA 1984; Cap. 1; Pág. 25.

CUADRO 2.5 "SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS - SUCS"

PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACION EN EL CAMPO (Excluyendo las partículas mayores de 7.6 cm. (3") y basando las fracciones en pesos estimados)		SIMBOLOS DEL GRUPO (*)			NOMBRES TÍPICOS		INFORMACION NECESARIA PARA LA DESCRIPCION DE LOS SUELOS		
SUELOS DE PARTICULAS GROSAS Más de la mitad del material es retenido en la malla N° 200 (-φ) (Excluyendo las partículas mayores de 7.6 cm. (3") y basando las fracciones en pesos estimados)	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida en la malla N° 4 Pero clasificación visual puede usarse 1/2 cm. como equivalente a la abertura de la malla N° 4	GRAVAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)			GW	GRAVAS BIEN GRADUADAS. MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.	Dése el nombre típico; indíquense los porcentajes aproximados de grava y arena, tamaño máximo, angulosidad, característicos de la superficie y dureza de las partículas gruesas; nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agréguese información sobre estratificación, compactación, cementación, condiciones de humedad y característicos de drenaje. Ejemplo: Areno limoso, con grava, como un 20% de grava de partículas duras angulosas y de 1.5 cm. de tamaño máximo; arena gruesa o fina de partículas redondeadas o subangulosas, alrededor de 15% de finos no plásticos de baja resistencia en edo. seco; compacta y húmeda en el lugar; areno aluvial (SM).		
		GRAVAS MAL GRADUADAS (Poco o nada de partículas finas)			GP	GRAVAS MAL GRADUADAS. MEZCLAS DE GRAVA Y ARENA CON POCO O NADA DE FINOS.			
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			GM	GRAVAS LIMOSAS. MEZCLAS DE GRAVA, ARENA Y LIMO			
		GRAVAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			GC	GRAVAS ARCILLOSAS. MEZCLAS DE GRAVA - ARENA Y ARCILLA.			
	ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa la malla N° 4 Pero clasificación visual puede usarse 1/2 cm. como equivalente a la abertura de la malla N° 4	ARENAS LIMPIAS (Poco o nada de partículas finas)			SW	ARENAS BIEN GRADUADAS. ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS.			
		ARENAS MAL GRADUADAS (Poco o nada de partículas finas)			SP	ARENAS MAL GRADUADAS. ARENAS CON GRAVA CON POCO O NADA DE FINOS.			
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			SM	ARENAS LIMOSAS. MEZCLAS DE ARENA Y LIMO			
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			SC	ARENAS ARCILLOSAS. MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA			
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			SM	ARENAS LIMOSAS. MEZCLAS DE ARENA Y LIMO			
		ARENAS CON FINOS (Cantidad apreciable de partículas finas)			SC	ARENAS ARCILLOSAS. MEZCLAS DE ARENA Y ARCILLA			
SUELOS DE PARTICULAS FINAS Más de la mitad del material pasa la malla N° 200 (Las partículas de 0.075 mm. de diámetro (malla N° 200) son aproximadamente las más pequeñas visibles a simple vista)	PROCEDIMIENTOS DE IDENTIFICACION EN LA FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 40								
	LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50	RESISTENCIA EN EDO SECO (CARACTERISTICAS AL ROMPIMIENTO)	DILATANCIA REACCION AL AGITADO	TENACIDAD (CONSISTENCIA CERCA DEL LIMITE PLASTICO)					
		NULA A LIGERA	RAPIDA A LENTA	NULA	ML	LIMOS INORGANICOS. POLVO DE ROCA. LIMOS ARENOSOS O ARCILLOSOS LIGERAMENTE PLASTICOS.	Dése el nombre típico, indíquense el grado y caracter de la plasticidad, cantidad y tamaño máximo de las partículas gruesas, color del suelo húmedo, olor, nombre local y geológico, cualquier otra información descriptiva pertinente y el símbolo entre paréntesis. Para los suelos inalterados agréguese información sobre la estructura, estratificación, consistencia tanto en estado inalterado como remoldeado, condiciones de humedad y de drenaje. Ejemplo: Limo arcilloso, café, ligeramente plástico porcentaje reducido de arena fina; numerosos agujeros verticales de raíces, firme y seco en el lugar; loess (ML)		
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	MEDIA	CL	ARCILLAS INORGANICAS DE BAJA A MEDIA PLASTICIDAD. ARCILLAS CON GRAVA. ARCILLAS ARENOSAS. ARCILLAS LIMOSAS. ARCILLAS POBRES.			
	LIGERA A MEDIA	LENTA	LIGERA	OL	LIMOS ORGANICOS Y ARCILLAS LIMOSAS ORGANICAS DE BAJA PLASTICIDAD.				
	LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50	LIGERA A MEDIA	LENTA A NULA	LIGERA A MEDIA	MH	LIMOS INORGANICOS. LIMOS MICACEOS O DIATOMACEOS. LIMOS ELASTICOS.			
		ALTA A MUY ALTA	NULA	ALTA	CH	ARCILLAS INORGANICAS DE ALTA PLASTICIDAD. ARCILLAS FRANCAS.			
		MEDIA A ALTA	NULA A MUY LENTA	LIGERA A MEDIA	OH	ARCILLAS ORGANICAS DE MEDIA A ALTA PLASTICIDAD. LIMOS ORGANICOS DE MEDIA PLASTICIDAD.			
	SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS		FACILMENTE IDENTIFICABLES POR COLOR OLORES, ESPONJOSIDAD Y FRECUENTEMENTE POR SU TEXTURA FIBROSA			Pt		TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGANICOS	

CUADRO 2.5** "SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS – SUCS"

CRITERIO DE CLASIFICACION EN EL LABORATORIO			SIMBO- LOS DEL GRUPO	
<p>SUELOS DE PARTICULAS GRUESAS MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL ES RETENIDO EN LA MALLA N° 200 (φ)</p> <p>ARENAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA PASA LA MALLA N° 4 (Usease la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo)</p> <p>GRAVAS MAS DE LA MITAD DE LA FRACCION GRUESA ES RETENIDA EN LA MALLA N° 4 (Usease la curva granulométrica para identificar las fracciones de suelo)</p>	<p>ARENAS LIMPAS (CANT. APRECIABLE DE PART. FINAS.)</p>	SW	<p>DETERMINESE LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRA-MULOMETRICA DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (FRACCION QUE PASA LA MALLA N° 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO SIGUIEN: MENOS DE 5%: GW, GP, SW, SP MAS DE 12%: GM, GC, SM, SC</p>	
		SP		
		SM		
		SC		
		<p>GRAVAS LIMPAS (POCO O NADA DE PARTICULAS FINAS)</p>		GW
				GP
	GM			
	GC			
	<p>COEF. DE UNIFORMIDAD (C_u) COEF. DE CURVATURA (C_c)</p> <p>$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, MAYOR DE 4 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$, ENTRE 1 y 3</p>			
	<p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA GW</p>			
	<p>LIMITES DE PLASTICIDAD ABAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 6</p>			
	<p>LIMITES DE PLASTICIDAD ARRIBA DE LA LINEA "A" CON I_p MAYOR QUE 6</p>			
<p>$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$, MAYOR DE 6 $C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{10} D_{60}}$, ENTRE 1 y 3</p>				
<p>NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACION PARA SW</p>				
<p>LIMITES DE PLASTICIDAD ABAJO DE LA LINEA "A" O I_p MENOR QUE 6</p>				
<p>LIMITES DE PLASTICIDAD ARRIBA DE LA LINEA "A" CON I_p MAYOR QUE 6</p>				
<p>SUELOS DE PARTICULAS FINAS MAS DE LA MITAD DEL MATERIAL PASA LA MALLA N° 200 (USESE LA CURVA GRANULOMETRICA PARA IDENTIFICAR LAS FRACCIONES DE SUELO)</p> <p>LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MENOR DE 50</p> <p>LIMOS Y ARCILLAS LIMITE LIQUIDO MAYOR DE 50</p>	ML	EQUIVALENCIA DE SIMBOLOS		
		CL	G. GRAVA M. LIMO O SUELOS ORGANICOS W. BIEN GRADUADOS L. BAJA COMPRESIBILIDAD S. ARENA C. ARCILLA P. TURBA P. MAL GRADUADA H. ALTA COMPRESIBILIDAD	
	OL	COMPARANDO SUELOS A IGUAL LIMITE LIQUIDO, LA TENACIDAD Y LA RESISTENCIA EN ESTADO SECO AUMENTAN CON EL INDICE PLASTICO		
	MH			
	CH			
	OH			
	P _t			

** Continuación del Cuadro 2.5 anterior.

Ref.: La Ingeniería de Suelos Tomo 1; Alfonso Rico y Hermilio de Castillo; LIMUSA 1984; Cap. 1; Pág. 96; Tabl

CAPITULO 3. ESFUERZO EN UNA MASA DE SUELO.

GENERALIDADES.

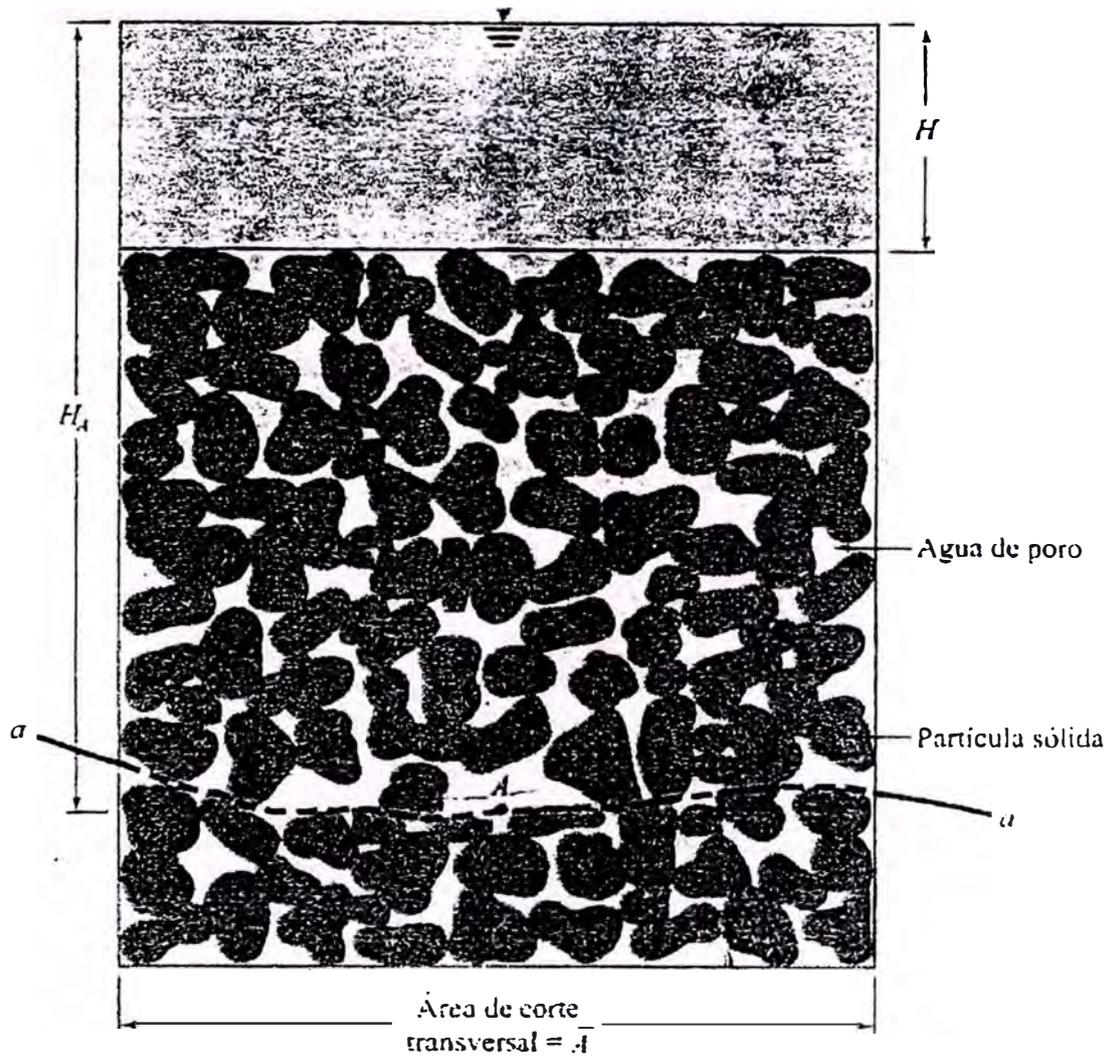
Ya que el uso de la viga Benkelman sobre el NAE, implica analizar el comportamiento de los suelos por debajo de la Subrasante ante la aplicación de una carga vehicular (dinámica). En el presente capítulo se definen conceptos y teorías que guíen a definir el espesor de estudio de una Subrasante, esto implica conocer entonces la profundidad a la que los esfuerzos verticales, en el subsuelo, sean considerados de magnitudes menores, y que no representen problema alguno a la estabilidad de la vía de estudio.

3.1 CONCEPTO DE ESFUERZO EFECTIVO Y BULBO DE PRESIONES.

Los terrenos de cimentación pueden estar constituidos por roca o por suelos. En general, la roca no plantea problemas como terreno de cimentación propiamente dicho, pues la obra vial le comunica esfuerzos que suelen ser de muy baja intensidad en comparación con la resistencia del material. La alterabilidad de los agentes mecánicos o químicos, tampoco desempeña un papel que deba ser fuente de inquietudes especiales desde el punto de vista de apoyo. Principalmente los problemas de inestabilidades se suscitan en suelos de grano finos, la saturación influye para la ocurrencia mencionada, pueden suceder también en los suelos cuya compactación sea baja o nula.

El concepto de esfuerzo efectivo explica la naturaleza de la distribución de esfuerzos a lo largo de una sección transversal dado el perfil del suelo, es decir que fracción del esfuerzo normal es transmitida a través del agua que se encuentra llenando los vacíos del suelo y que otra parte es tomada por el esqueleto mismo del suelo.

Referenciándonos en la Figura 3.1 "Distribución de esfuerzos a lo largo de un perfil de suelo" explicamos que a_1, a_2, a_3, a_n , representan las áreas de contacto en el esqueleto del suelo y P_1, P_2, P_3, P_n , representan las fuerzas que se transmiten a través de las partículas del suelo.



(a)

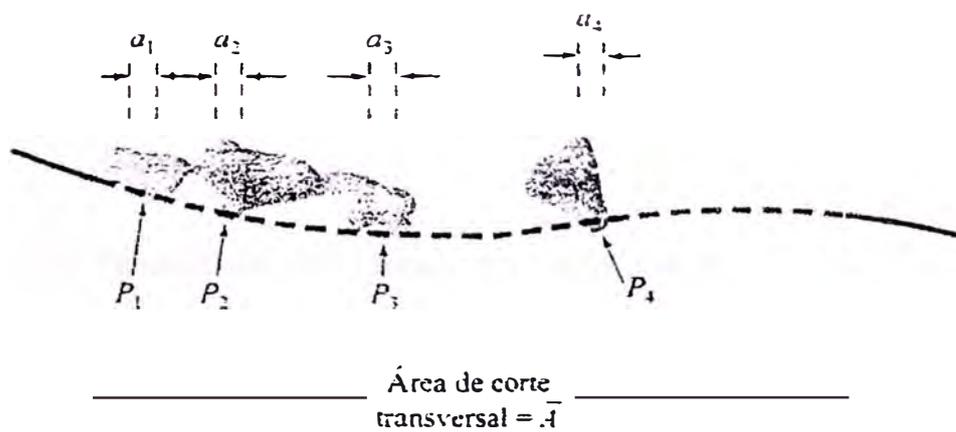


Figura 3.1 "Distribución de esfuerzos a lo largo de un perfil de suelo".

La presión aplicada sobre el terreno, por una carga vertical P no se transmite de forma uniforme en el subsuelo, estas siguen unas líneas isobaras, de formas curvas, estas constituyen los llamados “bulbo del presiones”. (Ver Figura 3.2 “Bulbo de presiones ante una carga vertical aplicada P ”).

Para obras viales estas presiones son transmitidas por las cargas al paso vehicular, y son de análisis hasta una profundidad tal que los esfuerzos sean someros ante la resistencia de un suelo.

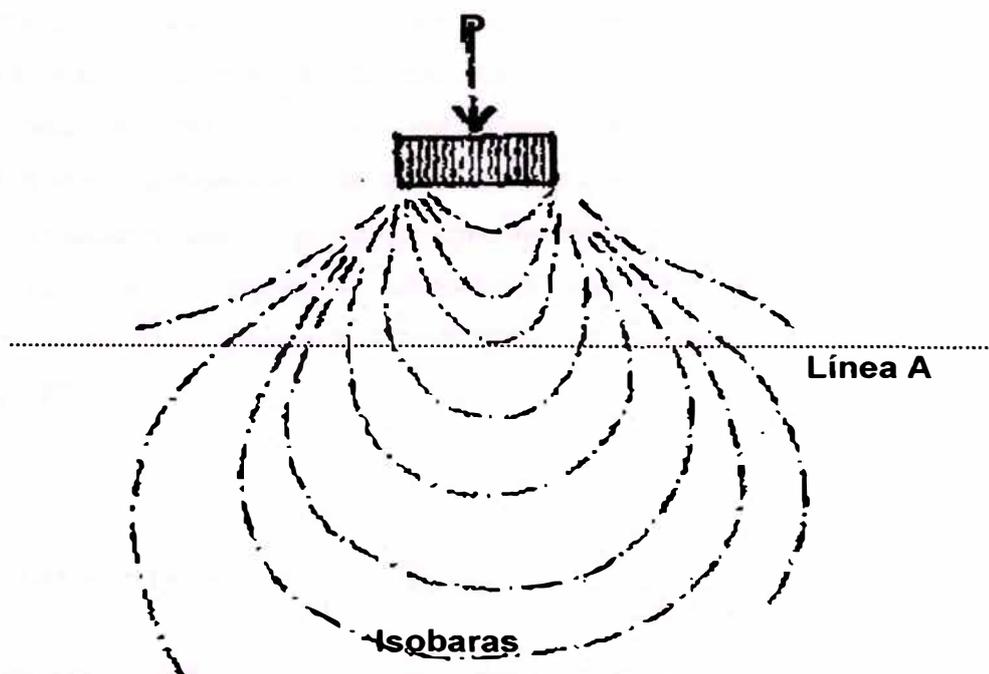


Figura 3.2 “Bulbo de presiones ante una carga vertical aplicada P ”.- Las líneas punteadas curvas, representan las isobaras formadas en el subsuelo debido a la aplicación de la carga P , mientras que la línea A representa la profundidad tal a la que los esfuerzos transmitidos son someros ante la resistencia a los esfuerzos del suelo existente.

3.2 TEORIA DE BOUSSINESQ Y SU APLICACIÓN A CARGAS DINAMICAS.

Boussinesq (1883) resolvió el problema de la distribución de esfuerzos en un suelo, a diferentes profundidades, el estudio fue planteado en un medio semi-infinito, elástico, isótropo y homogéneo, condiciones estas que son prácticamente inexistentes en los depósitos de suelos naturales. Sin embargo, la teoría de Boussinesq, es la que ha servido de base para la estimación de los esfuerzos en un suelo, principalmente del esfuerzo vertical, que es el que se utiliza en el cálculo de asentamientos.

El esfuerzo vertical en una Subrasante está influenciado principalmente por las cargas dinámicas (vehiculares), esto se explica debido a que la carga estática que transmite el pavimento en su proyección por debajo de una rueda vehicular, es de valor despreciable, entonces podemos determinar los esfuerzos en el subsuelo de la vía, considerando la teoría de las cargas concentradas, en la cual Boussinesq considera que una carga concentrada P , que actúa en un plano horizontal, origina en un punto M , situado a una profundidad z , el siguiente esfuerzo vertical σ_z : (Ver Figura 3.3 “Esfuerzo vertical en un punto M , producido por una carga P ”).

Esfuerzo vertical:
$$\sigma_z = \frac{3 P z^3}{2\pi R^5} = \frac{3 P}{2\pi z^2} \cos^5 \alpha$$

Este esfuerzo vertical puede expresarse en la siguiente forma:

$$\sigma_z = K \frac{P}{Z^2}, \text{ donde } K = \frac{3}{2\pi \left[1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2\right]^{5/2}}$$

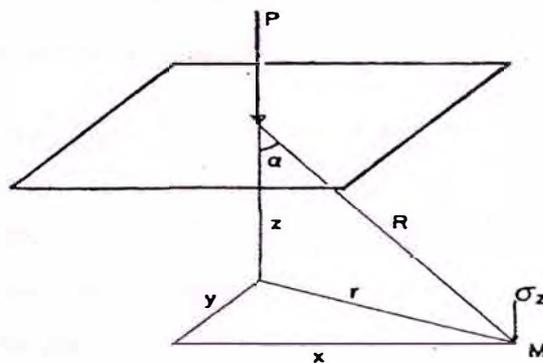


Figura 3.3 “Esfuerzo vertical en un punto M , producido por una carga P ”

3.3 PROFUNDIDAD DE LA INFLUENCIA DE CARGAS DINAMICAS EN CARRETERAS.

De lo explicado anteriormente, la influencia de la carga vehicular es transmitida de la superficie de rodadura hacia el subsuelo de una carretera, mediante los esfuerzos verticales, los mismos que son guiados a través de las curvas isobaras del bulbo de presiones.

Para la presente investigación es materia de estudio la estabilidad del subsuelo por debajo de la Subrasante, por lo tanto usando las ecuaciones definidas en 3.2, se procede a realizar los cálculos para la obtención de la profundidad (sugieren estudios realizados por la AASHTO en 1956 dicha profundidad no debe ser menor a 1.5 m.), hasta donde el esfuerzo vertical es considerado somero ante la resistencia de los suelos existentes, que según el estudio de proyecto corresponde a Gravas Limosas.

$$\sigma_z = K \frac{P}{Z^2}, \dots\dots\dots (1)$$

$$K = \frac{3}{2\pi} \left[\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right]^{5/2} \dots(2)$$

En (2) para r=0 y z=150 cm. (profundidad recomendada por la AASHTO, para la investigación de carreteras-1956).....Se obtiene K=0.4775

Además para una carretera o vía urbana consideramos la carga máxima admitida de 9000 Kg. (superior al 8.2 Ton. por EE de diseño) por eje simple o sea de 4500 Kg. por rueda, siendo este ultimo el valor de "P" a reemplazar en (1). Finalmente obtenemos..... $\sigma_z = 0.0951 \text{ Kg/cm}^2$.

De lo calculado y conociendo que la resistencia de los suelos gravosos en estado natural es superior al σ_z obtenido, se concluye que la profundidad recomendada de 1.50 m., medido desde la superficie de rodadura, es aceptada para definir el espesor de estudio de la Subrasante. Ver Figura 3.4 "estructura del pavimento" en la cual se explica la distribución de las capas de diseño del pavimento.

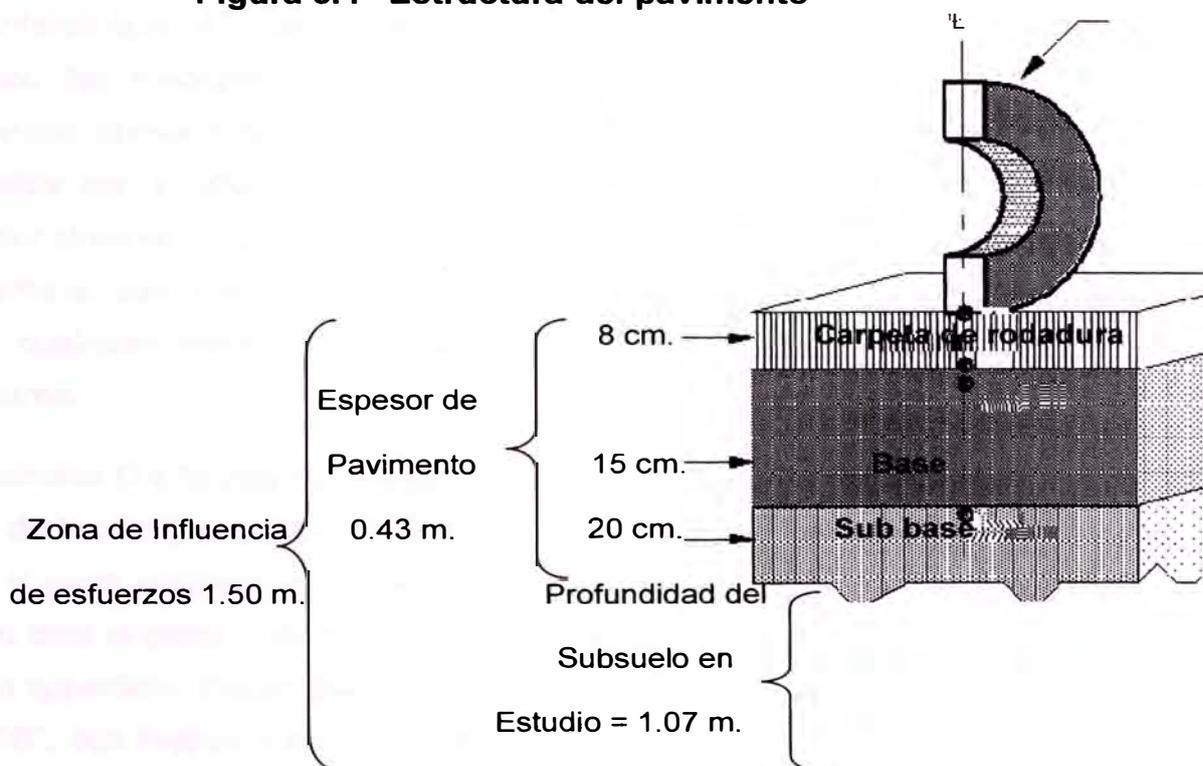
La influencia de las cargas vehiculares son transmitidas por esfuerzos verticales a la estructura del pavimento y al subsuelo existente por debajo de la Subrasante, conocer el espesor de la estructura del pavimento nos permitirá definir el espesor del subsuelo a estudiar.

Del estudio de proyecto presentamos a continuación los espesores de diseño de las capas que forman el pavimento.

Capa del pavimento	Espesor (m)
Carpeta de rodadura	0.08
Base	0.15
Sub base	0.20

Finalmente de los mostrado en el presente capítulo concluimos que si la influencia de las cargas vehiculares son de interés hasta 1.50 de profundidad desde la superficie de rodadura y que parte de esta es formada por el pavimento que posee un espesor de 0.43 m. entonces todo estudio a realizarse por debajo de la Subrasante será ejecutado hasta una profundidad de 1.07 m. \approx 1.10 m.

Figura 3.4 “Estructura del pavimento”



CAPITULO 4. VIGA BENKELMAN.

GENERALIDADES.

Las deflexiones producidas en las superficies de un pavimento flexible, por acción de cargas vehiculares, pueden ser medidas haciendo uso del deflectómetro denominado "Viga Benkelman". Llamado así en honor al Ing. A.C. Benkelman, quien desarrollo dicho instrumento en 1955, como parte del programa de ensayos viales de la AASHTO. Desde entonces su uso se ha venido difundiendo ampliamente en proyectos de evaluación estructural de pavimentos flexibles, tanto por su practicidad como por la naturaleza directa y objetiva de los resultados que proporciona.

4.1 DESCRIPCION DEL EQUIPO.

El deflectómetro denominado como Viga Benkelman funciona según el principio de la palanca. Es un instrumento completamente mecánico y de diseño simple. Según se esquematiza en la Figura 4.1 "Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman", la viga consta esencialmente de dos partes: (1) un cuerpo de sostén que se sitúa directamente sobre el terreno mediante 3 apoyos (dos delanteros fijos "A" y uno posterior regulable "B") y (2) un brazo móvil acoplado al cuerpo fijo mediante una articulación de giro en pivote "C", uno de cuyos extremos apoya sobre el terreno (Punto D), y el otro se encuentra en contacto sensible con el vástago de un extensómetro de movimiento vertical (Punto E). Adicionalmente el equipo posee un vibrador incorporado que al ser accionado, durante la realización de los ensayos, evita que el indicador del dial se trabe y/o que cualquier interferencia exterior afecte las lecturas, como se vera más adelante.

El extremo D o "punta de la viga" es de espesor tal que puede ser colocado entre una de las llantas dobles del eje trasero de un camión cargado (estandarizado). Por el peso aplicado se produce una deformación del pavimento, consecuencia de lo cual la punta baja a una cierta cantidad, con respecto al nivel descargado de la superficie. Como efecto de dicha acción el brazo DE gira en torno al punto fijo "C", con respecto al cuerpo AB, determinando que el extremo "E" produzca un movimiento vertical en el vástago del extensómetro apoyado en él, generando así una lectura en el dial indicador. Si se retiran luego las llantas cargadas, el

punto D se recupera en lo que la deformación elástica se refiere y por el mismo mecanismo anterior se genera otra lectura en el dial extensómetro (durante el movimiento del camión cargado se puede tomar más de un dato en el dial indicador). La operación expuesta representa el “principio de medición” con la Viga Benkelman. Lo que se hace después son los cálculos tomados del dial indicador. Así con las dos o más lecturas obtenidas es posible determinar cuánto se deflectó el pavimento en el lugar subyacente al punto D de la viga, durante el procedimiento descrito. Es de anotar que en realidad lo que se mide es la recuperación del punto D al remover la carga (rebote elástico) y no la deformación al colocar esta. Para calcular la deflexión deberá considerarse la geometría de la viga, toda vez que los valores dados por el extensómetro (EE') no están en escala real sino que dependen de la relación de brazos existentes, ver Figura 4.1 (b), donde se indica por ejemplo una relación de brazos de 4:1, existiendo equipos con relación de brazos de 3:1, 2:1, etc.

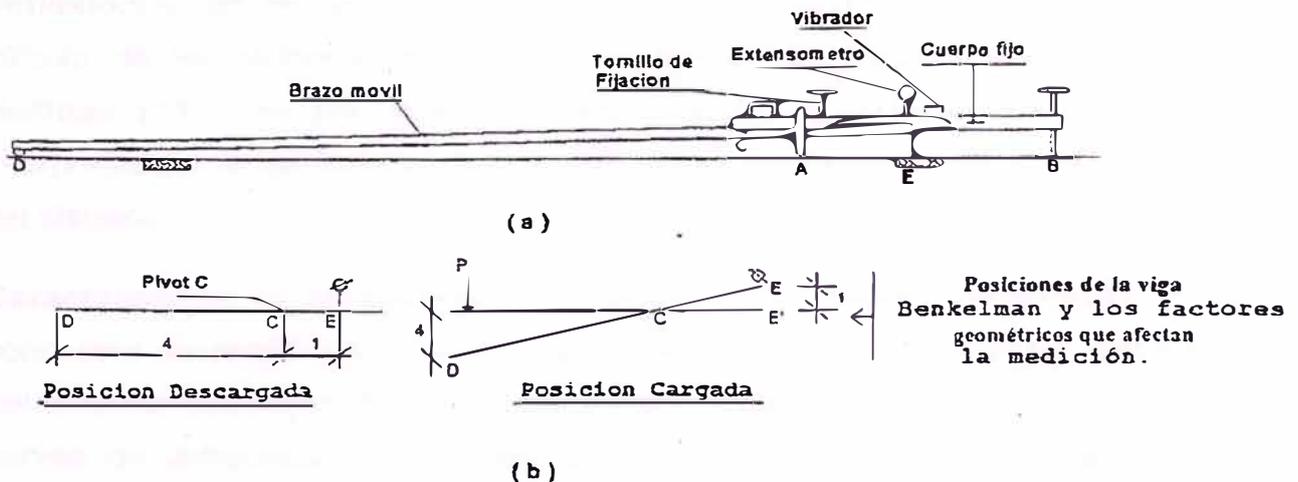


Figura 4.1 “Esquema y principio de operación de la Viga Benkelman”

4.2 MODELO MATEMATICO DE HOGG.

En el año 1944, A.H.A. Hogg presentó la solución matemática del modelo que se conoce por su nombre. Este modelo representa al pavimento como una placa delgada con una cierta rigidez a la flexión y horizontalmente infinita, sustentada por una capa elástica homogénea e isotrópica, de espesor que puede ser infinito o limitado por una base rígida, horizontal y perfectamente rugosa. La Figura 4.2 “Geometría y parámetros del Modelo Hogg” describe el diseño del modelo de Hogg.

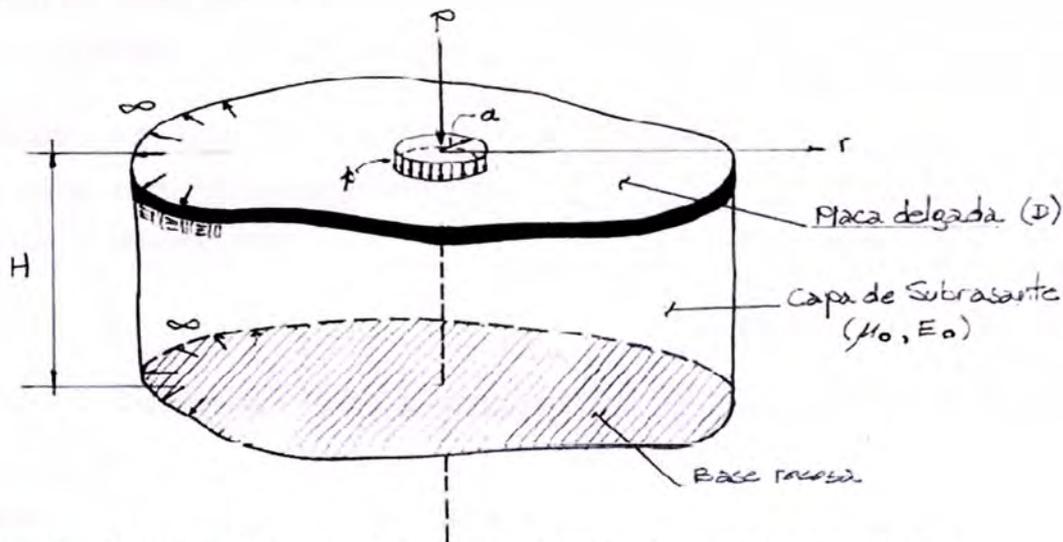


Figura 4.2 “Geometría y parámetros del Modelo Hogg”, donde E_0 (Kg/cm²) es el modulo de elasticidad de la Subrasante, μ_0 (adimensional) es el modulo de Poisson de la Subrasante.

Deflexiones del modelo Hogg: la expresión matemática desarrollada para el cálculo de las deformaciones en la superficie del sistema fue resuelta por Hoffman (1977), lo que posibilitó la confección de nomogramas y tablas para la interpretación de las deformaciones teóricas, en cualquier punto de la superficie del sistema.

Características y Utilización del Modelo: El modelo presentado y los conceptos desarrollados en torno a él, hacen posible caracterizar los materiales del sistema pavimento-Subrasante en base al análisis e interpretación de las curvas de deflexiones. Para hacer uso del modelo de Hogg no se necesita conocer el espesor de las capas del pavimento, ya que dependen solamente de la longitud elástica L_0 (ver Figura 4.3), lo que constituye una ventaja toda vez que en la gran mayoría de los pavimentos evaluados se desconoce el espesor o es difícil controlar su variación.

4.3 USOS DE LAS MEDIDAS DE DEFLEXIONES.

La deflexión es una medida de la respuesta del conjunto Pavimento-Subrasante frente a una determinada sollicitación, indicando la adecuabilidad del mismo desde el punto de vista estructural. Esta capacidad estructural cumple con el diseño de refuerzos un rol de cierta forma semejante a la determinación del CBR o Modulo Resiliente de suelos de subrasantes en el diseño de estructuras nuevas. La existencia de una correlación de deflexiones y la presencia o rápido

desarrollo de fallas por fatiga y la posibilidad de establecer un orden tolerable en relación al tránsito, constituyen la base de su difundida utilización.

En el cuadro 4.1 “Uso de las medidas deflectométricas”, se presenta el campo de acción de la viga Benkelman en el desarrollo de las diversas actividades de la ingeniería de pavimentos.

Cuadro 4.1 “Uso de las medidas deflectométricas”

Etapas de la vida del pavimento	Objetivos	Localización de las medidas
Construcción	<ul style="list-style-type: none"> - Appreciar la resistencia de las diferentes capas de la estructura. - Determinar el grado de homogeneidad. - Ajustar las dimensiones de las capas sucesivas. 	A nivel de Subrasante y de las diferentes capas de la estructura.
Pavimento terminado	<ul style="list-style-type: none"> - Appreciar la homogeneidad y localizar las áreas débiles. - Obtener los datos de las deflexiones iniciales para poder interpretar las medidas posteriores. - Comprobar la duración del pavimento. 	Sobre la superficie de rodadura.
Pavimento en servicio	<ul style="list-style-type: none"> - Appreciar los fenómenos de fatiga. - Señalar la urgencia de operaciones de conservación rutinaria o de refuerzos. - Determinación de la variación de la capacidad portante durante los periodos de invierno y verano. - Control de las cargas de los vehículos. 	Sobre la superficie de rodadura.

El significado de las medidas deflectométricas puede ser ampliado introduciendo junto a ellas la magnitud de la curvatura de la línea de deflexión en la zona donde ella es mayor, es decir, bajo el eje vertical de la carga.

Dicha curvatura se expresa generalmente por el denominado “radio de curvatura”. En la figura 4.3 se muestra la interpretación cualitativa de los diferentes tipos de curvas de deflexiones.



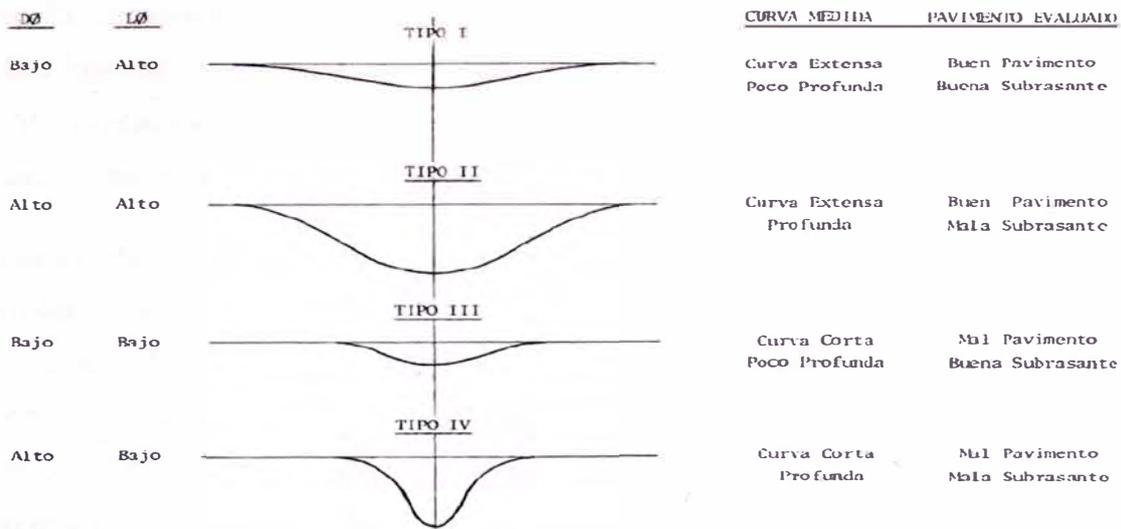


Figura 4.3 “interpretación cualitativa de las curvas de deflexión”

4.4 ADAPTABILIDAD DEL USO DE LA VIGA PARA ESTE ESTUDIO.

El uso de la Viga Benkelman y la interpretación de sus datos han sido diseñados para los parámetros del modelo de Hogg, su uso y efectividad en carreteras pavimentadas para la detección de problemas estructurales tanto en el pavimento como en la Subrasante, nos permite idear y adaptar su uso en carreteras afirmadas propuestas para su rehabilitación.

Se debe tener en cuenta que la validez del uso de la Viga Benkelman es posible dentro del marco del modelo estructural planteado por Hogg, debido a esto en el cuadro 4.2 se presenta la semejanza entre el modelo de Hogg, carretera pavimentada y afirmada (propuesta para su rehabilitación).

Cuadro 4.2 “Semejanza entre modelos de uso”

CAPA	MODELO DE HOGG	CARRETERA PAVIMENTADA	CARRETERA AFIRMADA
Pavimento	Capa superior donde se realiza el uso de la VB, su característica es una placa delgada (espesor no definido) con una cierta rigidez a la flexión y horizontalmente infinita.	Su aplicación y uso se da en capas tales como Sub base, base, pavimento, todas estas formadas de material seleccionado y homogenizado.	El afirmado existente está representado por una capa de espesor variable, GP-GC, GP-GC cementado y compacto.
Subrasante	Se idealiza como una capa elástica homogénea e isotrópica.	Son los suelos por debajo del NSR.	Son los suelos subyacentes al afirmado.
Capa Rocosa	Capa inferior muy rígida.	Se idealiza.	Se idealiza.

Si bien la comparación anterior nos permite establecer la validez del uso de la Viga Benkelman dentro del escenario de la carretera afirmada, la toma de datos y su interpretación va a diferir con el modelo de una carretera pavimentada. La explicación se dicta a continuación:

“Respecto de la VB debemos mencionar que es una prueba de campo desarrollada en 1955 como parte del programa de pruebas de la carretera experimental WASHO, para evaluar pavimentos asfálticos existentes. En aquella ocasión se considero como satisfactorio a un pavimento de superficie de concreto asfáltico y base granular si la deflexión media no excedía de 1.1 mm en primavera y de 0.9 mm en otoño. Esta metodología fue posteriormente empleada por el instituto del asfalto para diseñar sobre capas de concreto asfáltico en base al rebote representativo de la deflexión. En el Perú fue empleada por el consorcio de rehabilitación vial en el año de 1982, para la rehabilitación de 800 km de carreteras. En esa oportunidad se determino que la deflexión por sí sola no guardaba una relación univoca con las deformaciones por tracción en las capas asfálticas, por lo que se introdujeron los conceptos de “radio de curvatura”, “índice de curvatura” y “pendiente de la deformada” observándose que mientras que el valor de la deflexión máxima depende de gran medida del modulo de elasticidad de los materiales a profundidad, además de las capas superiores, el radio de curvatura depende principalmente de los módulos elásticos de las capas superiores (asfálticas) y muy poco de las inferiores. En consecuencia queda claro que la VB es una prueba desarrollada para ser usada sobre pavimentos asfálticos terminados y no sobre suelos (subrasantes, sub-base o base). El uso de la VB sobre suelos, debiera en todo caso estar restringido a la interpretación de las lecturas de la deflexión máxima correlacionadas con la información obtenida de la excavación de calicatas, pero de ningún modo pretender analizar la deformada de la curvatura de la deflexión, toda vez que esta depende casi exclusivamente de la carpeta asfáltica cuyo Modulo elástico (entre 7,000 y 35,000 Kg/cm²) es superior al de cualquier suelo (entre 200 y 1000 Kg/cm²)” (1).

