



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil – Consultor

Estudios y Fiscalización de Obras
Civiles, Vías, Estructuras, Drenes

“ESTUDIO Y DISEÑO DEFINITIVO DE LA VÍA SAN ANTONIO – SAN MIGUEL, EN LOS CANTONES GUAYAQUIL Y PLAYAS, DE LA PROVINCIA DEL GUAYAS”

ESTUDIO DE SUELOS DE SUBRASANTE



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil - Consultor



ESTUDIO DE SUELOS DE SUBRASANTE

Contenido

1	ANTECEDENTES	3
1.1	INTRODUCCIÓN	3
1.2	DATOS GENERALES	3
1.3	GEOLOGIA.....	4
2	INVESTIGACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA.....	5
2.1	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	5
2.2	ESTUDIOS GEOTÉCNICOS	5
2.2.1	Exploración geotécnica	5
2.2.2	Ensayos de penetración con cono DCP	5
2.2.3	Ensayos de laboratorio	6
2.3	SUBRASANTE.....	9
2.3.1	Litología.....	9
2.3.2	Profundidad de la Napa Freática.....	11
2.3.3	Propiedades índices.....	11
2.3.4	California Bearing Ratio (CBR) de subrasante.....	12
2.3.5	Densidad máxima, esponjamiento, humedad óptima y natural de la subrasante	14
2.4	CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE	15
3	POTENCIAL DE EXPANSION	19
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	21
4.1	CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE	21
4.2	MODULO RESILIENTE Y CBR DE DISEÑO DE LA SUBRASANTE.....	21
4.3	CARACTERISTICAS DEL MATERIAL GRANULAR DE EXISTENTE	23
4.4	POTENCIAL DE EXPANSIÓN	23
5	ANEXO 1: REGISTROS DE CALICATAS DE SUELOS DE SUBRASANTE Y MATERIALES DE PAVIMENTO EXISTENTE.....	24
6	ANEXO 2: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN CON DCP	41
7	ANEXO 3: PERFIL ESTRATIGRAFICO	34



ESTUDIO DE SUELOS DE SUBRASANTE

1 ANTECEDENTES

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente informe trata sobre el Estudio de suelos de subrasante y materiales que conforman la actual estructura de pavimentos de la vía San Antonio - San Miguel correspondiente a la Fase I de los TdR; resume todas las actividades del estudio de suelos y caracterización de la subrasante que definan todos los elementos necesarios para en segunda fase proceder con el diseño y las recomendaciones de la estructura del pavimento del proyecto definitivo.

Las acciones desarrolladas en este ámbito fueron:

- Trabajos de Campo: Estudio de Suelos de la subrasante
- Trabajos de Laboratorio: Ensayos de laboratorio de las muestras recuperadas de la subrasante.

1.2 DATOS GENERALES

La vía San Antonio - San Miguel, se localiza en el sur occidente del Ecuador, el proyecto requiere la dotación de pavimento asfáltico y la puesta a punto de la vía existente construida para dar acceso a la población de la zona y el desarrollo de la actividades de la industria camaronera.

La vía existente está dotada de una capa de superficie de rodadura granular que por el tráfico de camiones la capa de rodadura requiere un continuo mantenimiento para que este expedita; además, la mayor parte del año en la zona presenta una escasa pluviosidad haciendo dificultoso el tránsito vehicular por la generación de polvo.

El estudio considera que las actividades camaroneras, necesitan una vía expedita para las actividades de extracción y transporte para su adecuado desarrollo y beneficio económico a la comunidad.

De acuerdo con la información existente, los principales rasgos climáticos corresponden a una zona donde los veranos son cortos, calurosos y opresivos; los inviernos son largos, cómodos, bochornosos, secos y ventosos y está parcialmente nublado durante todo el año. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de 21 °C a 29 °C y rara vez baja a menos de 19 °C o sube a más de 29 °C.

En relación a la Precipitación Media Mensual (mm). La temporada de lluvia dura 5,0 meses, del 27 de diciembre al 29 de mayo, con un intervalo móvil de 31 días de lluvia de por lo menos 13 milímetros. El mes con más lluvia es febrero, con un promedio de 49 milímetros de lluvia.



El periodo del año sin lluvia dura 7,0 meses, del 29 de mayo al 27 de diciembre. El mes con menos lluvia es septiembre, con un promedio de 1 milímetros de lluvia.

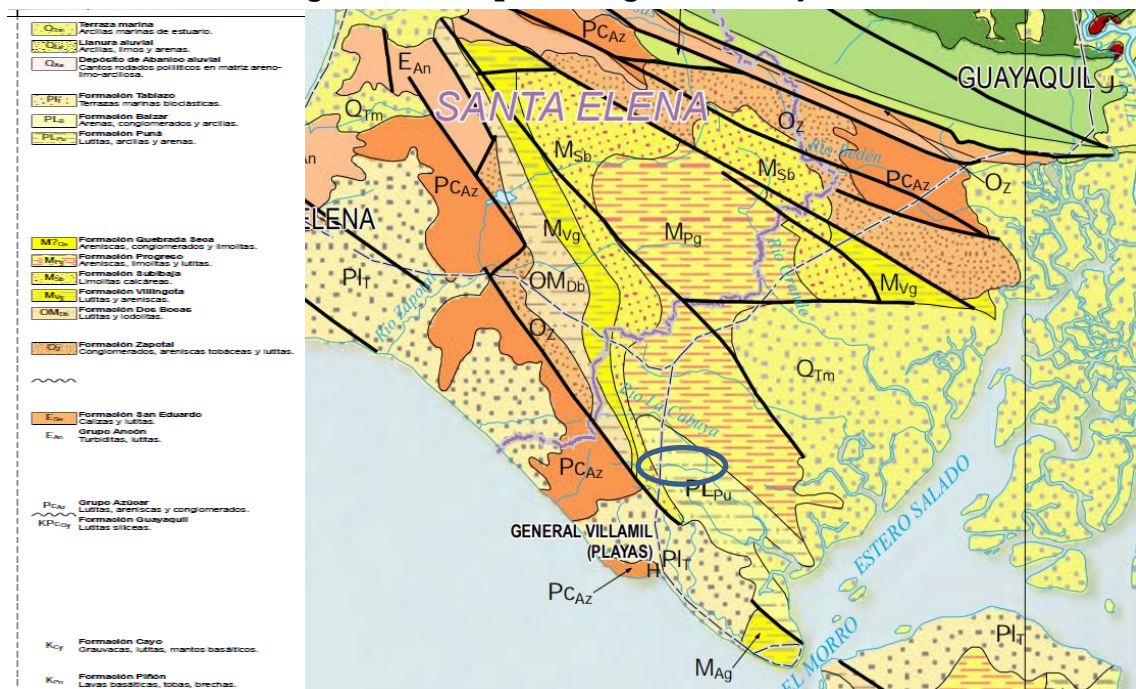
Figura N° 1 Ubicación del proyecto



1.3 GEOLOGIA

Para el efecto se realizó una recopilación de la información existente, a continuación se presenta un estrato del Mapa Geológico para obtener las características geológicas generales de la zona del proyecto.

Figura N° 2 Mapa Geológico del Proyecto





El proyecto vial se desarrolla por un área geológica de la formación Puna conformados por lutitas, arcillas y arenas.

2 INVESTIGACIÓN Y CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

2.1 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

El objetivo del estudio es determinar las características del suelo de subrasante y los materiales que conforman la estructura de pavimentos actual con el objeto de diseñar en fase II la estructura de pavimento para 10 y 20 años, de acuerdo con las cargas reales actuantes y el tráfico proyectado para 20 años, así como proporcionar las recomendaciones para la fase construcción del proyecto.

El programa de exploración del subsuelo se ciñó a los términos de referencia en sus partes pertinentes.

2.2 ESTUDIOS GEOTÉCNICOS

2.2.1 Exploración geotécnica

Con el fin de caracterizar geotécnicamente los estratos de suelo a lo largo del tramo y para establecer los perfiles representativos del subsuelo, se realizó una investigación que consistió en la ejecución de calicatas, realizar ensayo de penetración con cono DCP, recuperación de muestras alteradas para la realización posterior de ensayos de laboratorio.

Las calicatas se ejecutaron en el borde de la calzada, empezando en el Km 0+000 y aproximadamente cada 500 metros acorde a la norma técnica de exploración de Suelos y Pavimentos. Toda la exploración tuvo como objetivo determinar, evaluar y caracterizar la propiedades geotécnicas de la subrasante, hasta una profundidad de 1.5 m. Detectar la profundidad de la napa freática y la caracterización de los parámetros que describen las propiedades de la subrasante y la capa que conforman la estructura del pavimento existente.

En el **Anexo 1** se presentan los **Registros de Calicatas de Suelos de Subrasante y Materiales de Pavimento Existente**.

2.2.2 Ensayos de penetración con cono DCP

Se llevaron a cabo para este proyecto en cada calicata sendos ensayos de penetración con cono DCP con el fin de determinar el CBR “in situ” de la subrasante, a través de la correlaciones existente entre el DCP y el CBR in situ.

Este método de ensayo trata sobre la medición de la razón de penetración del Penetrómetro Dinámico de Cono con el mazo de 8 kg (DCP 8kg) a través de suelos



inalterados y/o compactados de acuerdo a la norma ASTM D-6951-03. La razón de penetración puede relacionarse con la capacidad de soporte in situ, tal y como se estima con el ensayo de CBR in situ (Razón de Soporte de California).

En el **Anexo 2** se presenta los **Registros del Ensayo de Penetración con DCP**

2.2.3 Ensayos de laboratorio

Las muestras disturbadas de suelos extraídas, fueron sometidas a una serie de ensayos de mecánica de suelos, tendientes a identificar el tipo de suelo al que pertenecen y a la obtención de algunas importantes propiedades físicas y mecánicas que los caracterizan, basados en los requerimientos de diseño ya preestablecidos, con los que se determina la evaluación geotécnica para fines de diseño de pavimentos.

Las muestras de suelos remitidas a laboratorios especializados y cuyos resultados se pueden observar en el volumen por separado, denominado Ensayos **de Laboratorio** como:

- Análisis Granulométrico por tamices, vía húmeda y sedimentación ASTM D-422.
- Contenido de humedad natural, ASTM D-2216.
- Límite Líquido, ASTM D- 423.-
- Límite Plástico, ASTM D-424
- CBR AASHTO T-193, ASTM D1883

Las condiciones observadas en el terreno y los resultados de los ensayos de laboratorio de la campaña de exploración geotécnica se resumen en los cuadros siguientes:



Cuadro N° 1 Resumen de Ensayos de Laboratorio de la Subrasante

CALICATA			C-1			C-2			C-3			C-4			C-5			C-6			C-7			C-8		
ABSCISA		km	00+000			00+500			01+000			01+500			02+000			02+500			03+000			03+500		
Ubicación			Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha		
Nivel Freatico		m																								
Profundidad		m	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,50	0,50	1,50		
Clasificación		SUCS	CL	CL	CL	SC-SM	CL	SM	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL	CL		
		AASHTO	A-7-6	A-6	A-6	A-4	A-6	A-2-4	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-7-6		
Indice de Grupo (86)			20	14	5	0	11	0	18	7	14	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	23	23		
Indice de Grupo (45)			15	12	6	1	11	0	14	7	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	12	13	16	16		
Grava	% QUE PASA	3"	100,00	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		2"	100,00	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		1 1/2"	100,00	100,00	100	100,0	100	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		1 "	100,00	100,00	100	100,0	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		3/4 "	100,00	100,00	100	100,0	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		1/2"	100,00	100,00	100	100,0	100	100	100	100	100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		3/8"	100,00	100,00	100	100,0	100	100	100	100	100	95,47	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
		N°4	100,00	100,00	100	100,0	97,3	92,4	100,0	87,1	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100	100	100	100		
Arena	N°10	99,29	99,66	100	100,0	96,0	89,2	100,0	78,6	98,4	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	99,6	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0			
	N°40	97,21	96,85	96,83	98,1	92,6	80,0	97,7	73,7	92,5	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	96,7	97,6	97,6	97,6	98,7	98,7			
Finos	N°200	82,51	79,87	63,60	39,6	71,6	31,2	77,4	54,1	65,6	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	75,8	77,4	77,4	77,4	83,2	83,2			
Clasificación	Grava	0	0,00	0	0,0	3,00	8	0,00	13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0	0			
	Arena	17	20,00	36	60,0	25,00	61	23,00	33	34,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23	23	23	17	17			
	Finos	83	80,00	64	40,0	72,00	31	77,00	54	66,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	76,0	77	77	77	83	83			
Límites de Atterberg %	LL	43,0	35,00	29	22,0	33,0		42,0	42,0	42,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	41,0	42,0	42,0	42,0	43,0	43,0			
	LP	18,0	16,00	18	17,0	14,0		18,0	25,0	17,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	22,0	22,0	22,0	14,0	14,0			
	IP	25,0	19,00	11	5,0	19,0		24,0	17,0	25,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	20,0	20,0	20,0	29,0	29,0			
Humedad Natural		%	13,5	8,40	10,8	5,8	9,0	2,6	8,9	8,3	9,6	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,3	9,1	9,1	9,1	11,2	11,2			
Esponjamiento		%	8,18	5,35	4,91	7,53	7,96	11,2	13,25	15,47	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00	22,00	23,00	24,00	25,00	26,00	27,00	28,00	29,00			
Densidad Máxima		kg/m3	1794	1786	1774	1818	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789	1789			
Humedad Óptima		%	15,47	15,37	13,81	13,44	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25			
CBR laboratorio	95%	1,50	1,50	2,00	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92			
	90%	1,10	1,20	1,30	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50			
CBR in situ		%	6,00	17,00	12,00	69,00	11,00	8,00	8,00	9,00	13,00	13,00	12,00	8,00	7,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00			



