

ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS CON FINES DE PAVIMENTACION



SOLICITA : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO AZUL.

PROYECTO: "RECONSTRUCCION AV. PRIMAVERA Y PUENTE DE CERRO AZUL-CP. CASA BLANCA, DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE-LIMA"

UBICACIÓN

DEPARTAMENTO : LIMA
PROVINCIA : CAÑETE
DISTRITO : CERRO AZUL

JUNIO - 2019



Consultoría en Ingeniería Civil, Geotecnia, mecánica de suelos exploraciones geotécnicas pavimentos - concretos - ensayos especiales dpl-spt-pdc.

CONTENIDO

1.- GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO

1.2 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EN ESTUDIO

1.3 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO.

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD

2.1 TOPOGRAFÍA

2.2 GEOLOGIA

2.2 SISMICIDAD.

3.- INVESTIGACIONES REALIZADAS

4.- PERFILES ESTRATIGRAFICOS

5.- DISEÑO DE PAVIMENTO

6.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

ANEXOS

INFORME TECNICO

1.- GENERALIDADES

1.1 Objetivo del Estudio

El presente estudio tiene por objetivo describir los trabajos de campo, laboratorio y gabinete, llevados a cabo en un terreno ubicado dentro del Actual Proyecto "RECONSTRUCCION AV. PRIMAVERA Y PUENTE DE CERRO AZUL-CP. CASA BLANCA, DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE-LIMA" para determinar las características físicas - mecánicas del suelo dentro de la profundidad activa y a partir de ello, los parámetros necesarios para el diseño y construcción del Proyecto.

Dichos parámetros son: Cama de apoyo y capacidad de soporte del terreno natural

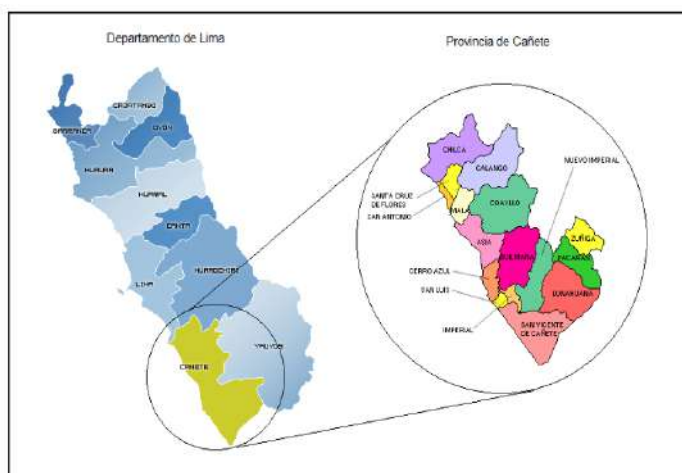
1.2 UBICACIÓN POLÍTICA

DISTRITO: **CERRO AZUL**

PROVINCIA: **CAÑETE**

REGION: **LIMA**

UBICACIÓN GEOGRÁFICA UTM



El área en estudio se encuentra ubicada en la última cuadra de la Av. Primavera frente a la cabina de vigilancia y al local Comunal de Cerro Azul, calle que da acceso a diferentes lugares de cañete.

CONDICIONES CLIMÁTICAS

El clima del Distrito de cerro azul tiene ausencia casi total de precipitaciones, mayormente con una alta humedad atmosférica y cobertura nubosa. Con temperaturas máximas, que en meses de verano llegan a los 27°C, en invierno máximas de 19°C y mínimas que en verano llegan a 19°C y en invierno de 14°C.

1.3 ACCESO AL ÁREA DE ESTUDIO:

- El área de estudio está situada dentro del Distrito de Cerro Azul.
- El acceso es a través de Moto lineal, Moto taxis, Taxis, camiones, combis y colectivos partiendo de la plaza de armas.

2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD DEL AREA DE ESTUDIO:

A continuación se describen algunos aspectos geológicos y de sismicidad que tienen estrecha relación con la obra proyectada.

2.1 TOPOGRAFÍA

La zona donde se ubica el proyecto presenta una topografía plana en el distrito de cerro azul.