Finalmente el uso de la Viga Benkelman para la investigación presente se adapta de la siguiente forma:

(1) Adicional N° 6 Obra Carretera Abra Malaga – Alfamayo, Tramo II: Carrizales – Alfamayo (Km 66+600 al Km 84+400) aprobado con RD N° 3111, VISA CONSULTORES; Anexo 08; Pág. 138.

Se propone el uso de la Viga Benkelman sobre el NAE, su aplicación no tiene como finalidad obtener el radio de curvatura ni otros términos ligados a la deformación elástica de las capas superiores, mas es de interés la medida de la deformación vertical máxima del conjunto, ya que es este término de ayuda para interpretar el comportamiento de los estratos subyacentes al NAE. Así mismo se plantea la realización de calicatas en las zonas donde las deflexiones se consideren representativas, la finalidad de esto es establecer una correlación entre las características de los suelos estudiados y sus deflexiones medidas.

4.5 METODOLOGIA DEL ESTUDIO.

La metodología de estudio para medir deflexiones sobre el NAE se realiza utilizando la Viga Benkelman (VB) bajo una carga estandarizada, el principio de palanca que rota alrededor de un eje fijo es usado como concepto para las mediciones, así mismo para la investigación se debe tener en cuenta los datos a tomar por punto, la planificación de la densidad de puntos a poseer en la carretera; luego las deflexiones son procesadas y analizadas en gabinete, la interpretación de los valores deflectométricos, para conocer las características de los suelos que la subyacen, serán sustentados con un estudio geotécnico posterior, el cual se planificara en base a la sensibilidad de los datos tomados con la VB.

4.5.1 Estudio de Campo.

El estudio de campo se refiere al procedimiento de estudio usando la Viga Benkelman, para lo cual, en la lectura de datos a tomar se debe tener en cuenta el modelo de la estructura de los suelos, ya que las deflexiones a medir serán analizadas para un escenario en especial (NAE), tomar una alta cantidad de datos de la vía nos permitirá tener un conocimiento más agudo del comportamiento de los suelos subyacentes, por ello el espaciamiento entre lectura de datos debe ser equidistante y no menor a las expuestas en las especificaciones técnicas del proyecto. Las zonas con posibles inestabilidades en la plataforma deben ser tomadas en cuenta para la realización del posterior estudio geotécnico.

4.5.1.1 Espaciamiento de la toma de medidas Deflectométricas.

El espaciamiento entre los puntos de medición ha sido referenciado en base a las especificaciones técnicas del proyecto en el cual se plantea, tanto para

Subrasante terminada, como para las capas de pavimento un distanciamiento equidistante de 25 m., para la presente y con el afán de tener un mayor conocimiento de la vía y una alta densidad de datos para la investigación, se ha propuesto la toma de datos cada 20m., esta distancia a su vez coincide con los hitos dejados por la brigada de topografía en sus trabajos de replanteo.

4.5.1.2 Procedimiento para la toma de Deflexiones.

La carga aplicada al NAE para la realización de los ensayos usando la Viga Benkelman, es la misma que la exigida en las especificaciones técnicas, la cual ha sido estandarizada en 4100 Kg. y es proporcionada por una de las llantas dobles del eje trasero de un camión. Previamente a la realización de los ensayos deberá verificarse que se cumpla esta condición, así como que la presión de las llantas sea la requerida.

Para localizar el equipo en los puntos de medición se tomara en cuenta las medidas siguientes.

Ancho del carril (m)	Distancia, borde de calzada al punto de medición (m)
3.00	0.50

Una vez localizado el lugar donde se realizara el ensayo se coloca la llanta a usarse sobre el punto de manera tal que este coincida aproximadamente con el eje vertical del centro de gravedad del conjunto. (Ver Figura 4.4.a)

Para esta operación es aceptable una tolerancia en el rango de 3" pulgadas alrededor del punto. Estacionados los neumáticos se inserta entre ellos el extremo del brazo móvil de la Viga colocándolo, nuevamente en la forma más aproximada, sobre el punto de ensayo seleccionado. Dado que esto último se dificulta por la inaccesibilidad tanto visual como manual, se realizara previamente la siguiente operación: se coloca la Viga en la posición como si estuviera entre las llantas pero hacia la parte exterior de las mismas, haciendo coincidir igualmente, usando la plomada, el extremo del brazo móvil con el eje vertical del centro de gravedad. Tomando como punto de referencia una varilla vertical adosada a la parte trasera del camión (Ver Figura 4.4.b), se efectúa una marca en la Viga de manera tal que, en adelante, basta con hacerlas coincidir (la marca con la varilla vertical) para asegurarse que el extremo de la Viga coincide con el

centro de las llantas, en el momento de iniciar las mediciones. De igual forma se puede efectuar, a partir de la primera, sucesivas marcas a distancias elegidas a las cuales se desee medir deflexiones adicionales.

Para la metodología de análisis que planteamos se requiere de 2 lecturas, una en la posición de “deflexión máxima” y otra en la “deflexión cero”.

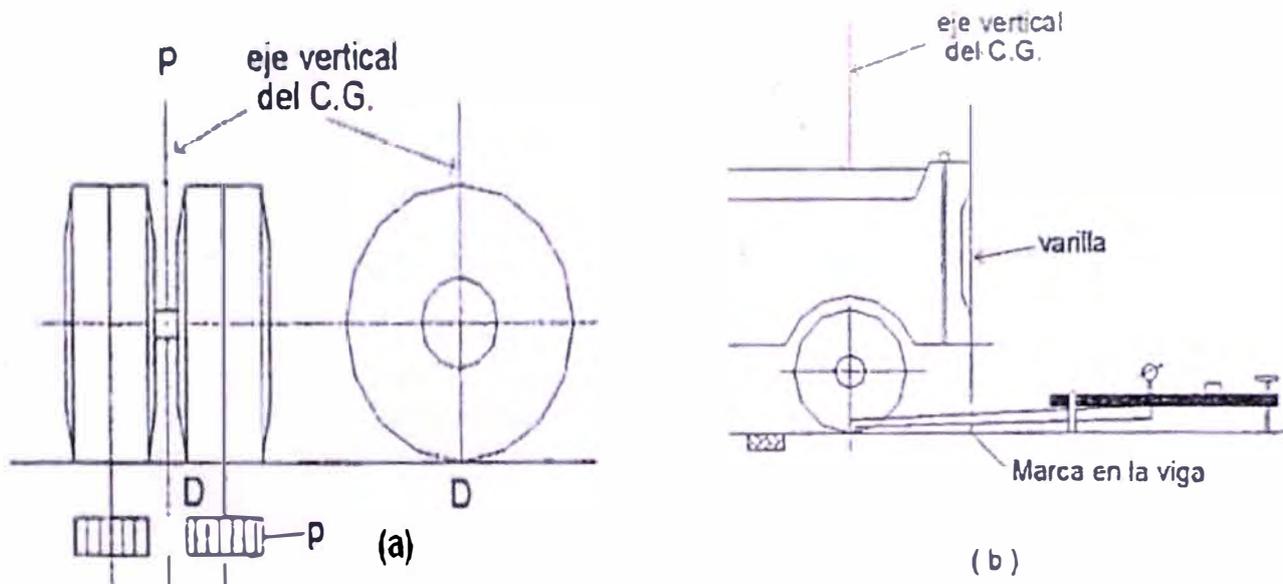


Figura 4.4 “Configuración geométrica del sistema de carga”

Para obtener las lecturas deseadas se procede de la siguiente manera; se hace coincidir la varilla vertical y la marca inicial (Ver Figura 4.5.a), se verificara que está este alineada longitudinalmente con la dirección del movimiento del camión. Se pondrá el dial del extensómetro en cero, se activara el vibrador y mientras el camión se desplaza muy lentamente se puede proceder a tomar lecturas conforme la varilla vertical vaya coincidiendo con la primera y otras marcas adicionales (Ver Figura 4.5.b,c), la lectura final ocurre cuando el camión se haya alejado lo suficiente del punto de ensayo a modo que el indicador del dial ya no tenga movimiento (aproximadamente 5 m.), registro que corresponde al punto de referencia con “deflexión cero” (Ver Figura 4.5.d).

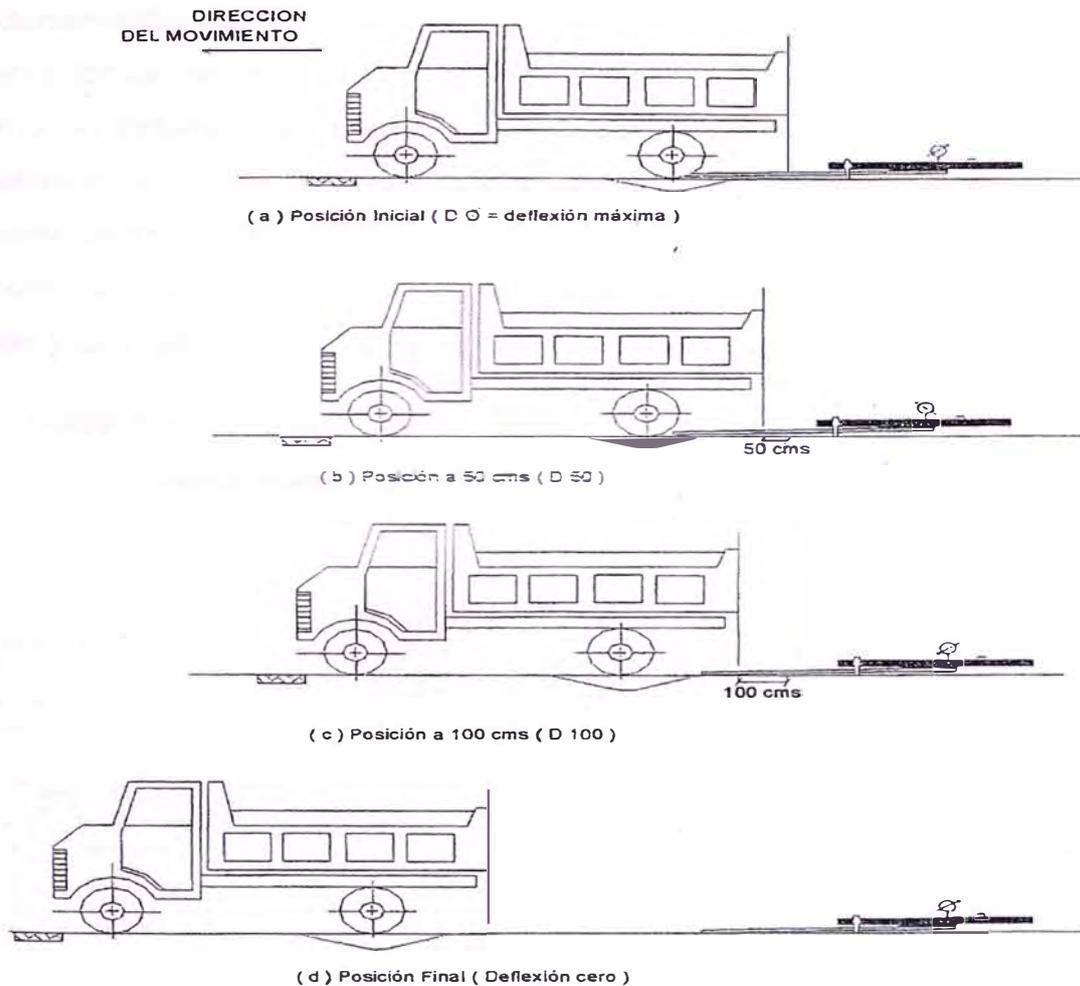


Figura 4.5 “Procedimiento de mediciones deflectométricas”

4.6 PROCESAMIENTO DE LOS VALORES DEFLECTOMETRICOS.

La Viga Benkelman es usada en ambos carriles de la vía de prueba, respetando el carril y la progresiva de avance, en cada punto de medición los valores indicados en el dial son inscritos en el cuaderno de campo, para su posterior procesamiento en gabinete.

La evaluación de los valores deflectométricos durante su inscripción en las hojas de registro en gabinete, 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, L-0, L-25, L-30, L-50, L-100 y L-500, dichas lecturas deben tener un aumento ascendente y coherente con las lecturas de otros puntos registrados. La toma de 5 lecturas por punto se ha realizado con fines didácticos, para la presente investigación son de interés “solo” los valores L-0 y L-500.

El ordenamiento de los datos en las hojas de inscripción se presenta de la siguiente forma; encabezado principal, nombre del proyecto, el carril en el cual se tomo las lecturas, factores de corrección, carga de eje, presión en las ruedas y la relación de brazos, los mismos que son similares para los datos tomados en un mismo carril, a continuación y ordenado en un cuadro de filas y columnas se presentan los datos a analizar, progresivas, fecha, lecturas por dial , deflexión sin corregir y corregidas por la relación de brazos. (Ver Cuadro 4.3).

Cuadro 4.3 “Hoja de registro de ensayos con Viga Benkelman”

PROYECTO :	REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA	Factor de Correccion por Estacionali	1.2
SECTOR :	ABRA MALAGA - ALFAMAYO	Carga Eje	4100
CARRIL :	TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO	Presión	80
	IZQUIERDO	Relacion brazos	1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 do DIAL 0,01 mm L1	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL							Do	D25	Do	D25	
		0.01 mm							0.01 mm				
		L-0	L-25	L-30	L-50	L-100	L-500		(0.01 mm)		(0.01 mm)		
EE-600	19-06-06	0	4	8	10	15	22	0	44	36	53	43	326
EE-620	19-06-06	0	5	10	14	29	34	0	68	58	82	70	260
EE-640	19-06-06	0	10	20	35	45	60	0	120	100	144	120	130
EE-660	19-06-06	0	5	10	16	23	38	0	76	66	91	79	260
EE-680	19-06-06	0	4	7	10	12	16	0	32	24	38	29	326
EE-700	19-06-06	0	6	10	15	20	26	0	52	40	62	48	217
EE-720	19-06-06	0	5	10	14	17	20	0	40	30	48	36	260
EE-740	19-06-06	0	10	20	40	55	66	0	132	112	158	134	130

El siguiente paso a realizar en el presente estudio, es obtener una radiografía de los suelos subyacentes al NAE donde se tomo la deflectometría, esto nos permitirá establecer una correlación e interpretación de ambos factores; un estudio geotécnico mediante la excavación de calicatas en zonas donde se considera la existencia de deflexiones representativas permitirá obtener lo expuesto.

Finalmente para el análisis de las lecturas es de interés las progresivas en las cuales se registran valores de Doc (corregidos) bajos, medios y altos, estos mismos serán los Doc representativos que permitirán establecer la planificación de las zonas donde se realizara el estudio geotécnico.

En el **Anexo C “Cuadro de datos de la Deflectometría tomada”** se presenta los cuadros completos de las lecturas tomadas para la presente investigación, los que a su vez para su publicación han sido revisados y aprobados por los supervisores del proyecto (Provias), así como se inscribe en la Resolución Directoral N° 3111-2006-MTC/20.

CAPITULO 5. EVALUACION DE LOS TIPOS DE SUELOS. CARRETERA ABRA MALAGA – ALFAMAYO Km 66+600 Al Km 84+400.

GENERALIDADES.

El estudio geotécnico de los estratos subyacentes al NAE, se realiza mediante la excavación de calicatas, las zonas consideradas de estudio son aquellas donde la deflectometría se plantea representativa, las manifestaciones tales como fisuras y acolchonamientos en la superficie de la vía son también evaluadas con la finalidad de explicar sus orígenes en los tipos de suelos y sus deflexiones.

Las evaluaciones presentadas en el siguiente capítulo son determinantes para la elección de los puntos de control (zonas de evaluación geotécnica en las cuales se realizaran las calicatas), estos a su vez permitirán realizar la confección y realización del cuadro resumen de las características de los suelos y sus deflexiones (resultados obtenidos), el cual nos permitirá generar los gráficos y conclusiones para la creación de la guía de interpretación de la escala de valores deflectométricos obtenidos con Viga Benkelman a NAE.

5.1 EVALUACION SUPERFICIAL DE LA PLATAFORMA.

Esta evaluación previa, a los ensayos deflectométricos, se realiza con la finalidad de recopilar precedentes o indicios iniciales que ameriten su posterior evaluación geotécnica, así tenemos que las manifestaciones tales como, asentamientos verticales, fisuramientos longitudinales o acolchonamientos, sugieren que los suelos subyacentes no presentan el debido aporte estructural para soportar las cargas vehiculares, las altas deformaciones generadas en el subsuelo son transmitidas hasta la capa superior pudiendo asociarse estos sucesos con valores de deflectometría alta, la ejecución de los estudios geotécnicos en estas zonas, proporcionaran información que nos permitan correlacionar los comportamientos previos evaluados, con suelos inapropiados para la conformación y construcción de la carretera en proyecto.

5.1.1 Fisuras en la superficie de la vía.

Las fisuras longitudinales evaluadas en la carretera fueron registradas en los trabajos previos a la toma de deflexiones, las causas presuntamente son atribuidas a la baja compactación natural de los suelos, producto de altas humedades así como de la presencia de materia orgánica, lo nombrado anteriormente se corrobora con el estudio geotécnico definitivo, el cual incidirá principalmente en estos puntos de control.

Las fisuras longitudinales registradas en la superficie de la vía se presentan en longitudes de 10 a 20 m. y paralelas al sentido de la vía, estas a su vez han sido categorizadas por ubicación de progresivas para su posterior análisis e inspección, como ejemplo en la figura 5.1 m se muestra lo encontrado en la excavación de una calicata en la progresiva 77+440 (carril derecho) en la cual se tenía el precedente de fisuras longitudinales, como valor deflectométrico se obtuvo $Doc = 305 \text{ mm} \times 0.01$, los suelos inspeccionados y ensayados en este punto determinaron una 1ª capa con alta presencia de restos orgánicos, la 2ª capa mas inferior presento materia orgánica en descomposición en la totalidad de su contenido.



Figura 5.1 “Inspección de suelos en zonas con fisuras superficiales”

5.1.2 Acolchonamientos en la superficie.

Los acolchonamientos en la superficie de la vía son manifestaciones que hacen evidenciar problemas de compactación en la estructura de la vía, estas se registran inmediatos al paso vehicular, las que medidas con Viga Benkelman dan valores extremos, así tenemos que en la figura representativa 5.2, en la progresiva 79+000 carril izquierdo, se obtuvo en zona acolchonada una $Doc = 804 \text{ mm} \times 0.01$, los suelos subyacentes encontrados fueron material gravoso, saturado y con presencia material orgánica, los cuales no aportan y a su vez reducen la capacidad estructural del contenido.



Figura 5.2 “Inspección de suelos en zonas acolchonadas”

El cuadro 5.1 da a conocer las progresivas en las cuales se registro visualmente problemas en la superficie de la vía (fisuras y acolchonamientos), los que posteriormente al paso de la Viga Benkelman presentaron valores extremos, al ser este comportamiento de carácter representativo para la investigación, se procede necesariamente a ejecutar los estudio geotécnico en dichas zonas, esperándose concluir de forma similar y coherente a lo mostrado en los ejemplos anteriores.

Cuadro 5.1 “Ubicación de puntos de control mediante indicios visuales”

ORDENADO POR PROGRESIVAS		LECTURAS DEL DIAL		Deflexion sin corregir	Deflexion corregida por estacionalidad	Registro Visual
		Primer Dial				
		0.01 mm		Do	Do	
PROGRESIVA	CARRIL	L-0	L-500	(0.01 mm)	(0.01 mm)	
77+440	DERECHO	0	254	254	305	Fisuras
77+740	DERECHO	0	540	540	648	Fisuras
77+740	IZQUIERDO	0	256	256	307	Fisuras
78+740	IZQUIERDO	0	220	220	264	Fisuras
78+800	IZQUIERDO	0	90	90	108	Fisuras
78+980	DERECHO	0	160	160	192	Fisuras
79+000	DERECHO	0	670	670	804	Acolchonamiento
79+820	DERECHO	0	102	102	122	Fisuras
79+920	DERECHO	0	206	206	247	Fisuras
80+700	IZQUIERDO	0	720	720	864	Acolchonamiento
80+940	IZQUIERDO	0	606	606	727	Acolchonamiento
81+160	IZQUIERDO	0	900	900	1080	Acolchonamiento
81+400	DERECHO	0	68	68	82	Fisuras
81+700	IZQUIERDO	0	760	760	912	Acolchonamiento
82+280	IZQUIERDO	0	50	50	60	Fisuras
82+500	IZQUIERDO	0	580	580	696	Fisuras

En el **Anexo A** se presenta el Panel fotográfico de los puntos de control expuestos.

5.2 EVALUACION ESTRUCTURAL.

La evaluación estructural de los suelos subyacentes, según la hipótesis para la presente investigación, plantea su determinación a partir de las deflexiones (Do) medidas a NAE, la demostración de dicha hipótesis se hace evidente mediante el estudio geotécnico en las zonas donde se considera las Do representativas.

5.2.1 Discriminación de Deflexiones según rango de valores.

La totalidad de valores deflectométricos (Do) medidos con Viga Benkelman a NAE son evaluadas y seleccionadas, para su posterior estudio geotécnico, la discriminación de datos es acertado en este caso ya que iniciando el estudio a partir las zonas con Do alto y bajo podremos apreciar con mayor amplitud la variación de las características de los suelos subyacentes, sin dejar de lado los valores de Do medios, son también anotados para su reconocimiento, cabe decir que la cantidad de datos a elegir en este caso, debe ser consistente con el rango de valores dentro del intervalo definido, que para el presente estudio fluctúa entre 22 y 900. Lo explicado anteriormente posibilita realizar en las conclusiones

una interpretación coherente, para los rangos de valores D_0 (altos, medios y bajos), los cuales estarán ligados directamente con la aceptación o no aceptación de los tipos de suelos encontrados.

5.2.2 Excavación de calicatas según rango de valores.

El estudio geotécnico mediante la excavación de calicatas se ejecuta en las zonas donde los valores D_0 son denominados representativos para la investigación (rango de valores defleptométricos), así se define el cuadro 5.2 “Guía de zonas para la ejecución de calicatas” el cual nos detalla los puntos a estudiar por progresiva, deflexión registrada y detalle de la inspección visual, previo a los ensayos realizados.

La totalidad de los puntos seleccionados son de 63, los cuales serán sometidos al estudio geotécnico, mediante la excavación de calicatas, el cual es un método acertado para la inspección y clasificación de los suelos subyacentes, pues, el ingeniero puede ir identificando visualmente las variaciones de los materiales así también puede establecer, en mejor forma, los diferentes espesores de los estratos, la obtención de muestras para los ensayos en laboratorio son determinantes para definir las características de los suelos en el laboratorio de mecánica de suelos, ubicado en obra.

Finalmente cabe decir que la falta de estudio geotécnico en algunos tramos de la carretera se debe a que estas fueron impedidas de realizar excavaciones o toma de medidas defleptométricas por disposiciones del MTC, otras tampoco fueron realizadas debido a que estas se encontraban en zonas donde se debía ejecutar rellenos de volúmenes mayores. Sin embargo el estudio geotécnico de la investigación se permite extender para la totalidad del tramo de 18 Km, debido a que las características climatológicas, geológicas, así como del tránsito vehicular y de la construcción del afirmado, permanecen homogéneas en toda su extensión, esto se reafirma con mayor amplitud y como criterio de conclusión luego de analizar el estudio de proyecto “Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17); VISA CONSULTORES”.

En el **Anexo B** se muestra grafica de la ubicación de calicatas en el tramo de la vía.

Cuadro 5.2 “Guía de zonas para la ejecución de calicatas”

ORDENADO POR PROGRESIVAS		Factor de correccion por estacionalidad				Registro Visual
		LECTURAS DEL DIAL		Deflexion sin corregir	Deflexion corregida por estacionalidad	
		Primer Dial				
		0.01 mm	Do	Do		
PROGRESIVA	CARRIL	L-0	L-500	(0.01 mm)	(0.01 mm)	
67+420	IZQUIERDO	0	496	496	595	
68+100	IZQUIERDO	0	80	80	96	
68+300	DERECHO	0	54	54	65	
69+080	DERECHO	0	30	30	36	
70+360	IZQUIERDO	0	180	180	216	
70+660	IZQUIERDO	0	104	104	125	
71+140	IZQUIERDO	0	86	86	103	
76+150	DERECHO	0	70	70	84	
76+520	IZQUIERDO	0	120	120	144	
77+040	IZQUIERDO	0	110	110	132	
77+110	IZQUIERDO	0	60	60	72	
77+440	DERECHO	0	254	254	305	Fisuras
77+600	IZQUIERDO	0	106	106	127	
77+640	DERECHO	0	128	128	154	
77+700	IZQUIERDO	0	126	126	151	
77+740	DERECHO	0	540	540	648	Fisuras
77+740	IZQUIERDO	0	256	256	307	Fisuras
78+240	DERECHO	0	140	140	168	
78+500	DERECHO	0	86	86	103	
78+740	IZQUIERDO	0	220	220	264	Fisuras
78+780	DERECHO	0	48	48	58	
78+800	IZQUIERDO	0	90	90	108	Fisuras
78+980	DERECHO	0	160	160	192	Fisuras
79+000	DERECHO	0	670	670	804	Acolchonamiento
79+160	DERECHO	0	146	146	175	
79+820	DERECHO	0	102	102	122	Fisuras
79+920	DERECHO	0	206	206	247	Fisuras
80+340	DERECHO	0	140	140	168	
80+340	IZQUIERDO	0	80	80	96	
80+460	DERECHO	0	84	84	101	
80+460	IZQUIERDO	0	44	44	53	
80+680	DERECHO	0	60	60	72	
80+700	IZQUIERDO	0	720	720	864	Acolchonamiento
80+740	DERECHO	0	180	180	216	
80+800	IZQUIERDO	0	280	280	336	
80+940	IZQUIERDO	0	606	606	727	Acolchonamiento
81+000	DERECHO	0	80	80	96	
81+040	IZQUIERDO	0	30	30	36	
81+100	DERECHO	0	24	24	29	
81+160	IZQUIERDO	0	900	900	1080	Acolchonamiento
81+200	DERECHO	0	68	68	82	
81+400	DERECHO	0	68	68	82	Fisuras
81+500	IZQUIERDO	0	40	40	48	
81+700	IZQUIERDO	0	760	760	912	Acolchonamiento
82+020	IZQUIERDO	0	50	50	60	
82+140	IZQUIERDO	0	40	40	48	
82+280	IZQUIERDO	0	50	50	60	Fisuras
82+440	IZQUIERDO	0	108	108	130	
82+500	IZQUIERDO	0	580	580	696	Fisuras
82+500	DERECHO	0	30	30	36	
82+560	IZQUIERDO	0	42	42	50	
82+720	IZQUIERDO	0	86	86	103	
82+800	IZQUIERDO	0	60	60	72	
83+100	IZQUIERDO	0	54	54	65	
83+400	IZQUIERDO	0	99	99	119	
83+580	IZQUIERDO	0	36	36	43	
83+680	IZQUIERDO	0	144	144	173	
83+720	IZQUIERDO	0	90	90	108	
84+080	IZQUIERDO	0	54	54	65	
84+100	IZQUIERDO	0	74	74	89	
84+180	IZQUIERDO	0	74	74	89	
84+300	IZQUIERDO	0	22	22	26	
84+360	IZQUIERDO	0	66	66	79	

5.3 RESULTADOS OBTENIDOS.

Las muestras de suelos obtenidas de la ejecución de calicatas, son procesadas y ensayadas, en el laboratorio, los resultados obtenidos son revisados y analizados para su posterior inscripción en un cuadro resumen, el cual se confecciona teniendo en cuenta además los registros de inspección visual del estado in-situ del suelo, los datos deflectométricos son de aporte importante en el cuadro, ya que permitirán demostrar la correlación de datos planteada en la hipótesis inicial.

5.3.1 Cuadro Resumen de resultados, Estudio de Suelos y Deflexiones.

Los resultados obtenidos de los ensayos realizados en la vía, son inscritos en un cuadro resumen, el objetivo es poder establecer las correlaciones que puedan existir entre algunas o todas las características de los suelos con sus deflexiones respectivas medidas a NAE, así en el **Anexo D, Ítem 1 “Resultado de los ensayos de suelos, Versus Do”** se muestra los datos geotécnicos ordenado por filas (información por calicata) y columnas (numeración de calicata, progresiva, características de suelos y deflexiones), cabe decir que la creación de graficas y conclusiones son realizadas a partir del análisis del cuadro expuesto.

Las características de los suelos presentadas han sido concebidas en base al estudio geotécnico realizado, entre ellos se destaca el análisis granulométrico, Límites de Atterberg, Clasificación SUCS, Tamaños máximos, Humedad natural, Estado natural, Proctor, y su densidad natural hallada a partir de su humedad insitu, así mismo se destaca el CBR expuesto, el cual se presenta al 100% y al 95% de la MDS así como el CBR natural.

CAPITULO 6.

CORRELACIÓN PLANTEADA VALORES DEFLECTOMETRICOS vs TIPOS DE SUELOS.

GENERALIDADES.

Luego de realizar los estudios geotécnicos, procedemos al análisis comparativo de los resultados inscritos en el cuadro resumen, la demostración de la hipótesis se determina con la confección de graficas y cuadros, en los cuales la búsqueda coherente de las correlaciones y tendencias tanto de las características de los suelos así como de las deflexiones medidas a NAE, son de importancia relevante, para las conclusiones de la presente investigación.

6.1 CALCULO DE LA DEFLEXION D_0 Y SU RELACION CON EL CBR.

Según la hipótesis planteada para la investigación, sugiere que los valores deflectométricos corregidos por estacionalidad (D_0), medidos con VB a NAE, pueden ser interpretados, para obtener información acerca de los estados de los suelos subyacentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, extendemos la premisa planteada, a fin de no solo obtener a partir de las D_0 a NAE, los estados de los suelos, sino que también se debiera conocer su aceptación para su uso específico, por lo que se toma en consideración las ET del proyecto, en la cual se da a conocer que el parámetro de aceptación para suelos a nivel de Subrasante, es el CBR igual o mayor a 16%, el que para el presente estudio se obtiene luego de realizar un promedio ponderado de los CBR al 95% de la MDS ^(1,2) y de sus espesores de estratos respectivos, la comparación de ambos valores (D_0 y CBR ponderado) se identifican (Ver Cuadro 6.1) y grafican (Ver Grafico 6.1) a fin de establecer su tendencia de correlación, la cual según criterio debe poseer una relación inversamente proporcional, ya que a menor valor de CBR de un suelo le corresponde un comportamiento más inestable en su estructura (deflexiones máximas), lo mismo ocurre en el caso inverso.

(1) Adicional N° 6 Obra Carretera Abra Malaga – Alfamayo, Tramo II: Carrizales – Alfamayo (Km 66+600 al Km 84+400) aprobado con RD N° 3111, SERCONSULT MOTLIMA; Anexo 15, Informe del especialista MTC; Pág. 200.

(2) Informe final: Rehabilitación y mejoramiento de la carretera Abra Malaga-Alfamayo, Provias, Pág. 221.

Cuadro 6.1 “Comparación de valores Doc corregido vs CBR ponderado”

Dato	Factor estacional 1.2				CBR 1	CBR 2	CBR 3	CBR 4	H 1 (m)	H 2 (m)	H 3 (m)	H 4 (m)	H Total
	Cal	Do	Doc	CBR pond.									
1	6	22	27	15.8	30.0	17.0	14.0	9.0	0.12	0.40	0.35	0.23	1.1
2	43	24	29	9.0	9.0	9.0			0.05	1.05			1.1
3	34	30	36	6.4	17.0	2.0	28.0		0.15	0.85	0.10		1.1
4	44	30	36	9.0	9.0	9.0			0.30	0.80			1.1
5	49	30	36	31.7	17.0	34.0			0.15	0.95			1.1
6	13	36	44	17.8	17.0	17.0	19.5	16.0	0.10	0.15	0.50	0.35	1.1
7	39	40	48	25.4	9.0	29.0			0.20	0.90			1.1
8	52	40	48	15.6	28.0	28.0	9.0	34.0	0.15	0.10	0.75	0.10	1.1
9	55	42	51	14.6	7.0	28.0			0.70	0.40			1.1
10	16	44	53	10.5	17.0	9.0	10.0		0.15	0.45	0.50		1.1
11	24	48	58	9.0	9.0				1.10				1.1
12	9	50	60	18.5	17.0	19.0			0.25	0.85			1.1
13	51	50	60	11.3	9.0	9.0	14.0		0.10	0.50	0.50		1.1
14	2	54	65	34.2	17.0	38.0			0.20	0.90			1.1
15	54	54	65	9.0	9.0				1.10				1.1
16	57	54	65	12.8	9.0	19.5			0.70	0.40			1.1
17	42	60	72	10.9	9.0	9.0	12.5	9.0	0.07	0.04	0.59	0.40	1.1
18	56	60	72	26.3	9.0	28.0			0.10	1.00			1.1
19	63	60	72	5.6	17.0	4.5			0.10	1.00			1.1
20	4	66	80	8.0	17.0	6.0			0.20	0.90			1.1
21	10	68	82	12.9	17.0	9.0	16.0		0.05	0.50	0.55		1.1
22	11	68	82	15.6	17.0	9.0	19.0		0.35	0.30	0.45		1.1
23	30	70	84	7.9	2.0	17.0	9.0	2.0	0.25	0.20	0.50	0.15	1.1
24	5	74	89	26.0	17.0	28.0			0.20	0.90			1.1
25	1	74	89	13.4	17.0	13.5	12.5		0.20	0.10	0.80		1.1
26	18	80	96	17.0	17.0				1.10				1.1
27	37	80	96	11.4	9.0	4.5	17.0		0.15	0.40	0.55		1.1
28	53	80	96	9.0	9.0	9.0	9.0		0.20	0.40	0.50		1.1
29	15	84	101	16.2	17.0	17.0	16.0		0.05	0.20	0.85		1.1
30	8	86	104	18.0	17.0	17.0	19.5		0.15	0.50	0.45		1.1
31	25	86	104	9.9	17.0	2.0	10.0		0.15	0.15	0.80		1.1
32	31	86	104	13.5	17.0	12.5			0.25	0.85			1.1
33	7	90	108	13.8	17.0	13.5			0.10	1.00			1.1
34	20	90	108	23.3	17.0	28.0	8.5		0.20	0.75	0.15		1.1
35	14	99	119	18.5	17.0	28.0	7.5	28.0	0.20	0.25	0.40	0.25	1.1
36	58	102	123	22.6	17.0	9.0	28.0		0.13	0.24	0.73		1.1
37	32	104	125	11.5	17.0	2.0	9.5	12.5	0.15	0.05	0.40	0.50	1.1
38	62	106	128	24.0	17.0	28.0			0.40	0.70			1.1
39	50	108	130	24.3	9.0	2.0	34.0		0.30	0.10	0.70		1.1
40	64	110	132	9.0	17.0	4.5	9.0	9.0	0.12	0.21	0.32	0.45	1.1
41	65	120	144	8.0	17.0	4.5	9.0		0.15	0.52	0.43		1.1
42	61	126	152	9.5	17.0	10.0	4.5		0.35	0.20	0.55		1.1
43	28	128	154	2.0	2.0				1.10				1.1
44	17	140	168	9.6	17.0	4.5	8.5		0.40	0.55	0.15		1.1
45	26	140	168	4.5	9.0	2.0	3.0		0.30	0.15	0.65		1.1
46	3	144	173	14.1	17.0	13.5			0.20	0.90			1.1
47	22	146	176	4.0	9.0	2.0	10.0		0.20	0.80	0.10		1.1
48	59	160	192	6.1	2.0	17.0			0.80	0.30			1.1
49	12	180	216	4.7	17.0	2.0			0.20	0.90			1.1
50	33	180	216	6.5	17.0	4.5	2.0	4.5	0.25	0.30	0.35	0.20	1.1
51	19	206	248	11.3	17.0	4.5			0.60	0.50			1.1
52	21	220	264	11.6	17.0	17.0	8.5	8.5	0.15	0.25	0.50	0.20	1.1
53	29	254	305	2.0	2.0	2.0			0.55	0.55			1.1
54	60	256	308	16.3	17.0	8.3	4.5	28.0	0.10	0.30	0.25	0.45	1.1
55	41	260	312	9.0	9.0	9.0	9.0	9.0	0.17	0.17	0.21	0.55	1.1
56	35	496	596	7.7	9.0	9.0	12.5	2.0	0.20	0.10	0.40	0.40	1.1
57	27	540	648	4.5	2.0	6.0			0.40	0.70			1.1
58	48	580	696	15.2	9.0	17.0			0.25	0.85			1.1
59	45	606	728	6.8	9.0	2.0	9.0		0.15	0.35	0.60		1.1
60	23	670	804	14.7	19.5	12.5			0.35	0.75			1.1
61	36	720	864	11.1	9.0	4.5	12.5		0.10	0.15	0.85		1.1
62	40	760	912	8.7	9.0	9.0	8.3	9.0	0.25	0.25	0.40	0.20	1.1
63	38	900	1080	9.0	9.0	9.0			0.40	0.70			1.1

En el grafico 6.1, se presenta los valores totales de Doc como abscisas, y los CBR ponderados como ordenadas, la grafica tiene como objeto descifrar el comportamiento de la línea de tendencia formada por las coordenadas de los puntos existentes.

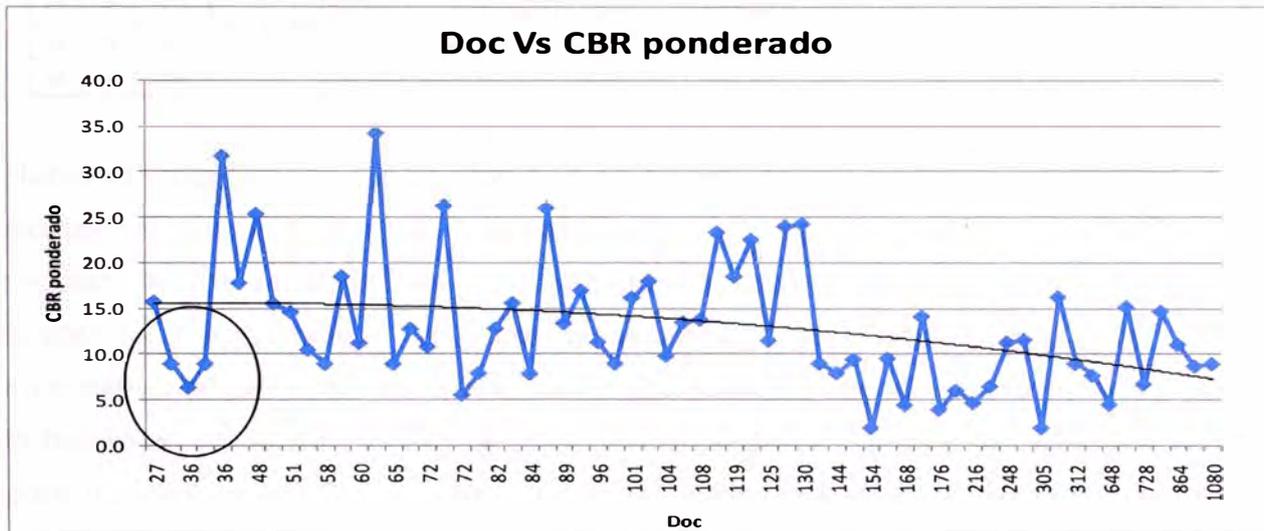


Grafico 6.1 “Deflexiones Doc Vs CBR ponderado”

6.2 INTERPRETACION DEL Do Y SU RELACION CON EL CBR.

De la comparación de valores cuantitativos Doc y CBR ponderado podemos apreciar en el Grafico 6.1 una dispersión de los puntos generados en la grafica de abscisas y ordenadas, así mismo la línea de tendencia trazada no predice con firmeza en su forma el comportamiento de correlación entre ambos valores expuestos, por lo que se ha de realizar una revisión de los datos inscritos, lo que se desea es identificar las causas por las cuales, algunos valores aislados distorsionan la grafica trazada.

Luego de realizar el análisis cualitativo propuesto se reconoce que los datos que generan la distorsión de tendencia, corresponden a aquellos que presentan Doc y CBR ponderado bajo, lo que se produce debido a que los suelos subyacentes presentan una capa superficial compacta de espesor promedio de 0.2 m. las que viene apoyada sobre un estrato de material gravoso, suelto y húmedo pero que sin embargo posee en su contenido cuerpos rocosos de 0.70 m de diámetro en promedio lo que confunde la medición deflectométrica, en la que se obtiene valores menores a los esperados en esta conformación de suelo. El cuadro 6.2 muestra el análisis realizado por calicata excluida y la causa principal atribuida.

Cuadro 6.2 “Identificación de anomalías en el comportamiento de los valores Doc Vs CBR ponderado”.

Cal.	Doc	CBR pond.	Anomalia	CAUSAS IDENTIFICADAS	
				Descripcion 1er estrato	Descripcion 2do estrato
43	29	3.3	Doc y CBR bajo	GP-GM compacto hasta 0.05 m	GC suelto con presencia de bolonerias hasta 20"
34	36	4.6		GP-GC compacto hasta 0.15 m	GC con presencia de mat. organico y de bolonerias hasta 25"
44	36	4.4		GP-GM humedo hasta 0.30 m	GC suelto y humedo con presencia de bolonerias hasta 15"

Habiendo identificado los puntos con presencia de anomalías, procedemos a su exclusión, presentando así el grafico 6.2, el cual muestra un ordenamiento regular de los puntos Doc Vs CBR ponderados, así al trazar una línea de tendencia, apreciamos un comportamiento que correlaciona de forma inversamente proporcional a ambas magnitudes, lo que demuestra parcialmente la hipótesis planteada. Cabe decir que la ecuación (1) expuesta debe ser usada para correlacionar CBR ponderados con valores Doc desde 0 hasta 170, debido a que para Doc mayores se genera una distorsión dentro de la escala grafica propuesta. La interpretación que se genera además a la distorsión aun existente de los puntos sobre la línea de tendencia, se debe a que estas son generadas por el ordenamiento natural de los estratos subyacentes, lo cual ofrece a diferentes profundidades, CBRs sin un orden de magnitud definido, lo cual da CBRs ponderados dispersos, pero con una tendencia definida en la grafica, es por ello que este análisis cuantitativo debe ser complementado con el cualitativo el que se define en los cuadros de perfiles estratigráficos.