CALICATA		C-9			C-10			C-11			C-12			C-13			C-14			C-15			C-16		
ABSCISA	km	04+000			04+500			05+000			05+500			06+000			06+500			07+000			07+500		
Ubicación		Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha			Margen izquierda			Margen derecha		
Nivel Freatico	m																								
Profundidad	m	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50	0,50	1,00	1,50
Clasificación	SUCS	CL			CL	CL		CL	CL		CL			CL	CL	CL	CL-ML	CL		SM		ML	SC		SC
	AASHTO	A-6			A-6	A-7-6		A-6	A-6		A-6			A-7-6	A-7-6	A-7-6	A-4	A-7-6		A-1-b		A-4	A-6		A-4
Indice de Grupo (86)		17			19	24		7	5		20			21			1	19		0	8		2	1	
Indice de Grupo (45)		14			14	16		8	6		13			14			3	13		0	8		2	2	
Grava	% QUE PASA	3"	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100		100,0	100,0		100,0
		2"	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100		100,0	100,0		100,0
		1 1/2"	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100,0		100,0	100,0		100,0
		1 "	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100,0		100,0	100,0		100,0
		3/4 "	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100		100,0	100,0		100,0
		1/2"	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100		100,0	100,0		100,0
		3/8"	100,0		100,0	100,00		100,0	100,00		100,00			100,00			100,0	100,00		100		100,0	100,0		100,0
		N°4	100,0		100,0	100,00		96,70	100,00		100,00			100,00			95,96	100,00		100		97,9	95,96		98,52
Arena	N°10	99,5		100,0	100,00		93,93	98,07		100,00			100,00			92,34	98,72		98,11		94,6	92,34		95,55	
	N°40	96,4		98,2	97,86		86,92	90,29		99,04			98,29			82,21	97,14		40,54		93,0	82,21		84,04	
Finos	N°200	77,2		81,5	87,17		60,68	57,81		88,60			84,99			50,76	83,65		12,82		84,9	44,54		44,89	
Clasificación	Grava	0,0		0,0	0,00		3	0,00		0			0			4	0		0		2,0	4,00		1,00	
	Arena	23,0		19,0	13,00		36	42,00		11			15			45	16		87		13,0	51,00		54,00	
	Finos	77,0		81,0	87,00		61	58,00		89			85			51	84		13		85,0	45,00		45,00	
Límites de Atterberg %	LL	40,0		40,0	45,0		30,0	29,0		40,0			42,0			29,0	41,0				36,0	29,0		24,0	
	LP	16,0		16,0	18,0		14,0	16,0		17,0			17,0			22,0	18,0				28,0	17,0		15,0	
	IP	24,0		24,0	27,0		16,0	13,0		23,0			25,0			7,0	23,0				8,0	12,0		9,0	
Humedad Natural	%	7,6		10,3	15,6		7,5	8,1		13,6			13,0			8,4	9,6		7,1		12,5	8,4		7,4	
Esponjamiento	%	3,88					6,26						4,89			6,76									
Densidad Máxima	kg/m3	1812					1810						1757			1757									
Humedad Optima	%	13,06					13,86						15,28			15,28									
CBR laboratorio	95%	2,40					2,40						2,50			1,70									
	90%	1,70					1,65						1,90			1,20									
CBR in situ	%	14,00	15,00	12,00	8,00	6,00	8,00	6,00	9,00	8,00	11,00			7,00				9,00		14,00	19,00	27,00	6,00	9,00	12,00



2.3 SUBRASANTE

2.3.1 Litología

Las unidades geológicas presentes en la zona del proyecto, que forman parte del sustrato se extrae de la carta geológica en el numeral 1.5 y que se resumen a continuación: En este sector la litología está representada por secuencias detríticas, que varían desde gravas, conglomerados, areniscas, arcillas y limos. Jiménez divide a la Formación en Puná I y Puná II. Corresponden a Puná I los sedimentos que contienen una microfauna de foraminíferos similares a los descritos en el Plio – Pleistoceno de las perforaciones del Grabende Jambelí, y a Puná II los sedimentos con fauna de moluscos con características estuarinas. La Fm Puná descansa concordantemente sobre la Fm Progreso y está sobrepuesta por sedimentos fluvio – estuarinos más jóvenes. El espesor de la Fm Puná es de unos 550 m.

Los depósitos superficiales recientes se definen en función de su granulometría y límites los suelos se clasifican como arcillas de baja plasticidad, con esporádicos sustratos de limos y arenas arcillosas. La clasificación SUCS y AASHTO de los suelos finos encontrados se puede observar en la ubicación de la carta de plasticidad.

Figura N° 3 Ubicación de la Clasificación SUCS de suelos subrasante

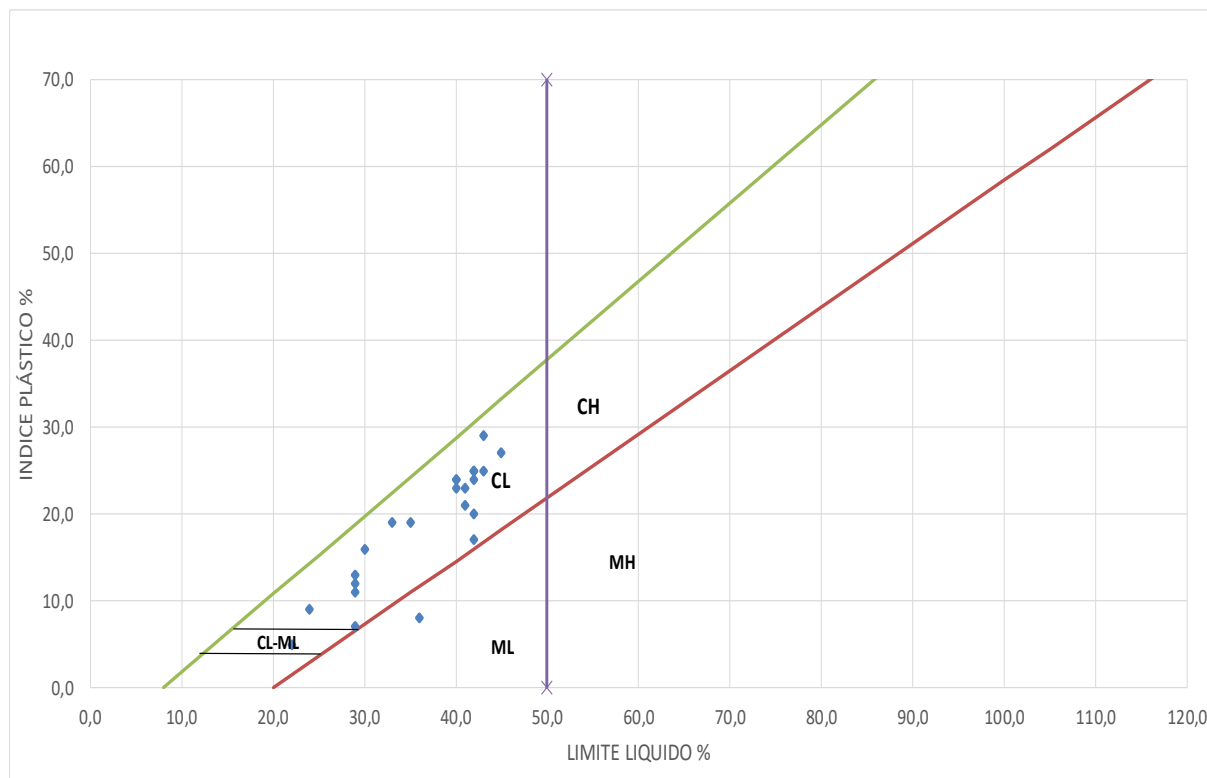
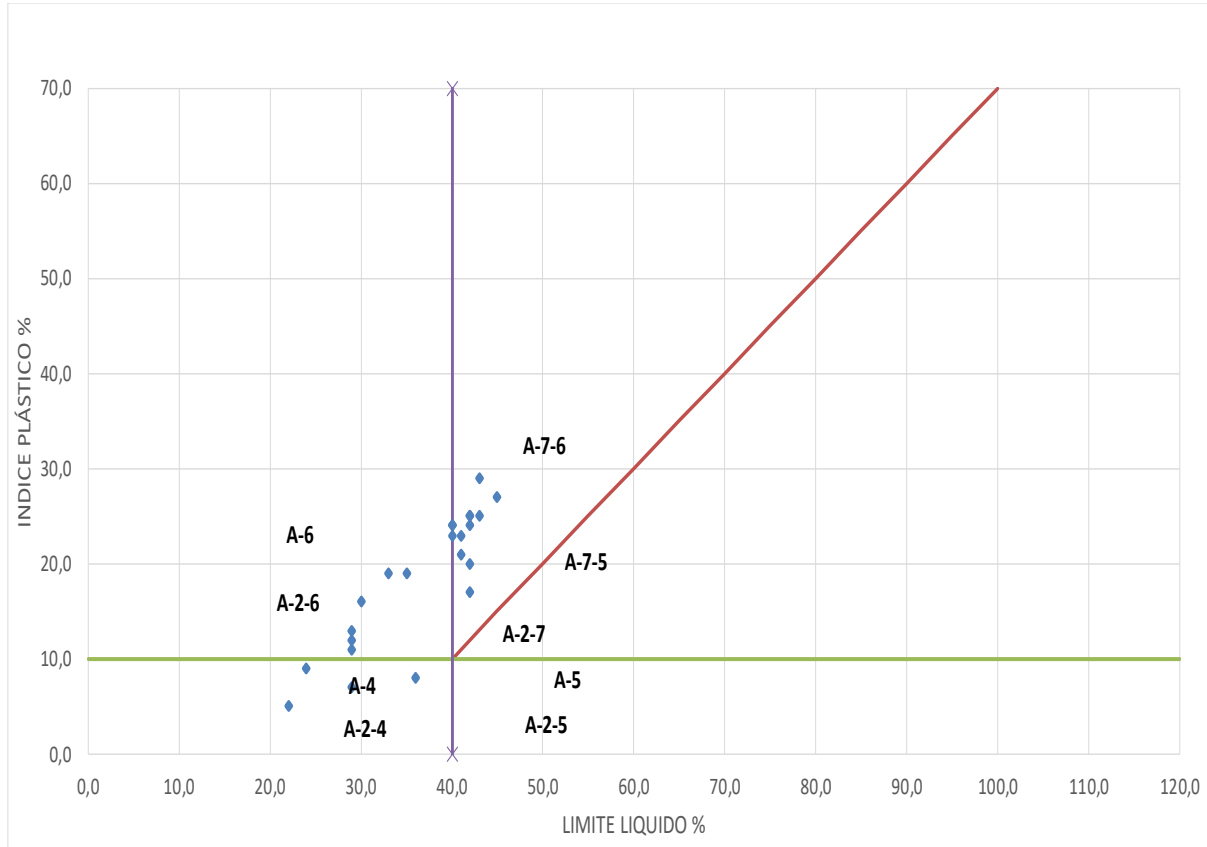




Figura N° 4 Ubicación de la Clasificación AASHTO de suelos de subrasante

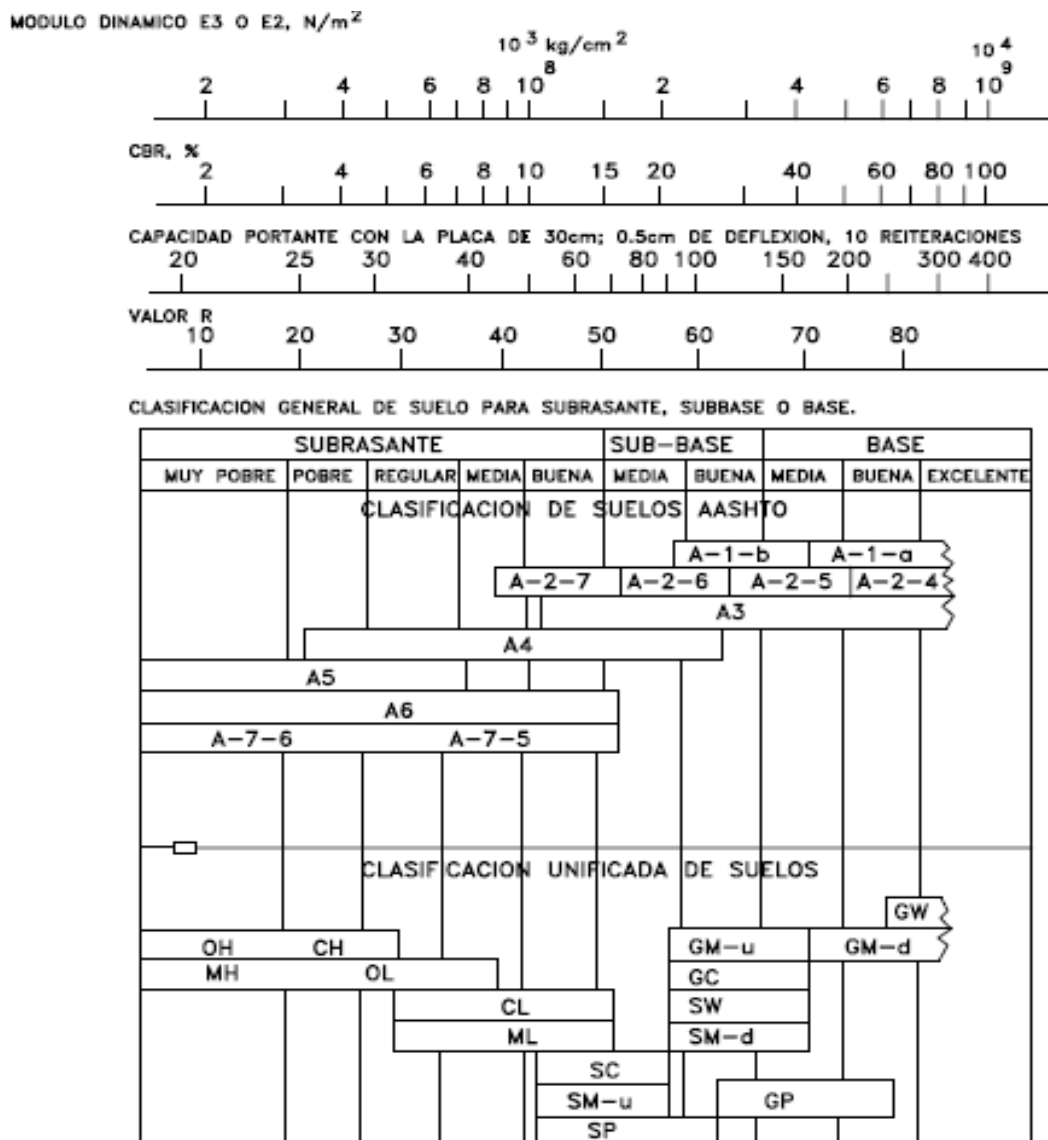


Existen poca variación a lo largo de la trazado vial por lo que no se puede distinguir tramos a efectos de diseño de pavimentos conviene tratarlo como un sólo tramo.

Acorde con los tipos de suelo de la subrasante y el valor soporte de California, podrían alcanzar CBR de entre 3 y 20% cuando los suelos de subrasante compactado a humedad óptima.



Figura N° 5 Ubicación de la Clasificación de Tipo de Suelos de Subrasante



2.3.2 Profundidad de la Napa Freática

Durante la ejecución de las calicatas, hasta la profundidad realizada no se determinó la presencia de nivel freático a las 24 horas.