2.2 GEOLOGÍA.

La zona de estudio se encuentra ubicado al sur de la ciudad de Lima, en el Distrito de cerro azul. Según la carta geológica nacional del cuadrángulo 27-k "cañete" a escala 1/100,000 del boletín 43 de Ingemet, la zona de estudio se halla conformada por unidades sedimentarias del Cretáceo inferior al Cuaternario reciente. El prisma sedimentario alcanza aproximadamente los 2000 metros de espesor.

Las características litológicas de las unidades sedimentarias, observadas en el área de estudio se detallan a continuación, indicando sus aspectos morfológicos más saltantes.

Grupo Morro Solar: (Ki-ms)

Se halla conformado por rocas de las formaciones Salto de Fraile, Herradura y Marcavilca, que en conjunto constituyen una gruesa secuencia clástica de areniscas, lutitas y ocasionales horizontes volcánicos.

En el campo se distinguen por su color blanco grisáceo a pardo claro; frecuentemente la secuencia se halla afectada por diques, sills y pequeños stocks. Por sus características litológicas se considera que los sedimentos de esta unidad fueron depositados en un ambiente de transgresiones y regresiones marinas continuas. La edad del grupo se asigna al Cretáceo inferior y su espesor se estima en 800 m.

Afloramientos de este grupo ocurren en el extremo norte del área de estudio, muy cerca del litoral marino, donde conforma un relieve de pequeñas lomadas.

Grupo Goyllarisquiza (Ki)

Son rocas que se presentan en franjas que siguen una orientación noroeste – sureste; su constitución litológica comprende paquetes gruesos de areniscas intercaladas con lutitas carbonosas, cuarcitas y capas delgadas de carbón y arcilla. Este conjunto litológico ha dado origen a suelos residuales poco desarrollados, fundamentalmente arenosos, ácidos por excelencia pero con cierta reacción básica cuando el suelo se ha generado sobre capas de material calcáreo. Su potencia es mayor a los mil metros.

Formación Paracas: (Ti-pa)

Consiste de areniscas grises, areniscas calcáreas pardas, laminadas y areniscas verdosas, alternando con algunos horizontes de limolitas igualmente verdosas;

Hacia su base se encuentra un conglomerado de matriz arenosa calcárea, cuyos clastos van de 15 a 25 cm y sobre el cual frecuentemente se hallan capas de coquinas (ver foto 1 de la galería fotográfica, volumen V de anexos). Esta formación descansa sobre las rocas intrusivas que afloran en el área e infrayace a los conglomerados de la formación Cañete; se le considera depositada en el terciario inferior. Su espesor se calcula en 700 m.




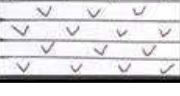
En la faja de estudio esta unidad presenta una pobre exposición, ocurriendo sólo en las lomadas que se extienden al pie del cerro Candela, al norte de la ciudad de San Vicente de Cañete.

Formación Cañete: (Qp-c)

Consiste en un conglomerado semiconsolidado constituido por gravas redondeadas a subredondeadas de tamaño y litología variada, englobados en una matriz areno-limosa y algunos horizontes lenticulares areno-limosos.

Conforma un nivel conspicuo de terraza alta disectada. El paquete sobreyace con discordancia erosional las formaciones más antiguas. La unidad es continental y representa los primeros depósitos aluviales del Cuaternario. Su edad es asignada al Pleistoceno y su espesor aproximado es de 200 m.