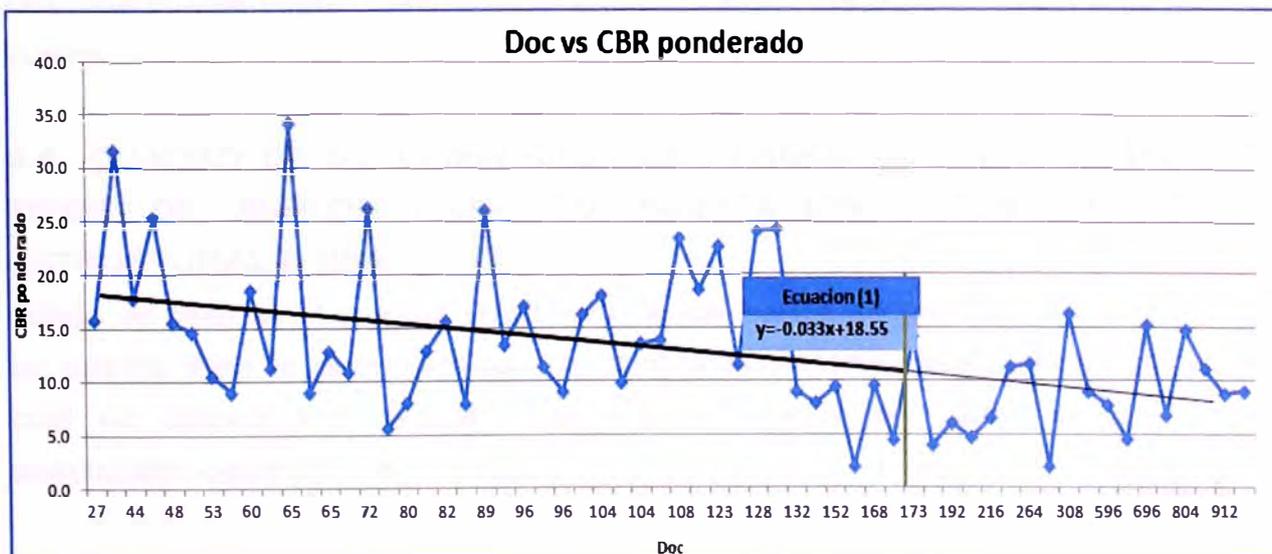


Grafico 6.2 “Correlación de tendencia Doc Vs CBR ponderado”

6.3 CUADROS D_o VS TIPOS DE SUELOS.

Estos cuadros se diseñan a fin de establecer la certeza de que los rangos de aceptación planteados para las D_o posean validez tanto en su análisis cuantitativo así como cualitativo para la inspección de suelos, debiendo ser verificables y consistente entre ambos, así procedemos a comparar los valores D_o , con las estratigrafías generadas en el estudio geotécnico presente, en las cuales se destaca, las clasificaciones de suelos, espesores, humedades y registros visuales de lo evidenciado, el análisis casi radiográfico que se logra obtener, permite realizar una discriminación de los valores deflectométricos en rangos característicos, los cuales son asociados principalmente, a los estados de suelos que contribuyen o deterioran la capacidad estructural de su composición.

Así en el **Anexo D, Ítem 2 “Estratigrafías y fotos mostradas por calicatas”** se presenta el ordenamiento estratigráfico, los cuales son guiados según el orden ascendente de los valores deflectométricos medidos a NAE, siendo de esta manera podemos apreciar el deterioro que ocurre dentro de los tipos y características de los suelos, así tenemos que cuando los valores D_o son mínimos, los suelos se presentan compactos y con porcentajes bajos o nulos de material orgánico, mas cuando los D_o son extremos apreciamos suelos muy húmedos, sueltos y con alto contenido de material orgánico, lo cual nos da la certeza de catalogar a estos últimos como material no apto para su uso estructural en subrasantes. A fin de identificar objetivamente los comportamientos nombrados de los suelos, se establecen rangos de valores D_o , los cuales según criterio de análisis, sugerirán la aceptabilidad o no de los suelos.

6.4 CUADRO DE DETERMINACIÓN DE RANGOS DE VALORES D_o CON TIPOS DE SUELOS PARA SU ACEPTACION COMO MATERIAL ESTRUCTURAL A NSR.

Luego de realizar el análisis cualitativo de los suelos se procede a confeccionar un cuadro para la determinación de rangos de valores deflectométricos, en el cual se expone las características de los suelos así como su grado de aceptación según ET del proyecto.

El Anexo E “Cuadro Comparativo de Rangos Deflectométricos y grado de aceptación de suelos” muestra la síntesis del análisis e inspección realizado a

los cuadros estratigráficos, Anexo D, así se concluye que para $D_{0.01}$ medidos con VB a NAE, entre 0 y 83 mm \times 0.01, son considerados como valores que imprimen validez a las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes, que forman parte de la estructura principal de la Subrasante, esta aseveración se da debido a que su conformación principal superior (0.20 m.) posee tipos de suelos gravosos (GP-GM) en su OCH (7.2%) y MDS (95% a 100%), los que según Cuadro 1.3 estos tipos de suelos son considerados excelentes para su uso a NSR, sub-base y base, estos mismos cabe decir que se proyectan hasta el 1.1 m de profundidad, presentándose medianamente sueltos y con contenidos de humedad del orden del 5% al 10.1% en promedio y con gravas de tamaños de máximos entre 3" a 8", lo cual permite alcanzar un 85% o 90% de la MDS, lo que finalmente constituye una estructura homogénea y estable, otros como los contenidos orgánico con humedades mayores a 10%, limoso o arcilloso se presentan en capas de espesor despreciable y a una profundidad que no ejerce influencia sobre la estructura misma. Repasando el grafico 6.2 concluimos que la aseveración hecha es concordante con el análisis cuantitativo realizado, ya que según grafica y ecuación para una $D_{0.01}$ menor o igual a 83 mm \times 0.01 le corresponde un CBR ponderado aproximadamente igual o mayor a 16% que es lo que indica las especificaciones técnicas para la aceptación de suelos a NSR.

El rango establecido para $D_{0.01}$ entre 84 y 170 mm \times 0.01 está formado por suelos subyacentes gravosos (GP-GM) compacto (MDS) y con un OCH (7.2%) en una primera capa de 0.20 m., el resto de material que se proyecta hasta el 1.1 m. se presenta de semejante estructura, sin embargo existe el 27% de probabilidades de encontrar dicho material con humedades elevadas, alcanzando el orden del 13% al 17% lo cual nos conduce a obtener una compactación del 80% de la MDS y que además en presencia de material orgánico aumenta dicha humedad hasta en 40%, estos paquetes se presentan en 0.20 de espesor en los primeros 0.50 m de calicata. De similares características pero con un 41% de probabilidades de encontrarse por debajo de los 0.50 m tenemos presencia de material orgánico muy húmedo (60%), y con gravas de TM entre 3" a 20" los cuales se presentan sin un orden establecido produciendo posibles inestabilidades desde las capas más profundas de la estructura principal, a fin verificar adecuadamente los valores de CBR ponderados a partir de los $D_{0.01}$ medidos a NAE, recurrimos a la ecuación y grafica a fin de no descartar la

posibilidad de la existencia de suelos subyacentes deteriorados, que podrían perjudicar el normal proceso constructivo de la Subrasante.

Finalmente el Anexo E se detalla claramente que para valores Doc desde 171 mm x 0.01 a más, medidos a NAE, se encuentran suelos subyacentes con una matriz gravosa en la cual abunda la alta presencia de material orgánico muy húmedo (60%) y en proceso de descomposición, así mismo se encuentran masas de material arcilloso, o limoso el cual al estar expuesto a la humedad natural imprimen un comportamiento inestable a la estructura principal, aportan a esto además los tamaños de los materiales granulares que van desde las 4" a 20" creando esto una heterogeneidad entre los materiales sólidos (grava) y esponjosos (orgánico), lo concluido da a conocer que es posible determinar estados o características de suelos a partir de deflexiones medidas a NAE ya que las correlaciones obtenidas ofrecen coherencia en cada uno de sus análisis cualitativos.

CONCLUSIONES.

- Se dio especial interés al estudio de la carretera, Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo II Abra Malaga – Alfamayo, debido a que los estudios geotécnicos del proyecto, concluían que los suelos subyacentes a la vía se presentaban en buen estado y con un CBR (al 95% de la MDS) ponderado mayor al de diseño, sin embargo las manifestaciones físicas registradas en la plataforma de la vía eran notables, esto se explica debido a que los estudio geotécnicos, no siempre son suficientes y exactos como para dar una descripción total de los suelos subyacentes en el tramo de la vía a ejecutar.
- El uso de la Viga Benkelman a NAE es considerado válido para la presente investigación, debido a que la carretera posee un afirmado granular en su estructura, guardando relación absoluta con el modelo planteado por Hogg, en el cual se plantea la existencia de un pavimento de espesor finito y con cierta rigidez a la flexión; respecto a la medición de datos con Viga Benkelman a NAE, serán tomados como relevantes, aquellos que nos permitan determinar la deflexión máxima de la estructura, otros que nos conlleven a la obtención de radios de curvatura u otros de términos ligados a la elasticidad del sistema, no serán resueltos como tal, debido a que estos son comportamientos propios de pavimentos flexibles.
- Se ha determinado que las cargas vehiculares aplicadas sobre la superficie de la vía en estudio, tienen influencia sobre los suelos subyacentes hasta una profundidad de 1.50 m, dicha aseveración se ha demostrado realizando cálculos matemáticos de comparación, entre los valores de las presiones generadas por las cargas vehiculares (usando la teoría de Boussinesq) y la capacidad portante mínima de los suelos, debiendo ser esta última a la profundidad resuelta, de magnitud mayor a fin de garantizar su normal funcionamiento como material estructural en subrasantes.
- El grafico 6.1 generado luego de inscribir todos los valores deflectométricos Do y CBR ponderados respectivos, concluimos que ésta se presenta irregular en su forma, así mismo la línea de tendencia trazada sobre los puntos posee un comportamiento de correlación no predecible, lo cual implica la existencia de datos inscritos que distorsionan el comportamiento esperado.

- En el cuadro 6.2 se identifica los datos que distorsionan la tendencia de la grafica 6.1, así se reconoce que estas anomalías corresponden a Doc y CBR ponderados bajos, lo cual no es coherente ya que un suelo cuyo CBR es de magnitud menor no debería presentar deformaciones menores, al contrario, en estos se deberían manifestar la inestabilidad de la estructura. La causa hallada a este comportamiento de valores es que se tiene una estructura formada por una primera capa gravosa (CBR alto), compacta y de espesor promedio de 0.20 m, así mismo se encuentra una segunda capa suelta (CBR inferior), húmeda y con presencia de material orgánico, pero que en su contenido posee cuerpos rocosos de tamaños de 0.70 m de diámetro, siendo éstas las que ofrecen el comportamiento sólido de la estructura, pero que a su vez a nivel de CBR sin tomar en cuenta dichos cuerpos rocosos, se obtiene un CBR ponderado bajo. Excluyendo estos puntos obtenemos la gráfica 6.2 en la cual se expone de manera muy clara, la línea de tendencia que correlaciona de forma inversamente proporcional a los valores de Doc y CBR ponderado, las que siguen la forma de la **ecuación (1)**.

$$\text{CBR ponderado} = - 0.033 * (\text{Doc}) + 18.55 \dots (1)$$

La ecuación expuesta debe ser usada para correlacionar CBR ponderados con valores Doc entre 0 y 170 mm x 0.01, ya que en esta escala de valores propuesta los puntos poseen una dispersión simétrica; así para valores más amplios de Doc ≥ 170 mm x 0.01 se genera una distorsión de correspondencia que no son coherentes a los valores reales, por lo que se debe recurrir exclusivamente al ANEXO D, a fin de verificar las características de los suelos que la subyacen. Es menester también anotar que el valor límite inferior de aceptación de CBR a NSR según ET es de 16% y que según ecuación (1) corresponde a suelos con Do ≈ 83 mm x 0.01.

- La distorsión existente de los puntos sobre la gráfica 6.2 se debe a que estas son generadas por el ordenamiento natural de los estratos subyacentes, lo cual ofrece a diferentes profundidades, CBRs sin un orden de magnitud definido, lo cual da CBRs ponderados dispersos.
- Del Anexo D, se concluye que para Do medidos con VB a NAE, entre 0 y 83 mm x 0.01, (**Intervalo permisible**) son considerados como valores que

imprimen validez a las características físicas y mecánicas de los suelos subyacentes, que forman parte de la estructura principal de la subrasante, esta aseveración se da debido a que su conformación principal superior posee tipos de suelos gravosos (GP-GM) con su OCH (7.2%) y MDS (95% a 100%), los que aseguran según Cuadro 1.3, tipos de suelos excelentes para su uso a NSR, sub-base y base, estos mismos cabe decir que se proyectan hasta el 1.1 m de profundidad, presentándose medianamente sueltos y con contenidos de humedad del orden del 5% al 10.1% en promedio y con gravas de tamaños de máximos entre 3" a 8", lo cual permite alcanzar un 85% ó 90% de la MDS, lo que finalmente constituye una estructura homogénea y estable, otros como los contenidos orgánico, limoso o arcilloso se presentan en capas de espesores despreciable y a una profundidad que no ejerce influencia sobre la estructura misma. Repasando el gráfico 6.2 concluimos que la aseveración hecha es concordante con el análisis cuantitativo realizado, ya que según gráfica y ecuación para una Doc menor o igual a 83 mm x 0.01 le corresponde un CBR ponderado aproximadamente igual o mayor a 16% que es lo que indica las Especificaciones Técnicas para la aceptación de suelos a NSR.

- El rango establecido para Do entre 84 y 170 mm x 0.01 (**Intervalo de alerta, se debe definir su aceptación mediante análisis de campo y gabinete**) está formado por suelos subyacentes gravosos (GP-GM) con TM 3", compactos y con un OCH y MDS admisible, estos en una primera capa de 0.20 m., el resto de material que se proyecta hasta el 1.1 m. se presenta de semejante estructura, sin embargo existe el 27% de probabilidades de encontrar dicho material con humedades elevadas, alcanzando el orden del 13% al 17% lo cual nos conduce a obtener un 80% de la MDS (suelo medianamente suelto) y que además en presencia de material orgánico aumenta dicha humedad hasta en 40%, estos paquetes se presentan en 0.20 de espesor en los primeros 0.50 m de calicata, sin embargo por debajo de los 0.50 m. encontramos con un 41% de probabilidades de encontrar material orgánico en estratos de 0.20 m. los cuales además se encuentran en estado saturado, los tamaños máximos de grava varían entre 3" a 20" presentándose (adjuntos a los materiales orgánicos) sin orden alguno, dificultando un confinamiento homogéneo de la estructura, todos estos datos conducen a

elaborar medidas preventivas, a fin verificar adecuadamente los valores de CBR ponderados, obtenidos según ecuación y gráfica a fin de no descartar la posibilidad de la existencia de suelos subyacentes deteriorados, que podrían perjudicar nuestra estructura superior. Se sugiere que durante la labor de escarificado se trate de ubicar dichos materiales en los primeros 0.20 m. con el propósito de proceder a su eliminación o mejoramiento según sea el análisis del especialista.

- Finalmente el Anexo E, **(Intervalo no permisible)** se detalla claramente que para valores Doc desde 171 mm x 0.01 a más medidos a NAE, se encuentran en su mayoría, suelos subyacentes con una alta presencia de material orgánico muy húmedos ($W \geq 40\%$) y en descomposición, así mismo se evidencian masas de material arcilloso, o limoso los cuales están expuesto en zonas donde las humedades naturales se manifiestan más intensamente (40% a 50%). Cabe decir además que la probabilidad de encontrar un estrato de 0.50 m. de espesor de material orgánico es del 78% en 1.1 m. de profundidad, lo cual es un índice muy alto que perjudica la estabilidad de la estructura principal en la mayoría de eventos medidos con VB, siendo necesario descartar el hecho de ejecutar subrasante alguna sobre estos suelos sin un previo tratamiento o estudio. Lo concluido da a conocer que es posible determinar estados o características de suelos a partir de deflexiones medidas a NAE ya que las correlaciones obtenidas ofrecen coherencia en cada uno de sus análisis cualitativos y cuantitativos.

RECOMENDACIONES.

- Cabe decir que el uso de las ecuaciones y demostraciones halladas en el presente estudio solamente podrán ser ampliadas a carreteras que presenten características iguales o similares a las ya estudiadas, para ello se debe evaluar tanto ubicación del tramo, superficie de la vía, climatología, geología así como el tráfico vehicular. Así mismo esta metodología de estudio para la inspección de suelos a partir de sus deflexiones medidas a NAE, debe ser usada como un elemento complementario de reforzamiento o de comparación a los estudios geotécnicos, realizados en la etapa de proyecto de la vía, de ninguna manera tienen la finalidad de sustituir a esta última. Por lo que queda claro que esta metodología tiene carácter preventivo, las discordancias suscitadas con los estudios geotécnicos se esclarecerán reforzando el estudio de los suelos subyacentes.
- El estudio con Viga Benkelman a NAE se debe realizar previo a las labores a ejecutar sobre la vía, la idea es no agregar trabajo improductivo (horas hombres y horas máquina) sobre una plataforma que posiblemente presente suelos subyacentes deteriorados o con falencias medias para su mejoramiento, un informe previo de las características estructurales de la vía nos permitirá emitir un criterio más elaborado durante su ejecución.
- Teniendo en cuenta que la investigación se realiza a NAE y que servirá de metodología para la inspección de suelos, proponemos que para el caso de la ejecución de calicatas, se tome el NAE como si fuera el NSR, a fin de realizar todas las inspecciones hasta una profundidad mínima tal como 1.10 m.
- Para la toma de medidas deflectométricas se recomienda verificar el factor de estacionalidad, el cual varía, según estación meteorológica del año.
- Para la determinación del CBR ponderado a NAE, se debe usar el valor de CBR al 95% de la MDS de los estratos, esto debido a que el uso de la VB se aplica sobre los suelos subyacentes que formarán parte de la estructura principal de la subrasante, el cual según ET del proyecto una vez terminado deben poseer como mínimo el 95% de la MDS. Esto se sustenta en las recomendaciones emitidas por Provias en respuesta al adicional presentado, así como también en el informe final de obra.

- En el Anexo F se detalla el monto por el adicional generado debido a mejoramientos de suelos, si bien este es del rango del 1.95% del monto de obra inicial, se sugiere realizar la metodología planteada a inicios de obra y a costo propio del contratista, a fin de prever la creación de este adicional (mejoramientos en Subrasante) y su repercusión en la ejecución del proyecto.
- El uso de la VB fue desarrollado con fines de uso sobre pavimentos flexibles, por lo que para próximas investigaciones sobre NAE, se sugiere realizar la toma de medidas deflectométricas, colocándose sobre el afirmado un material elástico, como por ejemplo caucho, esto simularía de mejor forma el modelo de Hogg, lo cual daría una perspectiva diferente de los datos a obtenerse.

BIBLIOGRAFIA.

1. Bowles; "Manual de laboratorio de suelos en Ingeniería Civil"; Primera Edición; Editorial J.E. MC Graw Hill; México DF, 1980.
2. Braja M. Das; Fundamentos de Ingeniería Geotécnica; Editorial Thomson Learning; Primera Edición; México DF, 2001.
3. Chang Chang, Luis; http://www.cismid.uni.edu.pe/descargas/a_labgeo/labgeo32_p.pdf; CISMID; Lima, Perú, 2006.
4. Hoffman, Mario S; Del Águila Pablo; Estudios de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de curvas de deflexiones, estudios sobre modelo matemático de Hogg; Ediciones LAGESA Ingenieros-Louis Berger Internacional; Primera Edición, Lima, Perú, 1985.
5. JJC Contratistas Generales-Serconsult & Motlima; Adicional de Mejoramientos de Suelos-Carretera Abra-Malaga-Alfamayo Tramo II Km 66+600 al Km 84+400; Cusco, Perú, 2006.
6. Lambe, William; Whitman Robert V.; Mecánica de Suelos; Editorial Limusa; Cuarta Edición; México DF, 1984.
7. Mallque Heredia, Percy.; Estudio de evaluación estructural de pavimentos basados en la interpretación de deflexiones con el método de Hogg- Aplicación; Titulación por Actualización de conocimientos; Lima Perú, 2006.
8. Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Especificaciones Técnicas Generales del MTC para Construcción de carreteras; Editorial del MTC, EG 2000; Lima, Perú, 2000.
9. Ministerio de Transportes y Comunicaciones; Manual de Ensayo de Materiales para carreteras; Editorial del MTC, EM 99; Lima-Perú, 1999.
10. Pérez Collantes, Rocío; Determinación de canteras, fuentes de agua y dimensionamiento de pavimento, Carretera Pisco-Ayacucho; Tesis de Pregrado; Lima, Perú, 2001.
11. Rico, Alfonso-del Castillo, Hermilio; La Ingeniería de los Suelos, en las vías terrestres, Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas; Cuarta edición, Editorial Limusa, México DF, 1984.
12. Serconsult & Motlima; Adicional PA N° 06 Carretera Abra Malaga – Alfamayo, Aprobado con RD N° 3111, 2007; Cusco, Perú, 2007.
13. Serconsult & Motlima; Informe Final, Carretera Abra Malaga – Alfamayo, Aprobado con RD N° 3111, 2007; Cusco, Perú, 2007.

14. Serconsult & Motlima; Liquidación de obra, Carretera Abra Malaga – Alfamayo, Aprobado con RD N° 3111, 2007; Cusco, Perú, 2007.
15. Valle Rodas, Raúl; Carreteras, Calles y aeropistas; Sexta Edición; Editorial El Ateneo; Argentina, 1976.
16. Visa Consultores; Estudio definitivos de Ingeniería para la reconstrucción y rehabilitación de la carretera: Ollantaytambo-Quillabamba-Tramo Ollantaytambo-Alfamayo, Anexo de suelos, canteras y fuentes de agua; aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17; Cusco, Perú, 1999.
17. Visa Consultores; Estudio definitivos de Ingeniería para la reconstrucción y rehabilitación de la carretera: Ollantaytambo-Quillabamba-Tramo Ollantaytambo-Alfamayo, Memoria descriptiva y estudios básicos; aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17; Cusco, Perú, 1999.

ANEXOS

ANEXO A: PANEL FOTOGRAFICO DE LA EVALUACION DE LA PLATAFORMA EXISTENTE.



Problema: Fisuramientos longitudinales en la plataforma de la vía (1 y 2).

Progresiva: 77+440, Carril Derecho.

Inspección: Suelos subyacentes gravosos con presencia de material orgánico (3).



Problema: Fisuramientos longitudinales en la plataforma de la vía.

Progresiva: 77+740, Carril Izquierdo.



Problema: Fisuramientos longitudinales en la plataforma de la vía.

Progresiva: 77+740, Derecho.

Inspección: Suelos subyacentes gravosos, saturados con estratos de material orgánico (4).



Problema: Fisuramientos longitudinales (5) en la plataforma de la vía.

Progresiva: 78+800, Carril Izquierdo.



Problema: Acolchonamientos (6) al paso vehicular en la plataforma de la vía.

Progresiva: 79+000, Carril Derecho.



Problema: Acolchonamientos y ahuellamientos (7) al paso vehicular en la plataforma de la vía.

Progresiva: 80+700, Carril Izquierdo.



Problema: Acolchonamientos al paso vehicular en la plataforma de la vía.

Progresiva: 80+940, Carril Izquierdo.

Inspección: Suelo subyacente gravoso, con estratos de material orgánico en descomposición (8).



Problema: Acolchonamientos y ahuellamientos al paso vehicular en la plataforma de la vía.

Progresiva: 81+700, Carril Izquierdo.



Problema: Fisuras en la plataforma de la vía.

Progresiva: 82+280, Carril Izquierdo.

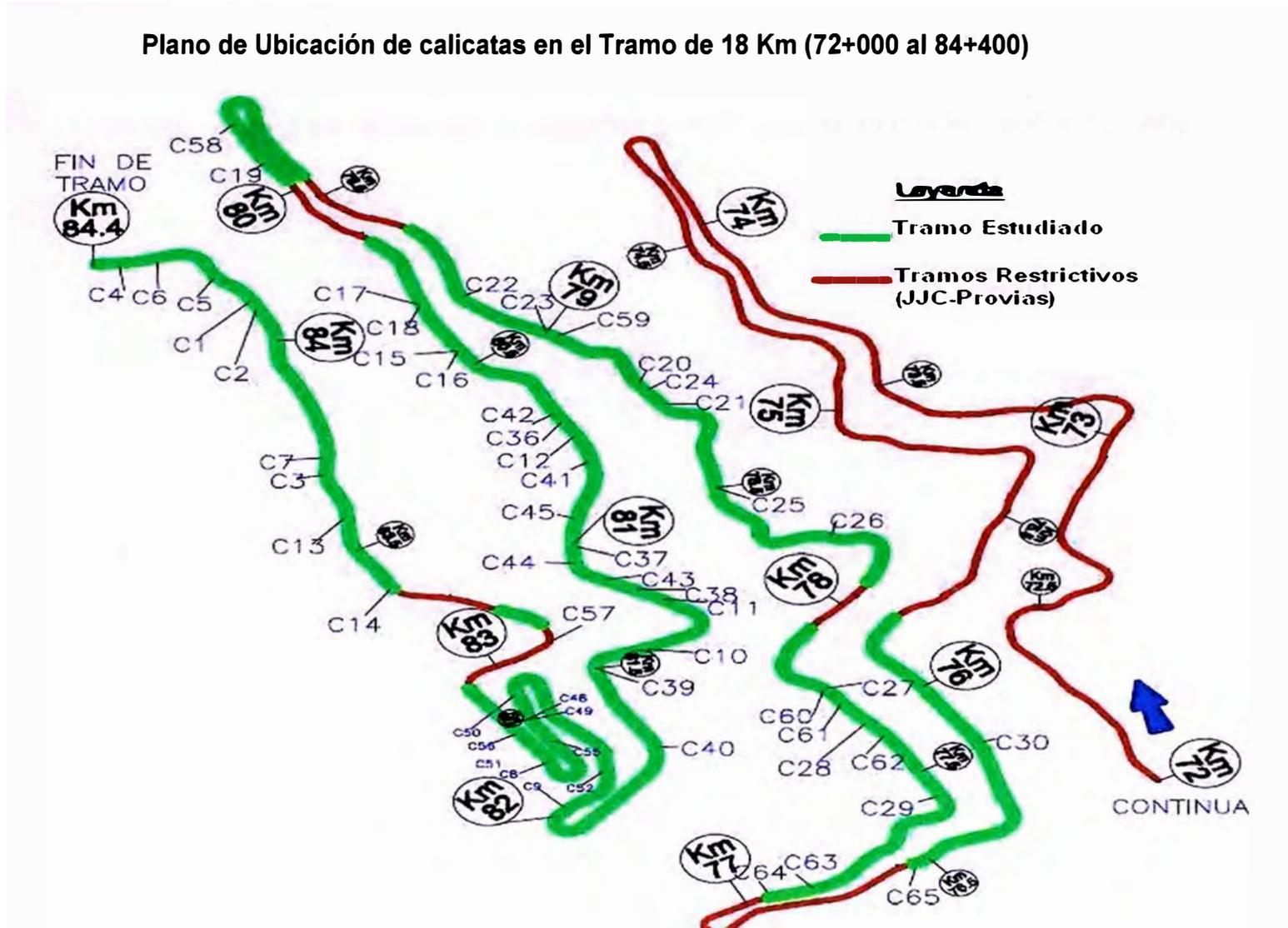
Inspección: Suelo subyacente gravoso, con estratos de material orgánico en descomposición (9).

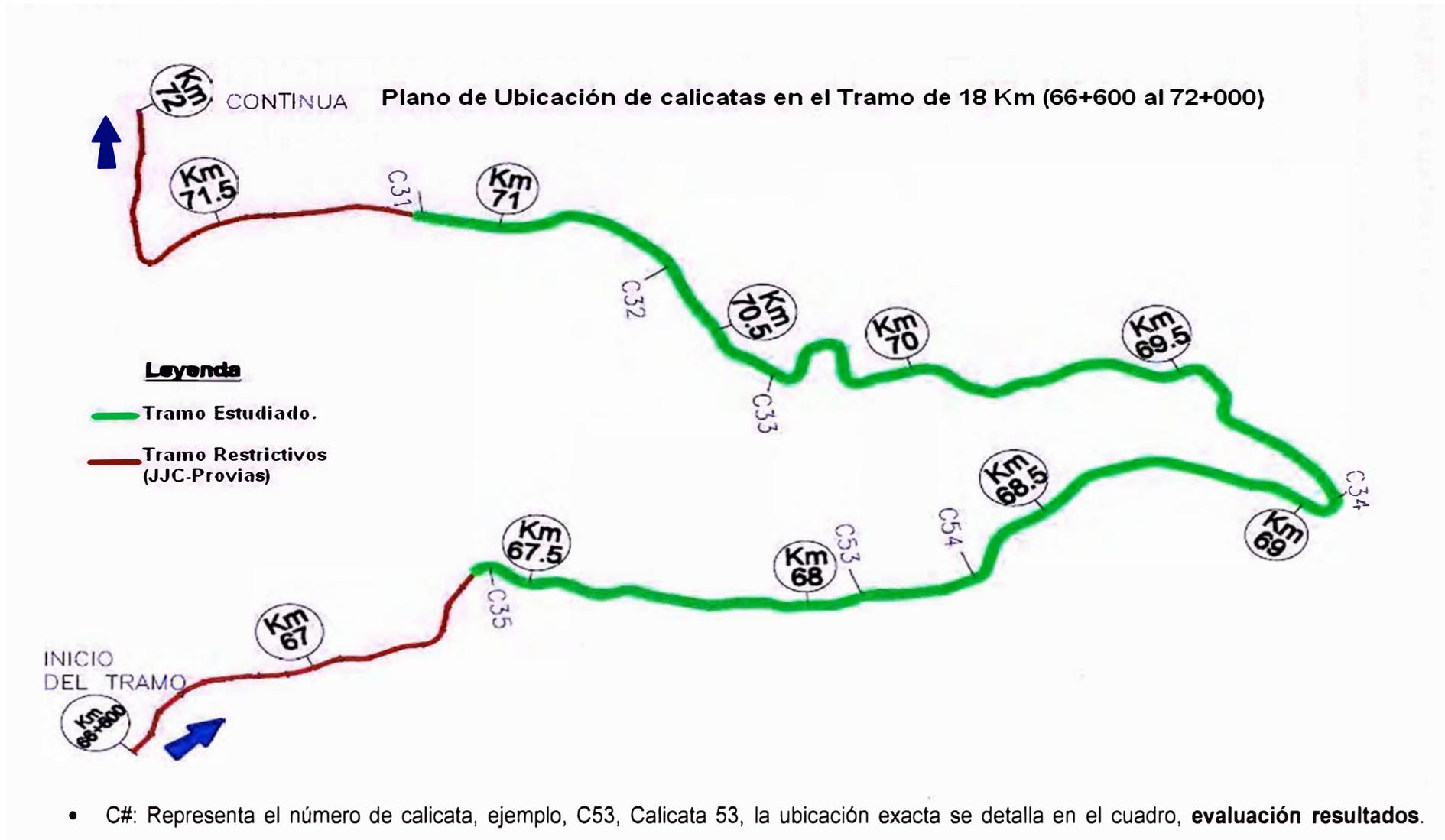
ANEXO B: PLANOS DE UBICACIÓN DE CALICATAS, RESULTADOS Y EVALUACION DE LA PLATAFORMA EXISTENTE EN EL TRAMO 18 Km.

Resultados y evaluación:

ORDENADO POR PROGRESIVAS		Factor de correccion por estacionalidad 1.2				Registro Visual
		LECTURAS DEL DIAL		Deflexion sin corregir	Deflexion corregida por estacionalidad	
		Primer Dial				
PROGRESIVA	CARRIL	0.01 mm		Do	Do	
		L-0	L-500	(0.01 mm)	(0.01 mm)	
67+420	IZQUIERDO	0	496	496	595	
68+100	IZQUIERDO	0	80	80	96	
68+300	DERECHO	0	54	54	65	
69+080	DERECHO	0	30	30	36	
70+360	IZQUIERDO	0	180	180	216	
70+660	IZQUIERDO	0	104	104	125	
71+140	IZQUIERDO	0	86	86	103	
76+150	DERECHO	0	70	70	84	
76+520	IZQUIERDO	0	120	120	144	
77+040	IZQUIERDO	0	110	110	132	
77+110	IZQUIERDO	0	60	60	72	
77+440	DERECHO	0	254	254	305	Fisuras
77+600	IZQUIERDO	0	106	106	127	
77+640	DERECHO	0	128	128	154	
77+700	IZQUIERDO	0	126	126	151	
77+740	DERECHO	0	540	540	648	Fisuras
77+740	IZQUIERDO	0	256	256	307	Fisuras
78+240	DERECHO	0	140	140	168	
78+500	DERECHO	0	86	86	103	
78+740	IZQUIERDO	0	220	220	264	Fisuras
78+780	DERECHO	0	48	48	58	
78+800	IZQUIERDO	0	90	90	108	Fisuras
78+980	DERECHO	0	160	160	192	Fisuras
79+000	DERECHO	0	670	670	804	Acolchonamiento
79+160	DERECHO	0	146	146	175	
79+820	DERECHO	0	102	102	122	Fisuras
79+920	DERECHO	0	206	206	247	Fisuras
80+340	DERECHO	0	140	140	168	
80+340	IZQUIERDO	0	80	80	96	
80+460	DERECHO	0	84	84	101	
80+460	IZQUIERDO	0	44	44	53	
80+680	DERECHO	0	60	60	72	
80+700	IZQUIERDO	0	720	720	864	Acolchonamiento
80+740	DERECHO	0	180	180	216	
80+800	IZQUIERDO	0	280	280	336	
80+940	IZQUIERDO	0	606	606	727	Acolchonamiento
81+000	DERECHO	0	80	80	96	
81+040	IZQUIERDO	0	30	30	36	
81+100	DERECHO	0	24	24	29	
81+160	IZQUIERDO	0	900	900	1080	Acolchonamiento
81+200	DERECHO	0	68	68	82	
81+400	DERECHO	0	68	68	82	Fisuras
81+500	IZQUIERDO	0	40	40	48	
81+700	IZQUIERDO	0	760	760	912	Acolchonamiento
82+020	IZQUIERDO	0	50	50	60	
82+140	IZQUIERDO	0	40	40	48	
82+280	IZQUIERDO	0	50	50	60	Fisuras
82+440	IZQUIERDO	0	108	108	130	
82+500	IZQUIERDO	0	580	580	696	Fisuras
82+500	DERECHO	0	30	30	36	
82+560	IZQUIERDO	0	42	42	50	
82+720	IZQUIERDO	0	86	86	103	
82+800	IZQUIERDO	0	60	60	72	
83+100	IZQUIERDO	0	54	54	65	
83+400	IZQUIERDO	0	99	99	119	
83+580	IZQUIERDO	0	36	36	43	
83+680	IZQUIERDO	0	144	144	173	
83+720	IZQUIERDO	0	90	90	108	
84+080	IZQUIERDO	0	54	54	65	
84+100	IZQUIERDO	0	74	74	89	
84+180	IZQUIERDO	0	74	74	89	
84+300	IZQUIERDO	0	22	22	26	
84+360	IZQUIERDO	0	66	66	79	

Plano de Ubicación de calicatas en el Tramo de 18 Km (72+000 al 84+400)





ANEXO C: CUADRO DE DATOS DE LA DEFLECTOMETRIA TOMADA.

Lecturas: Carril Izquierdo

 	
SUPERVISION	CONTRATISTA

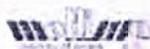
**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA ABRA MALAGA - ALFAMAYO	Factor de Correccion por Estacionalidad : 1.2
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO	Carga Eje : 4100
CARRIL : IZQUIERDO	Presion : 80
	Relacion brazos : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)		
		PRIMER DIAL						2 do DIAL	Do	D25	Do		D25	
		0.01 mm						0.01 mm	(0.01 mm)		(0.01 mm)			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150	L1						
65+000	19-08-08	0	4	8	10	15	22	0	44	36	53	43	325	
66+000	19-08-08	0	5	10	14	20	24	0	68	58	81	70	340	
66+500	19-08-08	0	10	20	30	40	60	0	120	100	144	120	108	
66+600	19-08-08	0	8	16	18	23	34	0	70	64	91	78	260	
66+500	19-08-08	0	4	7	10	12	16	0	33	24	38	29	229	
66+700	19-08-08	0	6	10	15	20	28	0	62	40	62	48	217	
66+720	19-08-08	0	5	10	14	17	20	0	40	30	48	36	260	
66+740	19-08-08	0	10	20	40	55	68	0	132	112	156	134	120	
66+780	19-08-08	0	5	10	15	20	24	0	65	58	82	70	240	
66+780	19-08-08	0	5	10	15	20	24	0	60	50	72	60	240	
66+800	19-08-08	0	5	10	15	20	27	0	54	44	65	54	260	
66+820	19-08-08	0	5	10	15	18	21	0	42	32	48	38	240	
66+840	19-08-08	0	10	15	25	30	40	0	60	60	80	72	130	
66+840	19-08-08	0	10	20	35	60	65	0	190	170	220	204	130	
66+880	19-08-08	0	8	9	14	18	24	0	48	38	58	46	260	
66+900	19-08-08	0	5	9	10	10	26	0	52	42	62	50	260	
66+920	19-08-08	0	8	15	30	42	75	0	150	134	180	161	160	
66+940	19-08-08	0	5	8	13	18	25	0	50	40	60	48	260	
66+960	19-08-08	0	5	8	14	19	20	0	50	40	60	48	260	
66+980	19-08-08	0	2	0	8	10	12	0	24	20	28	24	650	
67+000	19-08-08	0	4	7	12	18	26	0	62	44	62	50	328	
67+020	19-08-08	0	2	4	7	10	18	0	38	32	45	38	650	
67+040	19-08-08	0	4	8	7	8	12	0	24	18	20	18	308	
67+060	19-08-08	0	4	8	12	15	18	0	36	28	43	34	328	
67+080	19-08-08	0	4	8	12	15	18	0	34	24	36	28	260	
67+100	19-08-08	0	6	10	18	22	27	0	54	44	66	53	260	
67+106	19-08-08	0	8	15	25	35	54	0	100	85	130	118	260	
67+120	19-08-08	0	8	10	20	28	37	0	74	64	80	77	260	
67+128	19-08-08	0	5	10	20	40	60	0	120	110	144	133	260	
67+160	19-08-08	0	5	10	14	18	25	0	60	55	78	68	260	
67+180	19-08-08	0	5	10	18	20	26	0	56	46	62	52	260	
67+200	19-08-08	0	10	20	30	40	48	0	88	78	110	94	138	
67+220	19-08-08	0	10	20	28	35	43	0	82	68	102	78	138	
67+240	19-08-08	0	10	20	30	40	47	0	94	74	113	88	138	
67+260	19-08-08	0	10	20	40	68	65	0	130	110	180	152	138	
67+280	19-08-08	0	4	7	15	12	25	0	60	42	60	50	224	
67+280	19-08-08	0	4	7	10	18	27	0	64	42	60	50	224	
67+320		FALTA ANCHO							0					
67+340	19-08-08	0	5	10	18	27	37	0	74	64	90	77	260	
67+360	19-08-08	0	5	10	18	24	30	0	60	50	70	60	260	
67+380	19-08-08	0	10	20	30	38	44	0	82	65	105	88	138	
67+420	19-08-08	0	10	30	35	45	58	0	110	98	130	113	138	
67+420	19-08-08	0	10	100	100	200	225	248	472	298	485	456	138	
67+440	19-08-08	0	10	18	28	38	49	0	78	55	84	70	138	

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales s.a

SUPERVISION

CONTRATISTA

206

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

ABRA MALAGA - ALFAMAYO

Factor de Correccion por Estacionalidad

1.2

SECTOR TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

Carga Eje

4100

CARRIL IZQUIERDO

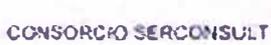
Presión

80

Relacion brazos

1:2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 do DIAL 0.01 mm L1	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corrección por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL 0.01 mm							D0	D25	D0	D25	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	
67+440		FALTA ANCHO											
67+480		FALTA ANCHO											
67+500		FALTA ANCHO											
67+520		FALTA ANCHO											
67+540		FALTA ANCHO											
67+560	15-06-08	0	3	6	10	15	22	3	40	34	48	41	434
67+580	18-08-08	0	4	8	13	21	30	0	60	52	73	62	388
67+600	18-08-08	0	4	7	10	15	25	0	50	42	60	50	328
67+620	18-08-08	0	5	10	15	20	28	0	45	38	53	43	298
67+640	18-08-08	0	5	10	15	18	25	0	50	42	50	45	288
67+660	18-08-08	0	4	7	10	13	18	0	36	28	42	34	328
67+680	18-08-08	0	3	6	8	12	18	0	36	30	43	38	434
67+700	18-08-08	0	3	6	8	12	18	0	30	30	43	38	434
67+720	18-08-08	0	5	10	20	30	45	0	80	70	98	84	288
67+740	18-08-08	0	1	3	5	7	10	0	20	18	24	22	1302
67+760	18-08-08	0	4	8	11	15	22	0	54	48	65	55	328
67+780	18-08-08	0	5	8	14	18	25	0	50	42	60	48	288
67+800	18-08-08	0	3	6	8	12	18	0	30	24	38	28	434
67+820	18-08-08	0	4	7	10	15	20	0	40	32	43	38	328
67+840	18-08-08	0	3	6	8	11	18	0	36	30	43	38	424
67+860	18-08-08	0	2	4	6	8	10	0	20	18	24	22	661
67+880	18-08-08	0	4	8	13	18	20	0	40	32	48	38	328
67+900	18-08-08	0	3	6	10	15	22	0	54	48	60	53	434
67+920	18-08-08	0	3	6	7	10	14	0	28	22	34	28	434
67+940	18-08-08	0	2	5	6	7	8	0	18	12	18	14	801
67+960	18-08-08	0	4	7	10	11	12	0	24	18	28	18	328
67+980	18-08-08	0	5	12	10	23	28	0	72	62	88	74	288
68+000	18-08-08	0	10	20	30	43	48	0	88	78	115	81	130
68+020	18-08-08	0	10	20	30	40	54	0	108	88	130	108	130
68+040	18-08-08	0	3	7	11	20	28	0	38	32	50	42	434
68+060	18-08-08	0	5	10	15	20	28	0	54	48	68	55	340
68+080	18-08-08	0	3	6	8	12	18	0	30	28	43	38	434
68+100	18-08-08	0	5	10	13	17	22	0	44	38	50	41	288
68+120	18-08-08	0	5	10	15	20	28	0	58	50	68	58	288
68+140	18-08-08	0	4	7	10	15	22	0	48	42	58	48	328
68+160	18-08-08	0	1	3	5	8	11	0	22	20	28	24	1302
68+180	18-08-08	0	4	7	13	18	22	0	40	32	48	38	328
68+200	18-08-08	0	5	11	18	24	30	0	60	50	72	60	288
68+220	18-08-08	0	3	6	8	12	18	0	30	24	38	28	434