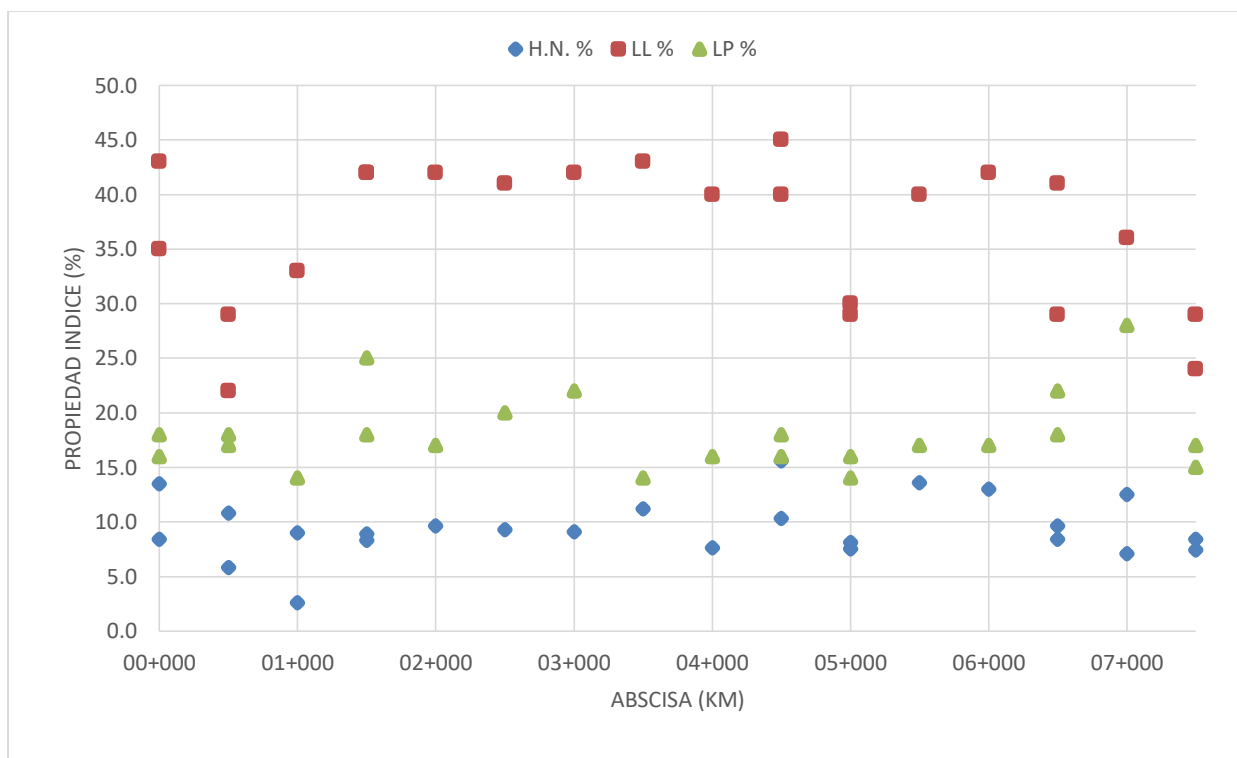
2.3.3 Propiedades índices

En la exploración del subsuelo mediante la ejecución de calicatas, se tomaron muestras disturbadas a diferentes profundidades, a fin de determinar las propiedades índices del



material de subrasante, las certificaciones de los resultados de ensayos de laboratorio se encuentran en Volumen **Anexo: Ensayos de Laboratorio**.

Figura N° 6 Variación de las propiedades índice del suelo de la subrasante



En las figuras anteriores, se aprecia las variaciones de la Humedad Natural, en la mayoría de los casos oscilan entre 5 al 15%, los límites líquidos oscila entre 25 al 45%, los límites plásticos varían entre 15 al 30%; la variación de estos índices se presenta según la Abscisa correspondiente y para las profundidades entre 0.5 a 1.5 metros. Se destaca que la humedad natural está siempre bajo el límite líquido, los índices de plasticidad son de magnitud mediana propios de este tipo de subrasante.

En general y acorde con los resultados de los ensayos de laboratorio, las condiciones de la subrasante son consideradas de baja a mediana calidad, por lo que para la construcción de una estructura de pavimento apta para la actividad a desarrollarse en la zona, se debe tomar la precaución de recomendar refuerzos de material a fin de asegurar un buen comportamiento del pavimento durante su vida útil.

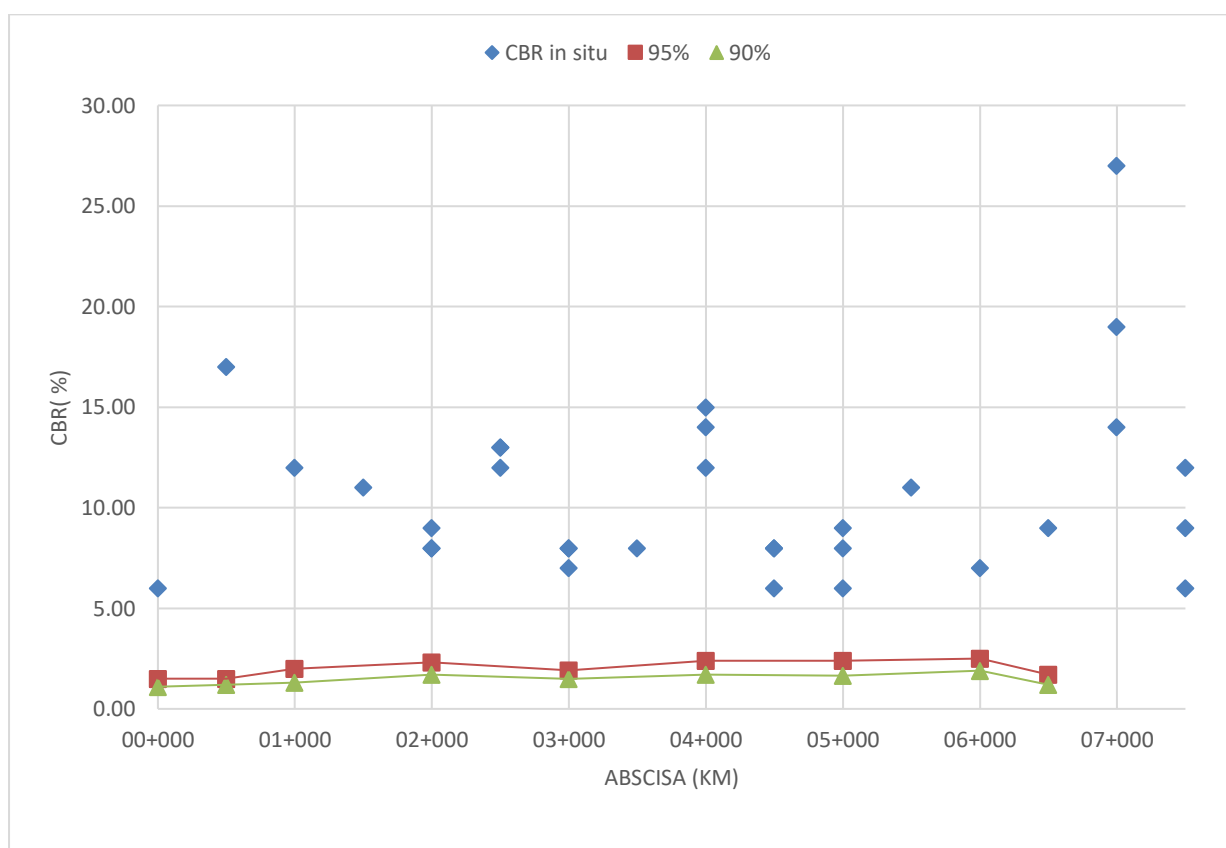
2.3.4 California Bearing Ratio (CBR) de subrasante

El valor de CBR de la subrasante para obtener el módulo resiliente del suelo compactado a humedad óptima, se evalúa mediante la prueba de laboratorio estándar de Valor Relativo de Soporte (T-193 de AASHTO). El valor del CBR *in situ* para la obtención del módulo resiliente



de la subrasante se lo obtuvo aplicando correlaciones recomendadas en la Norma ASTM DCP-6951-03. A continuación, en las siguientes figuras se presentan las variaciones del CBR según la abscisa de la vía.

Figura N° 7 Variación del CBR de la subrasante



El CBR *in situ* se estima usando el índice del DCP, DN (mm/golpe) para cada conjunto de lecturas. La penetración por golpe se grafica respecto a la escala de lectura o respecto a la profundidad total alcanzada. La penetración por golpe se utiliza luego para estimar el CBR *in situ* o la resistencia al corte utilizando una correlación adecuada.

La correlación utilizada entre la penetración por golpe del (DCP) y el CBR *in situ* se deriva de la ecuación del TRL: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{DN})$ se expresa también como $\text{CBR} = 292/\text{DN}^{1.12}$ y también recomendada por el Cuerpo de Ingenieros de la Armada de los Estados Unidos. Ver Anexo.

Como se puede observar en la gráfica los valores de CBR *in situ* son en mucho más altos que los CBR de laboratorio y se concentran en el rango de valores entre 6 a 17 % que son característicos de este tipo de suelos en condiciones de poca a mediana humedad. Los CBR remoldeados de laboratorio presentan poca variación y los resultados están entre 1.5 y 4.5 % para el 95 % de compactación y de 1 a 3% para el 90 % de compactación.



2.3.5 Densidad máxima, esponjamiento, humedad óptima y natural de la subrasante

En las gráficas que se presentan a continuación se puede observar la variación en cada abscisa de la densidad máxima, esponjamiento, la humedad óptima y natural de la subrasante obtenidos de los ensayos de laboratorio.

Figura N° 8 Variación de la densidad máxima de la subrasante

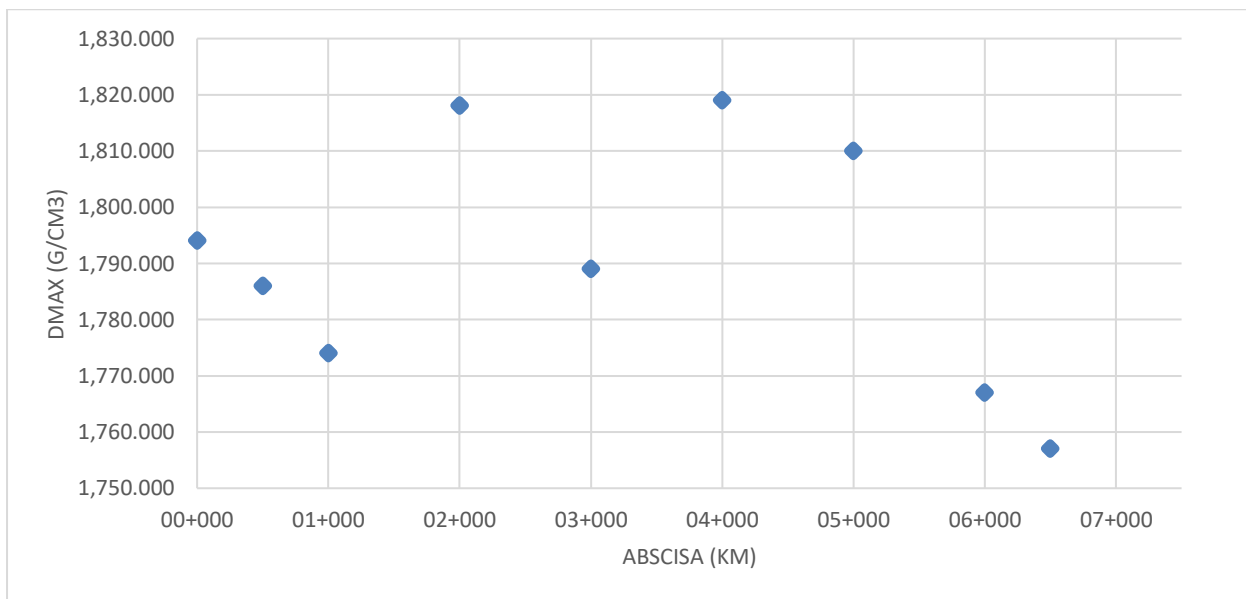


Figura N° 9 Variación de % de esponjamiento de la subrasante

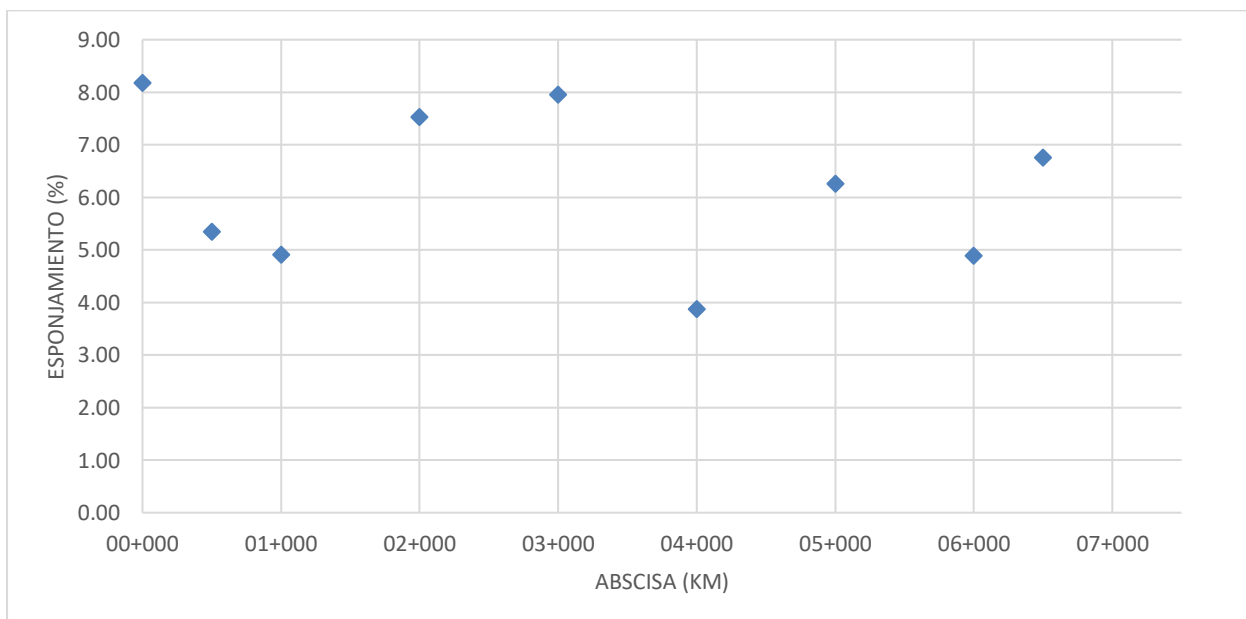
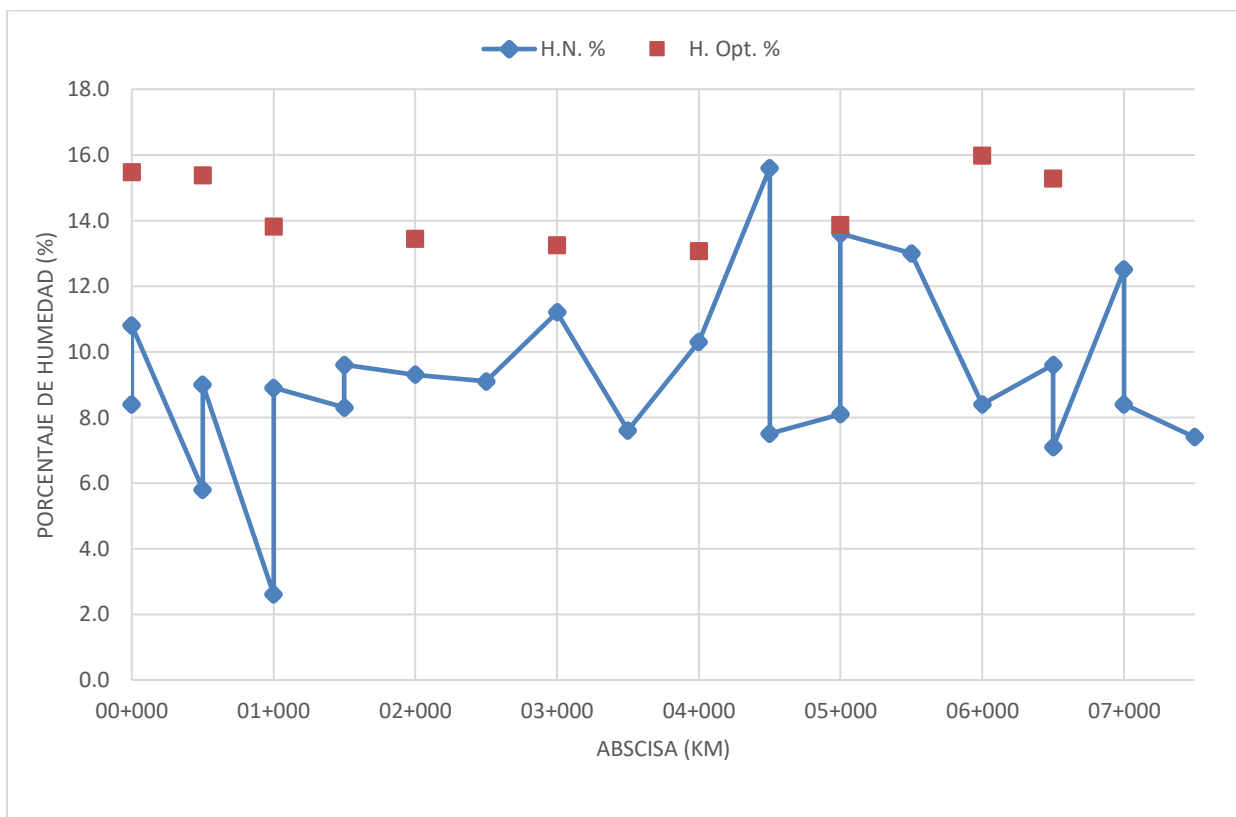