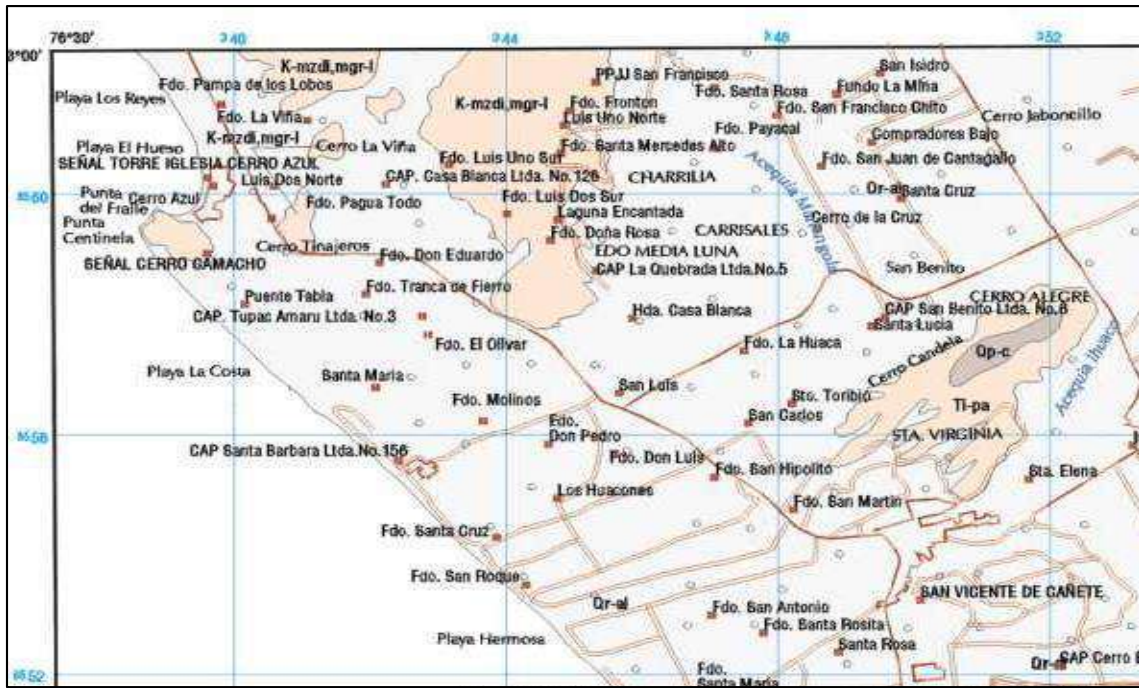
COLUMNA CRONO ESTRATIGRÁFICA

Era	Sistema	Serie	Formación geológica	Sección	Descripción Litológica
CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Depósitos Eólicos		Acumulación de arenas eólicas de grano medio a fino
			Depósitos Coluviales		Granos, cantos y bloques subangulosos con matriz areno limosa
			Depósitos Torrenciales		Granos, cantos y bloques subangulosos angulosos con matriz arenosa o limo-arenosa
			Depósitos aluviales		Acumulación de gravas, arenas, limos y arcillas
	PLEISTOCENO	Formación Cañete		Conglomerado semi-consolidado con una matriz areno limosa	
	TERCIARIO	SUPERIOR	Formación Pocoto		Areniscas de grano grueso, brechas, aglomerados volcánicos y tobas riolíticas riodacíticas
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR	Formación Quilmaná		Volcánicos, andosíticos pseudo estratificados
		INFERIOR			



**BORJAS CONTRATISTAS
GENERALES E.I.R.L.**

Consultoría en Ingeniería Civil, Geotecnia, mecánica de suelos exploraciones geotécnicas pavimentos - concretos - ensayos especiales dpl-spt-pdc.



LEYENDA

ERA	SIST	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRAFICAS	ROCAS INTRUSIVAS
CENOZOICO	CUATERNARIO	RECIENTE	Dep. Marinos	Qr-m
			Dep. Eolicos	Qr-e
			Dep. Aluviales	Qr-al
		PLEISTOCENO	Fm. Canete	Qp-c
	TERCIARIO	PLIOCENO	Fm. Pocoto	Ts-p
		EOCENO	Fm. Paracas	Ti-pa
MESOZOICO	CRETACEO	SUPERIOR		
			Fm. Huarangulillo	Kis-br
		INFERIOR	Fm. Quillmana	Kis-q
			Fm. Imperial	Ki-l

BATOLITO DE LA COSTA		
Super Unidad	Litología	
Tabaya	K-gdmgr-t K-tgd-t	Granodiorita monzogranito Tonalita, granodiorita
Incahuasi	K-tgd-l K-tjl-l	Tonalita, granodiorita Tonalita, diorita
	K-mzdl-mgr-l K-mgr-l	Monzodiorita, monzogranito Monzogranito
Patap	K-gbd-l-p	Gabrodiorita