SUPERVISION
CONTRATISTA
207

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacion : 1.2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relacion brazos : 1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL						2 do DIAL	D0	D25	D0	D25	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150	L1					
66+240	12-05-08	0	4	10	14	18	23	0	65	38	55	46	370
67+260	12-05-08	0	10	20	40	50	60	0	120	100	144	120	150
68+280	12-05-08	0	5	10	15	18	24	0	48	38	58	46	240
69+300	12-05-08	0	10	20	30	35	45	0	105	85	122	103	130
70+320	12-05-08	0	10	15	20	30	40	0	80	60	84	72	130
71+340	12-05-08	0	1	3	5	6	11	0	22	20	26	24	1302
72+360	12-05-08	0	4	7	11	15	20	0	40	30	48	39	328
73+380	12-05-08	0	3	7	11	13	16	0	32	28	34	31	434
74+400	12-05-08	0	2	4	6	13	15	0	30	25	38	31	601
75+420	12-05-08	0	8	8	13	18	22	0	44	34	53	41	700
76+440	12-05-08	0	3	6	8	12	15	0	30	24	38	29	434
77+460	12-05-08	0	4	7	11	16	22	0	44	38	50	45	326
78+480	12-05-08	0	4	6	10	20	28	0	52	44	62	55	326
79+500	12-05-08	0	4	6	15	20	27	0	54	48	65	55	325
80+520	12-05-08	0	1	3	5	7	8	0	18	16	22	18	1302
81+540	12-05-08	0	2	4	6	8	13	0	26	22	31	28	651
82+560	12-05-08	0	1	0	8	7	14	0	28	25	34	31	1302
83+580	12-05-08	0	1	3	5	7	10	0	20	18	24	22	1302
84+600	12-05-08	0	1	3	4	5	7	0	14	12	17	14	1302
85+620	12-05-08	0	4	7	11	13	16	0	32	24	38	29	328
86+640	12-05-08	0	4	8	14	15	20	0	50	42	60	50	326
87+660	12-05-08	0	4	7	12	17	22	0	44	38	53	43	326
88+680	12-05-08	0	4	8	14	17	20	0	44	38	53	43	326
89+700	12-05-08	0	2	4	7	8	10	0	30	18	24	19	651
90+720	12-05-08	0	2	4	6	8	10	0	20	16	24	18	651
91+740	12-05-08	0	2	6	8	11	14	0	28	24	34	28	651
92+760	12-05-08	0	2	8	12	17	20	0	40	30	48	34	650
93+780	12-05-08	0	4	8	10	12	17	0	34	26	41	31	328
94+800	12-05-08	0	8	8	15	18	21	0	42	32	50	38	290
95+820	12-05-08	0	8	8	14	20	24	0	58	48	67	55	290
96+840	12-05-08	0	3	5	8	12	13	0	34	30	41	39	434
97+860	12-05-08	0	1	3	5	6	8	0	18	14	19	17	1302
98+880	12-05-08	0	2	4	6	10	13	0	28	22	31	28	651
99+900	12-05-08	0	8	10	13	21	23	0	44	38	53	34	183
100+920	12-05-08	0	2	4	6	8	9	0	18	14	22	17	651
101+940	12-05-08	0	8	10	14	18	21	0	42	32	50	38	290
102+960	12-05-08	0	3	5	8	11	14	0	28	22	34	28	434
103+980	12-05-08	0	5	10	14	17	20	0	48	38	55	43	290
104+000	12-05-08	0	10	20	30	40	42	0	60	50	104	84	130
105+020	12-05-08	0	3	4	7	8	13	0	28	22	31	28	651
106+040	12-05-08	0	3	6	8	10	12	0	28	20	31	24	434
107+060	12-05-08	0	8	8	12	21	28	0	72	64	84	77	326
108+080	12-05-08	0	2	4	7	10	12	0	30	28	38	31	701
109+100	12-05-08	0	1	3	5	7	10	0	20	14	24	14	1302
110+120	12-05-08	0	2	3	5	7	10	0	20	14	24	14	1302

CONSORCIO SERCONSULT



SUPERVISION



JJC Contratistas Generales s.a

CONTRATISTA

209

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacionalidad 1.00
Carga Eje 80
Presión 80
Relacion brazos 1:2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						3 do DIAL 0.01 mm	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (ra)	
		PRIMER DIAL 0.01 mm							D0	D25	D0	D25		
		L-0	L-25	L-30	L-50	L-100	L-500							L1
70+040	18-05-06	0	18	15	25	30	40	8	80	58	95	72	138	
70+060	18-05-06	0	5	8	15	21	30	8	60	50	72	60	268	
70+080	18-05-06	2	2	2	8	12	14	3	28	22	34	26	434	
70+100	18-05-06	3	4	8	18	21	20	3	58	50	78	60	178	
70+120	18-05-06	0	4	8	12	15	20	0	46	32	48	38	328	
70+140	18-05-06	0	10	18	20	23	26	0	52	32	62	38	130	
70+160	18-05-06	8	10	20	25	30	28	0	58	38	70	48	178	
70+180	18-05-06	0	8	10	15	18	23		60	38	58	48	280	
70+200		BADEN												
70+220		FALTA ANCHO												
70+240	18-05-06	0	5	10	15	18	21	0	47	32	50	38	290	
70+260	18-05-06	0	5	10	15	20	30	8	60	50	72	60	260	
70+280	18-05-06	0	2	10	20	25	36	0	72	62	88	74	280	
70+300	18-05-06	8	4	8	12	15	18	0	34	30	46	38	328	
70+320	18-05-06	0	4	8	12	18	22	0	44	38	58	48	328	
70+340	18-05-06	0	10	20	30	35	38	0	78	58	88	67	130	
70+360	18-05-06	8	10	20	45	68	90	8	160	160	208	180	130	
70+380	18-05-06	0	5	12	18	23	24	8	48	38	58	48	260	
70+400	18-05-06	0	5	10	12	15	20	6	40	30	48	38	260	
70+420	18-05-06	0	5	10	15	25	33	0	66	58	78	67	260	
70+440	18-05-06	0	5	10	20	28	38	0	76	68	98	78	260	
70+460	18-05-06	0	4	8	12	15	18	0	38	28	48	38	328	
70+480	18-05-06	0	10	20	30	35	42	0	84	64	108	77	130	
70+500	18-05-06	0	4	8	14	18	18	0	38	30	48	38	328	
70+520	18-05-06	0	5	10	15	20	30	0	54	54	77	65	290	
70+540	18-05-06	8	8	10	15	20	24	0	48	38	58	48	260	
70+560	18-05-06	8	8	10	15	20	24	0	58	48	78	58	260	
70+580	18-05-06	0	4	8	12	15	26	0	48	42	60	48	328	
70+600		FALTA ANCHO												
70+620		FALTA ANCHO												
70+640		FALTA ANCHO												
70+660	18-05-06	0	10	20	30	40	52	0	104	84	128	108	130	
70+680	18-05-06	0	2	8	12	20	28	0	52	42	62	50	260	
70+700	18-05-06	0	8	10	15	20	28	0	58	48	67	58	260	
70+720		FALTA ANCHO												
70+740		FALTA ANCHO												
70+760		FALTA ANCHO												
70+780		FALTA ANCHO												
70+800		FALTA ANCHO												
70+820		FALTA ANCHO												
70+840	18-05-06	0	2	10	14	17	20	0	40	30	48	38	260	
70+860	18-05-06	0	4	8	12	17	25	0	50	42	60	50	328	
70+880	18-05-06	0	5	10	16	23	28	0	64	48	87	58	290	
70+900	18-05-06	0	5	8	12	15	17	0	54	34	68	38	260	
70+920	18-05-06	0	4	8	14	18	24	0	48	48	68	48	328	

FALTA 70+720 AL 70+820



CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales s.a

SUPERVISION

CONTRATISTA -- 2

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacionalidad : 2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relacion brazos : 1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							2 de DIAL 0.01 mm L1	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)	
		PRIMER DIAL								00	D25	00	D25		
		0.01 mm													
		L-0	L-25	L-50	L-60	L-100	L-150	L1		(0.01 mm)		(0.01 mm)			
70+840	19-06-06	0	4	9	18	22	27	0	64	48	65	58	300		
70+860	19-06-06	0	5	10	18	20	30	0	60	50	72	60	260		
70+880	19-06-06	0	5	9	14	23	29	0	58	48	70	58	260		
71+000	19-06-06	0	5	9	13	17	23	0	48	30	55	43	260		
71+020	19-06-06	0	10	15	20	25	31	0	62	42	74	50	130		
71+040	19-06-06	0	10	20	20	28	44	0	63	58	100	82	130		
71+060	19-06-06	0	5	10	20	25	34	0	68	58	82	70	260		
71+080	19-06-06	0	8	15	25	29	35	0	66	60	79	60	163		
71+100	19-06-06	0	5	10	14	18	22	0	44	34	53	41	260		
71+120	19-06-06	0	5	10	15	18	22	0	44	34	53	41	260		
71+140	19-06-06	0	10	20	30	38	45	0	68	65	100	79	130		
71+160	19-06-06	0	4	12	20	30	40	0	63	72	90	86	320		
71+180	19-06-06	0	5	9	12	15	16	0	32	22	20	26	260		
71+200	19-06-06	0	5	10	15	20	24	0	48	28	56	45	260		
71+220	19-06-06	0	5	10	18	24	30	0	60	50	72	60	260		
71+240	19-06-06	0	5	10	18	20	23	0	45	30	55	43	260		
71+260	19-06-06	0	5	10	15	20	24	0	48	38	58	46	260		
71+280	19-06-06	0	5	10	15	18	21	0	45	30	55	43	260		
71+300	19-06-06	0	9	13	18	20	26	0	58	49	70	58	260		
71+320	19-06-06	0	5	10	15	18	20	0	40	20	48	36	260		
71+340	19-06-06	0	5	10	15	20	27	0	54	44	65	53	260		
71+360	19-06-06	0	2	4	7	10	15	0	20	28	36	51	251		
71+380	19-06-06	0	4	7	12	15	20	0	40	32	48	38	228		
71+400	19-06-06	0	5	10	15	20	26	0	52	42	62	50	260		
71+420	19-06-06	0	10	15	18	22	24	0	48	28	68	54	130		
71+440	19-06-06	0	5	10	15	20	24	0	48	38	58	48	260		
71+460		FALTA ANCHO													
71+480	19-06-06	0	10	20	30	33	34	0	54	41	82	58	130		
71+500	19-06-06	0	10	20	30	40	42	0	58	78	118	94	130		
71+520		FALTA ANCHO													
71+540		FALTA ANCHO													
71+560		FALTA ANCHO													
71+580		FALTA ANCHO													
71+600	19-06-06	0	5	15	25	35	38	0	52	42	102	70	260		
71+620	19-06-06	0	14	20	28	35	44	0	68	60	108	72	93		
71+640	19-06-06	0	12	18	24	31	42	0	64	38	101	73	100		
71+660	19-06-06	0	17	18	21	27	35	0	52	38	84	43	77		
71+680	19-06-06	0	9	13	21	30	37	0	51	56	89	67	145		
71+700		FALTA ANCHO													
71+720	19-06-06	0	10	20	30	35	38	0	58	50	91	67	130		
71+740	19-06-06	0	9	12	25	35	40	0	60	70	98	84	260		
71+760	19-06-06	0	10	20	30	50	60	0	70	100	144	120	120		
71+780	19-06-06	0	4	10	15	25	42	0	48	30	101	91	328		
71+800	19-06-06	0	8	10	15	20	28	0	48	30	70	50	260		
71+820	19-06-06	0	10	20	30	40	48	0	52	72	72	72	260		

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales s.a

SUPERVISION

CONTRATISTA

2

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

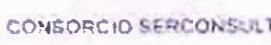
Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural



PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : IZQUIERDO

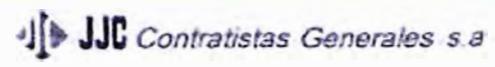
Factor de Corrección por Estacionalidad : 1.2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relación trazo : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DIAL 0.01 mm	DÉFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL							D ₀	D ₂₅	D ₀	D ₂₅	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500		L1	(0.01 mm)		(0.01 mm)	
71+683	18-06-06	0	8	15	25	35	50	0	100	90	120	108	260
71+800	18-06-06	0	4	8	12	18	17	0	34	28	41	31	326
71+880	18-06-06	0	8	12	13	20	20	0	40	30	48	36	260
71+900	18-06-06	2	8	12	20	27	35	0	59	54	64	63	167
71+920	18-06-06	0	4	10	15	22	44	0	88	80	106	90	320
71+940	18-06-06	0	10	15	20	25	50	0	82	40	72	48	130
71+960	18-06-06	6	8	10	18	25	34	0	69	53	67	70	260
71+980	18-06-06	0	5	12	20	25	30	0	60	50	72	60	260
72+000	18-06-06	0	8	15	20	25	40	0	80	70	96	84	260
72+020	18-06-06	0	5	10	15	20	22	0	44	34	55	41	260
72+040	18-06-06	0	8	10	20	25	39	0	70	68	94	82	260
72+060	18-06-06	0	2	6	15	18	26	0	52	45	62	58	621
72+080	18-06-06	0	6	10	18	20	34	0	68	54	82	70	260
72+100	18-06-06	0	5	10	15	20	29	0	50	43	70	58	260
72+120	18-06-06	0	3	8	10	15	19	0	38	33	43	39	434
72+140	18-06-06	0	3	6	8	12	14	0	22	26	28	31	434
72+160	18-06-06	0	3	8	8	11	12	0	24	18	20	22	434
72+180	18-06-06	0	5	6	8	12	15	0	30	24	28	29	434
72+200	18-06-06	0	3	8	8	12	16	0	30	26	28	31	434
72+220	18-06-06	0	8	0	18	18	24	0	60	48	56	46	260
72+240	18-06-06	0	8	10	18	20	27	0	70	44	65	50	260
72+260	18-06-06	0	3	8	8	11	16	0	30	29	38	31	434
72+280	18-06-06	0	4	8	12	18	21	0	40	34	50	41	309
72+300	18-06-06	0	2	4	6	10	12	0	24	20	29	24	651
72+320	18-06-06	0	3	5	16	13	16	0	30	26	28	31	434
72+340	18-06-06	0	3	8	12	16	20	0	40	34	48	41	434
72+360	18-06-06	0	3	6	9	12	15	0	30	24	35	29	434
72+380	18-06-06	0	3	6	9	12	15	0	30	26	38	31	434
72+400	18-06-06	0	5	10	15	20	28	0	60	42	62	50	260
72+420	18-06-06	0	5	10	20	26	31	0	60	52	74	62	260
72+440	18-06-06	0	8	10	15	25	34	0	68	58	82	70	260
72+460	18-06-06	0	5	10	15	20	23	0	48	38	58	43	260
72+480	18-06-06	0	4	8	15	20	25	0	40	32	48	38	260
72+500	18-06-06	0	8	10	15	25	31	0	60	52	74	62	260
72+520	18-06-06	0	4	8	15	20	22	0	40	38	53	43	326
72+540	18-06-06	0	3	6	8	12	15	0	30	24	30	29	434
72+560	18-06-06	0	1	2	3	4	5	0	10	8	12	10	1303
72+580	18-06-06	0	2	6	8	10	11	0	20	18	26	19	434
72+600	18-06-06	0	2	4	5	8	10	0	20	18	24	19	651
72+620	18-06-06	0	5	10	15	20	22	0	40	34	50	41	260
72+640		BADÉN											
72+660	18-06-06	0	2	4	6	8	10	0	20	18	26	19	651
72+680	18-06-06	0	3	6	8	12	16	0	30	24	38	31	434
72+700	18-06-06	0	2	4	5	8	10	0	20	18	24	19	651
72+720	18-06-06	0	4	8	12	14	20	0	40	32	48	41	326



CONSORCIO SERCONSULT

SUPERVISION



JJC Contratistas Generales s.a

CONTRATISTA

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural



PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : IZQUIERDO

Factor de Corrección por Estacionamiento : 1.2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relación brazos : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 do DIAL 0.01 mm L1	DEFLEXIONES EN CORREGID		corregidas por estacionamiento		Rc (mm)	
		PRIMER DIAL 0.01 mm							D0	D2E	Dc	D2S		
		L 0	L 25	L 50	L 75	L 100	L 500		(0.01 mm)		(0.01 mm)			
72-740	19-06-08	0	2	2	6	11	20	0	40	36	46	41	651	
72-760		FALTA ANCHO												
72-780	19-06-08	0	1	3	5	7	10	0	50	18	24	22	1300	
72-800		FALTA ANCHO												
72-820		FALTA ANCHO												
72-840	19-06-08	0	4	3	10	12	16	0	25	24	36	29	326	
72-860	19-06-08	0	1	3	5	7	9	0	18	16	22	18	1300	
72-880	19-06-08	0	3	6	9	12	20	0	40	24	48	41	634	
72-900		FALTA ANCHO												
72-920		FALTA ANCHO												
72-940		FALTA ANCHO												
72-960	19-06-08	0	11	12	27	27	41	0	62	60	72	72	118	
72-980	19-06-08	0	10	15	27	24	34	0	68	48	55	56	130	
73-000	19-06-08	0	11	18	25	22	41	0	62	50	72	72	118	
73-020	19-06-08	0	8	10	18	28	31	0	62	48	72	62	163	
73-040	19-06-08	0	8	10	18	28	28	0	72	46	72	62	162	
73-060		BACHEO												
73-080		BACHEO												
73-100	19-06-08	0	13	15	18	24	24	0	58	48	55	55	130	
73-120		FALTA ANCHO												
73-140		FALTA ANCHO												
73-160		FALTA ANCHO												
73-180	19-06-08	0	4	3	12	14	14	0	28	20	34	24	325	
73-200		FALTA ANCHO												
73-220	19-06-08	0	2	4	3	12	16	0	36	22	43	33	651	
73-240	19-06-08	0	5	2	12	16	13	0	50	20	38	24	260	
73-260		FALTA ANCHO												
73-280	19-06-08	0	5	10	15	20	21	0	54	44	55	53	240	
73-300	19-06-08	0	5	10	13	25	21	0	62	62	62	62	260	
73-320	19-06-08	0	5	10	16	26	21	0	62	42	50	50	280	
73-340	19-06-08	0	4	5	10	13	21	0	42	34	50	41	326	
73-360	19-06-08	0	2	2	2	2	28	0	32	28	28	34	651	
73-380	19-06-08	0	1	1	6	7	18	0	26	26	42	41	1300	
73-400	19-06-08	0	4	4	10	16	21	0	42	34	50	41	326	
73-420	19-06-08	0	3	7	12	14	22	0	44	38	53	46	434	
73-440	19-06-08	0	4	10	15	20	21	0	42	34	50	41	326	
73-460	19-06-08	0	3	6	8	12	17	0	34	28	41	34	434	
73-480	19-06-08	0	4	10	15	20	22	0	54	38	55	47	326	
73-500	19-06-08	0	3	16	25	30	34	0	70	60	72	72	162	
73-520	19-06-08	0	2	12	20	20	41	0	60	52	58	56	260	
73-540	19-06-08	0	4	8	8	18	22	0	44	38	53	43	326	
73-560	19-06-08	0	2	13	12	12	19	0	32	26	33	31	434	
73-580	19-06-08	0	1	1	4	1	1	0	18	14	18	17	1300	
73-600	19-06-08	FALTA ANCHO												
73-620	19-06-08	0	1	1	1	1	1	0	18	14	18	17	1300	

CONSORCIO SERCONSULT

JJC Contratistas Generales S.A

SUPERVISION

CONTRATISTA

217

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ersayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

ARRA MALAGA - ALFAMAYO

Factor de Correccion por Estacional 1,2

SECTOR: TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

Carga Eje 4100

CARRIL: IZQUIERDO

Fresion 80

Relacion brazos 1,2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES		corregidas por estacionalidad		Rc (m)	
		PRIMER DIAL						2 do DIAL		BIN CORREGIR			
		0.01 mm						0.01 mm		Do D25			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L1	(0.01 mm)		(0.01 mm)		
77+140	19-06-06	0	5	10	20	30	43	0	90	92	72	69	290
77+160	19-06-06	0	10	20	30	40	40	0	80	60	72	72	130
77+180	19-06-06	0	15	20	40	50	64	0	128	108	130	130	130
77+200	19-06-06	0	5	10	15	20	20	0	68	48	58	58	290
77+220	19-06-06	0	5	10	20	25	32	0	64	54	65	65	290
77+240	19-06-06	0	5	9	11	11	17	0	22	12	25	14	290
77+260	19-06-06	0	5	10	15	17	17	0	34	24	41	29	290
77+280	19-06-06	0	5	10	15	20	27	0	64	44	55	55	290
77+300													
77+320													
77+340													
77+360													
77+380													
77+400													
77+420	19-06-06	0	5	10	15	17	18	0	38	28	43	21	290
77+440	19-06-06	0	5	10	15	20	31	0	62	52	62	62	290
77+460	19-06-06	0	5	10	15	25	29	0	50	40	48	48	290
77+480	19-06-06	0	10	20	30	40	48	0	92	72	86	86	130
77+500	19-06-06	0	10	20	30	35	39	0	72	52	70	70	130
77+520	19-06-06	0	5	10	15	20	22	0	64	74	69	69	290
77+540	19-06-06	0	5	5	12	14	15	0	30	20	26	24	290
77+560	19-06-06	0	10	20	35	45	50	0	110	90	105	105	130
77+580	19-06-06	0	10	15	30	40	45	0	90	70	84	84	130
77+600	19-06-06	0	10	30	40	50	62	0	106	86	102	102	130
77+620	19-06-06	0	5	10	15	20	32	0	64	54	69	69	290
77+640	19-06-06	0	5	10	15	20	28	0	52	42	50	50	290
77+660	19-06-06	0	5	10	15	20	25	0	50	40	48	48	290
77+680	19-06-06	0	10	20	25	27	27	0	64	54	61	61	130
77+700	19-06-06	0	10	30	50	64	63	0	128	86	102	102	130
77+720	19-06-06	0	10	30	50	58	60	0	120	100	120	120	130
77+740	19-06-06	0	10	40	60	80	108	0	208	208	283	283	130
77+760	19-06-06	0	10	20	40	50	59	0	118	88	113	113	130
77+780	19-06-06	0	5	20	30	45	62	0	124	114	137	137	290
77+800	19-06-06	0	2	4	7	10	17	0	34	30	41	36	290
77+820	19-06-06	0	5	10	20	25	32	0	64	54	65	65	290
77+840	19-06-06	0	10	20	30	40	55	0	110	90	108	108	130
77+860	19-06-06	2	5	3	15	20	28	0	30	40	40	40	290
77+880													
77+900													
77+920													
77+940													
77+960													
77+980													
78+000													

FALTA 77+300 AL 77+400




SUPERVISION
CONTRATISTA

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

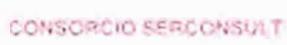
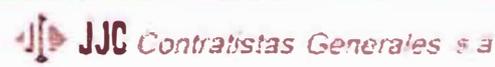
Ensayos con Viga Benkelman - Tráfico Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
 ABRA MALAGA - ALFAMAYO Factor de Correccion por Estacionalidad 1,2
 SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO Carga Eje 4100
 CARRIL : IZQUIERDO Presión 80
Relacion brazos 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 do DIAL 4,01 mm L1	DEFLEXIONES		corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL 0,01 mm							SIN CORREGIR		Do D25		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150		D0	D25	Do	D25	
78+200													
78+240	19-06-06	0	4	8	12	15	21	0	42	34	20	41	225
78+260	19-06-06	0	5	8	13	17	23	0	45	36	23	43	200
78+280	19-06-06	0	5	10	14	17	26	0	52	42	27	50	200
78+300	19-06-06	0	5	8	14	17	22	0	44	34	20	41	280
78+320	19-06-06	0	4	7	10	12	18	0	38	28	17	34	225
78+340	19-06-06	0	10	18	18	28	20	0	52	30	23	35	130
78+360	19-06-06	0	5	10	14	17	23	0	48	36	23	43	200
78+380	19-06-06	0	10	15	20	25	22	0	54	44	27	53	130
78+400	19-06-06	0	10	20	25	30	23	0	60	46	30	55	130
78+420	19-06-06	0	10	20	25	30	25	0	70	50	30	60	130
78+440	19-06-06	0	10	15	20	27	34	0	56	40	27	55	130
78+460	19-06-06	0	10	15	20	25	34	0	58	42	27	56	130
78+480	19-06-06	0	0	10	20	25	32	0	54	44	27	60	260
78+500	19-06-06	0	0	10	20	30	32	0	64	54	30	73	200
78+520	19-06-06	0	0	5	5	12	18	0	26	20	13	28	434
78+540	19-06-06	0	5	7	10	15	23	0	48	36	23	43	260
78+560	19-06-06	0	2	4	4	8	10	0	20	16	10	19	651
78+580	19-06-06	0	1	2	4	8	10	0	20	18	14	22	1300
78+600	19-06-06	0	2	4	7	9	11	0	22	18	13	22	651
78+620	19-06-06	0	5	10	15	20	24	0	48	38	23	48	260
78+640	19-06-06	0	5	8	14	18	24	0	48	38	23	45	0
78+660	19-06-06	0	5	10	15	18	23	0	40	30	18	35	260
78+680	19-06-06	0	5	10	15	20	23	0	45	34	23	43	0
78+700	19-06-06	0	5	10	15	20	20	0	40	30	18	36	260
78+720	19-06-06	0	10	20	25	28	35	0	50	38	23	38	130
78+740	19-06-06	0	15	25	40	50	110	0	220	180	100	220	87
78+760	19-06-06	0	5	10	15	20	32	0	54	44	27	55	260
78+780	19-06-06	0	5	10	20	30	40	0	60	50	30	64	260
78+800	19-06-06	0	10	20	30	40	45	0	60	50	30	64	130
78+820	19-06-06	0	4	8	8	10	12	0	24	18	11	19	228
78+840	19-06-06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	651
78+860	19-06-06	0	5	10	15	18	20	0	40	30	18	35	260
78+880	19-06-06	0	10	15	20	25	0	50	40	25	30	130	

FALTA 77+880 AL 78+220



SUPERVISION
CONTRATISTA

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

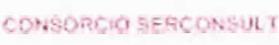
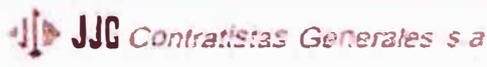
PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
 ARRA MALAGA - ALFAMAYO
 SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
 CARRIL : IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacional : 1.2
 Carga Eje : 4000
 Presion : 60
 Relacion brazos : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 ^{do} DIAL 0.01 mm L1	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		correctadas por estacionalidad		Rc (mm)
		PRIMER DIAL 0.01 mm							D0	D25	D0	D25	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150		(0.01 mm)		(0.01 mm)		
78+900	19-06-06	0	5	10	15	20	30	0	40	30	48	38	290
78+920	19-06-06	0	2	5	5	10	13	0	26	22	31	26	657
78+940	19-06-06	0	5	10	15	20	22	0	44	34	53	41	290
78+960	19-06-06	0	5	10	12	15	19	0	38	28	48	34	290
78+980	19-06-06	0	3	6	8	14	20	0	40	34	48	41	434
79+000	19-06-06	0	10	20	30	40	50	0	106	88	102	102	130
79+020	19-06-06	0	5	8	12	15	23	0	46	36	55	43	290
79+040	19-06-06	0	3	5	7	10	15	0	30	24	35	29	434
79+060	19-06-06	0	10	15	25	35	40	0	92	72	98	88	130
79+080	19-06-06	0	5	10	15	25	33	0	56	36	75	67	290
79+100	19-06-06	0	5	5	12	18	24	0	48	38	65	46	290
79+120	19-06-06	0	5	10	15	20	25	0	70	60	72	72	290
79+140	19-06-06	0	5	10	20	30	42	0	84	74	88	88	290
79+160	19-06-06	0	5	10	15	20	27	0	34	44	50	50	290
79+180	19-06-06	0	5	8	12	17	26	0	50	40	60	48	290
79+200	19-06-06	0	5	10	15	20	29	0	58	48	65	55	217
79+220	19-06-06	0	5	7	10	15	20	0	40	30	48	36	290
79+240	19-06-06	0	4	5	13	20	26	0	50	42	60	50	328
79+260	19-06-06	0	5	8	15	20	27	0	54	44	65	53	290
79+280	19-06-06	0	5	10	15	20	23	0	45	36	55	43	290
79+300	19-06-06	0	5	10	20	25	26	0	50	40	60	45	202
79+320	19-06-06	0	5	10	15	20	32	0	64	54	75	65	290
79+340													
79+360													
79+380													
79+400													
79+420													
79+440													
79+460													
79+480													
79+500													
79+520													
79+540													
79+560													
79+580													
79+600													
79+620	19-06-06	0	5	10	15	17	22	0	44	34	63	41	290
79+640	19-06-06	0	5	10	15	25	30	0	60	50	70	60	262
79+660	19-06-06	0	10	15	25	30	38	0	72	60	80	60	130
79+680	19-06-06	0	5	5	8	12	17	0	34	28	41	34	434
79+700	19-06-06	0	5	8	8	10	14	0	28	22	34	26	924
79+720	19-06-06	0	5	2	5	5	9	0	16	16	22	16	1320
79+740	19-06-06	0	4	5	7	8	8	0	18	15	22	17	328
79+760	19-06-06	0	5	5	10	10	12	0	32	25	35	28	290

FALTA 79+340 AL 79+600



SUPERVISOR
CONTRATISTA

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Tiempo Natural

PROYECTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
 ASRA MALAGA - ALFAMAYO
 SECCION: TRAMO II: CARRIZALES - ALFAMAYO
 CARRE: IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacional: 1.2
 Carga Eje: 4100
 Presion: 80
 Relacion brazos: 1.2

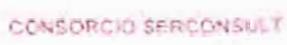
Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							DEFLESIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc (m)	
		PRIMER DIAL							2do DIAL	Do	D25	Do		D25
		0.01 mm							0.01 mm	(0.01 mm)		(0.01 mm)		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L1	(0.01 mm)		(0.01 mm)			
79+750	19-06-08	0	10	15	20	30	38	0	76	55		67	120	
79+800	19-06-08	0	10	20	24	28	28	0	58	38		45	130	
79+820	19-06-08	0	40	60	80	150	180	0	360	280		339	83	
79+840	19-06-08	0	40	60	80	130	120	0	260	280		308	84	
79+860														
79+880														
79+900														
79+920														
79+940														
79+960														
80+000														
80+020														
80+040														
80+060														
80+080														
80+100														
80+120														
80+140														
80+160														
80+180														
80+200														
80+220														
80+240														
80+260	19-08-08	0	4	7	10	15	20	0	40	37		45	326	
80+280		FALTA ANCHO												
80+300		FALTA ANCHO												
80+320	19-08-08	0	6	10	15	18	25	0	32	40		48	217	
80+340	19-08-08	0	10	20	25	30	40	0	60	60		72	130	
80+360	19-08-08	0	5	10	15	20	32	0	48	54		66	240	
80+380	19-08-08	0	10	15	18	20	25	0	30	30	60	36	130	
80+400	19-08-08	0	3	6	8	10	21	0	42	38	50	40	404	
80+420	19-08-08	0	10	20	40	60	62	0	120	106		127	130	
80+440	19-08-08	0	40	60	80	110	140	0	280	208		247	33	
80+460	19-08-08	0	5	10	14	18	27	0	44	28	57	34	153	
80+480	19-08-08	0	5	10	15	20	31	0	42	52		62	280	
80+500	19-08-08	0	5	10	15	18	23	0	48	38	58	43	250	
80+520	19-08-08	0	10	15	20	22	24	0	52	32		38	126	
80+540	19-08-08	0	30	150	220	300	300	0	360	650		720	18	
80+560		FALTA ANCHO												
80+580		FALTA ANCHO												
80+600		FALTA ANCHO												
80+620	19-08-08	0	10	20	30	40	64	0	100	88		116	140	
80+640	19-08-08	0	20	30	40	60	7	0	140	112		148	85	

FALTA 79+840 AL 80+240

CONSORCIO SERCONSULT - SUTLMA
 Carretera Carrizales - Alfamayo

 JEFE DE SUPERVISION






SUPERVISION **CONTRATISTA**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
 ABRA MALAGA - ALFAMAYO
 SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
 CARRIL : QUIMERDO

Factor de Corrección por Estacionalidad : 2
 Carga Eje : 100
 Presión : 80
 Relación brazos : 1 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							DEFLECCIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Ira (mm)	
		PRIMER DIAL							2 do DIAL	Do	D25	Do		D25
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150	L-200	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm	0.01 mm		
60+660		FALTA ANCHO												
60+680	19-05-06	0	50	60	80	110	145	0	290	140		228	26	
60+700	19-05-06	0	10	150	200	250	300	0	720	700		646	130	
60+720	19-05-06	0	0	10	15	25	35	0	70	65		72	260	
60+740	19-05-06	0	10	15	20	30	40	N	80	60		72	130	
60+760	19-05-06	0	10	15	20	25	32	0	64	44		63	130	
60+780	19-05-06	0	15	20	40	45	63	0	106	76		81	87	
60+800	19-05-06	0	40	60	80	110	130	0	260	180		215	33	
60+820	19-05-06	0	20	40	60	100	115	N	230	190		228	60	
60+840		FALTA ANCHO												
60+860		FALTA ANCHO												
60+880	19-05-06	0	0	10	20	30	45	0	60	60		66	260	
60+900	19-05-06	0	10	20	30	40	48	0	80	76		81	130	
60+920	19-05-06	0	5	10	15	25	35	0	66	56		67	260	
60+940	19-05-06	0	60	150	210	280	300	0	606	426		511	14	
60+960	19-05-06	0	10	20	30	36	44	0	68	56		62	130	
60+980	19-05-06	0	10	15	20	30	38	0	76	56		67	130	
61+000	19-05-06	0	10	20	25	30	36	0	70	50		60	130	
61+020	19-05-06	0	10	25	35	40	48	0	28	6	31	7	130	
61+040	19-05-06	0	20	40	70	80	110	0	270	100		216	66	
61+060	19-05-06	0	8	10	15	20	28	0	68	48		55	260	
61+080	19-05-06	0	5	10	20	25	30	0	60	50		60	260	
61+100	19-05-06	0	5	10	10	20	25	0	50	40	60	45	260	
61+120	19-05-06	0	10	25	30	25	30	0	80	60		68	130	
61+140	19-05-06	0	50	70	100	150	190	0	380	296		365	25	
61+160	19-05-06	0	100	200	300	360	450	0	600	700		640	13	
61+180	19-05-06	0	10	15	20	25	27	0	64	44		63	130	
61+200	19-05-06	0	10	20	40	65	62	0	164	144		173	130	
61+220	19-05-06	0	10	20	40	60	67	0	134	114		127	130	
61+240	19-05-06	0	10	20	40	45	57	0	114	94		113	130	
61+260	19-05-06	0	5	10	15	20	30	0	60	50		60	260	
61+280		B	A	D	E	N								
61+300		B	A	D	E	N								
61+320	19-05-06	0	2	4	8	12	18	0	36	30	43	28	661	
61+340	19-05-06	0	2	4	7	9	13	0	36	30	28	24	661	
61+360	19-05-06	0	2	3	3	15	25	0	40	34	48	11	434	
61+380	19-05-06	0	3	10	15	20	30	0	60	50		60	260	
61+400	19-05-06	0	2	4	7	18	18	0	36	36	36	31	661	
61+420	19-05-06	0	3	5	5	12	15	0	30	24	36	29	434	
61+440	19-05-06	0	2	3	3	16	14	0	38	32	34	28	434	
61+460	19-05-06	0	1	2	3	7	10	0	25	15	24	22	1300	
61+480	19-05-06	0	1	2	3	7	10	0	25	15	24	22	434	
61+500	19-05-06	0	1	2	3	7	10	0	25	15	24	22	434	
61+520	19-05-06	0	1	2	3	7	10	0	25	15	24	22	434	




SUPERVISION **CONTRATISTA**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : IZQUIERDO

Factor de Correccion por Estacional : 1,2
Carga Eje : 4100
Presión : 50
Relacion brazos : 1 - 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							DEFLESIONES		corregidas por estacionabilidad		Rc (mm)	
		PRIMER DIAL							2 do DIAL	SIN CORREGIR		Do		D25
		0.01 mm							0.01 mm	(0.01 mm)				
L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L-150	L-1	Do	D25	Do	D25			
81+540	19-06-06	0	5	10	20	30	40	0	50	70	84	260		
81+560	19-06-06	0	2	4	7	10	18	0	36	32	43	651		
81+580	19-06-06	0	3	6	8	10	13	0	26	20	21	434		
81+600	19-06-06	0	5	10	14	20	26	0	51	47	50	250		
81+620	19-06-06	0	2	6	10	15	20	0	40	34	45	434		
81+640	19-06-06	0	5	8	12	15	22	0	44	34	51	280		
81+660	19-06-06	0	5	10	14	18	23	0	44	34	51	260		
81+680	AL CANTARILLA													
81+700	19-06-06	0	100	190	290	310	360	0	760	690	672	15		
81+720	19-06-06	0	10	20	30	38	42	0	64	64	77	130		
81+740														
81+760														
81+780														
81+800														
81+820														
81+840														
81+860	19-06-06	0	7	10	16	20	26	0	76	36	61	260		
81+880	19-06-06	0	2	4	7	9	12	0	24	20	24	651		
81+900	19-06-06	0	3	6	7	8	10	0	28	14	24	434		
81+920	19-06-06	0	4	7	8	11	14	0	23	20	34	226		
81+940	19-06-06	0	5	10	15	18	20	0	40	30	45	280		
81+960	19-06-06	0	30	50	60	100	110	0	340	290	126	43		
81+980	19-06-06	0	20	40	60	110	140	0	280	240	280	65		
82+000	19-06-06	0	5	8	12	14	15	0	30	26	26	260		
82+020	19-06-06	0	5	10	15	20	22	0	30	40	45	260		
82+040	19-06-06	0	5	9	12	15	15	0	30	20	30	280		
82+060	19-06-06	0	5	10	15	18	19	0	35	25	45	260		
82+080	19-06-06	0	5	8	12	15	16	0	35	25	42	260		
82+100	19-06-06	0	5	10	15	20	23	0	45	35	35	43		
82+120	19-06-06	0	5	10	15	20	25	0	50	60	72	250		
82+140	19-06-06	0	5	10	15	20	20	0	40	30	45	260		
82+160	19-06-06	0	2	5	8	11	15	0	22	25	35	651		
82+180	19-06-06	0	1	2	4	7	12	0	24	22	28	26		
82+200	19-06-06	0	2	4	7	9	12	0	24	20	29	24		
82+220	19-06-06	0	5	8	10	12	15	0	30	25	35	24		
82+240	19-06-06	0	5	8	10	12	14	0	28	18	24	22		
82+260	19-06-06	0	5	8	10	12	15	0	24	14	25	17		
82+280	19-06-06	0	5	10	12	15	20	0	30	40	45	250		
82+300														
82+320														
82+340														
82+360														
82+380														
82+400	19-06-06	0							32	45	35	526		

FALTA 81+740 AL 81+840

FALTA 82+300 AL 82+380



CONSORCIO SERCONSULT

JJC Contratistas Generales S.a

SUPERVISION

CONTRATISTA

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

22

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

ABRAMALAGA - ALFAMAYO

Factor de Corrección por Estacionalidad

1.2

SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

Carga Eje

4100

CARRIL : IZQUIERDO

Presión

80

Relacion brazos

1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						I de DIAL 0.01 mm	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		corregidas por estacionalidad		Rc Std
		PRIMER DIAL							D0	D25	D0	D25	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-200						
82+420	19-06-06	0	5	10	13	15	20	0	40	35	48	38	250
82+440	19-06-06	0	10	20	30	40	54	0	108	88	108	108	130
82+460	19-06-06	0	5	10	12	15	18	0	38	28	43	31	260
82+480	19-06-06	0	5	10	15	20	26	0	52	42	50	50	260
82+500	19-06-06	0	100	150	200	250	290	0	580	380	456	456	13
82+520	19-06-06	0	5	10	15	20	23	0	48	38	48	43	290
82+540	19-06-06	0	10	20	30	35	44	0	68	68	82	82	130
82+560	19-06-06	0	5	10	13	15	21	0	42	32	40	38	280
82+580	19-06-06	0	2	5	8	12	16	0	30	20	42	38	651
82+600													
82+620													
82+640													
82+660													
82+680													
82+700	19-06-06	0	5	10	15	25	27	0	54	44	50	50	290
82+720	19-06-06	0	10	20	30	35	42	0	82	66	78	78	130
82+740	19-06-06	0	5	10	15	20	20	0	40	30	48	38	260
82+760	19-06-06	0	2	4	6	8	8	0	18	12	19	14	651
82+780	19-06-06	0	10	15	20	23	25	0	50	30	60	38	130
82+800	19-06-06	0	10	20	25	30	30	0	60	40	48	48	130
82+820													
82+840													
82+860	19-06-06	0	4	8	12	15	18	0	38	28	42	34	326
82+880	19-06-06	0	5	10	12	16	18	0	38	28	42	31	260
82+900													
82+920													
82+940	19-06-06	0	1	3	4	5	6	0	12	10	14	12	1302
82+960	19-06-06	0	1	3	3	3	4	0	8	6	10	7	1302
82+980	19-06-06	0	1	2	2	3	4	0	8	6	10	7	1302
83+000	19-06-06	0	2	4	5	6	7	0	14	10	17	12	651
83+020	19-06-06	0	2	4	6	6	7	0	14	10	17	12	651
83+040	19-06-06	0	2	4	6	6	8	0	16	14	22	17	651
83+060	19-06-06	0	3	6	8	10	12	0	24	18	28	22	474
83+080	19-06-06	0	3	6	8	11	13	0	22	18	26	19	434
83+100	19-06-06	0	5	10	15	20	27	0	54	44	52	52	290
83+120	19-06-06												
83+140	19-06-06												
83+160	19-06-06												
83+180	19-06-06												
83+200	19-06-06												
83+220	19-06-06												
83+240	19-06-06												
83+260	19-06-06												
83+280	19-06-06												
83+300	19-06-06												

FALTA 82+600 AL 82+680

FALTA 83+120 AL 83+320

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales S.A

SUPERVISOR

CONTRATISTA

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural



PROYECTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

ABRA MALAGA - ALFAMAYO

Factor de Corrección por Estacion: 1.2

SECTOR: TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

Carga Eje: 4100

CARRIL: IZQUIERDO

Presión: 80

Relación Bracos: 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						Defl. Dial (0.01 mm)	DEFLEASIONES SIN CORREGIR		Cargadas por estacionabilidad		F _c (psi)	
		PRIMER DIAL							D ₀	D ₀₅	D ₀₁	D ₀₅		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500							L1
83+300	19-06-08													
83+320	19-06-08													
83+340	19-06-08	0	2	4	5	7	9	0	10	14	22	17	651	
83+360	19-06-08	0	2	4	5	8	7	0	14	16	17	12	651	
83+380	19-06-08	0	3	5	10	12	14	0	26	15	34	22	260	
83+400	19-06-08	0	10	20	25	40	45	0	56	19	74	34	130	
83+420	19-06-08	0	5	10	20	25	40	0	60	20	74	34	280	
83+440		ALCANTARILLA												
83+460	19-06-08	0	5	10	20	30	30	0	78	36	96	40	150	
83+480	19-06-08	0	5	10	15	15	25	0	50	40	60	40	75	
83+500											43	34	326	
83+520	19-06-08	0	5	10	20	30	45	0	50	60	74	34	260	
83+540	19-06-08	0	10	15	20	25	35	0	70	50	74	60	180	
83+560	19-06-08	0	4	7	10	15	21	0	42	34	50	41	326	
83+580	19-06-08	0	4	7	9	12	18	0	35	25	43	24	306	
83+600	19-06-08	0	5	10	15	20	32	0	65	58	74	37	230	
83+620	19-06-08	0	5	15	25	30	35	0	70	54	74	65	150	
83+640	19-06-08	0	5	10	15	19	25	0	45	36	50	42	260	
83+660	19-06-08	0	10	20	30	40	45	0	80	70	96	34	130	
83+680	19-06-08	0	10	25	30	45	72	0	144	124	149	149	130	
83+700	19-06-08	0	10	15	20	30	42	0	64	54	74	77	130	
83+720	19-06-08	0	5	10	20	30	45	0	40	60	74	66	290	
83+740	19-06-08	0	5	10	20	25	35	0	70	60	74	72	240	
83+760	19-06-08	0	10	15	18	30	35	0	50	35	50	36	130	
83+780		FALTA ANCHO												
83+800	19-06-08	0	10	15	20	24	30	0	60	40	74	45	130	
83+820	19-06-08	0	5	11	20	25	30	0	60	50	74	60	250	
83+840	19-06-08	0	10	20	30	40	50	0	100	80	96	96	130	
83+860	19-06-08	0	5	10	20	25	31	0	55	55	74	57	280	
83+880	19-06-08	0	7	14	20	25	30	0	60	45	74	55	180	
83+900	19-06-08	0	10	15	20	25	30	0	65	46	74	55	130	
83+920	19-06-08	0	5	5	7	8	13	0	24	20	27	24	434	
83+940	19-06-08	0	2	5	8	15	15	0	35	25	38	21	651	
83+960	19-06-08	0	5	10	20	30	40	0	60	54	74	77	180	
83+980	19-06-08	0	5	10	20	30	35	0	78	68	96	79	260	
84+000	19-06-08	0	4	8	15	20	27	0	54	44	74	52	260	
84+020	19-06-08	0	2	5	7	9	12	0	24	20	28	24	651	
84+040	19-06-08	0	10	15	20	25	31	0	60	42	74	60	130	
84+060	19-06-08	0	5	15	20	25	28	0	55	45	74	55	250	
84+080	19-06-08	0	4	10	15	20	27	0	54	45	74	55	226	
84+100	19-06-08	0	7	10	20	30	37	0	74	54	96	77	280	
84+120	19-06-08	0	5	15	20	25	28	0	55	45	74	55	230	
84+140	19-06-08	0	5	7	12	15	18	0	35	25	43	31	260	
84+160	19-06-08	0	5	10	15	20	24	0	57	37	74	55	230	

CONSORCIO SERCONSULT	
SUPERVISION	CONTRATISTA

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

225

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO :	REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA	Factor de Correccion por Estacionalidad :	1.2
	ARRA MALAGA - ALFAMAYO	Carga Eje	4100
SECTOR :	TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO	Presión	80
CARRIL :	IZQUIERDO	Relacion Brazos	1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL							DEFLESIONES				Rc (mm)
		PRIMER DIAL							2 no DIAL		corregidas por estacionalidad		
		0.01 mm							0.01 mm		0.01 mm		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-125	L-150	L1	D0	D25	D0	
84-180	19-06-06	0	5	10	20	20	17	0	74	64	77	65	265
84-195	19-06-06	0	2	8	10	20	23	0	46	42	50	50	651
84-200	19-06-06	0	2	4	8	8	8	0	10	12	10	14	651
84-220		A	L	C	A	N	T	A					
84-240	19-06-06	0	4	8	20	25	33	0	65	53	70	70	326
84-260	19-06-06	0	4	10	15	20	28	0	56	42	50	50	326
84-280	19-06-06	0	2	4	8	8	10	0	20	16	24	19	651
84-300	19-06-06	0	1	3	8	8	11	0	22	20	26	24	1300
84-320	19-06-06	0	5	18	15	20	23	0	46	36	55	43	260
84-340	19-06-06	0	5	10	13	18	22	0	44	34	52	41	260
84-360	19-06-06	0	5	10	15	20	33	0	56	56	67	67	240
84-380	19-06-06	0	4	10	12	18	26	0	40	32	48	38	305
84-400	19-06-06	0	4	8	13	18	26	0	52	44	53	53	320

[Handwritten signature]



CONSORCIO SERCONSULT - MALAGA
Ing. Pedro Terry Muñoz
JEFE DE SUPERVISION

Lecturas: Carril Derecho.