Figura N° 10 Variación de la humedad óptima y natural de la subrasante



2.4 CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL DE ESTRUCTURA DE PAVIMENTO EXISTENTE

En las calicatas ejecutadas, se mide los espesores de los materiales que conforman la estructura de pavimento. En el material granular se realizan ensayos de laboratorio que se resumen más adelante en cuadros de resumen. El reporte de los ensayos realizados se encuentran en el volumen por separado **Anexo: Ensayos de laboratorio**.

Los ensayos de laboratorio ejecutados permiten evaluar las características y propiedades de los materiales existentes en la vía con el fin de aprovecharlos en los diseños del pavimento nuevo.

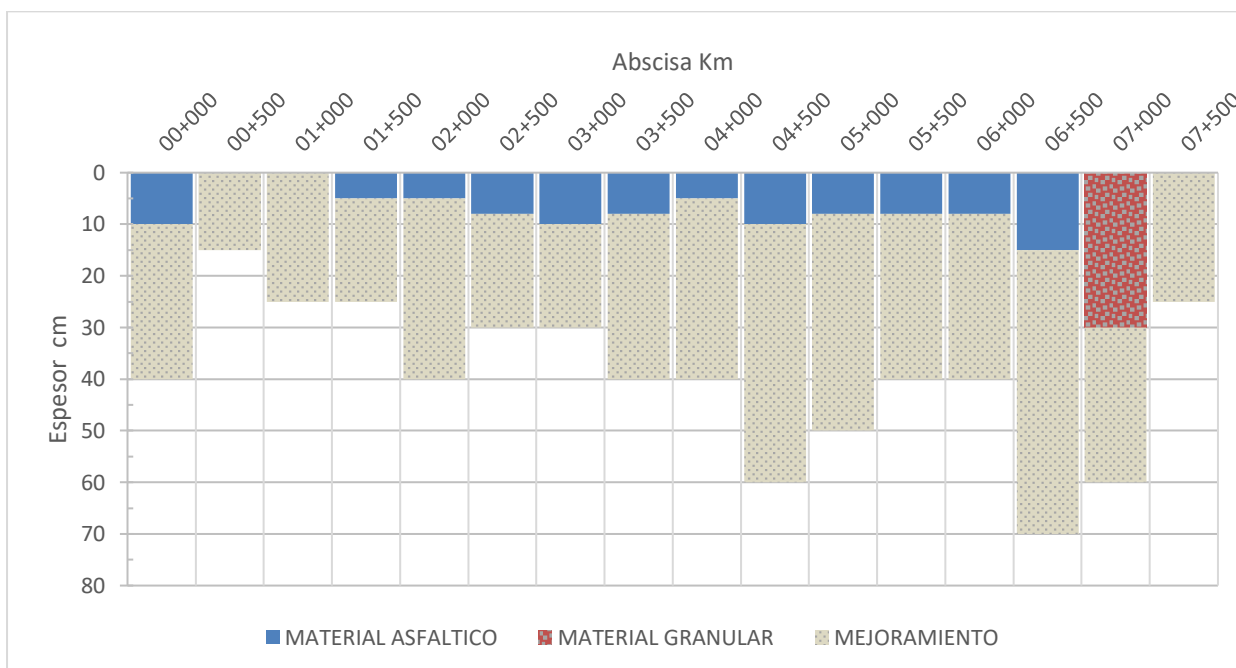
En las calicatas encontradas se observa una superficie de rodadura en la abscisa Km 0+000 de carpeta asfáltica de 10 cm de espesor, más adelante se observa que se ha colocado recientemente material asfático como capa de rodadura en espesores que varía entre 5 a 10 cm.

Bajo esta superficie de rodadura se encuentra una material granular de mejoramiento compuestos de gravas, arenas y arcillas como ligante; el espesor de este material varía entre 15 a 50 cm que hace las veces de base y sub base de la estructura de pavimento.



En algunas abscisas, donde la vía se ha construido sobre rellenos se ha encontrado un material de granular con sobre tamaños meteorizados y alterados con limos y arcillas plásticas.

Figura N° 11 Variación del espesor de material de existentes



Los materiales granulares pasante el tamiz 3", se clasifican como gravas arcillosas ó gravas limosas clasificación SUCS: SM, GC, GP y GM; utilizando la clasificación AASHTO: A-1-b; A-1-a; A-2-4. Los materiales presentan un mayor porcentaje de gravas y arenas que finos. La mayor parte de materiales son no plásticos, excepto los primeros y últimos metros.

Cuadro N° 2 Resumen de ensayos de laboratorio de clasificación de materiales granulares existentes

CALICAT A	ABSCIS A km	Profundid ad m		CLASIFICACIO N		CLASIFICACION			LIMITES %			H.N . %	IG(8 6)	IG(4 5)
				SUCS	AASHT O	Grav a	Aren a	Fino s	LL	LP	IP			
C-3	01+000	0,00	0,25	GC	A-2-4	55,00	27,00	18,00	28,00	19,00	9,00	4,7	0	0
C-5	02+000	0,05	0,40	SM	A-1-b	33,00	51,00	16,00			NP	2,4	0	0
C-7	03+000	0,10	0,30	SM	A-1-b	36,00	51,00	13,00			NP	1,8	0	0
C-9	04+000	0,05	0,40	GM	A-1-b	42,00	40,00	18,00			NP	2,6	0	0
C-11	05+000	0,08	0,50	GP/G M	A-1-a	50,00	38,00	12,00			NP	2,3	0	0
C-13	06+000	0,08	0,40	SM	A-1-b	42,00	42,00	16,00			NP	2,5	0	0
C-14	06+500	0,15	0,70	GW/G C	A-1-a	72,00	17,00	11,00	24,00	19,00	5,00	3,9	0	0



Los materiales granulares mantiene una humedad de baja, sin embargo durante el periodo de mayor presipitación puede almacenar mayor humedad por las características del material ligante.

Las especificaciones MOP-001-F-2002 para sub-bases de agregados establece que, los agregados que se empleen deberá tener: un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%. El material existente no presenta plasticidad, excepto en los primeros y últimos kilómetros del proyecto, que aparentemente estarían en limite de lo recomendado por la norma. El limite liquido esta también en el limite de la normativa. El material granular existente en la vía está bajo el limite máximo para CBR de 30% por lo tanto, acorde a la normativa solamente se puede acepta como material de mejoramiento.

Cuadro N° 3 Resumen Ensayos de Granulometría en el material de sub-base

CALICAT A	ABSCIS A	Profundida d		% QUE PASA										
	km	m		3"	2"	1 1/2"	1 "	3/4 "	1/2"	3/8"	Nº4	Nº1 0	Nº4 0	Nº20 0
C-3	01+000	0,00	0,25	100, 0	100, 0	88,88	76,3 1	73,0 2	64,5 1	58,7 0	45,3 6	41,0 1	33,9 9	18,04
C-5	02+000	0,05	0,40	100, 0	100, 0	100,0 0	97,4 6	91,1 9	84,3 4	79,5 9	66,8 9	59,0 2	42,0 0	16,00
C-7	03+000	0,10	0,30	100, 0	100, 0	100,0 0	92,7 3	90,0 0	82,9 3	77,6 8	63,6 4	55,0 0	37,0 2	13,03
C-9	04+000	0,05	0,40	100, 0	100, 0	100,0 0	92,7 3	90,0 0	82,9 3	77,6 8	63,6 4	55,0 0	37,0 2	13,03
C-11	05+000	0,08	0,50	100, 0	100, 0	100,0 0	84,2 6	82,3 4	73,3 0	66,9 0	50,3 6	43,0 5	30,0 0	11,98
C-13	06+000	0,08	0,40	100, 0	100, 0	100,0 0	93,6 1	89,9 3	81,0 1	74,5 6	58,0 2	48,0 1	35,0 0	16,05
C-14	06+500	0,15	0,70	100, 0	100, 0	88,84	71,9 4	61,1 0	48,0 6	41,5 3	27,8 6	23,0 3	17,0 1	11,00

Cuadro N° 4 Resumen de resultados de ensayos de propiedades de materiales de granulares

CALICATA	ABSCISA	Esp	d max	H Opt	CBR lab	
	km	%	kg/m3	%	95%	90%
C-2	0+500	0,37	2,069	11,36	24	15
C-4	01+500	0,00	2,054	9,34	27	17
C-6	02+500	0,37	2,070	10,53	26	16
C-10	04+500	0,00	2,089	9,64	33	20
C-12	05+500	0,00	2,042	9,20	28	15
C-16	07+500	0,00	2,075	10,84	33	20

El material granular mantiene una humedad de baja a mediana, propia de material granular con propiedad de drenar el exceso de agua ó en su caso por la escasa lluvia de la fecha de



muestreo. Las densidades determinadas en laboratorio son las esperadas para este tipo de material, se puede destacar la humedad óptima es mayor que la humedad natural.

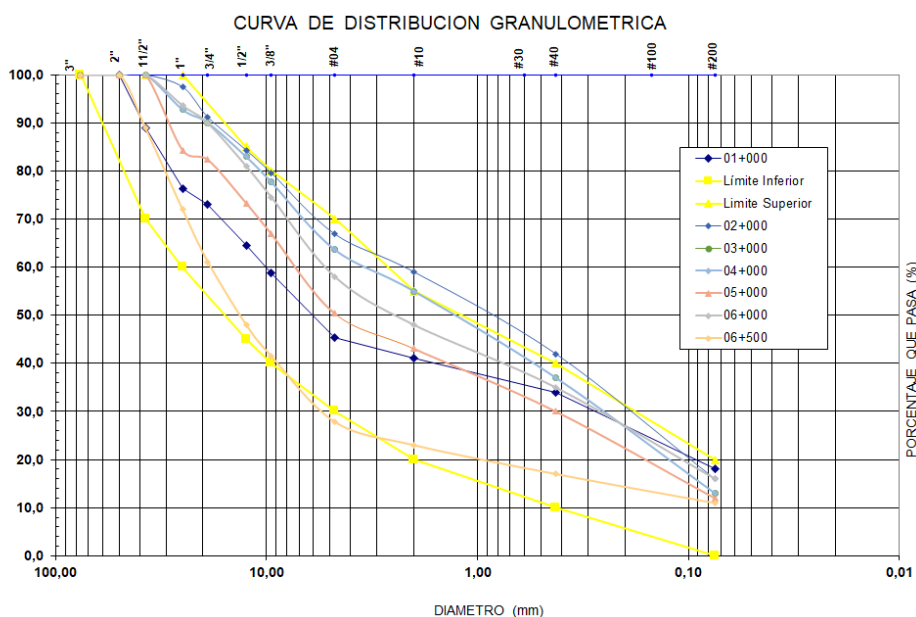
Las especificaciones MOP-001-F-2002 para sub-base Clase 3, establece que: son construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y establece que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Cuadro N° 5 Tabla 403-1.1 de las especificaciones MOP-001-F-2002 para sub bases

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38.1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Se ha determinado que hay un exceso de material con sobre tamaños especialmente alrededor de la Abscisa Km 7+000 por lo que no cumple estrictamente la granulometría para clase 3. Se analiza en laboratorio la distribución granulométrica del material granular, pasante las 3",. El material pasante de 3" en algunos casos se ajusta y en otros caso no. La distribución granulométrica entre los límites se muestra en la siguiente figura. Sin embargo, se puede observar que ha tenido un buen comportamiento al soportar un tráfico de todo tipo de clase de vehículo a lo largo de los años de implementación de la explotación de la industria camaronera; por lo tanto, se debe mantener y utilizar esta capa estructural en las condiciones presentes, como una capa de material de mejoramiento.