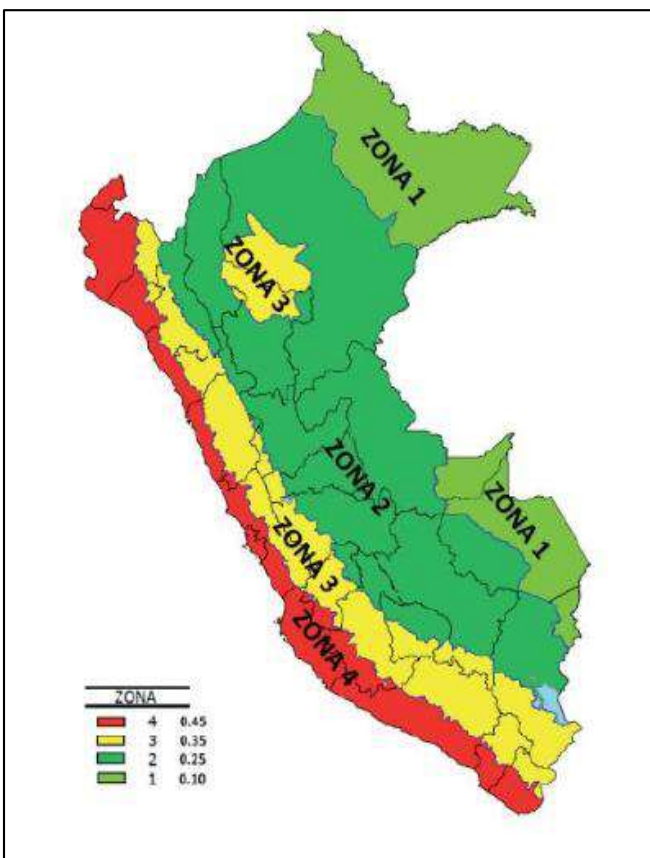
Email: borjascontratistas@hotmail.com - RUC: 20604713456 - DIRECCION: APV. POPULAR EL SOL MZ "B" LT22 IMPERIAL CAÑETE, CELL: 961084554 - EMPRESA INDIVIDUAL DE RESP. LTDA, ACTIVO
Somos una empresa dedicada en el rubro de la Ingeniería Civil y Geotecnia, consultoría en ingeniería, supervisión y residencia, venta de agregados de materiales, alquiler de equipo pesados y ligeros.

2. SISMICIDAD.

De acuerdo al Nuevo Mapa de Zonificación Sísmica del Perú, según la nueva Norma Sismo Resistente (NTE E-030) y del Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú, presentado por Alva Hurtado (1984), el cual se basó en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y sismos recientes; se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la Zona de alta sismicidad (Zona 4), existiendo la posibilidad de que ocurran sismos de intensidades tan considerables como VIII y IX en la escala Mercalli Modificada.

(Ver anexo 10.1 figura N°1 "Zonificación Sísmica del Perú" y Figura N°2 "Mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas").

ZONAS SISMICAS



ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

De acuerdo con nueva Norma Técnica NTE E-30 y el predominio del suelo bajo la cimentación, se recomienda adoptar en los Diseños Sismo- Resistentes, tomando parámetros, donde las fuerzas horizontales pueden calcularse de acuerdo a la relación:

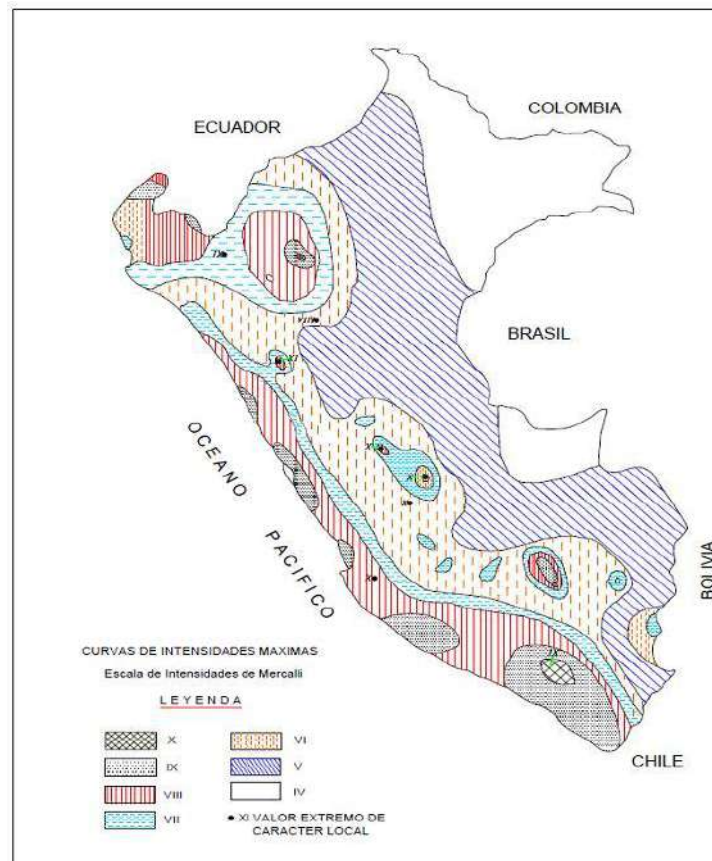
$$H = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R_d}$$

Factor de zona (Zona 4): $Z = 0.45$

Factor de suelo.- (S2 Suelo intermedio) : $S = 0,6$

Período que define la Plataforma del espectro : $T_s = 1,2$

Por lo expuesto y de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, los diseños estructurales deberán ser a sísmicas.



3 INVESTIGACIONES REALIZADAS

3.1 TRABAJO DE CAMPO

Se presenta la descripción de los trabajos realizados en campo, desde la ubicación, excavación manual de calicatas, muestreo y descripción de los materiales encontrados. Todos los trabajos de campo fueron realizados, por personal Especialista y se programaron de tal manera que toda el área e investigación fuera cubierta. Así, se reconocieron en la zona de cada estudio, lo cual se realizó 1 calicata a cielo abierto que se identificaron como C-3 a profundidad de 1.5m, en las que se encontró un perfil que se describe más adelante, así como fotografías que se muestran el trabajo realizado, ubicado dentro de la superficie.

Áreas de estudio:

✚ AV. PRIMAVERA (C3)

3.2 EXCAVACION DE CALICATAS

Con la finalidad de determinar el perfil estratigráfico y zonificación geotécnica, se realizó un programa de exploración geotécnica en el área de estudio, que consistió en realizar calicatas o posos en las ubicaciones probables de las estructuras proyectadas las cuales fueron realizadas manualmente, si se ejecutó 1 calicata.



FOTOGRAFIA 1: EXPLORACION DE CALICATA

En el Cuadro N°1 se indica la identificación de la calicata y profundidad alcanzada.

CUADRO N°1 DESCRIPCIÓN DE CALICATA

CALICATA	PROFUNDIDAD (M)	UBICACIÓN
C-3	1.50	AVENIDA PRIMAVERA

3.3 MUESTREO DE SUELO

De la calicata se tomaron muestras representativas para ser enviadas al laboratorio y poder identificar el tipo de material y sus características físicas, mecánicas y químicas.

3.4 REGISTRO DE EXCAVACIONES

Conjuntamente con el muestreo se efectuó el registro de la calicata, del cual se tomó nota de las principales características de los tipos de suelo encontrados, tales como espesor de los estratos, clasificados manual, capacidad, humedad, color, nivel freático, etc.