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC Contratistas Generales S.A.**
SUPERVISION 225
CONTRATISTAS

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
OBRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL DERECHO

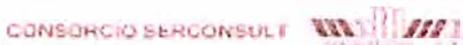
Factor por Estacion
Carga Eje
Presión
Relación brazos 1 - 2



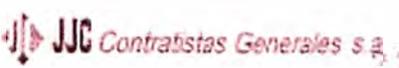
Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR		deflexiones corregidas por estacionalidad		Rc (m)	
		PRIMER DIAL					2 do DIAL	Do	D25	Do	D25		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L ₁	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		(0.01 mm)
58+800	20/06/2006	0	5	10	15	20	25	0	52	40	60	48	260
58+820	20/06/2006	0	5	10	15	20	25	0	64	54	77	60	265
58+840	20/06/2006	0	10	20	35	45	60	0	122	100	144	120	130
58+860	20/06/2006	0	10	20	22	23	24	0	44	24	54	34	130
58+880	20/06/2006	0	5	10	15	18	25	0	50	40	60	48	260
58+900	20/06/2006	0	5	10	15	20	25	0	52	40	62	48	277
58+920	20/06/2006	0	5	9	11	10	21	0	43	32	50	38	260
58+940	20/06/2006	0	10	20	45	65	65	0	130	110	185	152	130
58+960	20/06/2006	0	10	23	25	25	43	0	60	60	103	78	304
58+980	20/06/2006	0	5	8	8	10	14	0	28	22	34	26	434
58+800	20/06/2006	0	5	10	15	18	22	0	44	34	55	41	260
58+820	20/06/2006	0	5	8	11	20	21	0	50	46	67	50	270
58+840	20/06/2006	0	15	15	21	43	62	0	124	94	149	113	47
58+860	20/06/2006	0	2	7	9	10	12	0	24	14	29	17	250
58+880	20/06/2006	0	4	7	5	10	11	0	22	14	29	17	226
58+900	20/06/2006	0	5	8	14	18	20	0	40	30	48	30	290
58+920	20/06/2006	0	5	10	15	18	20	0	46	38	54	46	290
58+940	20/06/2006	0	5	5	8	10	12	0	34	18	29	22	434
58+960	20/06/2006	0	5	15	20	20	41	0	60	38	106	64	260
58+980	20/06/2006	0	10	22	4	60	65	0	170	150	204	180	132
58+000	20/06/2006	0	18	15	20	25	35	0	70	38	64	46	61
57+820	20/06/2006	0	5	7	10	14	18	0	38	20	43	31	260
57+840	20/06/2006	0	5	5	8	12	10	0	32	26	38	31	404
57+860	20/06/2006	0	5	10	20	23	35	0	70	60	84	72	260
57+880	20/06/2006	0	25	20	40	50	65	0	120	92	158	110	55
57+900	20/06/2006	0	1	20	5	6	10	0	24	22	29	20	1000
57+920	20/06/2006	0	5	10	14	17	21	0	42	32	50	38	260
57+940	20/06/2006	0	10	20	30	32	42	0	60	30	104	64	130
57+960	20/06/2006	0	10	15	20	27	38	0	70	50	91	67	130
57+980	20/06/2006	0	10	15	20	25	37	0	74	54	80	61	136
57+200	20/06/2006	0	5	6	9	12	16	0	32	26	34	27	434
57+220	20/06/2006	0	10	16	25	28	34	0	58	48	62	58	130
57+240	20/06/2006	0	10	16	20	24	24	0	58	48	62	58	130
57+260	20/06/2006	0	5	10	14	18	22	0	46	34	53	41	260
57+280	20/06/2006	0	5	10	18	17	21	0	43	32	50	38	260
57+300	20/06/2006	0	5	8	12	18	21	0	42	32	50	38	260
57+320													
57+340													
57+360	20/06/2006	0	4	7	10	15	20	0	40	30	48	37	320
57+380	20/06/2006	0	4	7	8	10	12	0	34	28	35	29	320
57+400	20/06/2006	0	20	40	60	60	100	0	210	170	240	194	65
57+420	20/06/2006	0	5	9	14	19	20	0	50	42	62	50	292
57+440	20/06/2006	0	10	20	30	40	51	0	102	82	122	88	130
57+460													
57+480													
57+500													
57+520													
57+540													
57+560													
57+580													
57+600													

MATERIAL ACUMULADO DERRUMBE

ING. CONTROL DE CALIDAD ING. RESIDENTE ING. SUPERVISOR



CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales S.A.

SUPERVISION
CONTRATISTAS

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : DERECHO

Factor por Estrada
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relacion brazos : 1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLESIONES SIN		Deflecciones corregidas		Rc (m)	
		PRIMER DIAL						CORREGIR		por elasticidad			
		0.01 mm						0.01 mm		0.01 mm			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L ₁	D ₀	D ₂₅	D ₀		D ₂₅
67+040	20/06/2006	0	6	13	20	25	32	0	68	59	79	60	503
67+060	20/06/2006	0	5	7	9	12	12	0	24	14	29	17	249
67+080	20/06/2006	0	1	3	5	7	9	0	16	10	20	13	150
67+100	20/06/2006	0	4	7	10	12	15	0	30	25	40	34	224
67+120	20/06/2006	0	4	7	10	15	23	0	40	38	55	48	328
67+140	20/06/2006	0	4	5	10	15	22	0	44	36	55	43	325
67+160	20/06/2006	0	3	5	8	12	17	0	34	28	41	34	234
67+180	20/06/2006	0	10	20	30	39	55	0	120	115	170	157	1000
67+200	20/06/2006	0	3	5	8	10	10	0	24	18	29	22	151
67+220	20/06/2006	0	4	8	10	11	16	0	30	22	43	34	228
67+240	20/06/2006	0											
67+260	20/06/2006	0	4	6	8	10	13	0	28	18	31	22	154
67+280	20/06/2006	0	6	8	10	14	16	0	32	24	36	28	198
67+300	20/06/2006	0	1	2	3	4	5	0	16	8	12	10	100
67+320	20/06/2006	0	5	8	12	15	18	0	36	28	43	37	260
67+340	20/06/2006	0	5	10	15	15	23	0	46	38	55	45	300
67+360	20/06/2006	0	5	10	20	25	35	0	70	60	81	72	490
68+000	20/06/2006	0	10	15	25	30	40	0	80	60	81	72	490
68+020	20/06/2006	0	7	3	4	5	9	0	18	10	21	15	100
68+040	20/06/2006	0	3	7	10	20	28	0	30	20	37	28	180
68+060	20/06/2006	0	10	20	30	40	55	0	110	100	130	120	750
68+080	20/06/2006	0	3	5	8	10	10	0	24	14	24	17	120
68+100	20/06/2006	0	10	15	20	25	35	0	60	50	65	57	360
68+120	20/06/2006	0	5	8	10	15	20	0	40	30	48	38	260
68+140	20/06/2006	0	5	10	15	18	27	0	54	44	65	53	370
68+160	20/06/2006	0	4	7	10	15	23	0	46	38	55	48	320
68+180	20/06/2006	0	3	8	10	15	19	0	38	32	46	38	260
68+200	20/06/2006	0	7	7	7	8	10	0	20	10	24	18	101
68+220	20/06/2006	0	1	3	6	10	14	0	28	16	34	21	130
68+240	20/06/2006	0	1	2	3	4	5	0	16	8	12	10	100
68+260	20/06/2006	0	1	3	4	5	10	0	20	18	24	22	130
68+280	20/06/2006	0	4	7	9	11	18	0	38	30	46	38	260
68+300	20/06/2006	0	5	10	15	18	27	0	54	44	65	53	360
68+320	20/06/2006	0	10	20	30	45	27	0	84	74	95	81	510
68+340	20/06/2006	0	4	7	8	11	10	0	30	18	24	14	100
68+360	20/06/2006	0	2	4	5	8	8	0	18	14	20	17	101
68+380	20/06/2006	0	3	4	7	10	15	0	20	16	20	17	101
68+400	20/06/2006	0	5	10	15	20	28	0	40	30	46	38	260
68+420	20/06/2006	0	3	6	10	17	20	0	30	24	40	30	180
68+440	20/06/2006	0	3	5	8	10	24	0	40	32	50	40	260
68+460	20/06/2006	0	4	6	10	17	20	0	30	24	40	30	180
68+480	20/06/2006	0	5	10	20	30	40	0	60	50	80	60	400
68+500	20/06/2006	0	4	6	10	13	21	0	40	34	50	41	260
68+520	20/06/2006	0	3	4	6	8	10	0	20	16	24	18	101
68+540	20/06/2006	0	3	5	8	10	21	0	40	30	46	42	260
68+560	20/06/2006	0	5	10	15	20	28	0	58	48	67	55	360
68+580	20/06/2006	0	10	20	30	45	45	0	84	74	107	87	510
68+600	20/06/2006	0	20	30	40	60	60	0	150	150	180	180	800
68+620	20/06/2006	0	4	10	15	20	20	0	40	34	50	41	260
68+640	20/06/2006	0	5	10	20	30	30	0	70	60	80	70	460
68+660	20/06/2006	0	20	30	40	60	60	0	140	140	180	180	800

MATERIAL ACUMULADO FALTA ANCHO

ING CONTROL DE CALIDAD

ING RESIDENTE

ING SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales S2A2 S

SUPERVISION

CONTRATISTAS

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

Factor por Estacion

ABRA MALAGA - ALFAMAYO

Carga Eje

SECTOR TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

Presión

CARRIL DERECHO

Relacion Brazos

1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2 do DIAL	DEFLEXIONES SIN		deflexiones corregidas		IIC (m)
		PRIMER DIAL							CORREGIR		por estacionalidad		
		0.01 mm							00	D25	00	D25	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500		L ₁	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	
66+680	20/09/2006	0	5	10	20	20	20	0	72	62	69	74	260
66+700		DERRUMBE											
66+720	20/09/2006	0	2	5	8	12	22	0	44	40	51	48	451
66+740	20/09/2006	0	2	4	7	11	16	0	22	20	28	24	251
66+760	20/09/2006	0	2	4	7	11	16	0	24	48	50	58	424
66+780	20/09/2006	0	5	10	20	20	20	0	100	60	120	108	262
66+800	20/09/2006	0	3	4	7	10	14	0	20	24	34	29	281
66+820	20/09/2006	0	10	20	40	60	18	0	150	138	182	163	130
66+840	20/09/2006	0	10	20	30	35	40	0	80	72	110	80	130
66+860	20/09/2006	0	10	20	35	45	51	0	100	87	122	98	130
66+880	20/09/2006	0	10	20	30	45	50	0	124	104	149	125	130
66+900													
66+920		MATERIAL ACUMULADO FALTA ANCHO											
66+940	20/09/2006	0	0	0	14	17	22	0	44	34	51	41	260
66+960	20/09/2006	0	10	20	40	50	64	0	128	108	154	130	130
66+980	20/09/2006	0	5	10	15	20	20	0	20	40	67	55	260
66+000	20/09/2006	0	0	10	20	20	40	0	60	70	84	84	260
66+020	20/09/2006	0	4	5	8	10	11	0	20	14	20	17	200
66+040		BACEN											
66+060		BACEN											
66+080		FALTA CORTE											
66+100	20/09/2006	0	5	10	15	20	24	11	68	50	82	70	260
66+120	20/09/2006	0	5	10	20	30	34	12	78	56	91	79	260
66+140	20/09/2006	0	10	15	20	30	42	0	84	64	101	77	130
66+160	20/09/2006	0	10	20	40	50	72	0	144	124	173	149	130
66+180	20/09/2006	0	0	0	12	15	21	0	40	30	50	43	424
66+200	20/09/2006	0	10	20	40	50	63	0	120	104	154	127	130
66+220	20/09/2006	0	0	0	10	12	17	0	34	24	41	29	260
66+240	20/09/2006	0	0	10	15	20	20	0	60	50	72	60	260
66+260	20/09/2006	0	0	10	20	20	20	0	78	60	91	79	260
66+280													
66+300													
66+320													
66+340													
66+360													
66+380													
66+400													
66+420													
66+440													
66+460		FALTA CORTE DE TALUD											
66+480													
66+500													
66+520													
66+540													
66+560													
66+580													
66+600													
66+620													
66+640													
66+660	20/09/2006	0	0	0	10	10	20	0	70	50	80	70	424
66+680	20/09/2006	0	0	0	10	10	20	0	70	50	80	70	424
66+700	20/09/2006	0	0	0	10	10	20	0	70	50	80	70	424

ING CONTROL DE CALIDAD

ING RESIDENTE

ING SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC** Contratistas Generales S.A. 2012

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terrazo Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : DERECHO

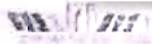
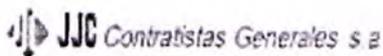
Factor por Estacion : 1.2
Carga Eje : 4100
Presion : 80
Relacion brazos : 1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR		deflexiones corregidas por estacionalidad		Rc (mm)	
		PRIMER DIAL					2 do DIAL	CORREGIR		por estacionalidad			
		0.01 mm						0.01 mm	D0	D25	D0		D25
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L1	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		(0.01 mm)
66+700	20/09/2006	0	8	17	25	25	25	0	52	34	02	41	148
66+740	20/09/2006	0	8	16	15	18	22	0	44	30	03	43	220
66+760	20/09/2006	0	10	19	25	33	25	0	72	50	04	58	100
66+780	20/09/2006	0	9	23	23	28	27	0	54	35	05	43	145
66+800	20/09/2006	0	10	28	22	25	25	11	62	37	02	38	135
66+820									0	0	0	0	
66+840									0	0	0	0	
66+860									0	0	0	0	
66+880									0	0	0	0	
66+900									0	0	0	0	
66+920									0	0	0	0	
66+940									0	0	0	0	
66+960									0	0	0	0	
66+980									0	0	0	0	
70+000									0	0	0	0	
70+020									0	0	0	0	
70+040									0	0	0	0	
70+060									0	0	0	0	
70+080									0	0	0	0	
70+100									0	0	0	0	
70+120									0	0	0	0	
70+140									0	0	0	0	
70+160									0	0	0	0	
70+180									0	0	0	0	
70+200									0	0	0	0	
70+220									0	0	0	0	
70+240									0	0	0	0	
70+260									0	0	0	0	
70+280									0	0	0	0	
70+300									0	0	0	0	
70+320									0	0	0	0	
70+340									0	0	0	0	
70+360									0	0	0	0	
70+380									0	0	0	0	
70+400									0	0	0	0	
70+420									0	0	0	0	
70+440									0	0	0	0	
70+460									0	0	0	0	
70+480									0	0	0	0	
70+500									0	0	0	0	
70+520									0	0	0	0	
70+540									0	0	0	0	
70+560									0	0	0	0	
70+580									0	0	0	0	
70+600									0	0	0	0	
70+620									0	0	0	0	
70+640									0	0	0	0	
70+660									0	0	0	0	
70+680									0	0	0	0	
70+700									0	0	0	0	
70+720									0	0	0	0	
70+740									0	0	0	0	
70+760									0	0	0	0	
70+780									0	0	0	0	
70+800									0	0	0	0	

FALTA CORTE DE TALUD

ING CONTROL DE CALIDAD ING RESIDENTE ING SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT   23

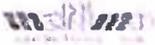
SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO	REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA	Factor por Estacion	1.7
	ABRA MALAZA - ALFAMAYO	Carga Eje	4100
SECTOR	TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO	Presión	80
CARRIL	DERECHO	Relacion brazos	1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR				deflexiones corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL			2 do DIAL			CORREGIR		por estacionalidad				
		0.01 mm						0.01 mm		Do		D25		
		L-0	L-25	L-50	L-100	L-500	L ₁	(0.01 mm)	(5.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)			
73+500								0	0	0	0			
73+500								0	0	0	0			
73+500								0	0	0	0			
73+540								0	0	0	0			
73+900								0	0	0	0			
73+980								0	0	0	0			
74+000								0	0	0	0			
74+020								0	0	0	0			
74+340								0	0	0	0			
74+350								0	0	0	0			
74+360								0	0	0	0			
74+370								0	0	0	0			
74+380								0	0	0	0			
74+390								0	0	0	0			
74+400								0	0	0	0			
74+410								0	0	0	0			
74+420								0	0	0	0			
74+430								0	0	0	0			
74+440								0	0	0	0			
74+450	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	60	50	70	60	200	
74+460	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	54	54	41	28	280	
74+470	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	42	28	42	200	
74+480	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	40	20	200	
74+490	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	40	20	50	38	280	
74+500	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	38	28	42	31	280	
74+510	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	72	62	28	74	280	
74+520	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	80	50	72	60	280	
74+530	20/06/2006	0	10	20	25	30	35	0	70	50	84	66	100	
74+540	20/06/2006	0	10	20	30	40	44	0	88	88	100	80	100	
74+550	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	58	48	67	55	280	
74+560	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+570	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+580	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+590	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+600	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+610	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+620	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+630	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+640	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+650	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+660	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+670	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+680	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+690	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+700	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+710	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+720	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+730	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+740	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+750	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+760	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+770	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+780	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+790	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+800	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+810	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+820	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+830	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+840	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+850	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+860	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+870	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+880	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+890	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+900	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+910	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+920	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+930	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+940	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+950	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+960	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+970	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+980	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1000	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1010	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1020	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1030	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1040	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1050	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1060	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1070	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1080	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1090	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1100	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1110	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1120	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1130	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1140	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1150	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1160	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1170	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1180	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1190	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1200	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1210	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1220	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1230	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1240	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1250	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1260	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1270	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1280	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1290	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1300	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1310	20/06/2006	0	5	10	15	20	30	0	50	40	50	48	200	
74+1320														

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC Contratistas Generales S.A.**

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
OBRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : DERECHO

Factor por Estacion

Carga Eje

Presion

Relacion brazos

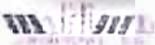


Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN		deflexiones corregidas		Rc (m)	
		PRIMER DIAL					2 do DIAL	CORREGIR		por estacionabilidad			
		0.01 mm					0.01 mm	D0	D25	D0	D25		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		(0.01 mm)
74+920	20/06/2009	0	9	10	12	12	12	0	24	14	25	17	260
74+940	20/06/2009	0	5	10	12	13	16	0	32	22	31	26	250
74+960	20/06/2009	0	18	20	30	37	45	0	60	60	68	72	170
74+980	20/06/2009	0	4	8	10	11	11	0	22	14	28	17	526
75+000	20/06/2009	0	5	10	20	30	43	0	60	78	103	87	200
75+020	20/06/2009	0	5	10	15	20	28	0	52	42	52	52	265
75+040	20/06/2009	0	5	10	15	20	30	0	60	50	72	30	265
75+060	20/06/2009	0	2	7	11	15	18	0	30	20	38	24	265
75+080	20/06/2009	0	2	4	6	8	12	0	24	20	29	24	651
75+100	20/06/2009	0	5	10	15	20	27	0	44	34	53	41	260
75+120	20/06/2009	0	5	10	15	20	27	0	44	34	53	41	260
75+140	20/06/2009	0	2	4	6	8	8	0	15	12	19	14	651
75+160	20/06/2009	0	10	15	20	25	25	0	50	30	60	30	170
75+180	20/06/2009	0	5	10	15	20	24	0	48	38	58	48	240
75+200	20/06/2009	0	5	10	15	20	30	0	60	50	72	60	280
75+220	20/06/2009	0	5	10	15	20	30	0	60	50	72	60	280
75+240	20/06/2009	0	5	10	15	18	20	0	48	38	48	30	280
75+260	20/06/2009	0	5	10	15	20	25	0	50	40	60	48	280
75+280	20/06/2009	0	5	10	15	18	20	0	48	38	48	30	280
75+300	20/06/2009	0	5	10	15	18	20	0	48	38	48	30	280
75+320	20/06/2009	0	5	10	15	18	20	0	48	38	48	30	280
75+340	20/06/2009	0	5	10	15	20	25	0	50	40	60	48	280
75+360	20/06/2009	0	5	10	15	18	21	0	42	35	50	38	280
75+380	20/06/2009	0	5	10	12	15	18	0	36	28	48	31	280
75+400	20/06/2009	0	5	10	15	20	25	0	50	40	60	48	280
75+420	20/06/2009	0	5	4	6	8	10	0	30	18	24	10	651
75+440	20/06/2009	0	2	4	6	8	11	0	22	18	28	22	651
75+460	20/06/2009	0	4	15	18	18	18	0	36	28	35	31	280
75+480	20/06/2009	0	2	4	6	8	10	0	20	18	24	10	651
75+500	20/06/2009	0	4	8	12	14	15	0	30	22	38	28	520
75+520	20/06/2009	0	2	4	6	8	10	0	20	18	24	10	651
75+540	20/06/2009	0	2	4	6	8	8	0	18	12	18	14	651
75+560	20/06/2009	0	2	4	6	8	8	0	16	12	18	14	651
75+580	20/06/2009	0	2	4	6	8	8	0	12	8	14	10	651
75+600	20/06/2009	0	2	4	6	6	8	0	12	8	14	10	651
75+620	20/06/2009	0	2	4	4	4	4	0	8	4	10	5	651
75+640	20/06/2009	0	2	4	6	8	8	0	16	12	18	14	651
75+660	20/06/2009	0	5	10	12	14	14	0	28	18	34	23	280
75+680	20/06/2009	0	2	4	4	4	4	0	8	4	10	5	651
75+700	20/06/2009	0	5	8	12	14	15	0	38	28	43	31	280
75+720	20/06/2009	0	4	8	12	14	14	0	28	22	34	24	328
75+740	20/06/2009	0	2	4	6	12	12	0	24	20	29	28	651
75+760	20/06/2009	0	4	8	8	8	8	0	16	8	18	10	651
75+780	20/06/2009	0	2	4	8	10	10	0	20	16	24	10	651
75+800	20/06/2009	0	4	8	12	16	18	0	32	24	29	29	328
75+820	20/06/2009	0	4	8	12	14	18	0	30	28	43	34	328
75+840	20/06/2009	0	5	10	15	20	20	0	44	34	53	47	280
75+860	20/06/2009	0	10	20	30	40	60	0	100	80	120	70	170
75+880	20/06/2009	0	4	10	15	20	25	0	40	30	53	43	280
75+900	20/06/2009	0	5	10	15	18	18	0	36	28	43	37	280
75+920	20/06/2009	0	5	10	15	20	25	0	40	30	53	43	280
75+940	20/06/2009	0	5	10	15	18	18	0	36	28	42	37	280

ING. CONTROL DE CALIDAD

ING. RESIDENTE

ING. SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC Contratistas Generales s.a** 23

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

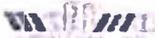
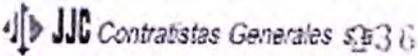
Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : DERECHO

Factor por Estación : 1.2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relación brazos : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN		deflexiones corregidas		Rc (m)	
		PRIMER DIAL						CORREGIR		por estacionalidad			
		0.01 mm						0.01 mm		0.01 mm			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	D0	D25	D0	D25		
73+000	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	44	24	63	41	200
73+010	20/04/2008	0	3	10	15	15	15	0	35	20	50	24	200
73+020	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+030	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+040	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+050	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+060	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+070	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+080	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+090	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+100	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+110	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+120	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+130	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+140	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+150	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+160	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+170	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+180	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+190	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+200	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+210	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+220	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+230	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+240	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+250	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+260	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+270	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+280	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+290	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+300	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+310	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+320	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+330	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+340	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+350	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+360	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+370	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+380	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+390	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+400	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+410	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+420	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+430	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+440	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+450	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+460	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+470	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+480	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+490	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+500	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+510	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+520	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+530	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+540	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+550	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+560	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+570	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+580	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+590	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+600	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+610	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+620	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+630	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+640	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+650	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+660	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+670	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+680	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+690	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+700	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+710	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+720	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+730	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+740	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+750	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+760	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+770	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+780	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+790	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+800	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+810	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+820	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+830	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+840	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+850	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+860	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+870	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+880	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+890	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200
73+900	20/04/2008	0	3	10	15	20	25	0	35	20	50	24	200

ING. CONTROL DE CALIDAD ING. RESIDENTE ING. SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT  

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

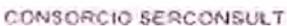
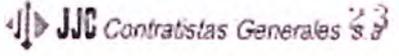
**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA Factor pnr Estacion : 1.2
 AERA MALAGA - ALFAMAYO Carga Eje : 4100
 SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO Presion : 80
 CARRIL : DERECHO Relacion brazos : 1 : 2

Progresivo (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEPLECIONES SW		deflexiones corrigidas		Nc (mm)	
		PRIMER DIAL						CORREGIR		por estacionalidad			
		0.01 mm						0.01 mm		0.01 mm			
		L-0	L-5	L-30	L-50	L-100	L-300	L ₁	D ₀ (0.01 mm)	D ₂₅ (0.01 mm)	D ₀ (0.01 mm)		D ₂₅ (0.01 mm)
77+000													
77+020													
77+040													
77+060													
77+080													
77+100													
77+120													
77+140													
77+160													
77+180													
77+200													
77+220													
77+240													
77+260													
77+280													
77+300													
77+320													
77+340													
77+360													
77+380													
77+400													
77+420													
77+440	20/05/2008	0	4	7	8	11	10	0	32	24	30	25	
77+460	20/05/2008	0	8	10	12	15	25	0	20	28	40	217	
77+480	20/05/2008	0	10	20	30	40	45	0	100	80	150	130	
77+500		SATURADO											
77+520	20/05/2008	0	10	20	20	30	30	0	120	100	140	130	
77+540	20/05/2008	0	10	20	40	50	75	0	160	120	180	130	
77+560		0	11	22	40	60	80	0	170	140	200	178	
77+580	20/05/2008	0	3	5	8	10	10	0	30	20	30	434	
77+600	20/05/2008	0	3	5	8	10	10	0	30	20	30	434	
77+620													
77+640	20/05/2008	0	10	15	20	25	30	0	120	60	150	110	
77+660	20/05/2008	0	10	15	20	25	30	0	60	40	70	100	
77+680	20/05/2008	0	8	10	15	20	24	0	40	30	50	217	
77+700	20/05/2008	0	3	10	15	20	20	0	80	50	70	200	
77+720													
77+740	20/05/2008	0	4	8	10	15	20	0	50	40	60	20	
77+760	20/05/2008	0	4	8	10	15	20	0	40	30	50	206	
77+780	20/05/2008	0	5	10	15	20	25	0	70	60	80	250	
77+800	20/05/2008	0	5	10	15	20	25	0	40	30	50	50	
77+820	20/05/2008	0	5	10	15	20	25	0	120	110	140	260	
77+840	20/05/2008	0	5	7	10	12	20	0	40	30	40	434	
77+860	20/05/2008	0	4	5	5	10	20	0	50	40	50	500	
77+880													
77+900													
77+920													
77+940													
77+960													
77+980													
78+000													
78+020													

ING. CONTROL DE CALIDAD ING. RESIDENTE ING. SUPERVISOR

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA Factor por Estacion : 1.2
ABRILAJAGA - ALFAMAYO Carga Eje : 4100
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO Presión : 80
CARRIL : DERECHO Relacion brazos : 1 : 2

Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR				deflexiones corregidas por estacionalidad		Rc (m)
		PRIMER DIAL						2do DIAL		CORREGIR		por estacionalidad		
		0.01 mm						0.01 mm						
L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L ₁	D25 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D0 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D0 (m)	D25 (m)		
78+040								0	0	0				
78+045								0	0	0				
78+050								0	0	0				
78+100								0	0	0				
78+120								0	0	0				
78+140								0	0	0				
78+160								0	0	0				
78+180								0	0	0				
78+200	20/06/2008	0	3	10	13	18	21	0	42	32	55	38	160	
78+220	20/06/2008	0	4	7	9	11	15	0	30	22	36	26	120	
78+240	20/06/2008	0	10	20	30	45	70	0	140	120	150	144	130	
78+260	20/06/2008	0	10	20	30	40	45	0	90	70	100	84	130	
78+280	20/06/2008	0	5	10	15	18	21	0	42	32	50	38	160	
78+300	20/06/2008	0	10	20	40	60	90	0	120	140	132	158	130	
78+320	20/06/2008	0	20	30	40	60	85	0	170	150	204	158	65	
78+340	20/06/2008	0	5	9	14	25	30	0	58	48	70	50	200	
78+360	20/06/2008	0	10	15	20	25	30	0	60	40	72	48	130	
78+380	20/06/2008	0	10	15	20	25	25	0	70	50	84	60	130	
78+400	20/06/2008	0	10	15	18	21	26	0	82	32	62	38	150	
78+420	20/06/2008	0	10	15	20	27	34	0	88	46	62	58	130	
78+440	20/06/2008	0	10	15	20	27	35	0	70	50	64	60	130	
78+460	20/06/2008	0	5	10	20	25	35	0	72	60	84	72	200	
78+480	20/06/2008	0	5	10	15	20	26	0	52	40	60	36	200	
78+500	20/06/2008	0	5	10	20	30	43	0	68	70	120	81	200	
78+520	20/06/2008	0	5	10	14	18	25	0	60	40	40	46	200	
78+540	20/06/2008	0	5	10	20	30	41	0	82	70	68	84	250	
78+560	20/06/2008	0	1	3	8	7	11	0	22	20	26	24	130	
78+580	20/06/2008	0	4	6	5	13	17	0	24	20	41	21	130	
78+600	20/06/2008	0	2	4	8	10	15	0	20	25	36	31	130	
78+620	20/06/2008	0	5	8	10	15	21	0	43	32	50	38	200	
78+640														
78+660	20/06/2008	0	10	20	40	50	60	0	120	100	140	120	130	
78+680	20/06/2008	0	5	10	20	25	35	0	70	60	84	72	200	
78+700	20/06/2008	0	3	7	10	12	14	0	36	30	42	30	130	
78+720	20/06/2008	0	5	10	18	20	20	0	52	42	62	50	200	
78+740	20/06/2008	0	3	10	14	18	25	0	40	30	55	43	200	
78+760	20/06/2008	0	5	8	12	14	22	0	54	44	60	53	200	
78+780	20/06/2008	0	5	10	15	20	24	0	48	38	58	48	200	
78+800	20/06/2008	0	4	8	10	11	12	0	24	16	30	19	130	
78+820	20/06/2008	0	2	4	5	7	9	0	18	14	22	17	130	
78+840	20/06/2008	0	1	3	5	8	10	0	30	20	30	24	130	
78+860	20/06/2008	0	20	40	70	90	110	0	220	180	264	212	65	
78+880	20/06/2008	0	5	10	15	18	20	0	40	30	48	30	200	
78+900	20/06/2008	0	10	15	20	25	32	0	64	44	72	52	130	
78+920	20/06/2008	0	4	8	10	18	20	0	40	32	48	38	130	
78+940	20/06/2008	0	5	10	15	20	21	0	62	52	74	50	200	
78+960	20/06/2008	0	5	12	17	18	22	0	44	34	52	34	130	
78+980	20/06/2008	0	10	40	60	70	80	0	160	100	222	120	40	
78+000	20/06/2008	0	10	30	50	60	80	0	104	144	160	112	130	
78+020	20/06/2008	0	10	15	30	40	54	0	104	82	130	100	130	
78+040	20/06/2008	0	7	12	15	18	20	0	50	36	54	40	130	
78+060	20/06/2008	0	8	10	15	20	27	0	64	42	58	40	200	

ING. CONTROL DE CALIDAD ING. RESIDENTE ING. SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT  **JJC** Contratistas Generales S.A. 233

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABPA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : DERECHO

Factor por Estacion : 1.2
Carga Eje : 4100
Presión : 80
Relación brazos : 1 : 2

Programa (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2do DIAL 0.01 mm L1	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		Deflexiones corregidas por estacionalidad		Rv (m)	
		PRIMER DIAL 0.01 mm							00	D25	05	015		
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		
78+160	20/06/2008	0	40	10	20	25	29	0	38	30	70	48	139	
78+180	20/06/2008	0	7	11	13	15	24	0	50	38	62	42	126	
78+180		MATERIAL ACUMULADO												
78+140	20/06/2008	0	4	7	9	12	15	0	50	22	26	24	100	
78+180	20/06/2008	0	10	28	30	40	75	0	445	126	174	151	150	
78+188	20/06/2008	0	4	4	7	65	45	0	26	18	11	23	126	
78+200	20/06/2008	0	3	6	9	12	15	0	20	24	34	29	634	
79+220	20/06/2008	0	5	5	8	11	13	0	38	32	48	38	634	
79+241	20/06/2008	0	4	8	10	12	15	0	32	22	36	32	326	
79+260	20/06/2008	0	5	10	15	20	20	0	68	50	72	60	269	
79+280	20/06/2008	0	4	7	10	16	21	0	42	34	50	41	324	
79+300	20/06/2008	0	3	5	8	10	20	0	40	24	48	41	424	
79+320	20/06/2008	0	0	8	14	17	21	0	45	26	55	43	340	
79+340									0	0	0	0		
79+360									0	0	0	0		
79+380									0	0	0	0		
79+400									0	0	0	0		
79+420									0	0	0	0		
79+440									0	0	0	0		
79+460									0	0	0	0		
79+480									0	0	0	0		
79+500									0	0	0	0		
79+520									0	0	0	0		
79+540									0	0	0	0		
79+560									0	0	0	0		
79+580									0	0	0	0		
79+600									0	0	0	0		
79+620									0	0	0	0		
79+640									0	0	0	0		
79+660									0	0	0	0		
79+680									0	0	0	0		
79+700									0	0	0	0		
79+720									0	0	0	0		
79+740									0	0	0	0		
79+760									0	0	0	0		
79+780	20/06/2008	0	5	16	14	18	21	0	40	22	50	38	260	
79+800	20/06/2008	0	4	7	9	12	15	0	30	22	36	26	120	
79+820	20/06/2008	0	5	10	20	30	31	0	100	80	122	110	260	
79+840	20/06/2008	0	5	10	15	20	27	0	44	44	65	52	260	
79+860	20/06/2008	0	20	60	60	110	130	0	260	200	312	240	43	
79+880	20/06/2008	0	10	15	23	24	41	0	40	30	51	34	120	
79+900	20/06/2008	0	5	10	15	20	20	0	60	50	72	60	240	
79+920	20/06/2008	0	10	23	40	60	100	0	200	120	247	207	120	
79+940	20/06/2008	0	8	10	15	20	28	0	46	44	61	58	260	
79+960	20/06/2008	0	5	10	15	20	24	0	48	38	58	45	260	
79+980	20/06/2008	0	10	15	20	25	22	0	44	24	33	28	120	
80+000	20/06/2008	0	5	16	15	24	25	0	60	50	70	67	260	
80+020	20/06/2008	0	5	10	20	25	28	0	50	45	67	55	260	
80+040	20/06/2008	0	5	8	10	12	15	0	30	25	30	24	260	
80+060	20/06/2008	0	3	4	6	8	10	0	24	20	25	24	120	
80+080	20/06/2008	0	5	8	12	14	17	0	34	28	41	34	120	
80+100	20/06/2008	0	5	20	15	20	25	0	40	30	45	38	260	

FALTA 79+280 AL 79+760



ING. CONTROL DE CALIDAD ING. RESIDENTE ING. SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales S.a