Figura N° 12 Distribución granulométrica del materia granular existente

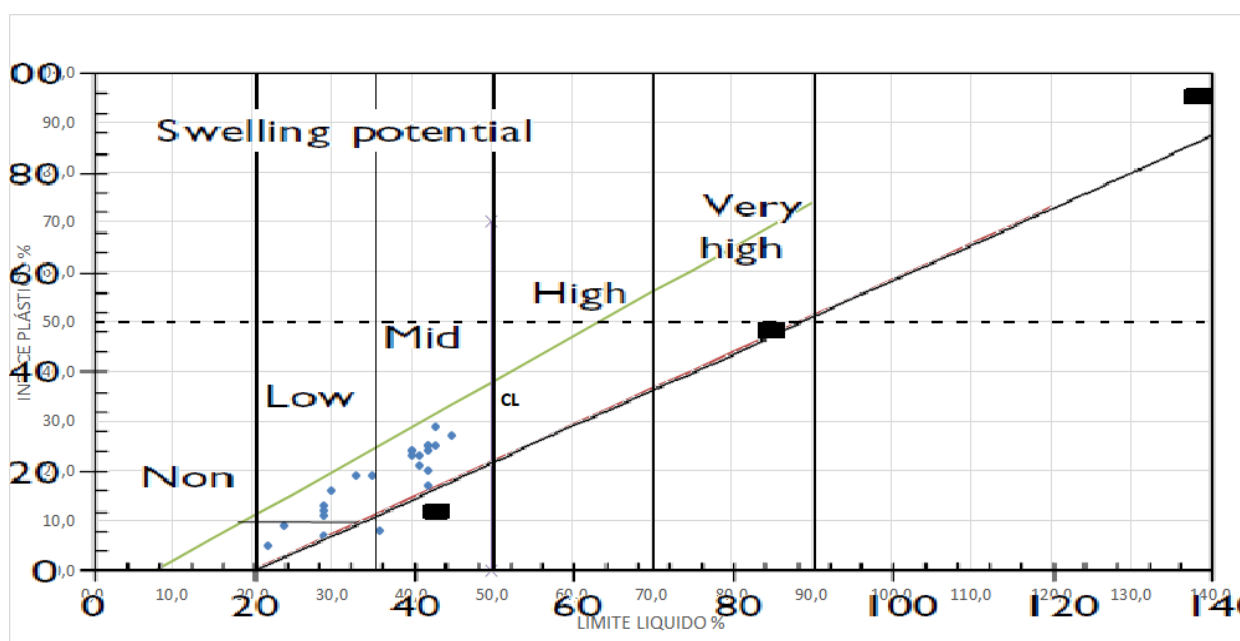




3 POTENCIAL DE EXPANSION

Holtz y Gibbs (1956), Altmeyer (1955), Seed et al. (1962), y Daksanamurthy y Raman (1973) han desarrollado diferentes métodos para identificar suelos expansivos basados en el porcentaje de contenido de arcilla, los límites de contracción, el índice de plasticidad, el límite de líquido y el índice de contracción. En consecuencia, clasificaron los suelos en grados bajos, medios, altos y muy altos de expansividad potencial resentando la siguiente Figuras

Figura N° 13 Potencial de expansión según Seed en la carta de plasticidad



Acorde con la ubicación de los resultados de los ensayos de laboratorio en la carta de plasticidad sobrepuesta a la recomendada por los investigadores, los suelos de subrasante del proyecto se clasifican entre una pontencialidad de expansión de baja a media.

También se puede realizar una estimación indirecta de los parámetros de expansión. La literatura contiene un número considerable de técnicas empíricas para evaluar el potencial de expansión de los suelos, que se correlacionan con los límites de consistencia, el contenido de humedad, la densidad seca y la profundidad de las muestras de suelo (Seed et al., 1962; Chen, 1983).

Cuadro N° 6 Tabla de Clasificación del grado de expansión

<i>Degree of expansion</i>	<i>Swelling potential (%)</i>
Very high	>25
High	5–25
Medium	1.5–5
Low	0–1.5



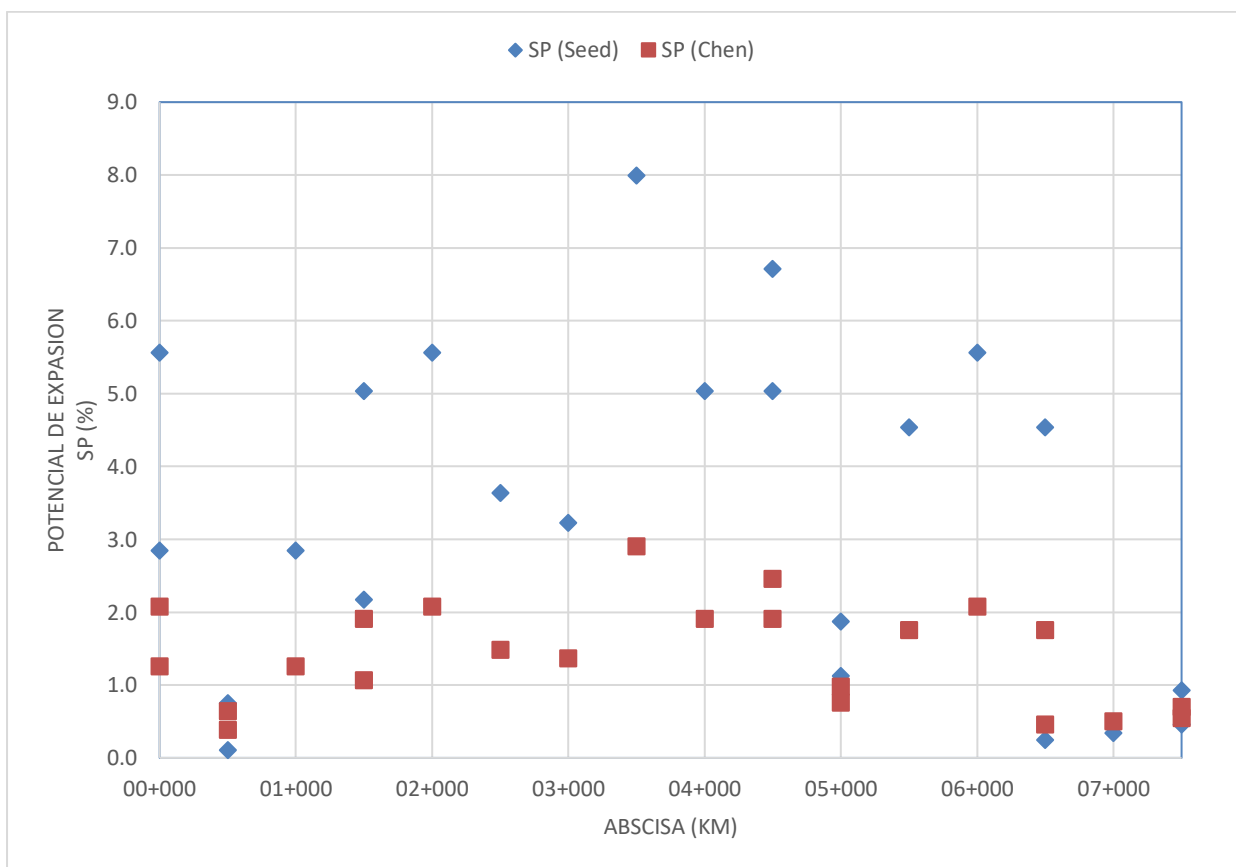
El modelo de Seed (Seed et al., 1962) y el modelo de Chen (Chen, 1983) son muy simples. Utilizaron parámetros de índice de plasticidad. Sus modelos están dados por las ecuaciones 3.1 y 3.2, respectivamente.

$$SP = 60K (PI)^{2.44}$$

$$SP = B e^{A(PI)}$$

Donde, SP es el índice de expansión potencial. La Figura 3.5 muestra las correlaciones entre el potencial de hinchazón y el índice de plasticidad que dan algunos investigadores. $K = 3.6 \times 10^5$, $A = 0.0838$, $B = 0.2558$ son constantes, y PI es el índice de plasticidad.

Figura N° 14 Potencial de expansión



De acuerdo con Chen el potencial de expansión se clasifica entre bajo a medio, concuerda con la clasificación de Seed.



4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CARACTERISTICAS DE LA SUBRASANTE

En función de su granulometría y límites los suelos se clasifican como arcillas de baja plásticidad, arenas limosas, con esporádicos sustratos de gravas y arenas arcillosas.

La variación de los índices que se presenta según la abscisa para profundidad de 0.5 a 1.5 m, se aprecia que las variaciones de la Humedad Natural, en la mayoría de los casos oscilan entre 5 a 15%; los límites líquidos oscila entre 25 a 45%; los límites plásticos varían entre 15 a 30%. Se aprecia que los índices de plasticidad son variables según la abscisa, destacando que la humedad natural está siempre bajo el límite líquido, los índices de plasticidad son de magnitud mediana propios de este tipo de subrasante.

Para los tipos de suelos encontrados los valores de CBR *in situ* son en general mucho más altos que los CBR de laboratorio y se concentran en el rango de entre 6 a 17 % que son característicos de este tipo de suelos en condiciones de baja a mediana humedad. Los CBR remoldeados de laboratorio presentan poca variación están entre 1.5 y 4.5 % para el 95 % de compactación y de 1 a 3% para el 90 % de compactación n.

4.2 MODULO RESILIENTE Y CBR DE DISEÑO DE LA SUBRASANTE

El Módulo Resiliente de diseño se determina de las correlaciones con el CBR y de acuerdo con las recomendaciones técnicas del Instituto del Asfalto. El CBR de diseño se determina según el valor del percentil acorde con el nivel de tráfico.

En el caso del proyecto acorde con los estudios de tráfico realizados, se espera que el número de ejes equivalentes mayor a un millón de ejes; por lo tanto el percentil que corresponde es del 87.5%; sin embargo en esta fase se recomienda el CBR de diseño pa todos los percentilers.

Cuadro N° 7 Recomendaciones del Instituto del Asfalto para escoger el CBR de diseño

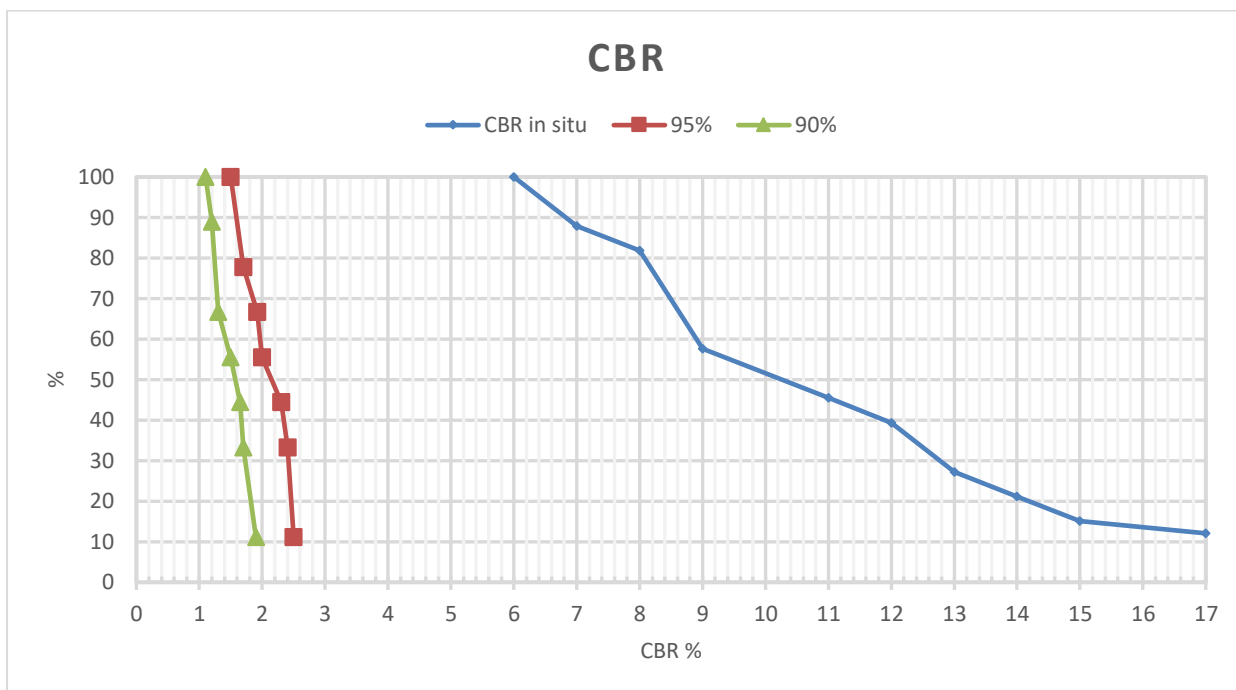
Nivel de tránsito	Valor percentil para diseño de subrasante
< de 10,000 ESAL's	60
Entre 10,000 y 1,000,000 ESAL's	75
> de 1,000,000 ESAL's	87.5

Fuente: Instituto de Asfalto, (MS-1) 1,991

En las Figura a continuación se expone conjuntamente para cada abscisa el CBR_{95%} CBR_{90%} de laboratorio y el CBR *in situ* obtenidos mediante el ensayo DCP.



Figura N° 15 Gráfica para la selección del CBR de diseño



El CBR in situ en la mayoría de los casos es mayor que el obtenido en laboratorio, y en algunos casos similar al CBR_{95%} de laboratorio. La subrasante del proyecto en la mayoría de su longitud tendrá como subrasante la actual, esto es la del camino existente, por lo que se obtiene el Módulo Resiliente de la Subrasante a partir del CBR *in situ* obtenido con el ensayo DCP. En los casos que se utilice para relleno el material de corte, el CBR_{95%} será mayor que el de diseño, por lo tanto se estará por el lado de la seguridad.

El CBR de diseño para los diferentes percentiles recomendados por el Instituto del Asfalto según el número de ejes equivalentes obtenidos en los estudios de tráfico, se calculan en el siguiente cuadro. El módulo resiliente de la sub rasante de diseño para el proyecto es el siguiente: $MR (psi) = 1500 \cdot CBR$

Cuadro N° 8 Módulo Resiliente de la Sub Rasante respecto del nivel de tránsito

Nivel de tránsito Esal's	Valor de percentil para diseño de la Sub Rasante (%)	CBR de diseño (%)	Módulo Resiliente de diseño (psi)
< 10 ⁴	60	2.0	3000
10 ⁴ – 10 ⁶	75	1.9	2850
> 10 ⁶	87.5	1.7	2550



4.3 CARACTERISTICAS DEL MATERIAL GRANULAR DE EXISTENTE

La superficie de rodadura tiene un espesor medio de 5 a 10 cm, conformado por material asfáltico y en otros tramos por gravas, arenas y limos plásticos como ligante. Subyacente se encuentra un material granular con un porcentaje de sobre tamaños que hace las veces de base y sub base conformado la estructura de pavimento, material que se recomienda tratarlo como una capa de mejoramiento.

En algunas abscisas, donde la vía se ha construido sobre rellenos se ha encontrado un material de mejoramiento de tipo granular con sobre tamaños meteorizados y alterados con limos y arcillas plásticas.

El espesor del material varía entre un mínimo 15 cm hasta un espesor máximo 50 cm, con un promedio de 30 cm.

4.4 POTENCIAL DE EXPANSIÓN

De acuerdo con los investigadores de Seed y Chen la subrasante tiene un potencial de expansión entre bajo y medio, por lo tanto con el espesor de mejoramiento existente y las capas de la estructura de pavimento que se diseñe, por peso propio se podrá mantener el control del material expansivo.

Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil-Consultor

Elaborado	Revisado:	Aprobado:
MSc.Ing. Patricio Ludeña E.	Ing. Ana Torres Bermeo	Ing. Jorge Carrillo Tutivén
Técnico en Geotecnia	Supervisora del Contrato	Administrador del Contrato



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil – Consultor

Estudios y Fiscalización de Obras
Civiles, Vías, Estructuras, Drenes

5 ANEXO 1: REGISTROS DE CALICATAS DE SUELOS DE SUBRASANTE Y MATERIALES DE PAVIMENTO EXISTENTE



REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-1
ABSCISA km : 0 +000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 568041 - N 9°7'19973

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Carpeta Asfáltica e = 0,10 m		
				Material de mejoramiento Gravas con arcilla color café amarillento		
0,50		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consisten- cia dura, color plomo gris, húmeda.	CL	A-7-6
1,00						
1,50		M-2		Arcilla limo arenoso de baja plasticidad consistencia media, color plomo con tin- tes amarillentos, húmeda.	CL	A-6

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO: VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICAC: MARGEN DERECHA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-2
ABSCISA km : 0 +500
PROFUNDIDAD : 1,60 m
COORDENADAS:
E 568549 - N 9'719926

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material granular de mejoramiento e=0,15 m		
0,50		M1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color café oscuro, húmeda.	CL	A-6
1,00				Limo baja plasticidad color café habano	ML	
1,50		M2		Arena arcillosa color café habano	SC-SM	A-4

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-3
ABSCISA km : 1 +000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 568926 - N 9'719459

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10 0,25		MG-1		Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja. e=0,25m	GC	A-2-4
0,50 0,75		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color café oscuro, húmeda.	CL	A-6
1,00 1,50		M-2		Arena fina limosa muy densa, color café humedad baja.	SM	A-2-4

FOTOGRAFIA CALICATA





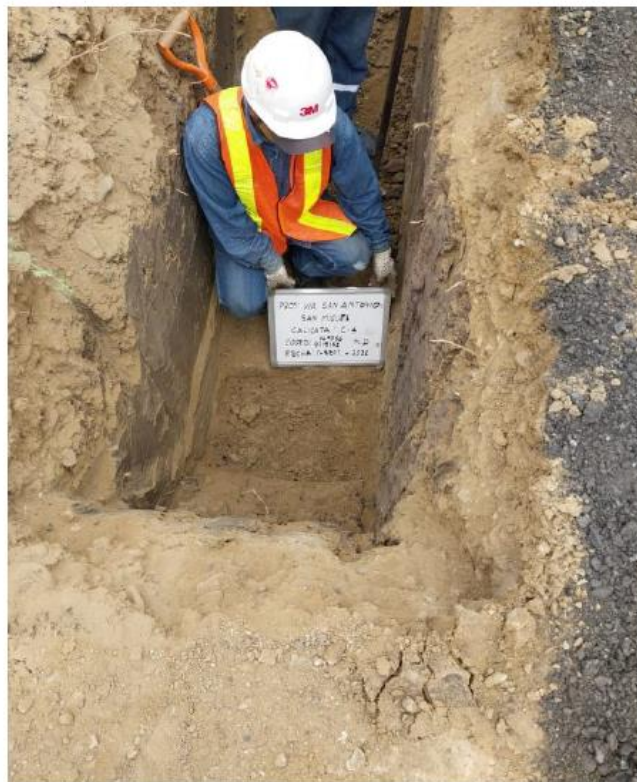
REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-4
ABSCISA km : 1 +500
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 569356 - N 9'719152

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,05 m		
0,25				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color café oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,00						
1,30		M-2		Arcilla de baja plasticidad consistencia media color café amarillento, húmedo.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-5
ABSCISA km : 2 + 000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 570312 - N 9'718851

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,05 m		
0,40		MG-1		Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	SM	A-1-b
0,50						
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,3						
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-6
ABSCISA km : 2 + 500
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 570312 - N 9'718851

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,08 m		
0,30				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50						
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-7
ABSCISA km : 3 + 000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 570748 - N 9'718619

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10		MG-1		Material Asfáltico e=0,10 m		
0,30				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	SM	A-1-b
0,50		M-1				
1,00				Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-8
ABSCISA km : 3 + 500
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 571187 - N 9'718428

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,08 m		
0,40				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50						
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-9
ABSCISA km : 4 + 000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 571710 - N 9'718349

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10		MG-1		Material Asfáltico e=0,05 m		
0,40				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	GM	A-1-b
0,50		M-1				
1,00				Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color plomo gris oscuro, humeda	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-10
ABSCISA km : 4 + 500
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 572153 - N 9'718103

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,10 m		
0,50				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,60				cia dura, color plomo gris, humeda.		
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consisten- cia media, color gris oscuro, humeda.	CL	A-6
1,30						
1,50		M-2		Aecilla plastico de consistencai media color café habano, humedo.	CL	A-7-6

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : jueves, 01 de septiembre de 2022

CALICATA : C-11
ABSCISA km : 5 + 000
PROFUNDIDAD : 1,80 m
COORDENADAS:
E 572616 - N 9'717964

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10		MG-1		Material Asfáltico e=0,08 m		
0,50				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	GP/GM	A-1-a
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-6
1,30		M-2				
1,50				Arcilla plástico de consistencia media color café habano, húmedo.	CL	A-6

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : viernes, 02 de septiembre de 2022

CALICATA : C-12
ABSCISA km : 5 + 500
PROFUNDIDAD : 1,60 m
COORDENADAS:
E 573096 - N 9'717884

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,08 m		
0,40				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50						
1,00		M-1		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : viernes, 02 de septiembre de 2022

CALICATA : C-13
ABSCISA km : 6 + 000
PROFUNDIDAD : 1,50 m
COORDENADAS:
E 573587 - N 9'717969

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10		MG-1		Material Asfáltico e=0,08 m		
0,40				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	SM	A-1-b
0,50		M-1				
1,00				Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-14
ABSCISA km : 6 + 500
PROFUNDIDAD : 1,60 m
COORDENADAS:
E 573966 - N 9'718164

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Material Asfáltico e=0,15 m		
0,50		MG-1		Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.	GW/GC	A-1-a
0,70		M-1			CL-ML	A-4
1,00		M-2		Arcilla de mediana plasticidad consistencia media, color gris oscuro, húmeda.	CL	A-7-6
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA

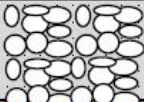




REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN IZQUIERDA
FECHA : viernes, 02 de septiembre de 2022

CALICATA : C-15
ABSCISA km : 7 + 000
PROFUNDIDAD : 1,80 m
COORDENADAS:
E 574424 - N 9'718265

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10				Bloques de piedra angulares de hasta 0,25m en matriz de arena fina color café humedad baja.		
0,30				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50						
0,60						
		M-1		Arena fina de compacidad media color café habano, humedad baja.	SM	A-1-b
1,00						
1,20						
		M-2		Limo arenoso de baja plasticidad consistencia media, color café amarillento	ML	A-4
1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA

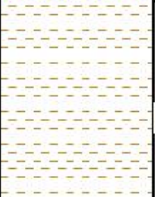




REGISTRO DE EXCAVACION DE CALICATAS

PROYECTO : VIA SAN ANTONIO - SAN MIGUEL
OBRA : ASFALTADO DE LA VIA
UBICACION : MARGEN DERECHA
FECHA : miércoles, 31 de agosto de 2022

CALICATA : C-16
ABSCISA km : 7 + 500
PROFUNDIDAD : 1,60 m
COORDENADAS:
E 574698 - N 9'718149

PROF. m.	NF	MUESTRA	ESTRATIGRAFIA	DESCRIPCION DEL SUELO	CLASIFICACION	
					SUCS	AASHTO
0,10 0,25				Material granular, mejoramiento color café amarillento, humedad baja.		
0,50		M-1		Arena arcillosa con gravillas compacidad suelta color café amarillento.	SC	A-6
0,90 1,00		M-2		Arena arcillosa de baja plasticidad consistencia media, color café habano humedad baja.	SC	A-4
1,3 1,50						

FOTOGRAFIA CALICATA





Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil – Consultor

Estudios y Fiscalización de Obras
Civiles, Vías, Estructuras, Drenes

6 ANEXO 2: RESULTADOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN CON DCP



Chainage (km): 0.000
Direction: C1-Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	1	1	40	40.00					
3	1	2	70	30.00					
4	1	3	90	20.00					
5	1	4	120	30.00					
6	1	5	150	30.00					
7	1	6	180	30.00					
8	1	7	200	20.00					
9	1	8	230	30.00					
10	1	9	260	30.00					
11	1	10	290	30.00					
12	1	11	320	30.00					
13	1	12	350	30.00					
14	1	13	380	30.00					
15	1	14	410	30.00					
16	1	15	440	30.00					
17	1	16	460	20.00					
18	1	17	480	20.00					
19	1	18	500	20.00					

Remarks: Vía San Antonio-San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 1 of 16



UK DCP V3.1

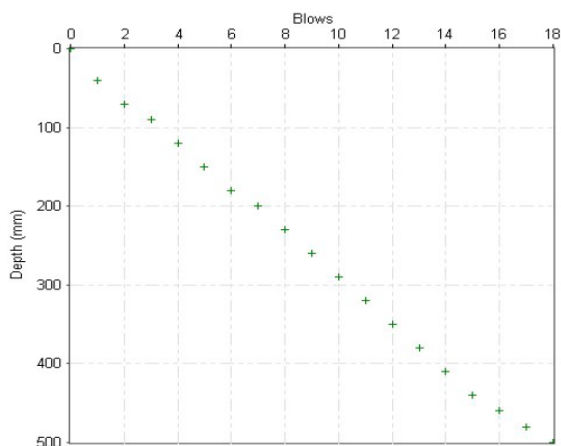
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

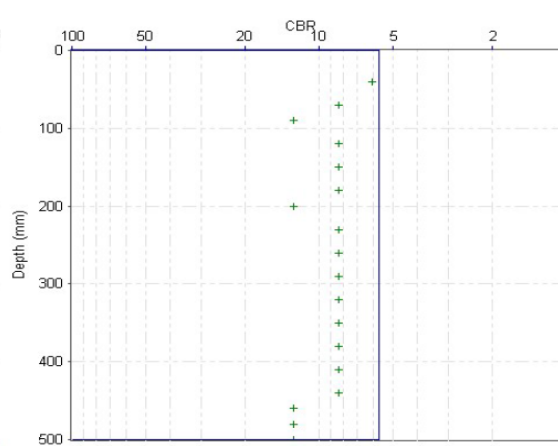
Chainage (km): 0.000
Direction: C1-Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 0.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	27.78	6	500	500	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.74	0.74
Pavement Strength	--	0.74	0.74

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 1 of 16



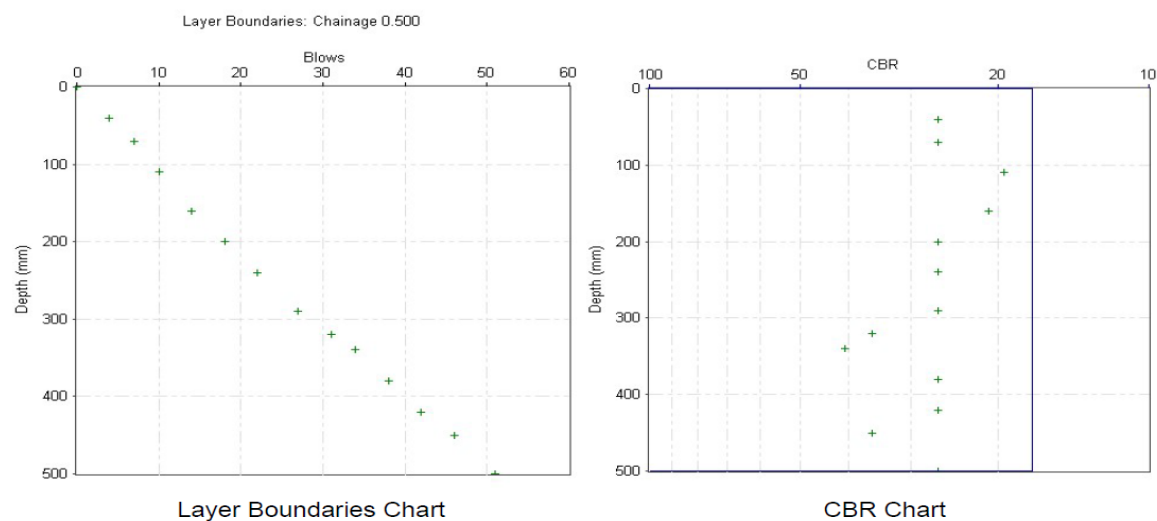
UK DCP V3.1

DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

Chainage (km): 0.500
Direction: C2-Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51



Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	9.80	17	500	500	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.61	1.61
Pavement Strength	--	1.61	1.61

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 2 of 16



Chainage (km): 1.000
Direction: C3-Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	3	3	40	13.33					
3	3	6	80	13.33					
4	4	10	130	12.50					
5	5	15	180	10.00					
6	7	22	210	4.29					
7	8	30	230	2.50					
8	6	36	260	5.00					
9	7	43	280	2.86					
10	10	53	310	3.00					
11	10	63	330	2.00					
12	10	73	360	3.00					
13	10	83	390	3.00					
14	10	93	410	2.00					
15	10	103	430	2.00					
16	10	113	460	3.00					
17	10	123	490	3.00					
18	10	133	510	2.00					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 3 of 16



UK DCP V3.1

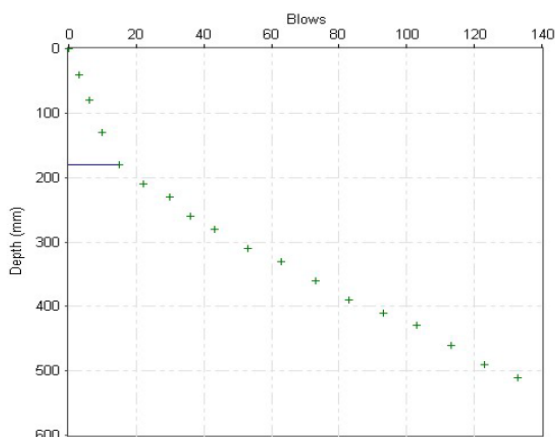
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

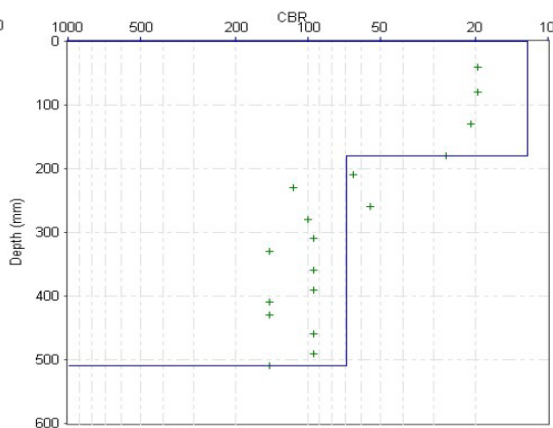
Chainage (km): 1.000
Direction: C3-Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 1.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	12.00	12	180	180	Subgrade	--	--	--	--
2	2.80	69	330	510	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.37	1.37
Pavement Strength	--	1.37	1.37

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 3 of 16



Chainage (km): 1.500
Direction: C4-Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	1	1	20	20.00					
3	1	2	40	20.00					
4	3	5	60	6.67					
5	2	7	110	25.00					
6	2	9	150	20.00					
7	2	11	190	20.00					
8	3	14	220	10.00					
9	3	17	260	13.33					
10	3	20	300	13.33					
11	4	24	340	10.00					
12	3	27	390	16.67					
13	2	29	430	20.00					
14	2	31	460	15.00					
15	3	34	490	10.00					
16	2	36	530	20.00					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 4 of 16