3.5 TRABAJOS DE LABORATORIO

Las muestras obtenidas del sub suelo fueron enviadas al laboratorio de geotecnia del consultor especialista en suelos, para los ensayos estándar y especiales.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE MUESTRA DE SUELO (ENSAYO ESTÁNDAR)

Los ensayos estándar para la identificación del tipo del suelo se realizaron según norma:

- ✚ Análisis granulométrico
- ✚ Contenido de humedad ASTM D – 2216
- ✚ Limite líquido y plástico ASTM D – 4318
- ✚ Ensayos de C.B.R

Las muestras han sido clasificadas utilizando el sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS Y AASHTO)

Cuadro N°2 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION (SUCS)	AASHTO	W (%)	LL (%)	I.P. (%)
C-3	M-3	0.00 – 1.50	SM-OL	A-1-4(0)	1.94	NP	NP

CARACTERISTICAS MECANICAS ENSAYOS ESPECIALES

Los ensayos especiales para determinar la relación densidad- húmeda y capacidad de soporte (CBR), así como ensayos de resistencia al corte de suelos, se realizaron según norma:

- Proctor modificado y CBR ASTM d- 1557 y ASTM D – 1883

En el cuadro n° 3 se muestra los siguientes ensayos especiales.

CUADRO N° 3 CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	CLASIFICACION (SUCS)	AASHTO	OCH (%)	MDS. (gg/c c)	CBR (100%)	CBR (100%)
C-3	M-3	0.00 – 1.50	SM-OL	A- 1-4(0)	23.50*	-	54.00	48.00

CARACTERISTICAS QUIMICAS (ENSAYOS ESPECIALES)

Los ensayos químicos para determinar la concentración de sustancia agresiva al concreto fueron realizados bajo las normas ASTM:

- SULFATO ASTM E – 275: 2001.

En el cuadro N°4 se muestra los resultados de los ensayos especiales de las características químicas.

CUADRO N° 4 CARACTERISTICAS QUIMICAS DEL SUELO

CALICATA	MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	SULFATOS (PPM)	CLORUROS (PPM)	SALES SOLUBLES (PPM)
C-3	M-3	0.00 – 0.30	624.18	523.67	813.45

3.6 ANALISIS DE INTERPRETACION EN GABINETE

Esta fase comprende tanto el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en las dos fases precedentes, como la elaboración de los criterios para la colocación de las tuberías, y el soporte del suelo natural.

4. PERFIL ESTATIGRAFICO

Sobre la base de los registros de excavación, inspección superficial del terreno y ensayos de laboratorio se deduce la siguiente conformación:

ZONA I (TERRENO ARCILLOSO): el perfil estratigráfico en esta zona comprende de 0.00m – 1.50 de profundidad conformado por arena limosa mal graduada (SM) y arcilla orgánica de baja plasticidad (OL) humedad media, de color marrón.

NIVEL FREÁTICO



Hasta la profundidad máxima explorada de 1.50 no se ha determinado nivel freático.



PERFIL ESTRATIGRAFICO

CALICATA N°3

SOLICITANTE	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CERRO AZUL
PROYECTO	"RECONSTRUCCION AV. PRIMAVERA Y PUENTE DE CERRO AZUL-CP. CASA BLANCA, DISTRITO DE CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE-LIMA"
UBICACIÓN	DISTRITO DE CERRO AZUL – CAÑETE- LIMA
FECHA	JUNIO DEL 2019

COTA	TIPO EXCAV	MUESTRA	CLASIFICACION			DESCRIPCION	CALICATA N°3 AV. PRIMAVERA (C3)
			SUCS	SIMBOLO	COLOR		
0.00m	EXCAVACION A CIELO ABIERTO	C-3	SM		M A R R O N	Arena limosa mal graduada y arcilla orgánica de baja plasticidad humedad media, de color marrón.	
-			OL				
-1.50m							MUESTREO C-3

CALICATA C-3

PROFUNDIDA: 1.50 m.

PRIMER ESTRATO: el suelo desde 0.00 m. a 1.50m arena limosa mal graduada (SM) y arcilla orgánica de baja plasticidad (OL) humedad media, de color marrón.



5.0 DISEÑO DEL PAVIMENTO DE ASFALTO

El diseño de la estructura del pavimento elaborado mediante el método de la AASHT 1,993.