239

SUPERVISION

CONTRATISTAS

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

AREA MALAGA - ALFAMAYO

SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

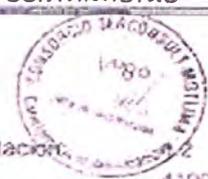
CARRIL : DERECHO

Factor por Estacion: 4100

Carga Eje : 80

Presión : 1.2

Relacion brazos : 1.2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						DEFLEXIONES SIN CORREGIR		deflexiones corregidas por estacionaridad		Rc (m)	
		PRIMER DIAL						2 do DIAL	D0	D25	D0		D25
		0.01 mm											
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500	L	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		(0.01 mm)
80+125	20/06/2006	0	2	4	6	8	0	18	12	10	14	201	
80+142	20/06/2006	0	3	6	10	12	0	28	18	34	22	200	
80+160	20/06/2006	0	5	10	20	40	0	100	50	120	103	200	
80+180	20/06/2006	0	5	10	12	14	0	40	30	48	36	200	
80+200	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	40	30	46	38	200	
80+220	20/06/2006	0	10	20	30	40	0	108	68	130	105	200	
80+240	20/06/2006	0	15	20	38	54	0	138	88	120	106	200	
80+260	20/06/2006	0	10	20	30	48	0	120	100	144	129	130	
80+280	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	50	72	60	200	
80+300	20/06/2006	0	10	20	30	45	0	122	102	140	122	130	
80+320	20/06/2006	0	10	20	40	60	0	160	140	150	168	130	
80+340	20/06/2006	0	10	20	40	60	0	140	120	108	144	130	
80+360	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	48	67	55	200	
80+380	20/06/2006	0	5	8	12	15	0	40	30	46	35	200	
80+400	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	40	67	55	200	
80+420	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	40	67	55	200	
80+440	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	48	38	45	68	200	
80+460	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	54	34	65	65	200	
80+480	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	40	30	72	60	200	
80+500	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	40	60	48	200	
80+520	20/06/2006	0	4	8	15	20	0	40	32	72	62	200	
80+540	20/06/2006	0	2	10	20	30	0	75	60	81	72	200	
80+560	20/06/2006	0	4	8	15	20	0	64	56	77	67	200	
80+580	20/06/2006	0	3	6	10	20	0	76	70	81	84	200	
80+600	20/06/2006	0	3	7	8	17	0	43	42	58	58	200	
80+620	20/06/2006	0	5	10	20	30	0	46	48	70	67	200	
80+640	20/06/2006	0	5	10	20	30	0	68	78	106	98	200	
80+660	20/06/2006	0	5	10	15	21	0	42	30	50	38	200	
80+680	20/06/2006	0	10	20	25	28	0	60	40	72	48	200	
80+700	20/06/2006	0	4	8	15	20	0	60	58	79	70	200	
80+720	20/06/2006	0	5	10	20	30	0	100	80	120	108	200	
80+740	20/06/2006	0	10	20	40	60	0	180	160	210	192	130	
80+760	20/06/2006	0	10	20	30	35	0	60	60	86	77	130	
80+780	20/06/2006	0	10	30	40	50	0	124	104	149	126	130	
80+800	20/06/2006	0	10	18	25	30	0	82	60	95	72	130	
80+820	20/06/2006	0	4	8	10	15	0	42	34	50	41	200	
80+840	20/06/2006	0	5	10	12	15	0	54	34	41	25	200	
80+860	20/06/2006	0	5	10	20	27	0	58	38	58	48	200	
80+880	20/06/2006	0	10	20	25	28	0	62	52	62	58	130	
80+900	20/06/2006	0	10	15	0	22	0	50	50	60	58	130	
80+920	20/06/2006	0	2	3	6	8	0	28	20	29	24	651	
80+940	20/06/2006	0	2	3	8	12	0	20	16	48	43	651	
80+960	20/06/2006	0	4	8	15	20	0	50	50	72	62	130	
80+980	20/06/2006	0	5	10	15	20	0	50	50	78	67	200	
81+000	20/06/2006	0	3	10	20	30	0	60	74	68	85	200	
81+020	20/06/2006	0	5	10	14	17	0	61	51	60	41	200	
81+040	20/06/2006	0	2	4	7	9	0	34	20	29	24	651	
81+060	20/06/2006	0	8	8	12	10	0	42	32	50	38	200	
81+080	20/06/2006	0	5	5	10	12	0	24	20	35	34	200	
81+100	20/06/2006	0	5	5	10	12	0	28	14	29	17	200	
81+120	20/06/2006	0	10	10	20	25	0	48	34	61	41	130	
81+140	20/06/2006	0	5	7	10	10	0	40	38	51	24	200	

ING CONTROL DE CALIDAD

ING RESIDENTE

ING SUPERVISOR

270

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC Contratistas Generales S.A.**

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural



PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL : (DERECHO)

Factor por Estacion : 1.2
Carga Eje : 4100
Presion : 80
Relacion brazos : 1.2

Progressiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2do DIAL 0.01 mm L ₁	DEFLEXIONES SIN CORREGIR		deflexiones corregidas por estacionidad		Rc (M)
		PRIMER DIAL 0.01 mm							D25 (0.01 mm)	D50 (0.01 mm)	D0 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-500						
81+950	20/06/2006	0	5	8	10	14	14	0	25	18	34	22	260
81+960	20/06/2006	0	5	10	15	20	24	0	72	62	98	74	260
81+970	20/06/2006	2	5	15	20	25	34	0	62	58	92	70	260
81+980	20/06/2006	2	5	10	15	20	31	0	62	62	74	62	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	28	0	70	70	51	34	434
81+990	20/06/2006	0	5	15	20	25	25	0	60	52	20	47	163
81+990	20/06/2006	B	A	C	E	N							
81+990	20/06/2006	B	A	C	E	N							
81+990	20/06/2006	0	10	20	30	31	31	0	60	42	74	60	130
81+990	20/06/2006	0	2	4	5	8	8	0	45	12	15	14	251
81+990	20/06/2006	0	2	7	3	8	8	0	40	8	15	7	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	12	15	18	0	25	10	31	19	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	24	0	65	58	82	70	260
81+990	20/06/2006	0	5	2	12	14	15	0	20	20	35	24	260
81+990	20/06/2006	0	5	5	8	12	14	0	28	18	34	22	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	17	17	0	35	24	41	29	260
81+990	20/06/2006	0	5	7	7	7	7	0	14	4	17	5	260
81+990	20/06/2006	0	2	4	10	15	20	20	40	20	48	43	61
81+990	20/06/2006	0	5	5	10	18	22	4	40	20	48	38	260
81+990	20/06/2006	0	2	9	14	28	33	0	60	42	70	74	61
81+990	20/06/2006	0	4	8	12	15	20	0	16	22	48	38	324
81+990	20/06/2006	0	5	9	13	18	12	0	30	28	42	21	260
81+990	20/06/2006	0	5	9	1	20	25	0	28	18	54	62	260
81+990	20/06/2006	0	4	8	12	21	35	0	20	62	84	74	324
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	24	0	68	60	72	68	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	20	0	63	55	72	60	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	20	0	54	48	70	58	260
81+990	20/06/2006	0	5	3	13	24	24	0	60	50	72	60	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	25	0	70	60	84	72	260
81+990	20/06/2006	0	4	8	13	17	20	0	20	28	53	40	324
81+990	20/06/2006	0	10	20	40	60	67	0	121	104	140	123	153
81+990	20/06/2006	0	10	15	25	30	40	0	10	20	46	32	150
81+990	20/06/2006	0	4	8	10	15	21	0	10	24	50	41	300
81+990	20/06/2006	0	5	10	17	18	17	0	18	24	41	29	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	20	22	24	0	28	20	38	40	260
81+990	20/06/2006	0	5	10	15	20	25	0	20	20	32	40	260
81+990	20/06/2006	0	4	10	14	19	20	0	10	12	22	20	324
81+990	20/06/2006	0	2	3	6	8	10	0	24	20	24	24	351
81+990	20/06/2006	0	4	7	5	11	12	0	24	14	31	22	320
81+990	20/06/2006	0	10	20	38	50	40	0	10	20	46	32	150
81+990	20/06/2006	0	5	10	20	20	20	0	10	20	44	32	260
82+020	20/06/2006	0	20	40	60	60	60	0	10	10	240	182	61
82+020	20/06/2006	0	4	10	15	20	20	0	40	28	77	67	324
82+040	20/06/2006	0	5	10	15	20	21	0	14	15	31	25	260
82+050	20/06/2006	0	2	4	7	10	14	0	18	21	34	25	411
82+050	20/06/2006	0	5	10	20	27	30	0	27	12	46	34	260
82+120	20/06/2006	LEORA SATISFACIDA							40	30	77	60	21
82+140	20/06/2006	0	5	5	10	15	15	0	10	10	40	35	411
82+160	20/06/2006	0	10	15	20	20	20	0	10	10	40	40	270
82+180	20/06/2006	0	5	8	10	12	12	0	10	10	32	25	350

ING CONTROL DE CALIDAD

ING RESISTENTE

ING SUPERVISOR

241

CONSORCIO SERCONSULT



JJC Contratistas Generales s.a

SUPERVISION

CONTRATISTAS

EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA

ABRA MALAGA - ALFAMAYO

SECTOR : TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO

CARRIL : DERECHO

Factor por Estacion

Carga Ejn

Presión

Relación brazos

4.2

4100

80

1 : 2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						I de DIAL 0.01 mm L _i	DEFLEXIONES SIN		deflexiones corregidas		R _c (mm)	
		PRIMER DIAL							CORREGIR		por estacionalidad			
		0.01 mm							D ₀	D ₂₅	G ₀	G ₂₅		
		L-8	L-25	L-30	L-50	L-100	L-200		(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)	(0.01 mm)		
82+200	20/06/2006	0	10	26	30	35	40	0	60	70	106	84	130	
82+220	20/06/2006	0	1	2	5	7	10	0	20	10	24	22	130	
82+240	20/06/2006	0	3	10	26	30	40	0	80	70	95	84	200	
82+260	20/06/2006	0	7	8	13	13	15	0	30	10	30	19	186	
82+280	20/06/2006	0	6	10	13	15	16	0	32	20	35	24	217	
82+300	20/06/2006	0	4	7	13	12	14	0	26	20	34	24	226	
82+320	20/06/2006	0	3	4	8	13	14	0	38	20	34	26	424	
82+340	20/06/2006	0	3	7	10	12	13	0	20	20	31	24	434	
82+360	20/06/2006	0	4	7	10	14	15	0	20	20	36	26	326	
82+380	20/06/2006	0	5	0	13	16	17	0	34	24	41	28	264	
82+400	20/06/2006	0	4	8	8	10	10	0	20	12	24	14	220	
82+420	20/06/2006	0	5	10	12	14	14	0	20	16	24	21	260	
82+440	20/06/2006	0	2	4	6	7	8	0	16	12	16	14	651	
82+460	20/06/2006	0	3	6	8	8	10	0	20	14	24	17	434	
82+480	20/06/2006	0	2	4	6	6	10	0	20	16	26	20	651	
82+500	20/06/2006	0	2	4	6	10	10	0	20	20	30	31	651	
82+520	20/06/2006	0	2	4	6	8	12	0	20	16	24	19	551	
82+540	20/06/2006	0	2	4	6	10	11	0	20	20	30	31	651	
82+560	20/06/2006	0	5	10	15	20	21	0	30	40	60	48	350	
82+580	20/06/2006	0	2	4	5	6	8	0	10	8	14	10	651	
82+600	20/06/2006	ALCANTARILLA												
82+620	20/06/2006	0	7	10	15	20	22	0	40	30	50	26	154	
82+640	20/06/2006	0	70	140	180	190	200	0	400	200	480	312	15	
82+660	20/06/2006	0	120	210	200	200	210	0	200	410	480	326	11	
82+680	20/06/2006	0	12	25	33	41	44	0	40	64	106	77	120	
82+700	20/06/2006	0	113	200	200	220	230	0	600	410	850	540	11	
82+720	20/06/2006	0	11	29	37	50	50	0	110	16	142	115	116	
82+740	20/06/2006	0	6	12	16	23	26	0	20	30	60	46	217	
82+760	20/06/2006	0	9	11	17	19	21	0	40	24	50	29	145	
82+780	20/06/2006	0	10	21	28	31	33	0	50	40	70	35	120	
82+800	20/06/2006	0	7	23	37	51	55	0	60	37	74	62	186	
82+820	20/06/2006	0	6	8	15	16	20	0	30	40	65	44	220	
82+840	20/06/2006	0	4	7	11	15	17	0	20	26	41	21	326	
82+860	20/06/2006	0	7	13	19	25	28	0	30	30	67	30	240	
82+880	20/06/2006	0	4	14	14	14	16	0	20	24	35	41	217	
82+900	20/06/2006	0	2	7	8	10	11	0	20	14	26	16	326	
82+920		ALCANTARILLA												
82+940														
82+960														
82+980														
83+000														
83+020														
83+040														
83+060														
83+080														
83+100														
83+120														
83+140														
83+160														
83+180														
83+200														
83+220														

FALTA 82+900

ING. CONTROL DE CALIDAD

ING. REGISTRO

ING. SUPERVISOR

CONSORCIO SERCONSULT   **JJC Contratistas Generales S.A.**

SUPERVISION **CONTRATISTAS**

**EVALUACION ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO
REGISTRO DE CAMPO**

Ensayos con Viga Benkelman - Terreno Natural

PROYECTO: REHABILITACION Y MEJORAMIENTO CARRETERA
ABRA MALAGA - ALFAMAYO
SECTOR: TRAMO II CARRIZALES - ALFAMAYO
CARRIL: DERECHO

Factor por Estacion: 1.2
Carga Eje: 4100
Presión: 80
Relacion trazos: 1:2



Progresiva (Km)	FECHA	LECTURAS DEL DIAL						2do DIAL	DEFLECCIONES SIN		deflecciones corregidas		Rc (m)	
		PRIMER DIAL							CORREGIR		por estacionalidad			
		L-0	L-25	L-50	L-75	L-100	L-150		D0 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)	D0 (0.01 mm)	D25 (0.01 mm)		
83+200								0	0	0	0			
83+250								0	0	0	0			
83+300								0	0	0	0			
83+350								0	0	0	0			
83+400								0	0	0	0			
83+450	20/06/2006	0	1	2	3	4	5	0	20	22	35	34	129.2	
83+500	20/06/2006	0	10	25	35	45	55	0	40	38	72	58	67	
83+550	20/06/2006	AL CANTARILLA												
83+600	20/06/2006	0	8	14	24	30	40	0	80	64	95	77	161.2	
83+650	20/06/2006	0	20	30	40	50	60	0	200	160	250	200	47	
83+700	20/06/2006	0	3	3	7	12	15	0	30	32	40	38	45.4	
83+750	20/06/2006	0	10	20	30	38	48	0	90	78	115	91	132	
83+800	20/06/2006	0	20	40	50	60	70	0	120	80	144	98	68	
83+850	20/06/2006	0	2	5	10	15	23	0	80	42	55	50	56.1	
83+900	20/06/2006	0	10	20	30	40	50	0	100	60	120	95	130	
83+950	20/06/2006	0	10	20	40	50	70	0	140	100	160	110	130	
84+000	20/06/2006	0	50	60	100	200	310	0	620	520	764	624	20	
84+050	20/06/2006	0	20	40	60	80	110	0	200	180	294	214	61	
84+100	20/06/2006	0	1	2	4	8	16	0	50	20	30	28	150.8	
84+150	20/06/2006	0	2	3	5	10	20	0	40	50	48	42	65.1	
84+200	20/06/2006	0	10	20	30	40	50	0	110	90	133	106	130	
84+250	20/06/2006	0	10	25	31	41	52	0	100	50	130	98	130	
84+300	20/06/2006	0	10	23	33	42	55	0	110	60	132	108	130	
84+350	20/06/2006	0	11	23	34	45	58	0	100	60	130	103	130	
84+400	20/06/2006	0	12	24	32	40	51	0	100	54	120	101	109	
84+450	20/06/2006	0	8	15	23	25	30	0	60	44	72	55	147	
84+500	20/06/2006	0	2	5	7	12	18	0	30	14	38	27	45.4	
84+550	20/06/2006	0	5	10	15	20	27	0	34	44	65	52	200	
84+600	20/06/2006	0	8	10	13	17	23	0	40	30	55	43	200	
84+650	20/06/2006	0	12	20	33	38	48	0	110	60	132	108	130	
84+700	20/06/2006	0	5	8	13	18	25	0	40	42	62	50	200	
84+750	20/06/2006	0	0	0	14	17	23	0	40	10	50	38	200	
84+800	20/06/2006	0	4	8	12	17	23	0	30	42	60	50	200	
84+850	20/06/2006	0	2	8	10	15	20	0	30	40	60	50	40.4	
84+900	20/06/2006	0	10	20	25	35	45	0	60	40	70	51	130	
84+950	20/06/2006	0	9	15	22	30	40	0	60	72	108	85	100	
85+000	20/06/2006	0	10	20	30	40	50	0	60	40	110	84	130	
85+050	20/06/2006	0	30	50	60	80	110	1.5	210	200	248	218	47	
85+100	20/06/2006	DESNIVEL PARA CUNETTA												
85+150	20/06/2006	0	15	20	25	34	44	0	60	50	80	60	67	
85+200	20/06/2006	FALTA 84+100 AL												
85+250	20/06/2006	0	5	8	12	17	23	0	30	40	60	48	200	
85+300	20/06/2006	0	4	8	10	13	18	0	30	45	65	55	200	
85+350	20/06/2006	0	5	9	13	18	25	0	30	40	60	50	200	
85+400	20/06/2006	0	4	10	12	18	25	0	30	41	61	51	200	
85+450	20/06/2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
85+500	20/06/2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

ING CONTROL DE CALIDAD

ING REVISOR

ING SUPERVISOR

Los datos deflectométricos mostrados han sido revisados y aprobados por los ingenieros firmantes así mismo Provias aprueba este contenido, con la Resolución Directoral N° 3111-2006-MTC/20. Del año 2007.

ANEXO D: RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE SUELOS, ESTRATIGRAFIA Y FOTOS MOSTRADAS POR CALICATA.

ITEM 1. Resultados de los ensayos de suelos, ordenados por calicatas, se adiciona además los Do medidos. "los datos consignados son copia fiel de los datos revisados y aprobados por Provias, así como se inscribe en la Resolución Directoral N° 3111-2006-MTC/20".

RESUMEN DE ENSAYOS PARA EVALUACION DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO EXISTENTE																																	
N°	FECHA	LADO	PROGRESIVA DE PROCEDENCIA	ANALISIS GRANULOMETRICO										LIMITE DE ATTERBERG			CLASIF	%		ESTADO NATURAL	PROCTOR		DENSIDAD NATURAL		DEFLEXION (mm x 102)	GBR							
				% QUE PASA										LIMITE	LIMITE	INDICE		TAMAÑO	HUMEDAD		MDS	O.C.H	NATURAL			100% MDS	95% MDS	REAL					
				3"	2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200		LIQUIDO	PLAST		PLAST	SUCSS	MAXIMO	NATURAL		gr/cc	%	gr/cc	%	gr/cc	%	gr/cc	%
CAL 01	0.0 a 0.2	20-May	IZQUIERDO	84+100		100	91.9	79	73.8	60.5	61.8	36.6	26.1	15.4	11.1	8.1	25.45	19.33	6.1	GP-QC	4"	4.90%	seca/compacta	2.228	6.5	2.12	95.0%	74	35	17	17		
CAL 01	0.20 a 1.30	20-May	IZQUIERDO	84+100		100	92.7	81.1	69.6	63.5	43.9	29.8	20.4	13.1	10.1	8.3	48.15	25.55	20.6	GP-QC	6"	15.96%	humedo/suelto	2.088	6.76	1.82	87.1%	74	44	28	11		
CAL 01	1.30 a 2.30	20-May	IZQUIERDO	84+100		100	63.9	63.5	77.8	63.8	66.8	45.5	37.2	28.8	25.3	23.7	110	67.91	42.08	TURBA	4"	24.20%	seca/doñando de compacta	1.803	21.8	1.38	85.0%	74	11	7.5	3.50		
CAL 02	0.0 a 0.2	20-May	IZQUIERDO	84+080	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	4"	8.08%	lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	84	35	17	17		
CAL 02	0.20 a 2.10	20-May	IZQUIERDO	84+080		100	93.2	86.4	75.2	68.6	47.5	30.6	13.8	8.8	7.0	23.5	13.85	9.56	GP-QC	12"	12.97%	humedo/suelto	2.229	7.95	1.47	88.0%	84	54	38	3.00			
CAL 03	0.0 a 0.2	20-May	IZQUIERDO	83+980	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	3"	7.80%	lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	144	35	17	17		
CAL 03	0.20 a 1.50	20-May	IZQUIERDO	83+980		93.4	83.7	73.1	66.7	55.7	49.8	37.9	31.5	24.1	21.3	19.9	58.2	27.83	30.37	TURBA	3"	23.74%	seca/doñando de compacta	1.774	18.4	1.51	85.0%	144	28	13.50	6.80		
CAL 03	1.50 a 2.0	20-May	IZQUIERDO	83+980																CL	1 1/2"	24.50%	seca/doñando								8.00		
CAL 04	0.0 a 0.2	22-May	IZQUIERDO	84+360	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	3"	8.60%	lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	88	35	17	17		
CAL 04	0.20 a 1.00	22-May	IZQUIERDO	84+360		100	93.6	83.7	74.2	62.3	55.8	45.8	36.2	24.9	18.5	15.7	55.56	29.8	25.68	GM	21"	27.20%	lenta orgenico/humedo	1.864	20.47	1.41	84.7%	88	12	6	1.80		
CAL 04	1.00 a 2.0	22-May	IZQUIERDO	84+360		100	90.8	85.6	84	79.1	75.4	65.2	59.2	41.2	22.6	14.9	25.25	19.28	6.97	SM-SC	11"	11.80%	humedo/suelto	2.093	8.4	1.76	85.0%	88	14	9	2.00		
CAL 05	0.0 a 0.2	23-May	IZQUIERDO	84+180	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	7"		lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	74	35	17	17		
CAL 05	0.20 a 0.30	23-May	IZQUIERDO	84+180		100	79.1	74.5	70.4	65.3	58.0	50.3	44.6	65.7	30.35	35.35	DM-MH	1"	49.80%	orgenico/humedo	1.864	20.47	1.41	85.0%	74	28	13.50	6.50					
CAL 05	0.30 a 2.0	23-May	IZQUIERDO	84+180		100	79.6	65.1	56.6	44.8	36.5	28.2	23.3	15.3	11.7	10.0	42.3	28.81	15.89	GP-GM	4" a 15"	13.50%	humedo/suelto	2.104	10.1	1.79	85.0%	74	28	12.5	9.00		
CAL 06	0.0 a 0.12	23-May	IZQUIERDO	84+300		98.4	91.4	78.3	67.6	55.1	47.1	32.7	24.1	14.0	10.7	9.3	33	18.88	18.12	GP-QC	2"	5.80%	lg humedo/compacto	2.261	5.9	2.15	95.0%	22	49	30	30		
CAL 06	0.12 a 0.52	23-May	IZQUIERDO	84+300		100	92.4	79.2	70	66.9	51.7	37.2	27.7	18.8	12.7	10.9	30.4	18.71	11.89	GP-QC	3"	6.80%	lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	22	35	17	17		
CAL 06	0.52 a 0.87	23-May	IZQUIERDO	84+300		100	95.1	86.5	84.6	78.7	73.2	62.6	57.1	48.4	42	36.6	51.85	28.47	25.36	GC	6"	32.30%	lg humedo/compacto	1.68	18.58	1.60	95.0%	22	22.5	14	14		
CAL 06	0.87 a 1.37	23-May	IZQUIERDO	84+300		95.2	90	81.3	75.5	69.3	66.8	59.6	55.5	41.7	27.2	20.3	47.03	27.23	19.8	SC	4"	30.80%	humedo/suelto	1.892	20.25	1.44	85.0%	22	14	9	2.00		
CAL 06	1.37 a 1.80	23-May	IZQUIERDO	84+300		100	98.3	97.2	96.2	93.1	90.8	82	74.3	66.9	45.6	41.2	24.85	18.79	6.08	SM-SC	1"	19.50%	humedo/med. Compacto	2.093	6.4	1.99	95.0%	22	14	9	9		
CAL 07	0.0 a 0.10	27-May	IZQUIERDO	83+720	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	6"		lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	90	35	17	17		
CAL 07	0.10 a 1.45	27-May	IZQUIERDO	83+720		78.2	64.6	51.8	47.5	37.6	33.5	27.8	22.6	18.7	17.3	16.4	75.86	36.67	39.21	GM	8"	28.10%	orgenico/humedo	1.770	18.8	1.50	85.0%	90	28	13.50	6.50		
CAL 07	1.45 a 2.27	27-May	IZQUIERDO	83+720	IDEM CAPA 2 CALICATA 9															GP-QM													
CAL 08	0.0 a 0.15	28-May	IZQUIERDO	82+720	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	2"		lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	88	35	17	17		
CAL 08	0.15 a 0.50	28-May	IZQUIERDO	82+720	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6 + ESTABILIZACION CON CEMENTO															GP-QC	4"		lg humedo/compacta	2.212	6.55	2.21	100.0%	88	35	17	35		
CAL 08	0.50 a 1.40	28-May	IZQUIERDO	82+720		93.2	88.9	83.9	78.1	70.2	65.2	55	48.7	38.8	31.2	28.9	58.9	28.4	30.5	GC	16"	23.70%	humedo/suelto	1.794	18.35	1.52	85.0%	88	28	19.5	15.00		
CAL 08	1.40 a 2.20	28-May	IZQUIERDO	82+720		100	90.7	82.2	76.8	75.9	73.3	68.7	59.6	51.1	47.6	46.0	27.08	17.71	9.37	GC	6"	23.40%	orgenico/humedo	1.427	28.8	1.21	85.0%	88	22.5	14	2.00		
CAL 09	0.0 a 0.25	24-May	IZQUIERDO	82+020	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	2"	10.80%	lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	60	35	17	17		
CAL 09	0.25 - 2.10	24-May	IZQUIERDO	82+020		90.6	84.6	81.1	76.5	67.7	60.9	45.9	32.2	18.7	11.4	8.6	34.18	24.18	10.02	GP-QC	6" abalados	11.90%	humedo/suelto	2.124	7.35%	1.81	85.0%	60	29	19	8.00		
CAL 10	0.0 a 0.05	27-May	DERECHO	81+400	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC	3"		lg humedo/compacto	2.212	2.212	2.10	95.0%	88	35	17	17		
CAL 10	0.05 a 0.55	27-May	DERECHO	81+400	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 11															GC	20"		lg humedo/compacto	2.184	7.00%	2.07	95.0%	88	16	9	9		
CAL 10	0.55 a 1.05	27-May	DERECHO	81+400	IDEM CAPA 4 PERO CON MATERIA ORGANICA															GM	4"		orgenico/saturado	2.208	7.00%	1.58	85.0%	88	29.0	16.0	10.00		
CAL 10	1.05 a 1.85	27-May	DERECHO	81+400		97.7	79.6	65	55.6	45.8	40.4	31.4	26.2	21.2	17.9	15.7	28.4	22.51	6.88	GM	5"	12.80%	suelto/humedo	2.208	7.00%	1.88	85.0%	88	29	16	10.00		
CAL 11	0.0 a 0.35	24-May	DERECHO	81+200	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6															GP-QC			lg humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	88	35	17	17		
CAL 11	0.35 a 0.85	24-May	DERECHO	81+200		97.6	69.7	74.4	66.6	55.7	49.3	35.9	30	20.5	15.9	13.9	33	23.13	9.87	GC		7.80%	lg humedo/suelto	2.184	7.90%	1.88	85.0%	88	16	9	3.00		
CAL 11	0.85 a 1.20	24-May	DERECHO	81+200	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 9															GP-QM			humedo/suelto	2.124	7.35%	1.81	85.0%	88	29	19	6.00		

RESUMEN DE ENSAYOS PARA EVALUACION DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO EXISTENTE																																	
N°	FECHA	LADO	PROGRESIVA DE PROCEDENCIA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO														LÍMITE DE ATTERBERG			CLASIF	%		ESTADO NATURAL	PROCTOR		DENSIDAD NATURAL		DEFLEXION (mm x 0.01)	CBR			
				% QUE PASA														LÍMITE	LÍMITE	ÍNDICE		TAMAÑO	HUMEDAD		MDS	O.C.H	gr/oo	%		100% MDS	95% MDS	REAL	
				3"	2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200	LIQUIDO	PLAST	PLAST	SUCSS		MÁXIMO	NATURAL		gr/oo	%	gr/oo	%		gr/oo	%	gr/oo	%
CAL 12	0.0 a 0.20	24-May	DERECHO	80+740	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	3"		lig humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%	180	35	17	17
CAL 12	0.20 a 1.10	24-May	DERECHO	80+740		100	98.2	90.6	67.7	66.4	64.7	61.8	77.1	67.3	61.3	57.1	49.75	28.13	21.62	OL	1/2"	32.80%	organico/dens					2.00					
CAL 12	1.10 a 1.57	24-May	DERECHO	80+740	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 9																	GP-GM	5"		humedo/compacto	2.124	7.35%	2.02	95.0%	36	28	19	19
CAL 13	0.0 a 0.10	24-May	IZQUIERDO	83+580	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	2"		lig humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%		35	17	17
CAL 13	0.10 a 0.25	24-May	IZQUIERDO	83+580	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																	GP-GC	4"		lig humedo/cementada	2.212	6.55	2.21	100.0%	36	35	17	35
CAL 13	0.25 a 0.75	24-May	IZQUIERDO	83+580		99.1	92.4	83.1	75.2	61.7	63.4	36.8	28.5	18.9	13.6	11.8	23.58	13.73	9.55	GP-GC	4"	8.30%	suelto/humedo/frías	1.777	15.45	1.51	85.0%	28	19.5		15.00		
CAL 13	0.75 a 1.40	24-May	IZQUIERDO	83+580	IDEM CAPA 3 DE LA CALICATA 10																	GM	5"		organico/humedo	2.208	7.0%	1.88	85.0%	98	28.00	16.00	10.00
CAL 14	0.0 a 0.20	25-May	IZQUIERDO	83+400	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	1"		lig humedo/compacto	2.212	6.55	2.10	95.0%		35	17	17
CAL 14	0.20 a 0.45	26-May	IZQUIERDO	83+400		82.1	68.9	54.5	47.8	40.3	34.7	27.9	22.8	17.5	14.2	12.5	38.2	32.18	4.01	GM	6"	15.30%	lig humedo/suelto	2.044	9.2	1.74	85.0%	98	44	28	8.00		
CAL 14	0.45 a 0.85	25-May	IZQUIERDO	83+400		82.5	61.4	52	48.1	42.1	38.9	34.1	31.9	30.4	28.1	28.2	71.8	NP	NP	GM	3"	60.90%	organico/humedo/compacto	1.287	34.6	1.09	85.0%		16.5	7.5	2.00		
CAL 14	0.85 a 1.40	25-May	IZQUIERDO	83+400	IDEM CAPA 2																	GP-GM	8" hasta 16"		hu medo/suelto	2.044	6.2	1.74	85.0%	84	44	28	8.00
CAL 15	0.0 a 0.05	26-May	DERECHO	80+480	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	3/4"	5.10%	lig humedo/cementado	2.212	6.55	2.21	100.0%		35	17	35
CAL 15	0.05 a 0.25	26-May	DERECHO	80+480		0	100	97.3	94.7	86	76.1	36.4	38.3	23.0	18.7	16.8	28.38	21.28	5.09	GM-GC	3"	5.10%	lig humedo/compacto	2.248	6.45	2.14	85.0%	84	35	17	17		
CAL 15	0.25 a 1.05	26-May	DERECHO	80+480	IDEM CAPA 3 DE LA CALICATA 10																	GM	20"		organico/humedo/descomp	2.208	7.00%		1.88	85.0%	29.00	16.00	10.00
CAL 15	1.05 a 1.35	26-May	DERECHO	80+480	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 9																	GP-GM	3"		humedo/suelto	2.124	7.35%	1.81	65.0%	44	28	19	8.00
CAL 16	0.0 a 0.15	26-May	IZQUIERDO	80+480	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	3"		ribo/compacto/lig. Hu medo	2.212	6.55	2.10	95.0%		35	17	17
CAL 16	0.15 a 0.80	26-May	IZQUIERDO	80+480		100	84.7	74.8	64.9	60	50.3	44.2	---	36.5	32.3	30.4	43.13	34.43	8.7	GM	4"	25.90%	saturo/suelto	2.208	7.2	1.88	85.0%	80	13	9	8.30		
CAL 16	0.80 a 1.10	26-May	IZQUIERDO	80+480	roca fract																			lentes organico/hu medo/compacto								10.00	
CAL 17	0.0 a 0.4	26-May	DERECHO	80+340	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																	GP-GC	3" hasta 7"		compacto/humedo/compacto	2.212	6.55	2.12	95.0%	140	35	17	17
CAL 17	0.4 a 0.95	26-May	DERECHO	80+340		93.8	78.3	61.8	54.4	44.8	40.9	33.3	29	21.6	15.5	12.8	71.3	NP	NP	GM	3"	70.60%	organico/humedo/dens	1.748	19	1.88	95.0%	10.5	4.5		4.5		
CAL 17	0.95 a 1.25	26-May	DERECHO	80+340		91.3	78.7	58.8	53.2	43.3	39.5	32.1	27.2	19.4	12.9	10.2	84.25	NP	NP	GP-GM	3" hasta 5"	49.70%	humedo/suelto	1.358	28.40%	1.15	85.0%	80	14.00	6.50	8.00		
CAL 18	0.0 a 1.32	26-May	IZQUIERDO	80+340		88.1	84.2	72	63	53.1	45.9	30	21.9	11.0	7.7	6.8	27.2	20.87	6.53	GP-GC	4" a 7"	5.70%	hu medo/grava tajosa/suelto	2.242	5.8	2.03	90.4%		35	17	17		
CAL 19	0.0 a 0.8	26-May	DERECHO	78+920	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	3"		lastre compacto/humedo	2.212	6.55	2.10	95.0%	206	35	17	17
CAL 19	0.80 a 1.30	26-May	DERECHO	78+920	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 17																	GM	hasta 22"		organico/humedo/descomposico	1.748	19	1.57	90.0%		10.5	4.5	2.55
CAL 19	1.00 a 1.55	26-May	DERECHO	78+920	IDEM CAPA 3 DE LA CALICATA 17																	GP-GM	4"		arena limpia/suelto	1.358	28.40%	1.15	85.0%	90	14.00	6.50	8.00
CAL 20	0.0 a 0.2	26-May	IZQUIERDO	78+800	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	3"		compacto/lig. Humedo	2.212	6.55	2.10	95.0%		35	17	17
CAL 20	0.20 a 0.95	26-May	IZQUIERDO	78+800		100	93.8	83.9	78.3	65.3	58.3	41.2	32.1	18.4	14.4	11.2	35.2	20.75	14.45	GP-GC	2" a 3"	13.90%	humedo/compacto	2.032	11.4	1.93	95.0%	220	44	28	28		
CAL 20	0.95 a 1.70	26-May	IZQUIERDO	78+800	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 12																	ML	2"		organico/humedo/descomposicion				0.00				8.60
CAL 21	0.0 a 0.15	26-May	IZQUIERDO	78+740	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																	GP-GC	2"		compacto/compacto/marron	2.212	6.55%	2.21	100.0%	146	35	17	35.00
CAL 21	0.15 a 0.40	26-May	IZQUIERDO	78+740	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																	GP-GC	2"		compacto/compacto/taige	2.212	6.55%	2.21	100.0%		35	17	35.00
CAL 21	0.40 a 0.80	26-May	IZQUIERDO	78+740	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 12																	OL	4"		organico/humedo/suelto			0.00				8.60	
CAL 21	0.80 a 1.80	26-May	IZQUIERDO	78+740	IDEM CAPA 3 DE LA CALICATA 7 + LENTES DE ARCILLA																	GP-GM	3" a 4"		humedo/suelto/lentes de arcilla	1.358	28.40%	1.15	85.0%	870	14.00	6.50	8.00
CAL 22	0.0 a 0.2	27-May	DERECHO	78+180		95.9	87.8	75.8	66.5	58	51.2	37.3	28.5	21.1	17.9	16.5	34.1	24.4	9.70	GM	6"	14.80%	suelto/humedo	2.065	10.8	1.78	85.0%	28	9		7.65		
CAL 22	0.2 a 1.0	27-May	DERECHO	78+180	TURBA																			troncos/sicas			0.00				2.00		
CAL 22	1.30 a 1.30	27-May	DERECHO	78+180	roca fract.																			3" hasta 20"		roca fractada/humedo/suelto			0.00				10.00
CAL 23	0.0 a 0.35	27-May	DERECHO	78+000		90.8	82.2	68.7	60.7	50.1	43	30.2	23	15.8	12.7	11.0	28.4	16.58	9.84	GP-GC	3"	9.80%	saturo/suelto/arcillas	1.777	15.45	1.51	85.0%	870	28	19.5	15.00		
CAL 23	0.35 a 1.50	27-May	DERECHO	78+000		96.7	84.8	74.8	66.2	54.5	46.8	35.8	27.9	18.4	14	11.9	41.3	32.87	8.83	GP-GM	3" hasta 6"	19.50%	saturo/suelto/lentes organicos	2.104	10.1	1.79	85.0%		28	12.5	8.20		
CAL 24	0.0 a 1.55	27-May	DERECHO	78+780	IDEM CAPA 4 DE LA CALICATA 41																	GP-GM	2" hasta 4"		lajas/medenamente/suelto	2.208	7.2	1.89	90.0%	98	13	9	8.50
CAL 25	0.0 a 0.15	27-May	DERECHO	78+500	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 6																	GP-GC	2"	7.90%	lastre/compacto/lig. hu medo	2.212	6.55%	2.10	95.0%		35	17	17
CAL 25	0.15 a 0.30	27-May	DERECHO	78+500	TURBA																			3/4"		lentes organico/hu medo/descomposicion			0.00				2.00
CAL 25	0.30 a 1.55	27-May	DERECHO	78+500	roca fract																			3/8" hasta 3"		esturdo/suelto/gravilla/arena			0.00				10.00