UK DCP V3.1

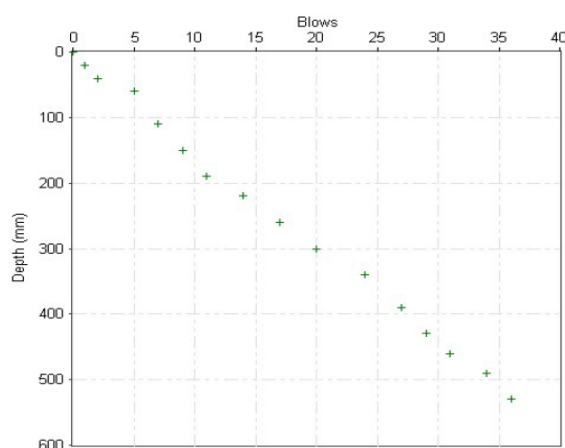
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

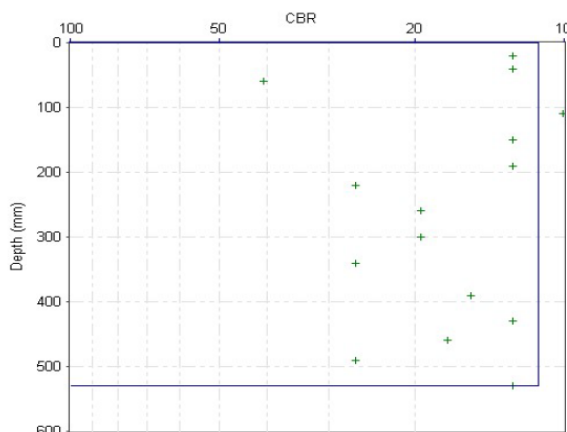
Chainage (km): 1.500
Direction: C4-Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 1.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	14.72	11	530	530	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.32	1.32
Pavement Strength	--	1.32	1.32

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



UK DCP V3.1

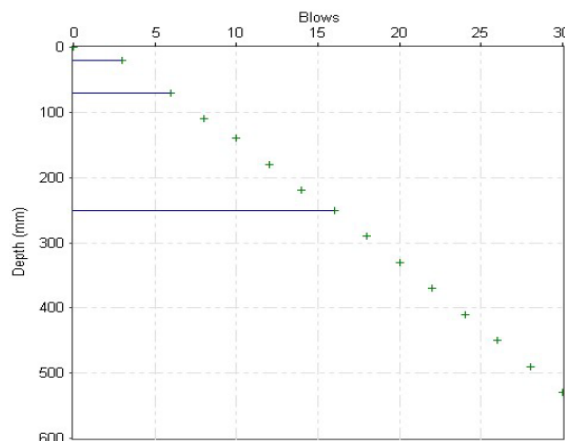
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

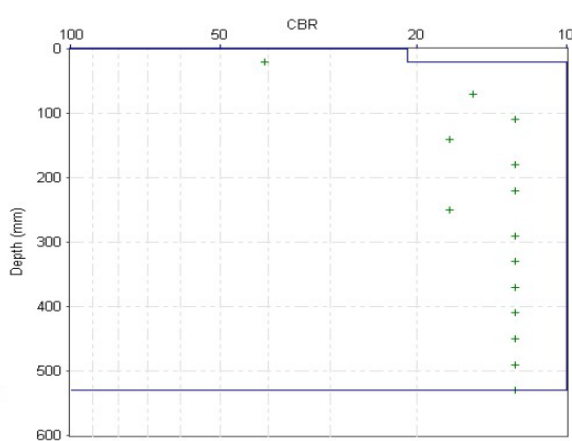
Chainage (km): 2.000
Direction: C5 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 2.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	6.67	21	20	20	Subgrade	--	--	--	--
2	16.67	8	50	70	Subgrade	--	--	--	--
3	18.00	8	180	250	Subgrade	--	--	--	--
4	20.00	9	280	530	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.08	1.08
Pavement Strength	--	1.08	1.08

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



Chainage (km): 2.500
Direction: C6 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	3	3	40	13.33					
3	3	6	70	10.00					
4	3	9	100	10.00					
5	4	13	140	10.00					
6	3	16	180	13.33					
7	3	19	220	13.33					
8	3	22	250	10.00					
9	3	25	290	13.33					
10	3	28	330	13.33					
11	3	31	380	16.67					
12	3	34	410	10.00					
13	2	36	440	15.00					
14	2	38	470	15.00					
15	3	41	520	16.67					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 6 of 16



UK DCP V3.1

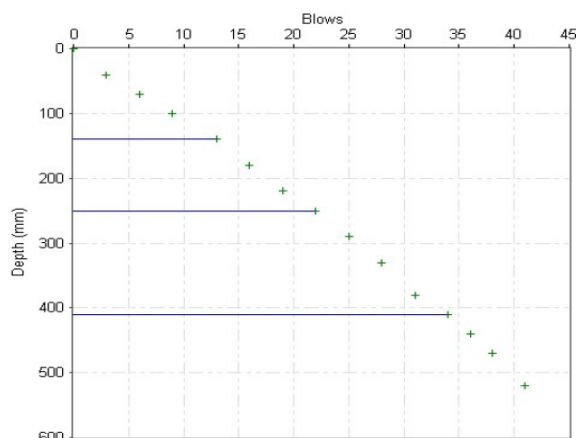
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

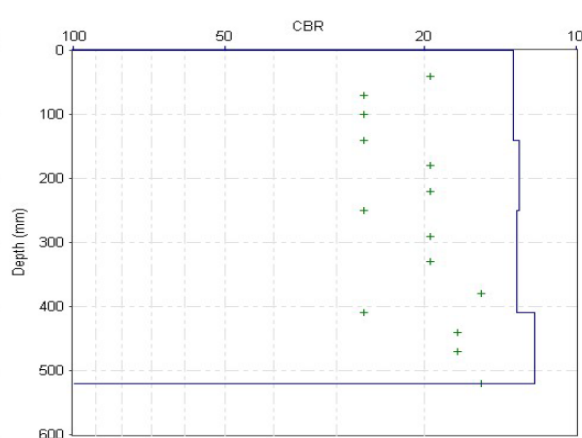
Chainage (km): 2.500
Direction: C6 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 2.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	10.77	13	140	140	Subgrade	--	--	--	--
2	12.22	13	110	250	Subgrade	--	--	--	--
3	13.33	13	160	410	Subgrade	--	--	--	--
4	15.71	12	110	520	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.38	1.38
Pavement Strength	--	1.38	1.38

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



UK DCP V3.1

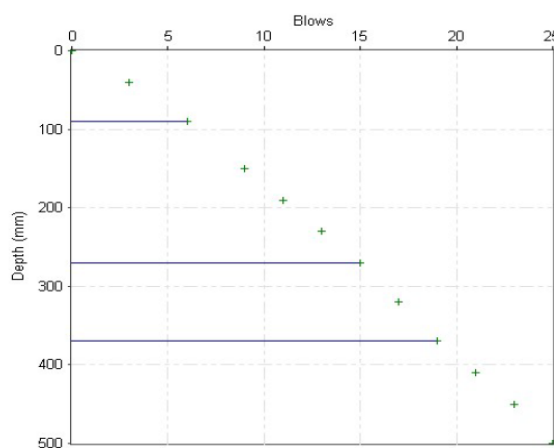
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

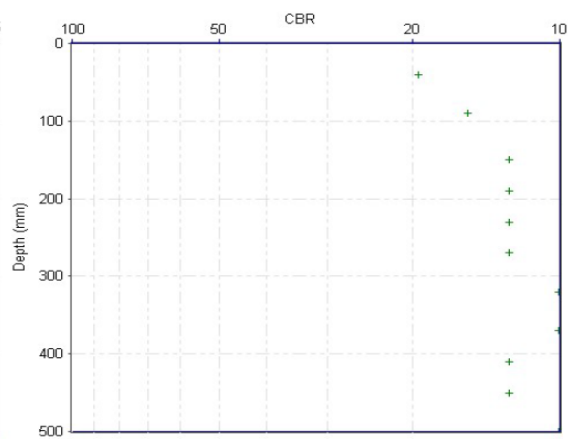
Chainage (km): 3.000
Direction: C7-Lado Izquierda
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 3.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	15.00	9	90	90	Subgrade	--	--	--	--
2	20.00	8	180	270	Subgrade	--	--	--	--
3	25.00	7	100	370	Subgrade	--	--	--	--
4	21.67	8	130	500	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.89	0.89
Pavement Strength	--	0.89	0.89

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 7 of 16



UK DCP V3.1

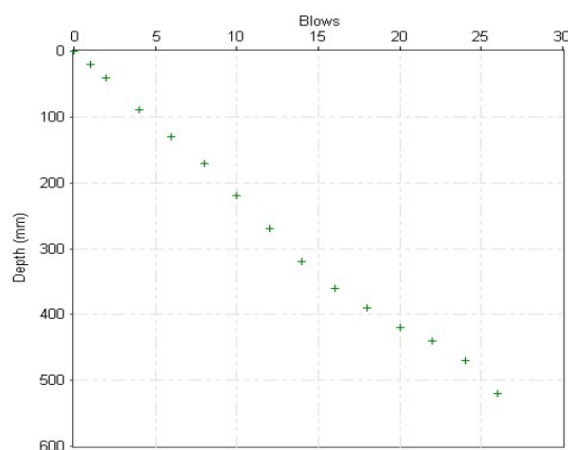
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

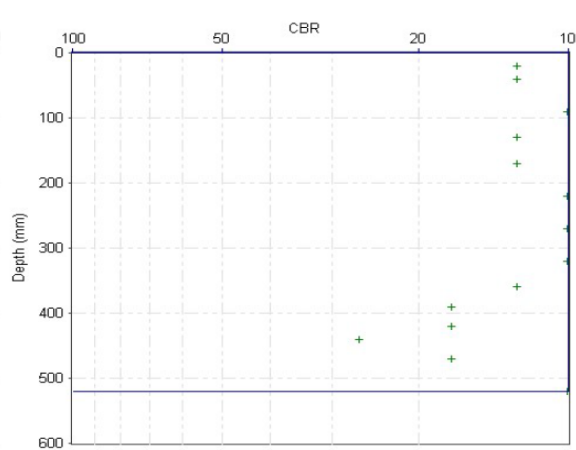
Chainage (km): 3.500
Direction: C8 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 3.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	20.00	8	520	520	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.06	1.06
Pavement Strength	--	1.06	1.06

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 8 of 16



Chainage (km): 4.000
Direction: C9 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	3	3	30	10.00					
3	3	6	60	10.00					
4	3	9	100	13.33					
5	4	13	140	10.00					
6	3	16	170	10.00					
7	3	19	200	10.00					
8	3	22	230	10.00					
9	3	25	270	13.33					
10	3	28	300	10.00					
11	3	31	340	13.33					
12	3	34	370	10.00					
13	2	36	410	20.00					
14	2	38	440	15.00					
15	3	41	480	13.33					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 9 of 16



UK DCP V3.1

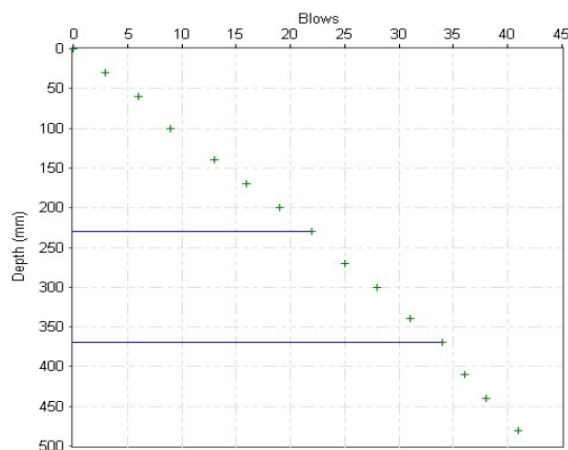
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

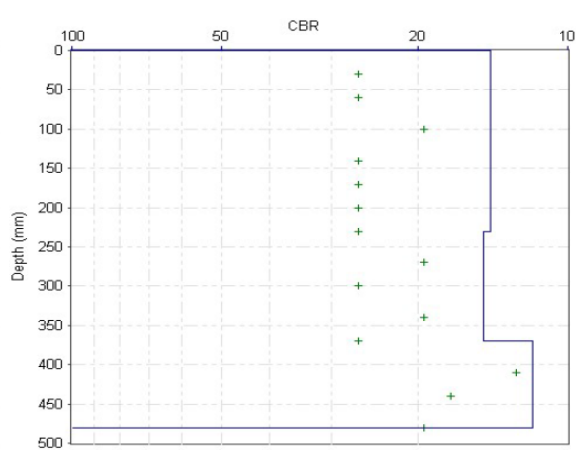
Chainage (km): 4.000
Direction: C9 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 4.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	10.45	14	230	230	Subgrade	--	--	--	--
2	11.67	15	140	370	Subgrade	--	--	--	--
3	15.71	12	110	480	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.36	1.36
Pavement Strength	--	1.36	1.36

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 9 of 16



UK DCP V3.1

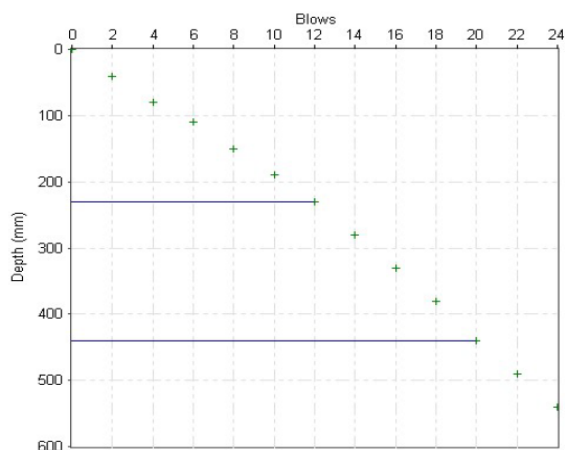
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

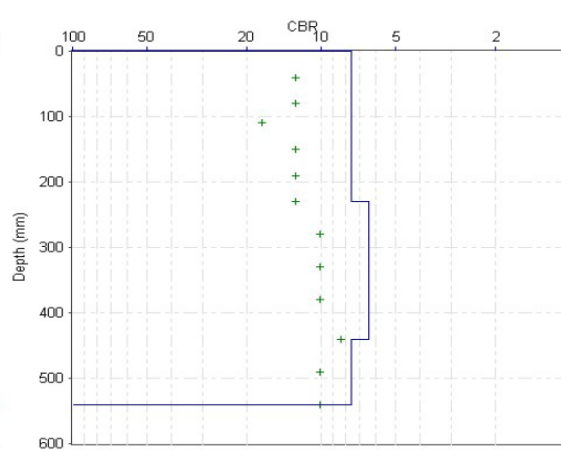
Chainage (km): 4.500
Direction: C10 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 4.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	19.17	8	230	230	Subgrade	--	--	--	--
2	26.25	6	210	440	Subgrade	--	--	--	--
3	25.00	8	100	540	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.85	0.85
Pavement Strength	--	0.85	0.85