5.1 GENERALIDADES

El pavimento de las vías que conforman el proyecto, está constituido por una capa de rodadura de tipo asfáltico en caliente, siguiendo de una capa de base granular constituido por material seleccionado de cantera, esta capa descansara sobre el suelo natural mejorado o suelo de fundación

Viendo el material en la zona de estudio comprobamos que el suelo es de arena limosa este material arroja al 100% de C.B.R. 48% calificado como regular a bueno como suelo de sub rasante.

5.2 PERIODO DE ANÁLISIS

Se refiere al periodo de tiempo para el cual se diseña el pavimento, para los fines del presente Informe se está clasificando al sector de estudio en: pavimento de bajo volumen de transito correspondiente un periodo de análisis de 20 años.

5.3 TASA DE CRECIMIENTO

El pavimento está diseñado, para que sirva a las necesidades del tráfico durante un cierto número de años, por lo que se predice su crecimiento, según las necesidades estructurales del pavimento. Se considera una tasa de crecimiento de 0.85% para vehículos livianos y de 0.31 % para vehículos pesados.

5.4 ESTUDIO DE TRÁFICO

Para el diseño de la estructura del pavimento, la zona del proyecto se ha clasificado en vías internas de tráfico ligero. La composición del tráfico vehicular será por vehículos livianos tales como: automóviles, camionetas, combis, etc., eventualmente vehículos pesados tales como camioneta de carga de materiales, camioneta repartidores, etc., para el diseño se determinó, que en este tramo circulan un flujo mayor de vehículos livianos con 80% en comparación de los vehículos pesados en 20% para la

Determinación de tráfico de diseño, se ha utilizado el manual "SYNTHESIS 4. STRUCTURAL DESIGN OF LOW VOLUME ROADS", desarrollado por la T.R.B.

$$N_{20} (\text{años}) = (TPD \times M) \left(\frac{1}{\ln(1+I)} - \frac{1}{\ln(1+I)^n} \right)$$

DONDE:

TPD : Tráfico promedio diario

M : factor de composición de tráfico

I : tasa de crecimiento

N : periodo de diseño

Reemplazando la fórmula disponible

IMD (Índice medio diario)

Tráfico de diseño-----4,352,945.03 repeticiones

5.5 SUELO DE FUNDACIÓN

De acuerdo a la evaluación de las características físicas y mecánicas, para el suelo de fundación registrado en el tramo en estudio, el cuadro N°4 presente un CBR de diseño de 72.0% con el cual se realizara en el diseño del pavimento.

5.6 MÉTODO DE LA AASHTO 93

Las variables principales que deben ser consideradas para el diseño son:

Vida útil:

Es el tiempo transcurrido entre la puesta en operación de la vía y en el momento en el que el pavimento requiere rehabilitarse, se considera para nuestro diseño según su ítem 4.2, un periodo de análisis de:

$$n = 20 \text{ años}$$

Transito

Del valor del tráfico obtenido en el ítem 6.00, para el carril de diseño, calcularemos el parámetro w_{18} , para lo cual tenemos que determinar el factor de distribución direccional D_D y el factor de D_L .

Del manual de diseño de la AASHTO 1,993 obtenemos lo siguiente:

$D_D = 0.50$ $D_L = 0.50$ (para una línea en cada dirección)

$W_{18} = D_D \times D_L \times ESAL$

$W_{18} = 4,352,945.03$

FACTOR DE CONFIABILIDAD

R: es el nivel de confianza que está definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real, igual o mejor que el previsto durante la vida útil del diseño adoptado. Para nuestro diseño se considera un valor de confiabilidad de **R= 99%**

Z_r: Representa a la desviación estándar normal de la función que representa a la población transformada a una variable ponderada con el objeto de disminuir su sesgo y acercarse a una distribución normal o de GAUSS. El coeficiente student para el nivel de confianza R adoptado será de: **Z = - 1.282.**

S_o: es la desviación estándar total de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. El rango típico sugerido por AASHTO para pavimento flexible se encuentra entre $0.40 < S_o < 0.45$. Para nuestro diseño se considera una desviación estándar total de: **S_o = 0.45.**

ÍNDICE DE SERVICIALIDAD

El principal factor asociado a la seguridad y comodidad al usuario resulta de ser la calidad de rodamiento; el agarre de la llanta a la capa de rodadura califica a la superficie del pavimento de acuerdo a una escala de valores de 0 a 5.