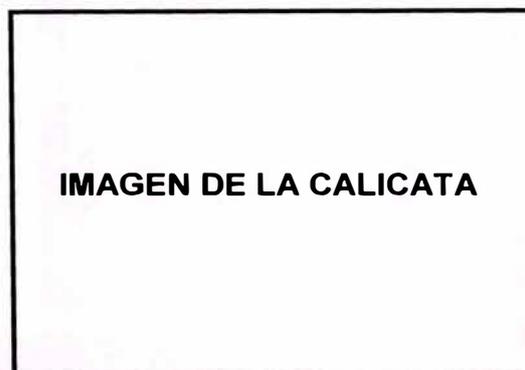
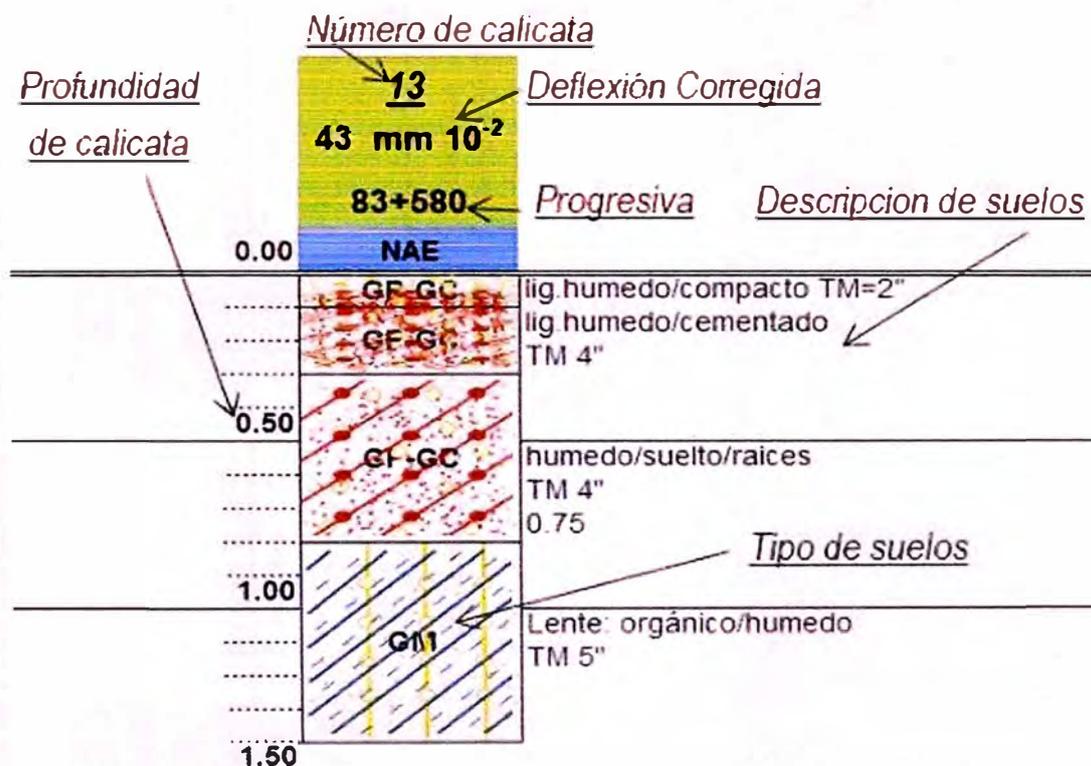
RESUMEN DE ENSAYOS PARA EVALUACION DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO EXISTENTE																																		
N°	FECHA	LADO	PROGRESIVA DE PROBENCIA	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO														LÍMITE DE ATTERBERG			CLASIF	TAMAR	%	ESTADO NATURAL	PROCTOR		DENSIDAD NATURAL		DEFLEXION (mm x 0.01)	CBR				
				% QUE PASA														LÍMITE	LÍMITE	ÍNDICE					gr/oo	%	gr/oo	%		100% MDS	95% MDS	REAL		
				3"	2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200	LIQUIDO	PLAST	PLAST	SUCSS					MAXIMO	NATURAL	MDS	O.C.H		%	%	gr/oo	%	gr/oo
CAL 41	0.0 a 0.17	10-Jun	IZQUIERDO	80+800	IDEM CAPA 1 DE LA CALICATA 42																		GP-GM	3"	14.20%	limoso/humedo/compacto	2.206	7.2	2.10	95.00%	260	13	9	9
CAL 41	0.17 a 0.34	10-Jun	IZQUIERDO	80+800	IDEM CAPA 1 + MATERIAL ORGANICO																		GP-GM	3" a 5"	25.90%	limoso/suelto/humedo	2.206	7.2	1.88	85.00%		13	9	8.30
CAL 41	0.34 a 0.55	10-Jun	IZQUIERDO	80+800														TURBA	3/4"	28.48%	organico/humedo/suelto				0.00			2.00						
CAL 41	0.55 a 1.35	10-Jun	IZQUIERDO	80+800		85.6	69.3	56.2	49.2	41.2	37.3	30.3	24.5		18.3	16.3	14.2	58.38	43.41	14.97	GM	16"	21.40%	relcos/humedo/suelto	2.206	7.2	1.88	85.00%	13	9		8.30		
CAL 41	1.35 a 1.75	10-Jun	IZQUIERDO	80+800	IDEM CAPA 4 DE LA CALICATA 42																		SM	10"	21.40%	organico/humedo/suelto				0.00	14.00	9.00	2.00	
CAL 42	0.0 a 0.07	10-Jun	DERECHO	80+880		88.5	89.7	83.6	71.8	63.6	48.3	35.8		22.4	17	14.6	28.03	23.73	4.3	GM	2"	4.70%	limoso/humedo/compacto	2.206	7.2	2.10	95.00%	60	13	9	9			
CAL 42	0.07 a 0.11	10-Jun	DERECHO	80+880	IDEM CAPA 1 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																		GP-GM	2"		cementado/humedo/compacto	2.206		7.2	2.21	100.00	13.00	9	13.00
CAL 42	0.11 a 0.70	10-Jun	DERECHO	80+880	IDEM CAPA 3 DE CALICATA 36 + MATERIAL ORGANICO																		GP-GM	3" a 8"		med compacto/limoso/arenoso	2.104		10.1	1.89	90.00%	28	12.5	9.20
CAL 42	0.70 a 1.40	10-Jun	DERECHO	80+880		94.3	85.6	82.1	80.6	78.5	74.5	64.9		54.3	50	46.6	39.68	33.48	6.5	SM	5"	23.20%	limoso/humedo/suelto	2.09	8.40%	1.78	85.00		14.00	9.00	2.00			
CAL 42	1.40 a 1.97	10-Jun	DERECHO	80+880	(CLASIFICACION VISUAL)																		OH	4"	23.20%	organico/suelto/humedo				0.00			2.00	
CAL 43	0.0 a 0.05	10-Jun	DERECHO	81+100	IDEM CAPA 1 DE LA CALICATA 42																		GP-GM	2"		limoso/compacto	2.208	7.2	2.10	95.00%	24	13	9	9
CAL 43	0.05 a 1.40	10-Jun	DERECHO	81+100		95.8	80.3	81.6	77.4	70.4	66.7	58.4	44.1		31.4	24.8	21.1	48.85	18.5	28.35	GC	3" a 20"	7.90%	limoso/humedo/suelto	2.238	5.15	1.90	85.00%	18	9		3		
CAL 44	0.0 a 0.30	10-Jun	IZQUIERDO	81+040	IDEM CAPA 1 DE CALICATA 38 + LIGERA PRESENCIA DE RAICES																		GP-GM	2"		humedo/suelto/relcos	2.206	7.2	1.88	85.00%		13	9	8.30
CAL 44	0.30 a 1.45	10-Jun	IZQUIERDO	81+040		84.1	88	74.9	67	58.8	49.7	39.1	32.3		25.4	21	16.7	28.48	18.93	7.55	GC	3" a 15"	11.80%	humedo/suelto	2.257	5.5	1.92	85.00%	16	9		3.00		
CAL 45	0.0 a 0.15	10-Jun	IZQUIERDO	80+940	IDEM CAPA 1 DE LA CALICATA 38																		GP-GM	3"	18.40%	humedo/compacto	2.206	7.2	2.10	95.00%	606	13	9	9
CAL 45	0.15 a 0.50	10-Jun	IZQUIERDO	80+940														TURBA	8"	43.20%	organico/suelto/humedo				0.00			2.00						
CAL 45	0.50 a 0.90	10-Jun	IZQUIERDO	80+940		92.5	84.8	77.1	64.8	53.9	47.6	34.1	25.6		16.9	15.5	13.4	24.72	13.55	11.17	GC	4"	9.70%	humedo/suelto	2.257	5.5	1.92	85.00%	16	9		3.00		
CAL 48	0.0 a 0.25	18-Jun	IZQUIERDO	82+500		93.6	83.4	72.6	64.1	51.1	44.1	31.4	24.8		16.1	14.9	13.4	28.1	23.11	5.89	GC	3" a 5"	7.70%	med organico/medicamente suelto	2.206	7.2	1.99	90.00%	13	9		9.00		
CAL 46	0.25 a 1.40	18-Jun	IZQUIERDO	82+500		90	78.6	72.2	62.1	51.7	45.2	34	26.6		20.0	16.4	14.3	24.75	19.37	5.38	GM-GC	3" a 10"	6.80%	humedo/suelto	2.248	6.45	1.91	85.00%	35	17	3.20			
CAL 49	0.0 a 0.15	18-Jun	DERECHO	82+500	IDEM CAPA 1 DE LA CALICATA 48																		GP-GM	3" a 4"	5.10%	compacto/humedo	2.248	6.45	2.14	95.00%	30	35	17	29.34
CAL 49	0.15 a 1.60	18-Jun	DERECHO	82+500		89	78.7	65.6	55.7	45.5	40.7	31	28.1		19.4	15.7	13.9	25.15	19.29	5.66	GM-GC	3" a 25"	11.40%	humedo/muy suelto	2.176	7.7	1.74	80.00%	87	34		3.00		
CAL 50	0.0 a 0.30	18-Jun	IZQUIERDO	82+440		95.4	91.6	74.2	65.4	54.8	47.6	33	27.1		20.7	17	15.3	33	26.67	6.13	GM	4"	11.30%	medicamente compacto/humedo	2.206	7.2	1.99	90.00%	13	9		8.50		
CAL 50	0.30 a 0.40	18-Jun	IZQUIERDO	82+440														TURBA	troncos	36.90%	organico				0.00			2.00						
CAL 50	0.40 a 1.30	18-Jun	IZQUIERDO	82+440		96	89.1	77.1	67.2	55.8	49.7	36.8	29.1		20.7	16.5	14.5	25.68	16.13	7.53	GC	3" a 8"	9.70%	humedo/suelto	2.216	6.3	1.89	85.00%	67	34	4.30			
CAL 51	0.0 a 0.10	18-Jun	IZQUIERDO	82+280		94.5	88.8	65.2	78.2	69.2	62.6	49.7	40.5		29.8	24.2	21.6	29.16	19.31	9.85	GC	4"	5.20%	medicamente compacto/humedo	2.238	5.15	2.01	90.00%	90	16	9	5.00		
CAL 51	0.10 a 0.80	18-Jun	IZQUIERDO	82+280	IDEM CAPA 1 DE LA CALICATA 50																		GM	4"	18.30%	medicamente compacto/humedo	2.206	7.2		1.89	90.00%	13	9	8.50
CAL 51	0.80 a 1.50	18-Jun	IZQUIERDO	82+280	IDEM CAPA 4 DE LA CALICATA 8																		GC	3" a 15"	54.60%	relcos/humedo/suelto	1.427	28.8		1.21	85.00%	22.5	14	2.00
CAL 51	1.50 a 2.25	18-Jun	IZQUIERDO	82+280	IDEM CAPA 2 DE LA CALICATA 66 + LENTES ORGANICAS																		GM	3"	24.80%	humedo/suelto	2.044	9.2		1.74	85.00%	44	28	8.00
CAL 52	0.0 a 0.15	18-Jun	IZQUIERDO	82+140		88.4	91.4	84.9	74.3	66.9	57.1	44.3		29.3	22.5	20.0	36.92	30.24	8.66	GM	3"	11.30%	compacto/humedo	2.044	9.2	1.94	95.00%	40	44	28	28			
CAL 52	0.15 a 0.25	18-Jun	IZQUIERDO	82+140	IDEM CAPA 1 + ESTABILIZACION CON CEMENTO																		GM	2"	7.10%	medicamente compacto/humedo	2.044		9.2	2.04	100.00%	44	28	44
CAL 52	0.25 a 1.00	18-Jun	IZQUIERDO	82+140		84.1	89.6	85.3	78.7	68.6	64.1	53.2	41.3		27.3	21.3	16.7	39.6	33.2	6.4	GM	3" hasta 33"	9.70%	lig. humedo/suelto/graves lechosas	2.015	9.1	1.71		85.00%	26	9	8.00		
CAL 52	1.00 a 1.80	18-Jun	IZQUIERDO	82+140		89	85	75.3	68.1	61.3	56.9	45.8	35.2		21.9	16.4	14.7	37.69	22.09	15.6	GC	3" a 18"	15.10%	lig. humedo/suelto	2.178	7.7	1.65		85.00%	67	34	4.30		
CAL 53	0.0 a 0.20	18-Jun	IZQUIERDO	68+100		87.2	86.7	82.1	72.4	66.3	51.6	38		23.9	16	15.1	26.25	23.07	3.16	GM	2" a 3"	3.70%	lig. Humedo/compacto	2.208	7.2	2.10	95.00%	90	13	9	9			
CAL 53	0.20 a 0.60	18-Jun	IZQUIERDO	68+100		97.3	94.5	87.6	77.7	67.2	58.8	44.4	31.1		19.3	14.7	12.9	32.1	22.91	9.19	GC	3" a 8"	8.80%	humedo/suelto	2.257	5.5	1.92		85.00%	18	9	3.00		
CAL 53	0.60 a 1.00	18-Jun	IZQUIERDO	68+100	IDEM CAPA 2 + PRESENCIA DE MATERIA ORGANICA																		GC	3" a 10"	13.90%	medo/suelto/relcos/arenas organico	2.257		5.5	1.92	85.00%	18	9	3.00
CAL 53	1.00 a 1.25	18-Jun	IZQUIERDO	68+100	IDEM CAPA 1 CALICATA 64 + LENTE ORGANICO																		GM-GC	3"	11.50%	humedo/suelto	2.18		9.15	1.65	85.00%	15.00	9.00	3.00
CAL 54	0.0 a 1.20	21-Jun	DERECHO	68+300		93.5	90.2	84.4	79.8	71.8	65.4	49.7	34.9		20.5	15.8	13.1	22.6	15.69	6.91	GM-GC	3" a 13"	4.90%	humedo/medicamente suelto	2.18	9.15	1.88	90.00%	64	15.00	9.00	5.00		
CAL 55	0.0 a 0.70	21-Jun	IZQUIERDO	82+560		80.3	77.8	70.7	62.2	56	46.3	36.9		30.7	25.5	22.4	31.45	22.88	8.57	GC	3" a 6"	11.70%	organico/humedo/suelto	2.145	7.30%	1.82	85.00%	14.50		7.00	3.00			
CAL 55	0.70 a 2.10	21-Jun	IZQUIERDO	82+560		82.5	85	75.9	69.5	59.5	52.6	40.8	34.7		26.5	23.9	22.8	31.05	24.08	6.97	GM	3" a 8"	16.40%	humedo/suelto	2.044	9.2	1.74	85.00%		44	28	8.00		
CAL 56	0.0 a 0.10	21-Jun	IZQUIERDO	82+800	IDEM CAPA 1 CALICATA 51																		GC	3"	8.30%	lig. Humedo/compacto	2.236	5.15		2.01	90.00%	16	9	5.00
CAL 56	0.10 a 1.85	21-Jun	IZQUIERDO	82+800		87.1	77.7	89.5	81.1	51.3	45.2	34.4	25.6		20.0	17.1	15.6	41.45	32.54	6.91	GM	3" a 8"	12.40%	suelto/humedo	2.044	9.2	1.74	85.00%	44	28	8.00			

RESUMEN DE ENSAYOS PARA EVALUACION DEL MEJORAMIENTO A NIVEL DE AFIRMADO EXISTENTE																																		
N°	FECHA	LADO	PROGRESIVA DE PROCEDENCIA	ANALISIS GRANULOMETRICO														LIMITE DE ATTERBERG			CLASIF	%		ESTADO NATURAL	PROCTOR		DENSIDAD NATURAL		DEFLEXION (mm x 0.01)	CBR				
				% QUE PASA														LIQUIDO	PLAST	INDICE		TAMAÑO	HUMEDAD		MDS	O.C.H	gr/ce	%		100% MDS	85% MDS	REAL		
				3"	2"	1-1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	N°4	N°10	N°20	N°40	N°100	N°200	LIQUIDO	PLAST	INDICE	SUCSS		MAXIMO	NATURAL		gr/ce	%	gr/ce	%		gr/ce	%	gr/ce	%	
CAL 57	0.0 a 0.20	21-Jun	IZQUIERDO	83+100	IDEM CAPA 1 CALICATA 61																	GP	3" a 4"	18.20%	medianamente compacto/humedo	2.236	5.15	2.01	80.00%	54	18	9	5.00	
CAL 57	0.20 a 1.80	21-Jun	IZQUIERDO	83+100		75.5	60.2	52.6	44.6	37	33.2	25.8	19.9		15.0	12.3	11.1	30.7	22.2	8.5	GP-GC	3" hasta 25"	4.90%	humedo/suelto	1.777	15.45	1.51	85.00%	28		18.5	15.00		
CAL 58	0.0 a 0.13	22-Jun	DERECHO	79+820	IDEM CAPA 1 CALICATA 42																	GM	3"	5.40%	medianamente compacto/humedo	2.248	6.45	2.02	80.00%	102	35	17	6.00	
CAL 58	0.13 a 0.37	22-Jun	DERECHO	79+820																	GP-GM	3" a 4"	4.30%	humedo/compacto	2.208	7.2	2.10	85.00%	13		9	9		
CAL 58	0.37 a 1.10	22-Jun	DERECHO	79+820	IDEM CAPA 2 CALICATA 1																	GM-GC	3" hasta 20"	31.00%	suelta/humeda	2.088	6.75	1.87	80.00%	44	28	4.00		
CAL 58	1.10 a 1.90	22-Jun	DERECHO	79+820	IDEM CAPA 2 CALICATA 1																	TURBA	1"	55.30%	humedo/organico/ muy suelto				0.00				2.00	
CAL 58	0.0 a 0.80	21-Jun	DERECHO	79+980	IDEM CAPA 2 CALICATA 1																	TURBA	12"	23.50%	organico/olor a descomposicion				0.00				2.00	
CAL 59	0.80 a 1.20	21-Jun	DERECHO	79+980		98.3	90.3	76.6	69.5	62.9	58.3	48.8	34.8		21.6	17	15.1	19.8	NP	NP	GM	3" a 13"	9.70%	oca fracturada/grava lejosa/finos	2.248	6.45	1.91	85.00%	35	17	3.00			
CAL 60	0.0 a 0.10	22-Jun	IZQUIERDO	77+740	IDEM CAPA 1 CALICATA 68																	GM	3"	7.00%	humedo/compacto	2.248	6.45	2.14	95.00%	256	35.00	17.00	17.00	
CAL 60	0.10 a 0.15	22-Jun	IZQUIERDO	77+740		88.5	83.2	78	74.1	71.4	68.6	61	57.5		54.7	53.4	52.4	54.03	40.98	13.05	MH	2"	54.60%	presencia de materia organica				0.00				2.00		
CAL 60	0.15 a 0.40	22-Jun	IZQUIERDO	77+740							90.4	80.4	63.6	62.2		60.8	59.9	58.7	42.3	24.99	17.31	CL	3" a 4"	38.30%	presencia de materia organica				0.00			8.30		
CAL 60	0.40 a 0.65	22-Jun	IZQUIERDO	77+740		85.3	78.7	71.4	64.9	60.3	58.1	52.2	48.8		31.3	20	16.6	63	NP	NP	GM	2"	58.50%	humedo/suelto/presencia de raices	1.748	19	1.49	85.00%	10.5	4.5	2.35			
CAL 60	0.65 a 1.45	22-Jun	IZQUIERDO	77+740	IDEM CAPA 2 CALICATA 82																	GM	3"		humedo/muy suelto/raices	2.044	9.2	1.84	80.00%	44	28	4.00		
CAL 60	1.45 a 2.20	22-Jun	IZQUIERDO	77+740	IDEM CAPA 4 CALICATA 61																	GM	8"		humedo/suelto	1.748	19	1.49	85.00%	10.5	4.5	2.35		
CAL 61	0.0 a 0.35	22-Jun	IZQUIERDO	77+700	IDEM CAPA 1 CALICATA 68																	GM	3"		humedo/compacto	2.248	6.45	2.14	85.00%	128	35.00	17.00	17.00	
CAL 61	0.35 a 0.55	22-Jun	IZQUIERDO	77+700																	roca fract.	3" a 5"				0.00			10.00					
CAL 61	0.55 a 0.80	22-Jun	IZQUIERDO	77+700		83	86.3	78.1	73.3	70.1	68.2	63.4	58.5		58.2	49	46.5	52.5	41.34	10.78	GM	3" a 14"	34.40%	humedo/suelto/presencia de raices	1.748	19	1.49	85.00%	10.5	4.5	2.35			
CAL 61	0.80 a 2.10	22-Jun	IZQUIERDO	77+700		82.2	83.9	75.9	69.7	62.1	58.5	48.1	39.1		29.0	23	19.6	57.9	50.48	7.42	GM	3" a 9"	22.40%	humedo/suelto	1.748	19	1.49	85.00%	10.5	4.5	2.35			
CAL 62	0.0 a 0.40	22-Jun	IZQUIERDO	77+600	IDEM CAPA 1 CALICATA 68																	GM	3"		lig.humedo/compacto	2.044	9.2	1.94	95.00%	108	35.00	17.00	17.00	
CAL 62	0.40 a 1.30	22-Jun	IZQUIERDO	77+600		87.8	84.9	76.3	67.3	59.8	53.9	43	33.8		24.5	19.1	15.6	39.36	28.17	11.19	GM	10"	31.20%	humedo/suelto	2.044	9.2	1.74	85.00%	44		28	8.00		
CAL 62	1.30 a 2.00	22-Jun	IZQUIERDO	77+600	IDEM CAPA 4 CALICATA 81																	GM	12"		humedo/suelto	1.748	19	1.49	85.00%	10.5	4.5	2.35		
CAL 63	0.0 a 0.10	23-Jun	IZQUIERDO	77+110	IDEM CAPA 1 CALICATA 68																	GM	3"		lig.humedo/compacto	0.00	0.00%	0.00				35.00	17.00	17.00
CAL 63	0.10 a 0.70	23-Jun	IZQUIERDO	77+110		87.3	81.8	80.7	73.4	65.1	60.2	48.9	38.8		27.4	19.9	17.8	52	39.59	12.41	GM	> 5"	13.90%	hiedo/semiocompacto/plazas descol	1.893	14	1.70	90.00%	10.5	4.5	2.55			
CAL 63	0.70 a 1.70	23-Jun	IZQUIERDO	77+110		95.3	90.2	84.5	77.4	73.5	65.4	56.2		46.7	48.8	45.8	90	81.81	8.39	GM	3 1/2"	27.70%	humedo/suelto/presencia de raices	1.265	33.9	1.08	85.00%	10.50	4.50	2.55				
CAL 63	1.70 a 2.08	23-Jun	IZQUIERDO	77+110	IDEM CAPA 4 CALICATA 42																	SM	3"		humedo/suelto	2.09	8.40%	1.78	85.00%	14.00	8.00	1.80		

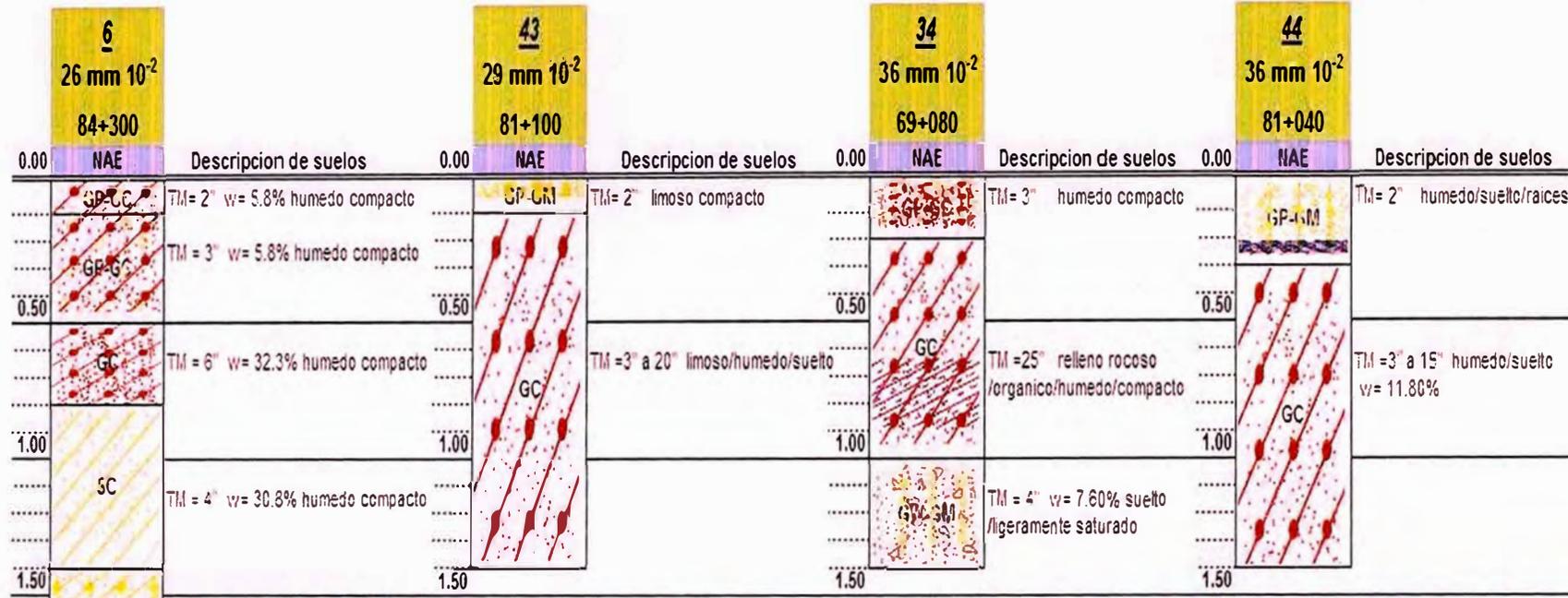
Ítem 2: Estratigrafía de los suelos subyacentes al NAE “los datos consignados son copia fiel de los datos revisados y aprobados por Provias, así como se inscribe en la Resolución Directoral N° 3111-2006-MTC/20”.

Los rangos de valores inscritos han sido desarrollados en base al criterio de estudio.

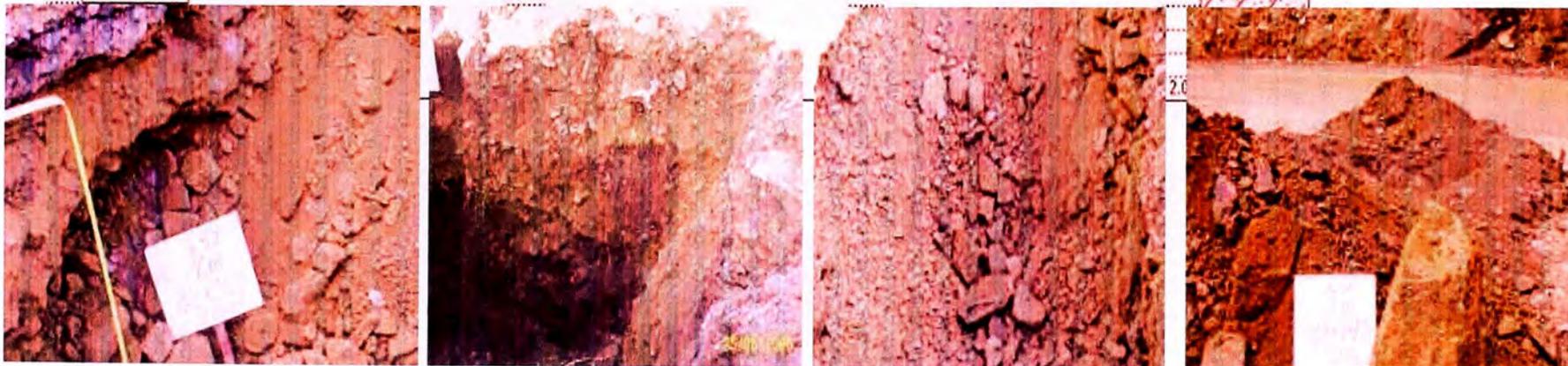
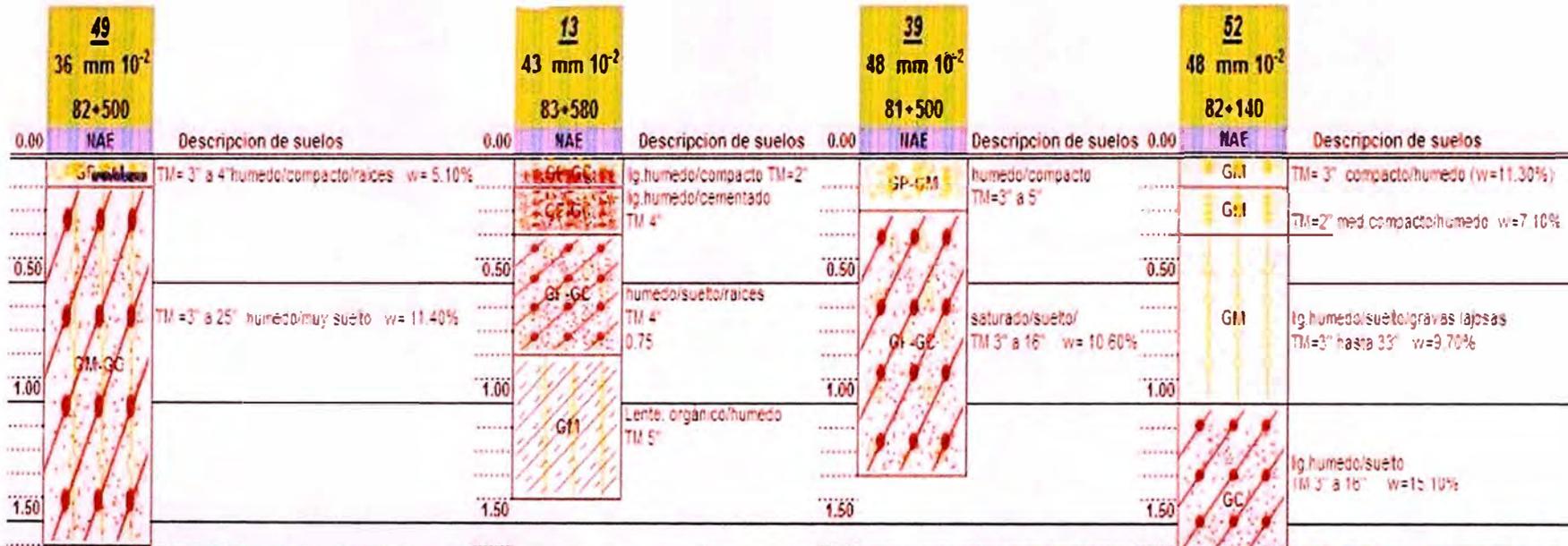
“Leyenda de la estratigrafía de los suelos Vs Doc medido a NAE”.



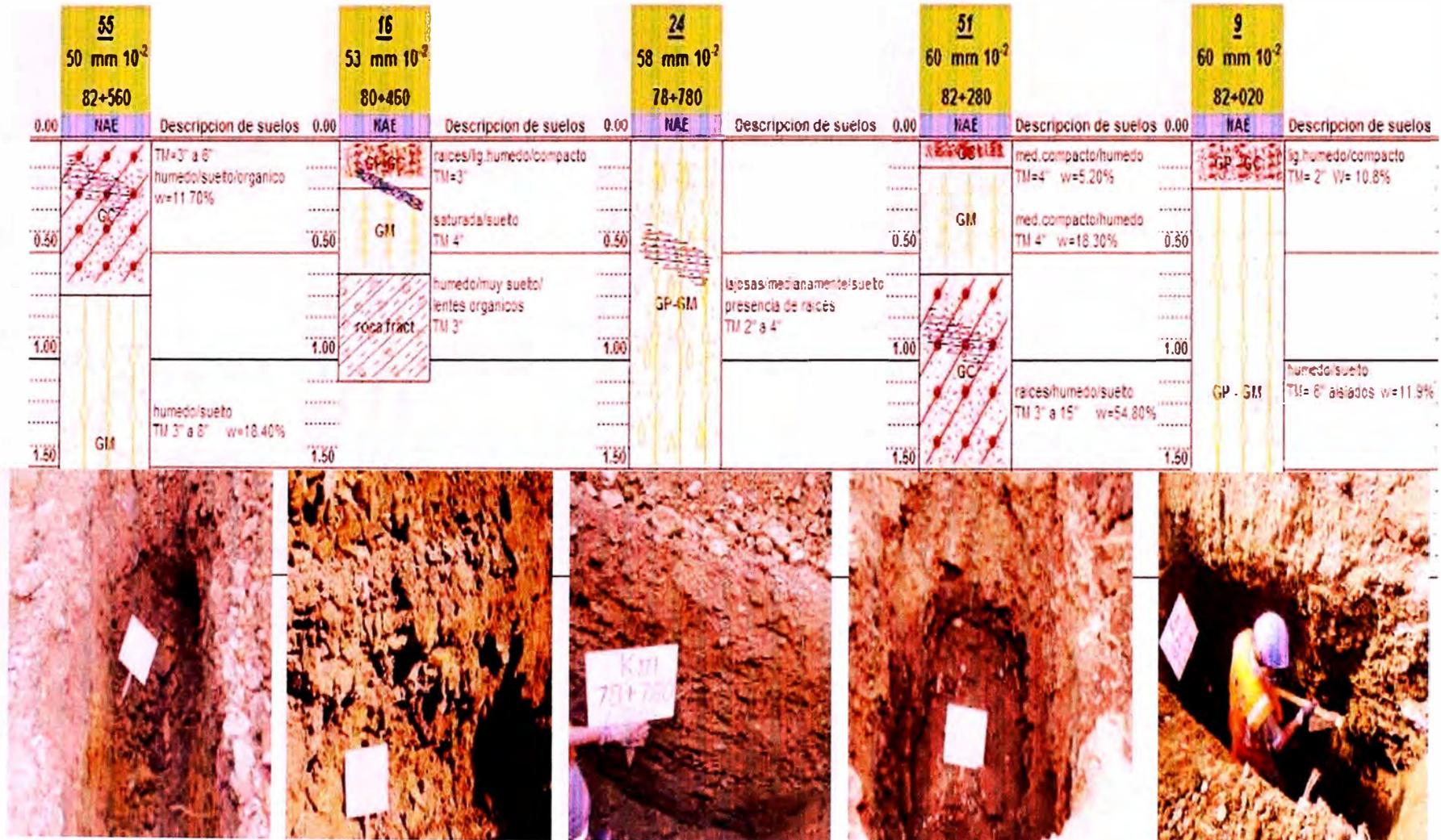
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES BAJAS - DESDE 0 A 83



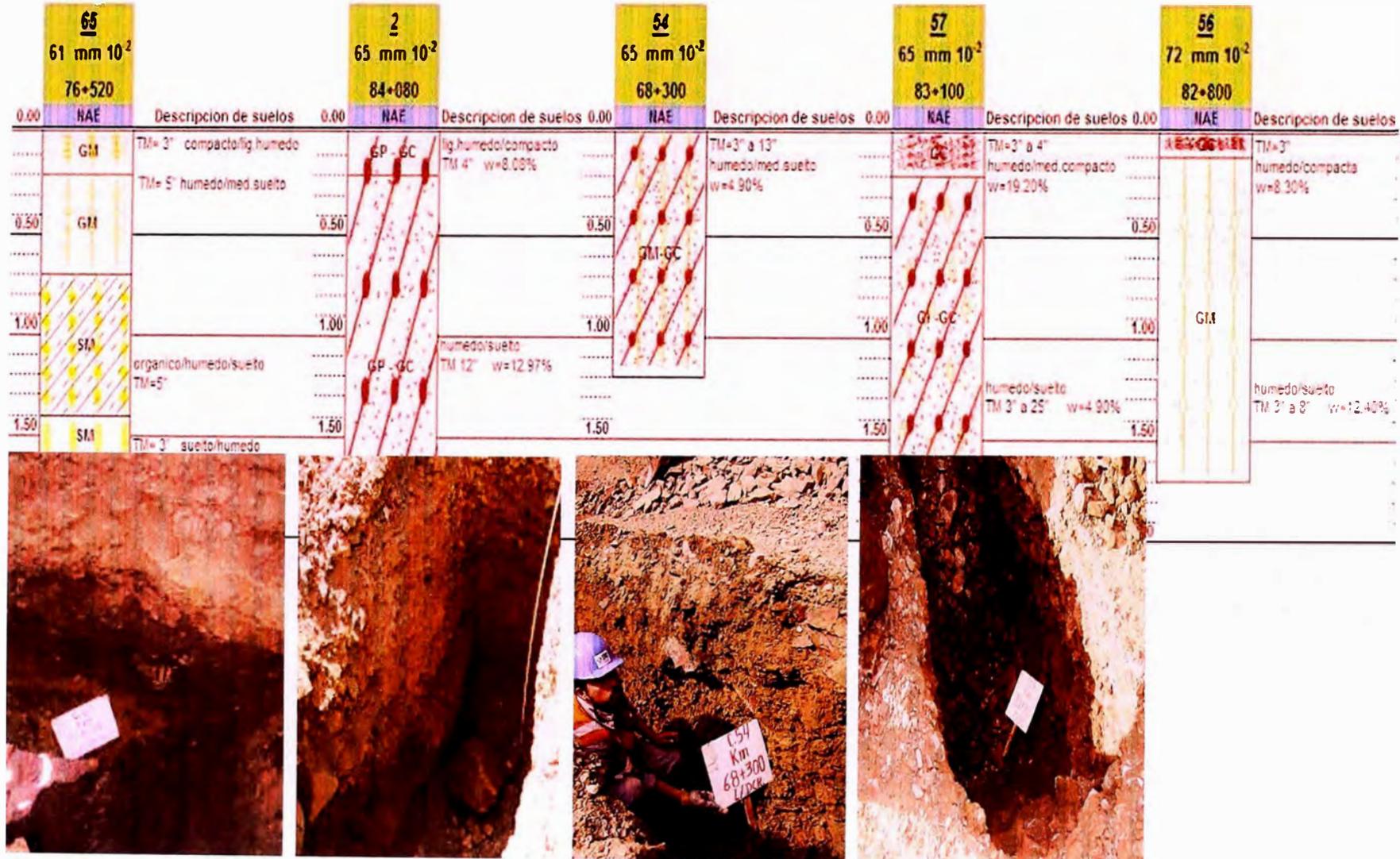
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES BAJAS - DESDE 0 A 83



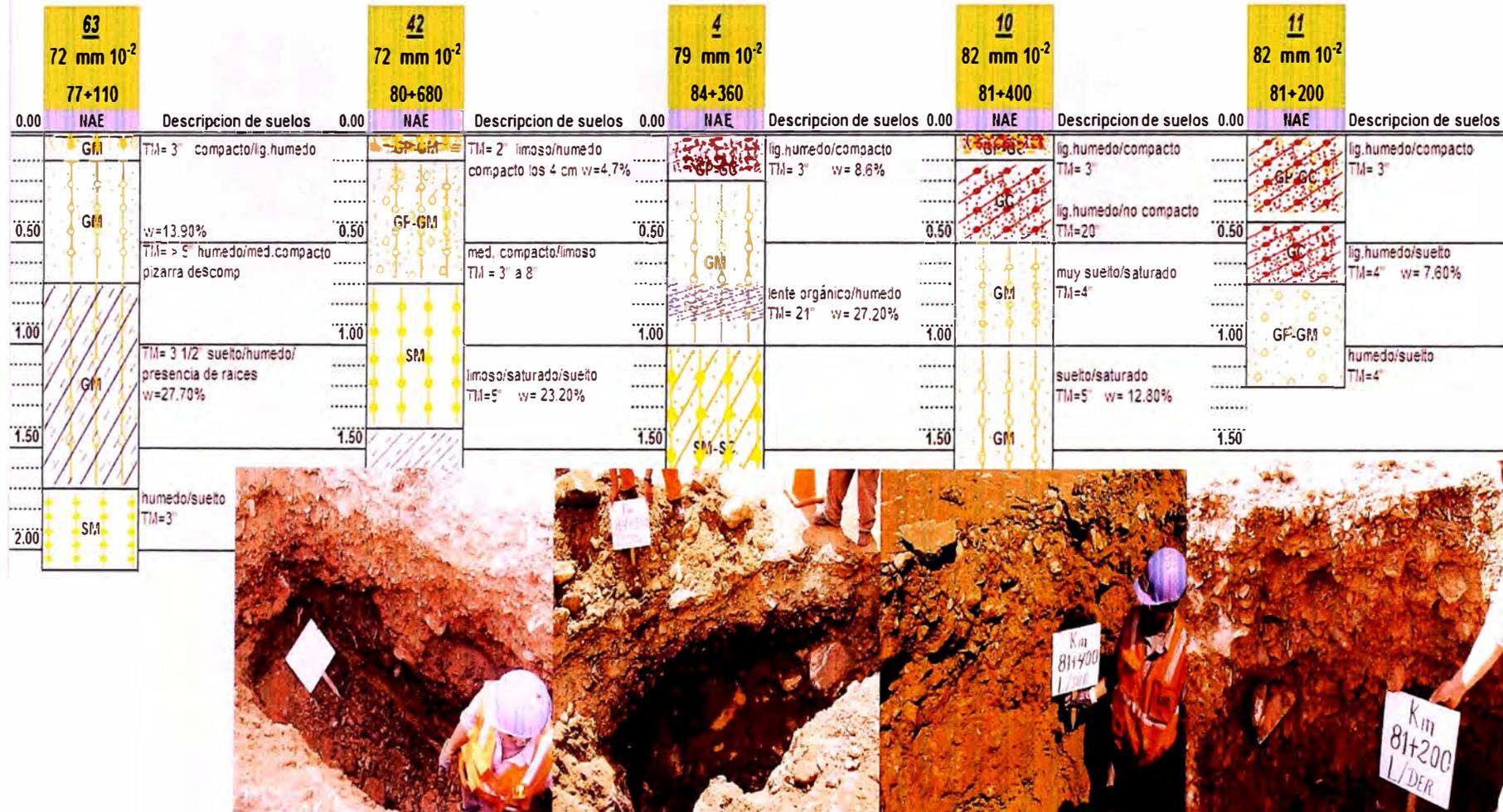
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES BAJAS - DESDE 0 A 83



ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES BAJAS - DESDE 0 A 83



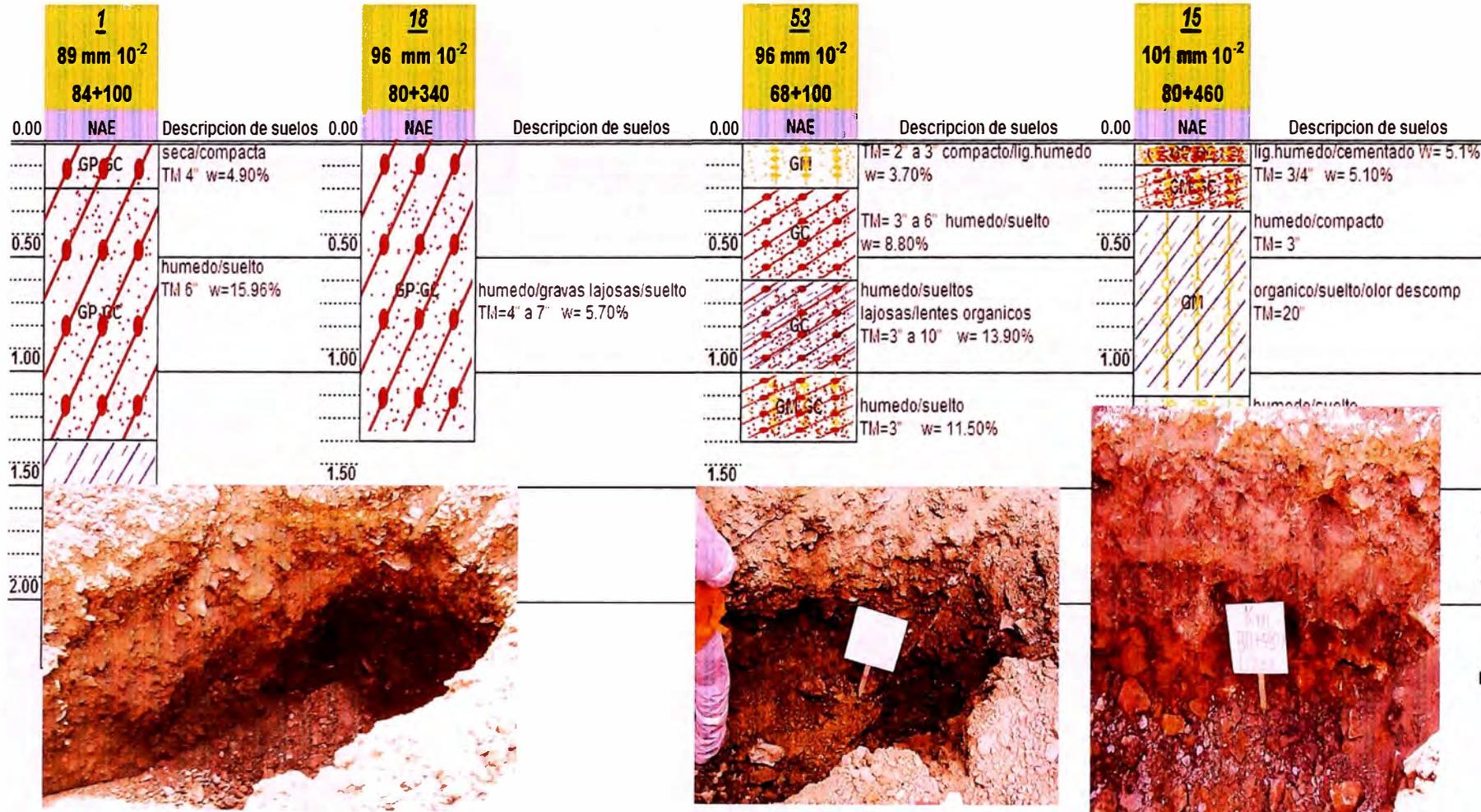
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES BAJAS - DESDE 0 A 83



ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS DESDE 84 A 170



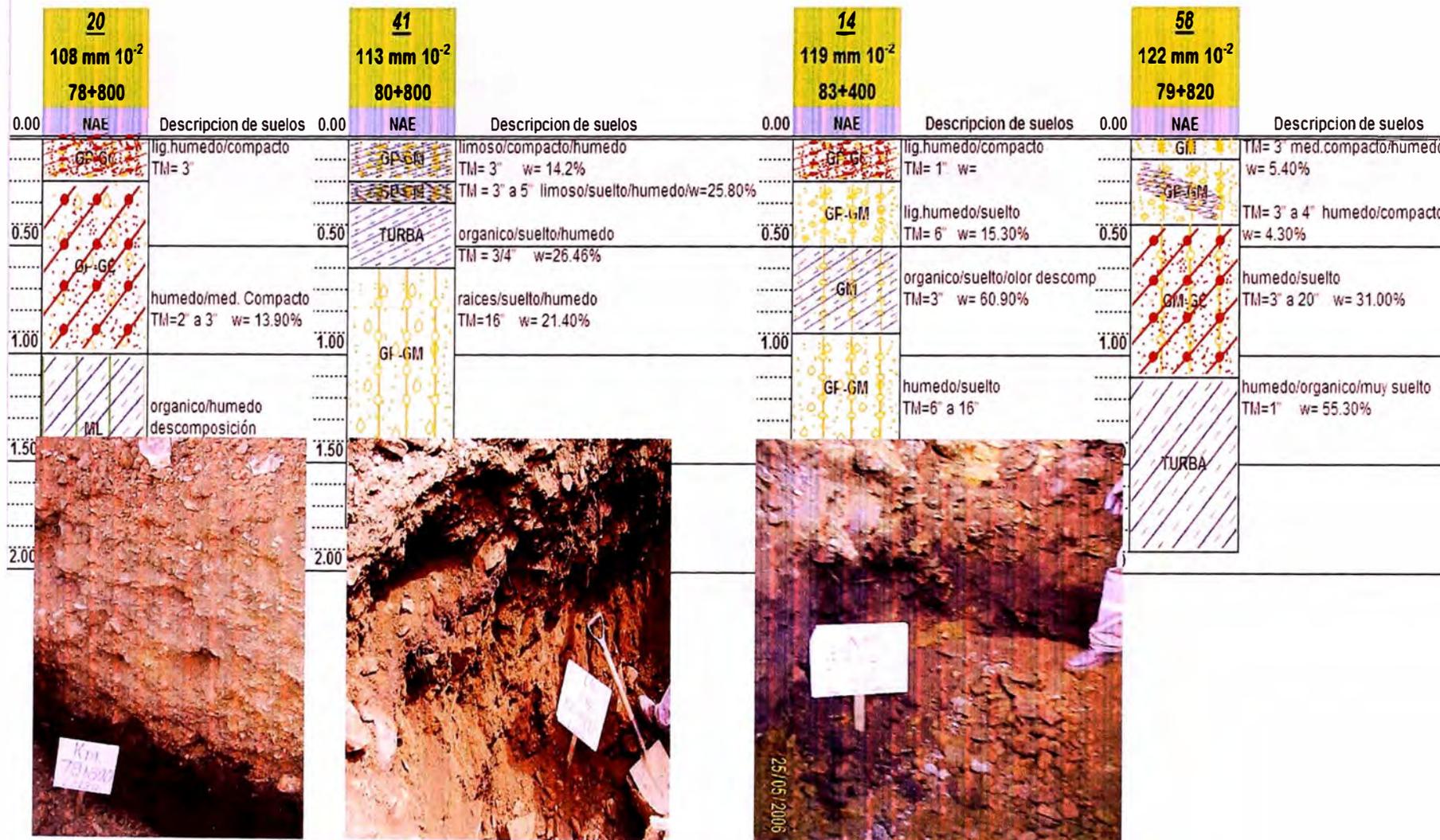
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS DESDE 84 A 170



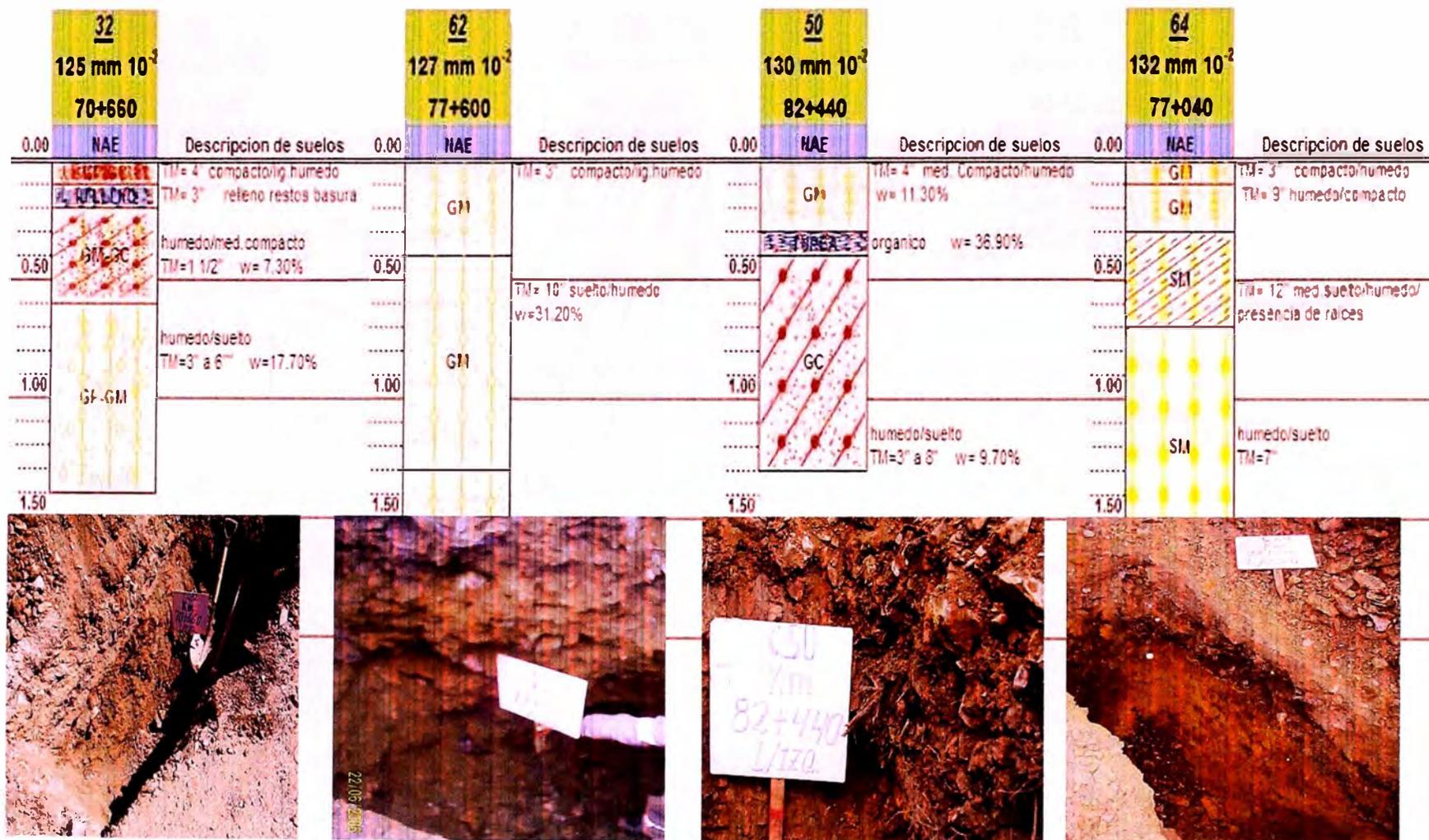
ESTRATIGRAFÍAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS - DESDE 84 A 170



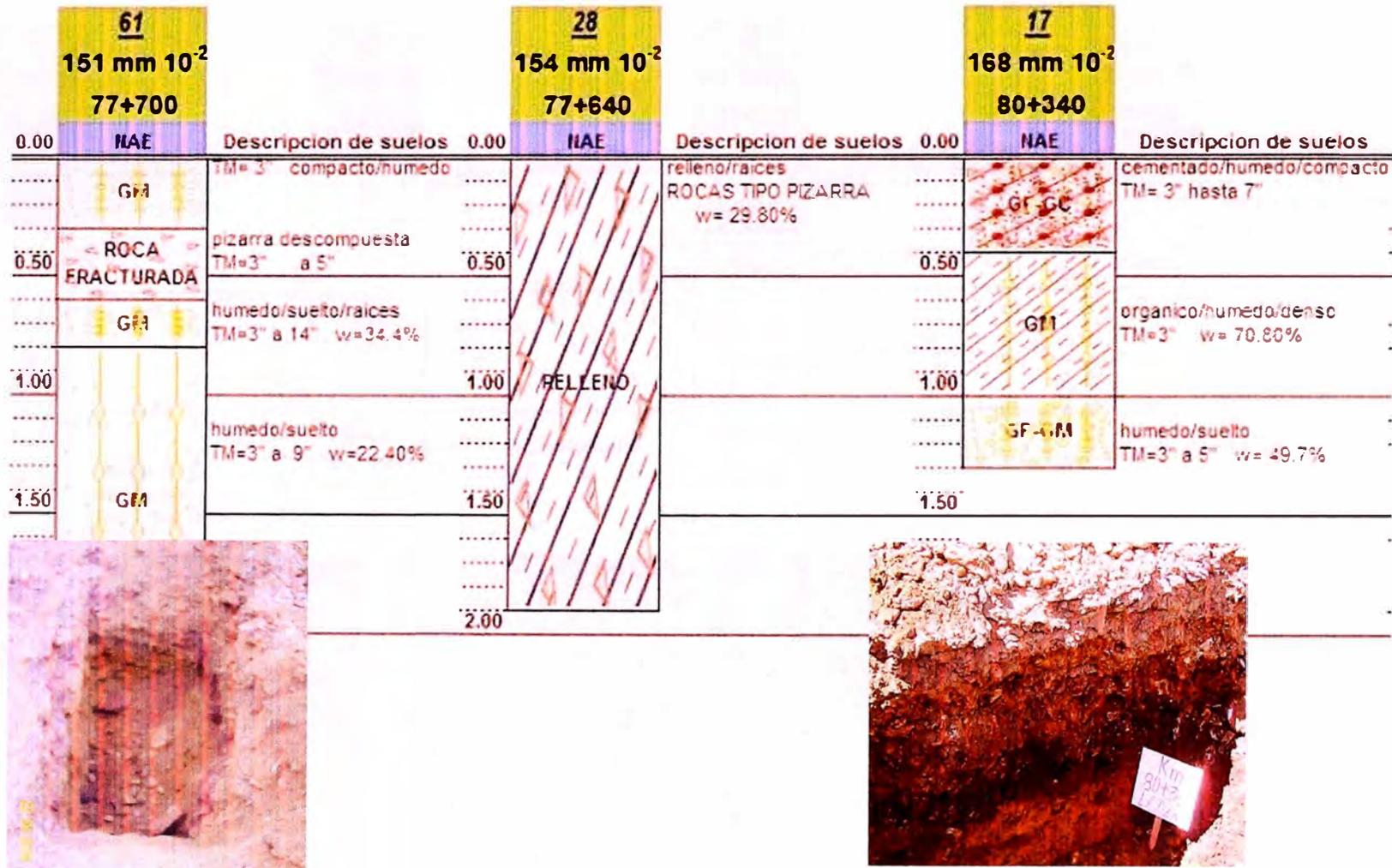
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS - DESDE 84 A 170



ESTRATIGRAFÍAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS - DESDE 84 A 170



ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES MEDIAS - DESDE 84 A 170

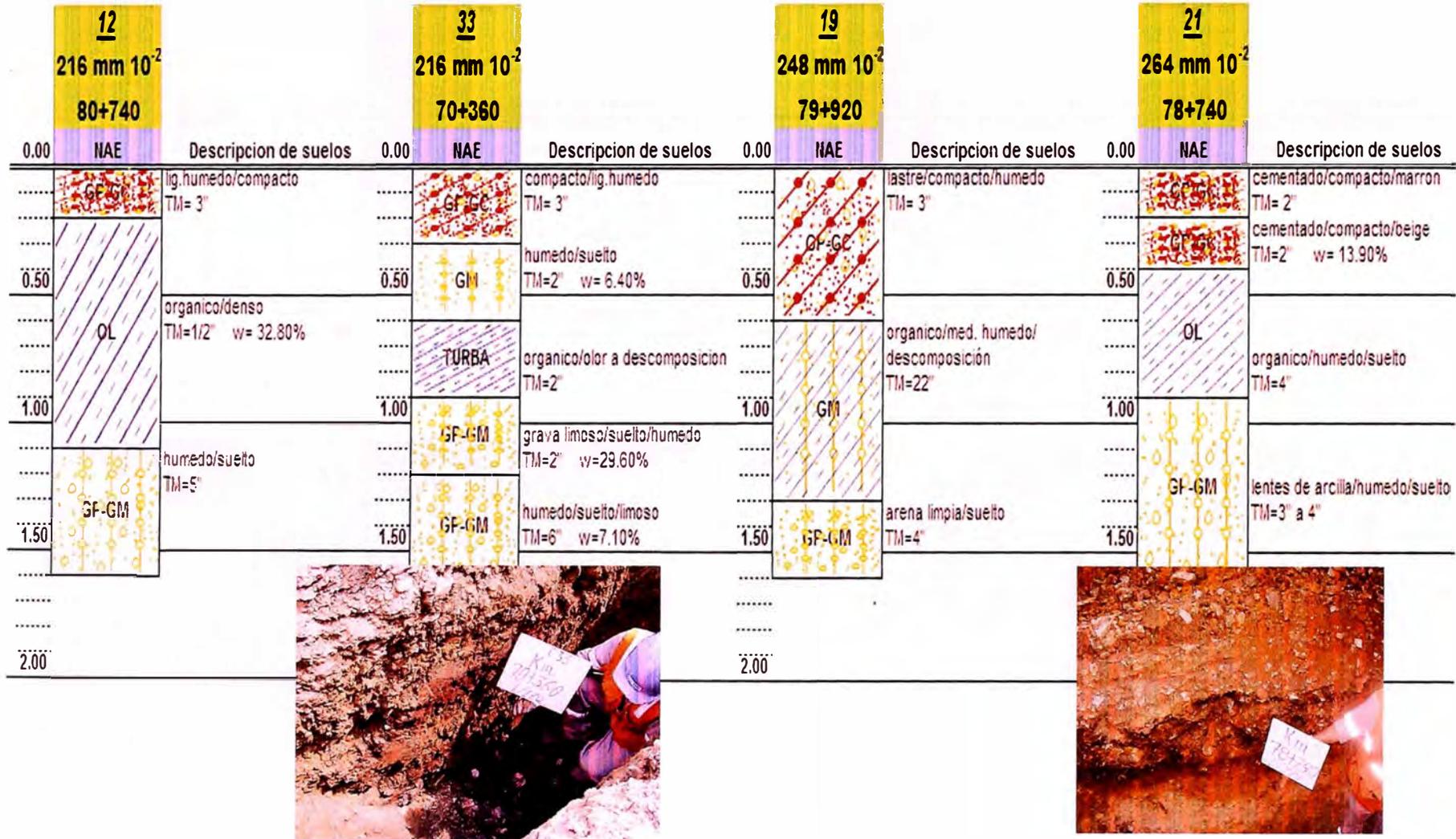


ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES ALTAS - DESDE 171 A MAS

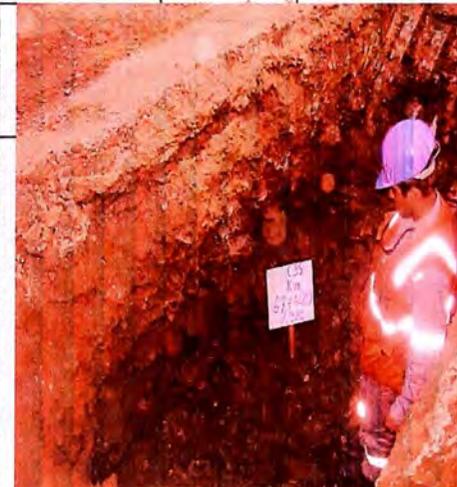
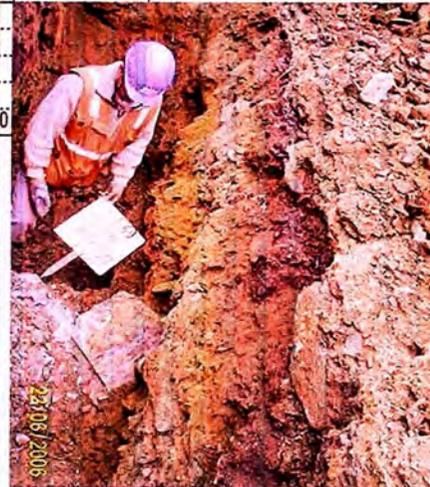
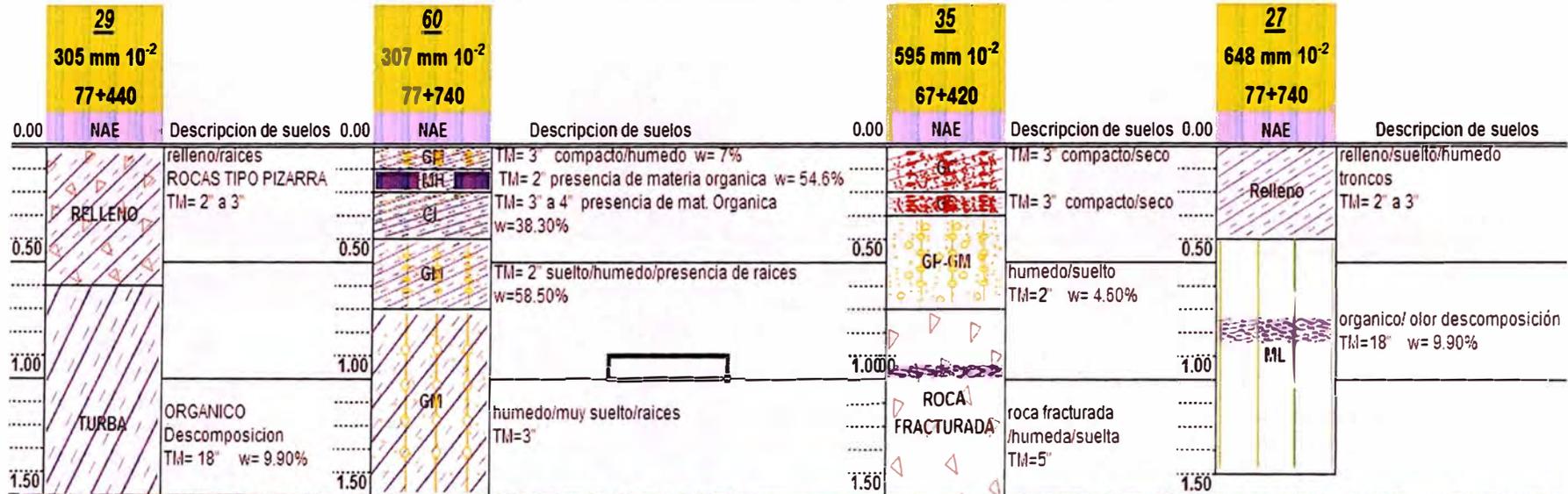
3 173 mm 10 ⁻² 83+680		22 175 mm 10 ⁻² 79+160		26 185 mm 10 ⁻² 78+240		59 192 mm 10 ⁻² 78+980	
0.00	NAE	0.00	NAE	0.00	NAE	0.00	NAE
Descripcion de suelos		Descripcion de suelos		Descripcion de suelos		Descripcion de suelos	
0.00	GP GC	0.00	Gf1	0.00	GC	0.00	
	lg. humedo/compacto TM= 3" w= 7.8%		suelo humedo TM= 6" w= 14.80%		suelo humedo TM= 4"		humedo/organico color descomp TM=12" w= 23.50%
0.50		0.50		0.50	TURBA	0.50	TURBA
			TURBA		organico/gravas angulosas y raia TM=4" a 5"		
1.00	TURBA	1.00		1.00		1.00	
			troncos/raices TM=6"		saturado/en compacto TM=12" w= 9.80%		
1.50		1.50	ROCA FRACTURADA	1.50		1.50	G+1
	saturado/blando descompuesto TM= 3" w=23.74%		roca fracturada/humeda/suelta TM=3" hasta 20"				roca fract/gravas laposas/limosa TM= 3" a 13" w= 9.70%



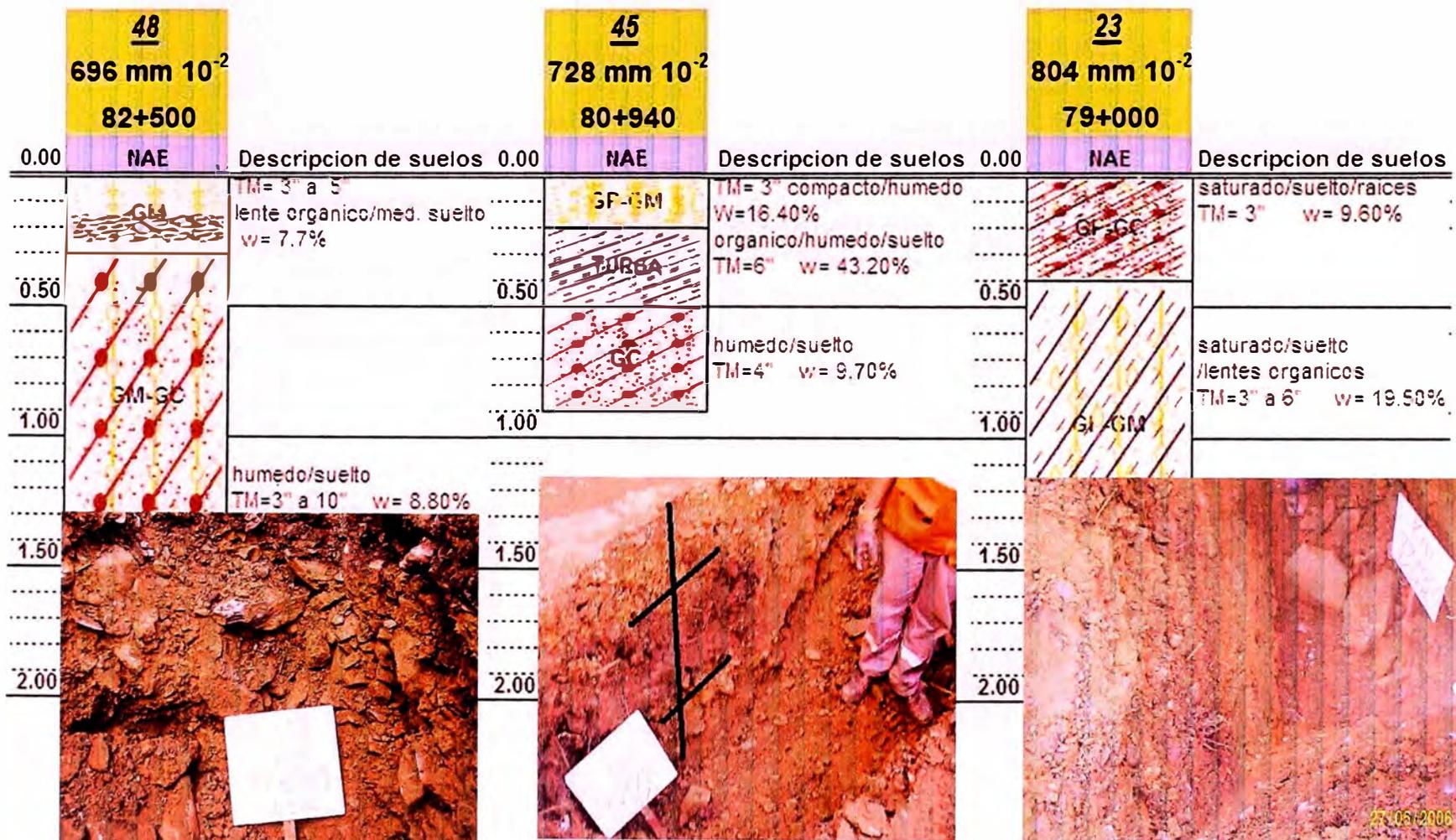
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES ALTAS - DESDE 171 A MAS



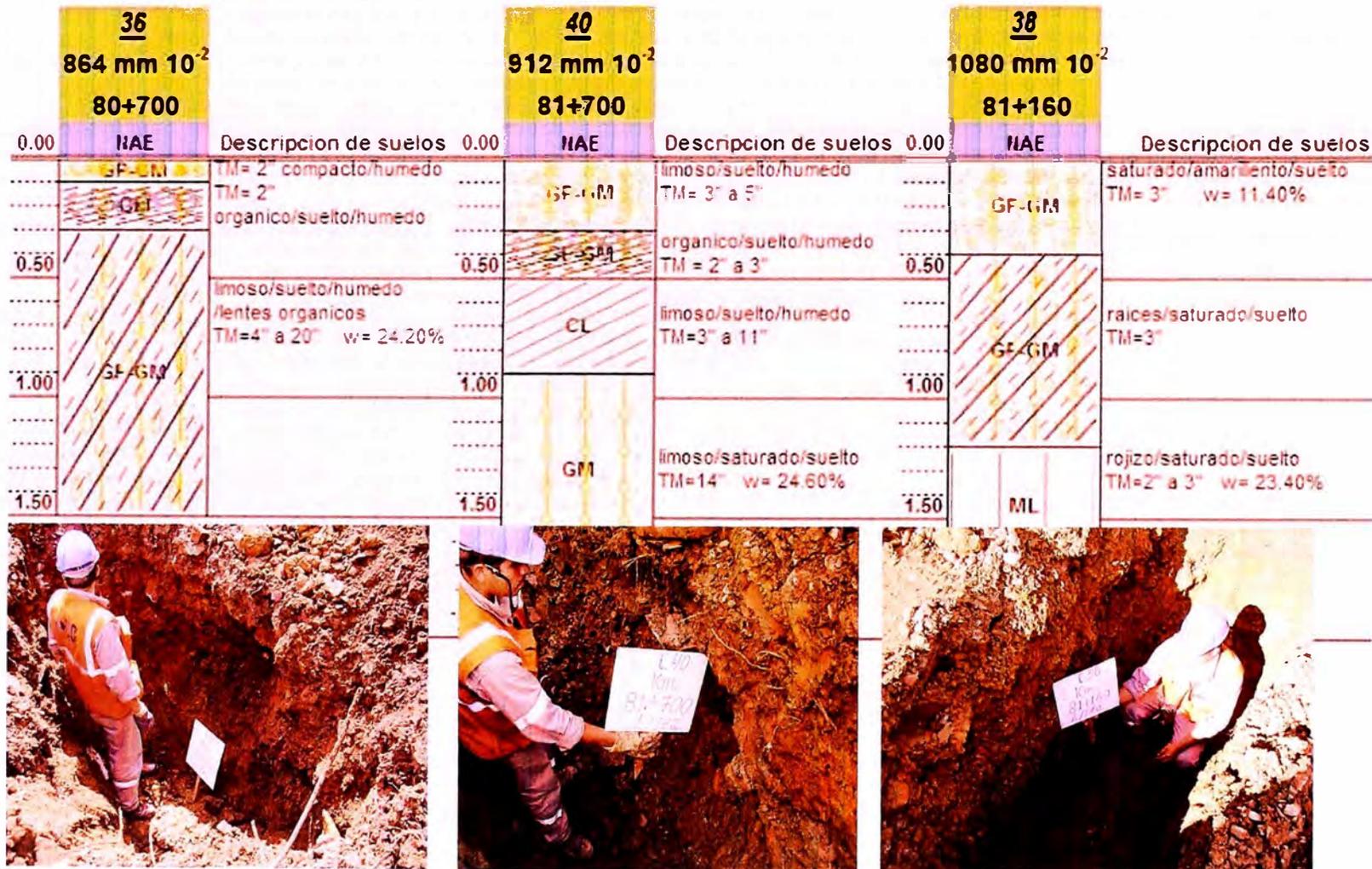
ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES ALTAS - DESDE 171 A MAS



ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES ALTAS - DESDE 171 A MAS



ESTRATIGRAFIAS EN ZONAS CON DEFLEXIONES ALTAS - DESDE 171 A MAS



ANEXO E: CUADRO COMPARATIVO DE RANGOS DEFLECTOMÉTRICOS Y GRADOS DE ACEPTACION DE SUELOS.

Rangos (10 ⁻² mm)	# Datos	% Datos	Análisis
Doc [0 - 83] Muestra de datos = 23	21	91%	Aseguran en los primeros 0.5 m de calicata, una capa de espesor = 0.1 m o mas, de material gravoso GP-GM, compacto. OCH=7.2%, MDS=95% al 100%
	19	83%	Aseguran en los primeros 0.5 m de calicata, una capa de espesor = 0.2 m o mas, de material gravoso GP-GM, compacto. OCH=7.2%, MDS=95% al 100%
	4	17%	Material gravoso GP-GM (W = 5% a 10%), (85% al 90% de la MDS) con presencia de lentes de materia organica en los primeros 0.5 m de calicata
	3	13%	Material gravoso GP-GM con presencia de lentes de materia organica (Turba, OL, OH) por debajo de los 0.5 m de calicata
	0	0%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas en los primeros 0.5 m de calicata
	5	22%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas por debajo de los 0.5 m de calicata
<p>CONCLUSION: En este rango de valores podemos encontrar en los suelos subyacentes una estructura gravosa (GP-GM) compacta hasta los 0.20 m de espesor, con un OCH de 7.2% y una MDS entre 95% y 100%, la misma estructura granular se proyecta hasta el 1.1 m., presentandose en estos estratos medianamente suelto (TM de 3" a 8") y con humedades entre 5% a 10%, lo cual permite obtener un 85% a 90% de la MDS, se evidencia ademas ligeros estratos de material organico (espesor aprox. 5 cm), el cual no incide en la capacidad estructural de los suelos, debido a que se presenta en los estratos mas profundos en donde el bulbo de presiones es menor. Se puede decir entonces que el rango de valores Doc entre 0 y 83 mm x 0.01, medidos a NAE, garantizan una estructura subyacente estable, esto es corroborado tambien por la ecuacion (1) en donde se obtiene un CBR ponderado mayor a 16% que segun ET es considerado aceptado para suelos a NSR.</p>			
Doc [84 - 170] Muestra de datos = 22	20	91%	Aseguran en los primeros 0.5 m de calicata, una capa de espesor = 0.1 m o mas, de material gravoso GP-GM, compacto. OCH=7.2%, MDS=95% al 100%
	18	82%	Aseguran en los primeros 0.5 m de calicata, una capa de espesor = 0.2 m o mas, de material gravoso GP-GM, compacto. OCH=7.2%, MDS=95% al 100%
	11	50%	Presencia de material gravoso GP - GM (W = 13% a 17%) con presencia de lentes organicos.
	6	27%	Presencia de material orgánico (W = 40%), limoso o arcilloso de espesor = 0.2 m o mas en los primeros 0.5 m de calicata
	9	41%	Presencia de material orgánico (W = 60%), limoso o arcilloso de espesor = 0.2 m o mas por debajo de los 0.5 m de calicata
	10	45%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas en la calicata de 1.1 m
	7	32%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.3 m o mas en la calicata de 1.1 m
5	23%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.5 m o mas en la calicata de 1.1 m	
<p>CONCLUSION: En este rango de valores podemos encontrar una primera capa de 0.50 m. de espesor la cual esta formada de material gravoso GP-GM, los 0.20 superficiales se presentan compactos y libres de material organico, la misma estructura granular se presenta en algunos casos sueltos (TM 3" a 20" sin ordenamiento) y con humedades del 13% a 17%, sin embargo existe un 27% de probabilidades de encontrar el material granular con un estrato organico de 0.20 m de espesor los cuales propagan humedades del 60%, siendo los % de compactacion muy bajos a sueltos. Por debajo de los 0.50 m. se ubica una estructura tambien gravosa, medianamente suelta, con una certeza del 41% de encontrar material organico en capas de 0.20 m. En general existe una certeza del 23% de encontrar capas de material organico de 0.50 m de espesor en 1.1 m de calicata. Se puede decir entonces que el rango de valores Doc entre 84 y 170 mm x 0.01, medidos a NAE, permiten determinar comportamientos de suelos subyacentes en proceso de deterioro de medio a leve pudiendo ser de aceptacion o no para uso a NSR, por lo que se debe analizar los Doc segun sea su magnitud con el ANEXO D, ademas de verificar en la ecuacion (1) su valor de CBR ponderado correspondiente. El escarificado en la plataforma dara una vision real de la ubicacion de la capa organica.</p>			
Doc ≥ 171 Muestra de Datos = 18	8	44%	Aseguran en los primeros 0.5 m de calicata, una capa de espesor = 0.1 m o mas, de material gravoso GP-GM, compacto.
	12	67%	Presencia de material organico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas en los primeros 0.5 m de calicata
	9	50%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.3 m o mas en los primeros 0.5 m de calicata
	16	89%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas por debajo de los 0.5 m de calicata
	17	94%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.2 m o mas en la calicata de 1.1 m
	16	89%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.3 m o mas en la calicata de 1.1 m
	14	78%	Presencia de material orgánico, arcilloso o limoso de espesor = 0.5 m o mas en la calicata de 1.1 m
<p>CONCLUSION: En este rango de valores encontramos el predominio del material orgánico con humedades mayores a 40%, en todos sus estratos, así tenemos que existe un 67% de probabilidades de encontrar una capa de 0.20 de espesor de material orgánico en una primera capa de 0.50 m de la calicata, sin embargo el panorama aumenta hasta un 89% de probabilidades de encontrar la misma capa del mismo espesor por debajo de los 0.50 de calicata. Cabe decir ademas que existe el 78% de probabilidades de encontrar una capa de 0.50 m. de material organico en descomposicion en la calicata de 1.1 m, y a esto se le suma las bolonerias sin orden que alcanzan las 25" los que agregan un grado de inestabilidad a la estructura, por lo que es recomendable para este rango de valores realizar una evaluacion con la metodologia planteada, ya que segun lo concluido la estructura subyacente no garantiza estabilidad alguna en su composicion, ademas segun ecuacion (1) y grafica 6.2 se determina que sus CBR ponderados a NAE estan por debajo del 16%, por lo que estos suelos en conjunto natural son considerados no aptos para su uso a NSR.</p>			

ANEXO F: VENTAJAS OBTENIDAS DESDE EL PUNTO DE VISTA ECONOMICO.

Análisis de costos usando esta metodología.

Según el informe de proyecto (Carretera: Ollantaytambo – Quillabamba, Tramo: Ollantaytambo – Alfamayo Vol. 1, aprobado con RD 410 – 200 – MTC 115.17) emitido a Provias por VISA consultores no definían en el tramo (Abra Malaga – Alfamayo Km 66+600 al Km 84+400), zonas de mejoramiento para la Subrasante por lo que por el contrario según el estudio geotécnico esas zona eran catalogadas como existentes debido a que los suelos poseían un CBR superior a 16% y el cual además estaba formado por gravas limosas (GM) en su totalidad.

Así tenemos que en la liquidación de obra se especifica y se aprueba el uso de la Viga Benkelman a NSR (sin aun definir valor para su aprobación) (Ver Cuadro E.1). Teniendo en cuenta el cuadro mencionado se puede ver que en el ítem 02.01.5 se destaca que en la obra principal los metrados de mejoramiento autorizado era de 0.00 m³, por lo que el costo de esta partida era de 0.00 Nuevos Soles, luego de haber realizado la inspección de suelos mediante la metodología propuesta, se genero un adicional PA N° 06, el cual fue aprobado para su ejecución, con una magnitud para el mejoramiento de suelos de 10,079.48 m³. Lo cual evidentemente esto genera una partida adicional la cual se transluce en un incremento en el monto inicial de obra.

Cabe decir que en la metodología propuesta ya se ha mencionado antes que esta se ejecuta a NAE lo cual nos ayuda a reducir los gastos que se generan en HH y HM durante el proceso de conformar la Subrasante, lo cual es un logro en materia de la no ejecución de trabajos rehechos.

Cuadro F.1 “Mejoramiento de Subrasantes (metrados)” (1)

02.01.5 MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE (M3)

En este trabajo se contemplo realizar el corte en material suelto en la zona del mejoramiento, perfilado y compactado en la zona de corte y la conformación del terraplén correspondiente sin incluir el material del relleno. Los trabajos se han ejecutado reemplazando el material inadecuado de la subrasante, que no reunía las condiciones del valor de CBR, de diseño de la estructura del pavimento, y en las zonas donde la deflectometría de la subrasante no cumplió con las exigencias de las Especificaciones Técnicas del Proyecto. Los equipos utilizados para la ejecución de esta partida han sido básicamente excavadoras sobre llantas, excavadoras sobre orugas, tractores sobre orugas, cargadores frontales, motoniveladoras y rodillos vibratorios autopropulsados.

Descripción del Metrado	Unidad	Metrado
Metrado autorizado (Obra Principal)	m3	0.00
Metrado autorizado (Obra Adicional - PA Nº 06)	m3	10,079.48
Metrado autorizado TOTAL	m3	10,079.48
Metrado Presupuesto Oferta	m3	0.00



- (1) Liquidación de obra: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Abra Malaga – Alfamayo Tramo II: Carrizales - Alfamayo, Consorcio Serconsult Motlima; Pág. 21.

Análisis de costos usando esta metodología como medida preventiva en carreteras.

En este ítem resumimos los costos que generaron el adicional por mejoramientos de suelos (PA N° 06) y su comparación con el monto inicial de obra. En el Cuadro E.2 se presenta los causales y trabajos que generaron la partida mencionada.

Cuadro F.2 “Causales y trabajos en el Adicional N° 06” (2)

6.3.6 Presupuesto Adicional N° 06: Mayores metrados de mejoramiento de subrasante, transporte de escombros y acondicionamiento de DME.

Causales

Conforme se ejecutaban los trabajos de explanaciones (cortes y rellenos) hasta el nivel de subrasante, se ubicaron zonas donde dicha subrasante presentó grandes ahuellamientos (> 3") ante el paso de las cargas, evidenciando inestabilidad en algunos estratos subyacentes, condiciones bajo las cuales resultó imposible efectuar la conformación de la subrasante de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas, resultando indispensable efectuar el mejoramiento correspondiente.

El mayor metrado de la partida Transporte de escombros se originó por el mayor metrado de la partida 2.01.05 Mejoramiento de Subrasante, ya que se requirió eliminar el material a reemplazar a los DME. Para los rellenos se utilizó material proveniente de cantera, lo que origino un mayor metrado de las partidas de transporte de material granular.

El mayor metrado de la partida 08.01.00 Acondicionamiento de Depósitos de Material Excedente, tiene su origen por el mayor metrado de las partidas: 5.01 y 5.02 Transportes de Escombros a la cual está ligada, que está generada a su vez, por el mayor metrado de la partida 2.01.05 Mejoramiento de Subrasante.

- (2) Informe Final: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Abra Malaga – Alfamayo Tramo II: Carrizales - Alfamayo, Consorcio Serconsult Mollima; Pág. 284, 285

En el cuadro E.3 se presenta el calendario valorizado del costo final que genero el Adicional N° 6 por mejoramiento de Subrasante, el cual asciende a 711,423.51 Nuevos soles.

Cuadro F.3 "Calendario Valorizado, Adicional N° 06" (3)

CALENDARIO VALORIZADO FINAL - PRESUPUESTO ADICIONAL N° 06

Código	Descripcion de Partida	Unidad	Metrado	PU	Sub Total	Mar-07	Abr-07	May-07	Jun-07	Jul-07	Ago-07	Total
02.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
02.01.05	Mejoramiento de subrasante	m3	10,079.48	23.66	238,480.50	32,893.79	41,117.29	41,117.29	41,117.29	41,117.29	41,117.55	238,480.50
05.00	TRANSPORTES											
05.01	Transporte de escombros d <= 1 km	m3km	9,859.79	4.23	41,706.91	5,752.67	7,190.83	7,190.83	7,190.83	7,190.83	7,190.92	41,706.91
05.02	Transporte de escombros d > 1 km	m3km	30,252.54	0.98	29,647.49	4,089.30	5,111.64	5,111.64	5,111.64	5,111.64	5,111.63	29,647.49
05.03	Transporte de material granular d <= 1 km	m3km	10,079.48	3.85	38,806.00	5,352.54	6,690.68	6,690.68	6,690.68	6,690.68	6,690.74	38,806.00
05.04	Transporte de material granular d > 1 km	m3km	51,085.36	1.46	74,584.63	10,287.54	12,859.42	12,859.42	12,859.42	12,859.42	12,859.41	74,584.63
08.00	MEDIO AMBIENTE											
08.01	Acondicionamiento de DME	m3	10,079.48	2.43	24,493.14	3,378.36	4,222.95	4,222.95	4,222.95	4,222.95	4,222.98	24,493.14

COSTO DIRECTO		447,718.67	61,754.20	77,192.81	77,192.81	77,192.81	77,192.81	77,192.81	77,192.81	77,193.23	447,718.67
GASTOS GENERALES FIJOS	1.131%	5,065.47	698.67	873.36	873.36	873.36	873.36	873.36	873.36	873.36	5,065.47
GASTOS GENERALES VARIABLES	21.948%	98,264.14	13,553.65	16,942.08	16,942.08	16,942.08	16,942.08	16,942.08	16,942.08	16,942.17	98,264.14
UTILIDAD	10.450%	46,786.60	6,453.31	8,066.65	8,066.65	8,066.65	8,066.65	8,066.65	8,066.65	8,066.69	46,786.60
SUB TOTAL		597,834.88	82,459.83	103,074.90	103,074.90	103,074.90	103,074.90	103,074.90	103,074.90	103,075.45	597,834.88
IGV	19.00%	113,588.63	15,667.37	19,584.23	19,584.23	19,584.23	19,584.23	19,584.23	19,584.23	19,584.34	113,588.63
TOTAL		711,423.51	98,127.20	122,659.13	122,659.13	122,659.13	122,659.13	122,659.13	122,659.13	122,659.79	711,423.51



CONTRATO DE OBRA : 0395-2605-MTC/20.
 CONTRATISTA : JJC CONTRATISTAS GENERALES S.A.
 SUPERVISOR : CONSORCIO SERCONSULT - MOTILMA.
 OBRA : REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA ABRA MALAGA - ALFAMAYO
 TRAMO II: CARRIZALES - ALFAMAYO (KM. 66+600 - KM 84+400)

(3) Informe Final: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Abra Malaga - Alfamayo Tramo II: Carrizales - Alfamayo, Consorcio Serconsult Motilma; Pág. 363.

En el cuadro E.4 cual se toma en consideración el monto generado por el adicional N° 06, así como el monto Base de obra, la comparación porcentual demuestra que estos costos en los cuales se incurrieron pueden ser previstos si es que se toma, conciencia real de que los problemas en los suelos subyacentes pueden ser previstos mediante ensayos no destructivos, en carreteras a NAE.

Cuadro F.4 “Comparación porcentual, Monto de obra, Adicional N° 6” (4)

Descripción	Nuevos soles (S/.)
Monto Inicial de obra (1)	36,482,693.92
Monto Adicional N° 06 (Mejoramientos a NSR) (2)	711,423.51
Porcentaje (2) / (1)	1.95%

Como conclusión final cabe decir que no se discute el hecho final de la forma de pago del adicional, el cual de por si tiene un monto sumamente elevado, y que debió preverse durante el estudio de proyecto inicial, de no darse este caso este costo por mejoramientos suscita discusiones ante el MTC, lo cual muchas veces por experiencia deriva en paralizaciones de obra y aumentos paulatinos en los costos indirectos lo cual no es saludable para una buena administración del tesoro público.

(4) Liquidación de obra: Rehabilitación y mejoramiento de la Carretera Abra Malaga – Alfamayo Tramo II: Carrizales - Alfamayo, Consorcio Serconsult Motlima; Pág. 02.