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



UK DCP V3.1

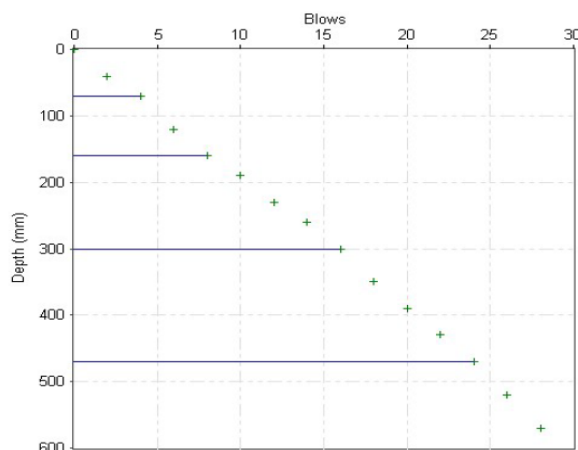
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

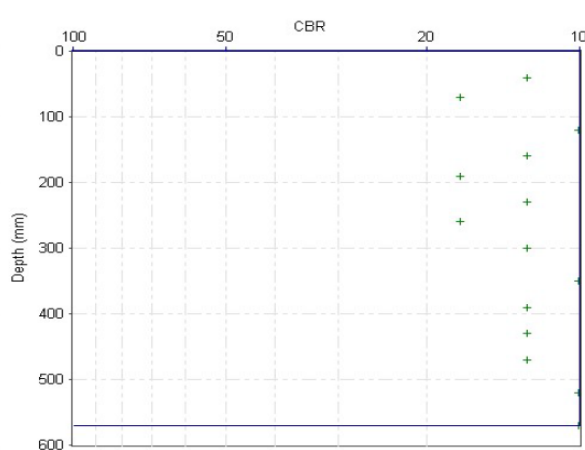
Chainage (km): 5.000
Direction: C11 - Lado Izquierda
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 5.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	17.50	8	70	70	Subgrade	--	--	--	--
2	22.50	6	90	160	Subgrade	--	--	--	--
3	17.50	9	140	300	Subgrade	--	--	--	--
4	21.25	8	170	470	Subgrade	--	--	--	--
5	25.00	8	100	570	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.93	0.93
Pavement Strength	--	0.93	0.93

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



Chainage (km): 5.500
Direction: C12 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	2	2	40	20.00					
3	2	4	70	15.00					
4	2	6	100	15.00					
5	2	8	130	15.00					
6	2	10	160	15.00					
7	2	12	190	15.00					
8	2	14	220	15.00					
9	2	16	260	20.00					
10	2	18	290	15.00					
11	2	20	330	20.00					
12	2	22	360	15.00					
13	2	24	390	15.00					
14	2	26	420	15.00					
15	2	28	450	15.00					
16	2	30	470	10.00					
17	2	32	490	10.00					
18	2	34	510	10.00					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 12 of 16



UK DCP V3.1

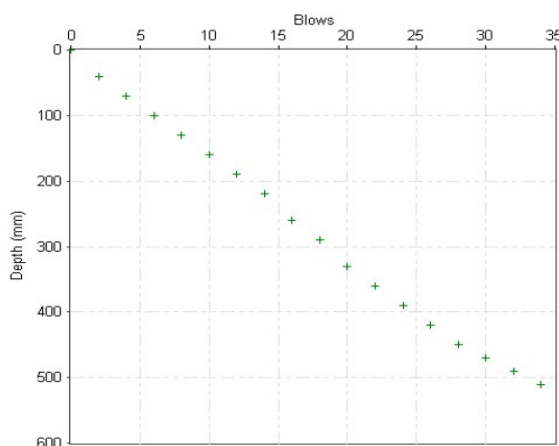
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

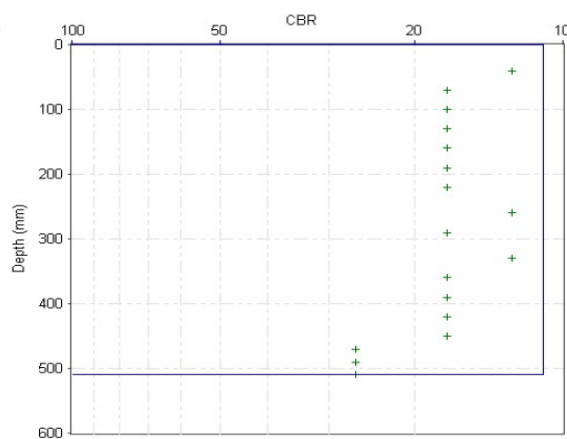
Chainage (km): 5.500
Direction: C12 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 5.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	15.00	11	510	510	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.30	1.30
Pavement Strength	--	1.30	1.30

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



UK DCP V3.1

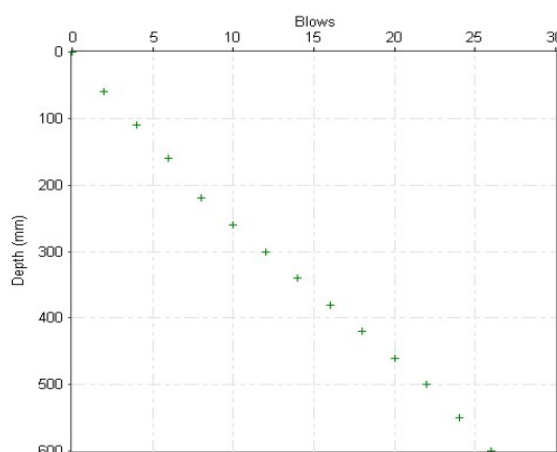
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

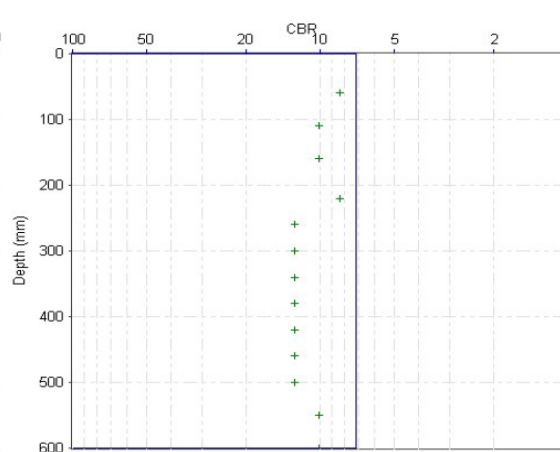
Chainage (km): 6.000
Direction: C13 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 6.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	23.08	7	600	600	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.95	0.95
Pavement Strength	--	0.95	0.95

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



UK DCP V3.1

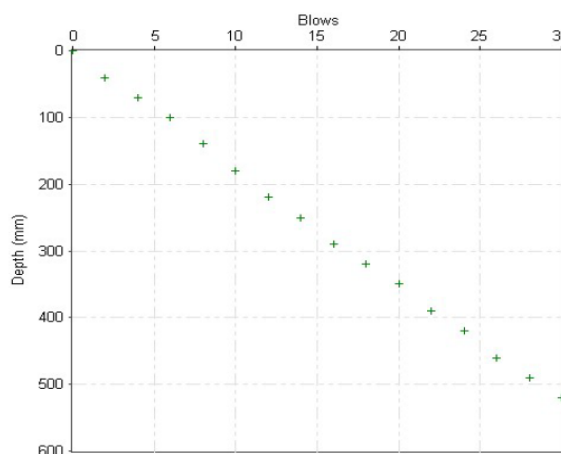
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

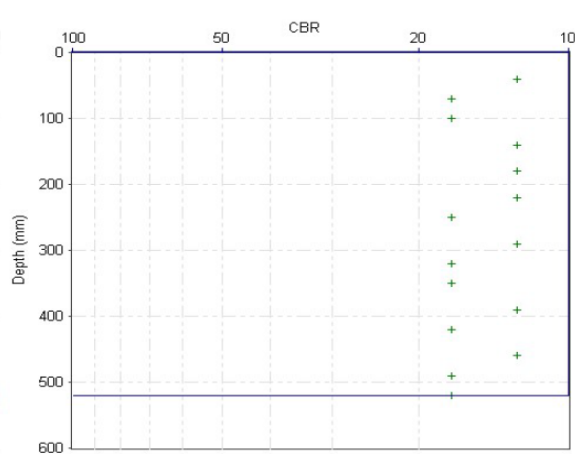
Chainage (km): 6.500
Direction: C14 - Lado Derecho
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 6.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	17.33	9	520	520	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.18	1.18
Pavement Strength	--	1.18	1.18

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by



Chainage (km): 7.000
Direction: C15 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	2	2	30	15.00					
3	2	4	50	10.00					
4	2	6	80	15.00					
5	2	8	100	10.00					
6	4	12	140	10.00					
7	4	16	180	10.00					
8	4	20	220	10.00					
9	4	24	250	7.50					
10	4	28	290	10.00					
11	4	32	330	10.00					
12	4	36	360	7.50					
13	4	40	380	5.00					
14	4	44	410	7.50					
15	4	48	440	7.50					
16	4	52	470	7.50					
17	4	56	500	7.50					
18	4	60	530	7.50					

Remarks: Vía San Antonio - San Miguel

Report Date: 16-sep-2022 Page 15 of 16



UK DCP V3.1

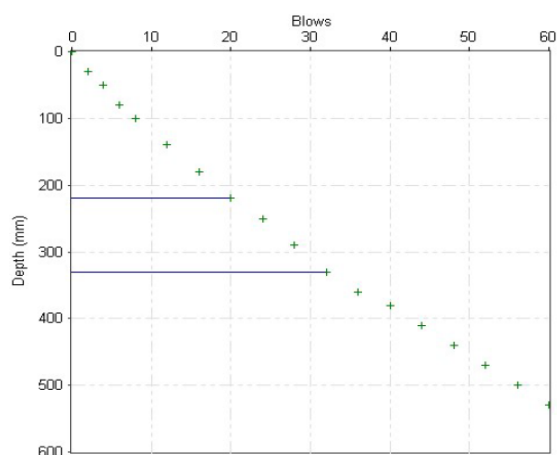
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

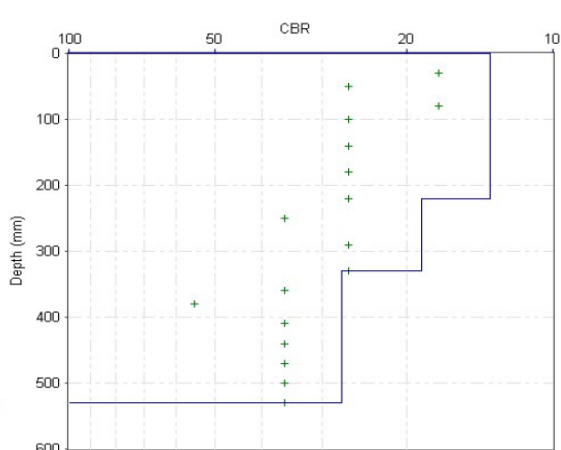
Chainage (km): 7.000
Direction: C15 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 7.000



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	11.00	14	220	220	Subgrade	--	--	--	--
2	9.17	19	110	330	Subgrade	--	--	--	--
3	7.14	27	200	530	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	1.45	1.45
Pavement Strength	--	1.45	1.45

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 15 of 16



Chainage (km): 7.500
Direction: C16 - Lado Izqueido
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)	No.	Blows	Cumulativ eBlows	Penetratio nDepth (mm)	Penetration Rate (mm/blo w)
1	0	0	0	0.00					
2	1	1	20	20.00					
3	1	2	50	30.00					
4	1	3	70	20.00					
5	1	4	90	20.00					
6	1	5	110	20.00					
7	2	7	150	20.00					
8	2	9	180	15.00					
9	2	11	210	15.00					
10	2	13	250	20.00					
11	2	15	280	15.00					
12	2	17	320	20.00					
13	2	19	360	20.00					
14	2	21	390	15.00					
15	2	23	420	15.00					
16	2	25	450	15.00					
17	2	27	470	10.00					
18	2	29	500	15.00					
19	2	31	520	10.00					

Remarks: Via San Antonio - San Miguel



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil – Consultor

Estudios y Fiscalización de Obras
Civiles, Vías, Estructuras, Drenes



UK DCP V3.1

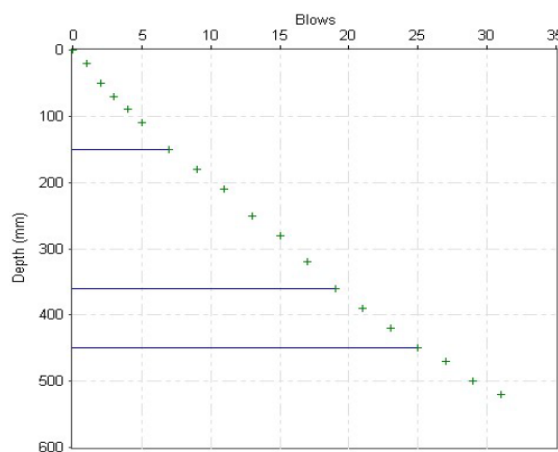
DCP Layer Strength Analysis Report

Project Name: reporte test

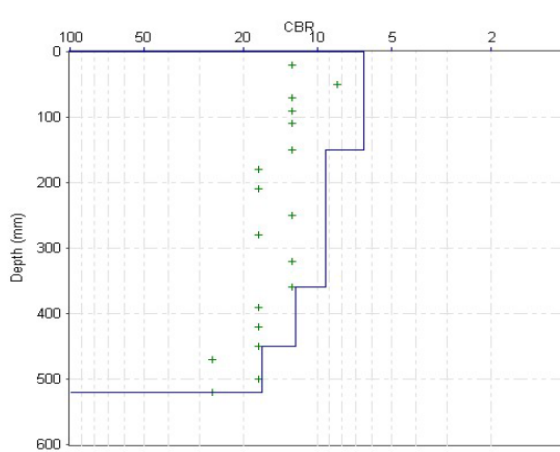
Chainage (km): 7.500
Direction: C16 - Lado Izquierdo
Location/Offset: Shoulder
Cone Angle: 60 degrees
Zero Error (mm): 0
Test Date: 10/09/2022

Surface Type: Unpaved
Thickness (mm): 0
Base Type:
Thickness (mm):
Surface Moisture: Dry
Moisture adjustment factor: 0.51

Layer Boundaries: Chainage 7.500



Layer Boundaries Chart



CBR Chart

Layer Properties

No.	Penetration Rate (mm/blow)	CBR (%)	Thickness (mm)	Depth to layer bottom (mm)	Position	Strength Coefficient	SN	SNC	SNP
1	21.43	6	150	150	Subgrade	--	--	--	--
2	17.50	9	210	360	Subgrade	--	--	--	--
3	15.00	12	90	450	Subgrade	--	--	--	--
4	11.67	17	70	520	Subgrade	--	--	--	--

Pavement Strength

Layer	Layer Contribution		
	SN	SNC	SNP
Surface	--	--	--
Base	--	--	--
Sub-Base	--	--	--
Subgrade	--	0.86	0.86
Pavement Strength	--	0.86	0.86

CBR Relationship:

TRL equation: $\log_{10}(\text{CBR}) = 2.48 - 1.057 \times \log_{10}(\text{Strength})$

Report produced by

Report Date: 16-sep-2022

Page 16 of 16



Marco Apunte Ordóñez
Ingeniero Civil – Consultor

Estudios y Fiscalización de Obras
Civiles, Vías, Estructuras, Drenes

7 ANEXO 3: PERFIL ESTRATIGRAFICO