El diseño estructural basado en la serviciabilidad considera determinar los induces de servicio inicial (PO) y el índice de servicio terminal (Pt) para la vía útil o de diseño del pavimento.

El índice de servicio inicial (PO) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o de su rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos flexibles un valor inicial deseable Po de 4.2 si no se tiene información para el diseño.

En índice de servicio (Pt) Ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la viabilidad el valor del Pt adoptara un valor de 2.0 para nuestro caso de vías con fines de transito ligero. La pérdida de serviciabilidad se define como la diferencia entre el índice de servicio inicial y terminal: $\Delta PSI = PO - PT = 2.2$

DRENAJE

Los coeficientes de drenaje recomendados por la AASHTO para la capa de base granular, para el tipo de clima de la zona de estudio: $M_{BASE} = M_2 = 1.0$

MÓDULO DE RESILIENCIA

-La base para la caracterización de los materiales de la subrasante en el Método AASHTO, es el módulo de resiliencia o elástico. Este módulo se determina con un equipo especial que no es de fácil adquisición por lo que se ha establecido correlaciones para determinarlo a partir de otros ensayos.

Por otro lado, las correlaciones más utilizadas para determinar el Módulo de Resiliencia (M_r) en función del CBR han sido obtenidas del Boletín Técnico "Caminos" del Instituto Panamericano de Carreteras, Segundo Trimestre 1998 (Publicación N° FHWA-PL-98 029).

Dichas correlaciones son las siguientes:

$$\text{Para CBR} \leq 7: \quad M_r = 1,500 \text{ CBR (psi)} \quad (4)$$

$$\text{Para } 7 < \text{CBR} \leq 20: \quad M_r = 3,000 \text{ CBR}^{0.65} \text{ (psi)} \quad (5)$$

$$\text{Para CBR} > 20: \quad M_r = 4326 \ln(\text{CBR}) + 241 \text{ (psi)} \quad (6)$$

$$\text{Utilizamos esta Formula : } 2555 \times \text{CBR}^{(0.64)} \quad (7)$$

En nuestro caso, tenemos un valor de CBR de diseño igual a 48%

Entonces en la ecuación (7): $M_r = 2555 (48)^{0.64} = 30.45 \text{ ksi}$.

COEFICIENTE DE APORTE ESTRUCTURAL

El método asigna a cada capa del pavimento un coeficiente (D_i), los cuales son requeridos para el diseño estructural normal de pavimentos asfálticos. Estos coeficientes nos permiten convertir los espesores reales a los números estructurales (SN), siendo cada coeficiente una medida de la capacidad relativa de cada material a funcionar como parte de la estructura del pavimento.

De los gráficos del manual del diseño de la AASSTHO 1,993 se hallaron los valores a_1 y a_2

El coeficiente estructural de la capa (a_1) para la capa superficial de concreto asfáltico el módulo elástico E_{AC} de 420ksi, es de:

$$a_1 = 0.44 \text{ (1/plg)}$$

El coeficiente estructural de la capa (a_2) para la capa superficial de concreto asfáltico el módulo resiliente MRBASE de 30 Ksi y CBR mínimo de 80% es de:

$$A_2 = 0.14 \text{ (1/plg)}$$

CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL (SN)

Con estos parámetros y mediante la siguiente fórmula propuesta por la AASHTO 1993 para pavimentos asfálticos, se obtiene el valor del número estructural total requerido SN.}

$$\text{LOG}_{10}(W_{18}) = ZRXS_0 + 9.36 \times \text{LOG}_{10}(\text{SN} + 1) - 0.20 + \text{Log}_{10}(\text{APSI}/2.7) + 2.3 \times \text{log}_{10}(\text{Mr}) - 8.07$$

$$0.40 + 10944/(\text{SN} + 1)^{5.19}$$

Mediante un proceso iterativo se obtiene el número requerido (SN) es:

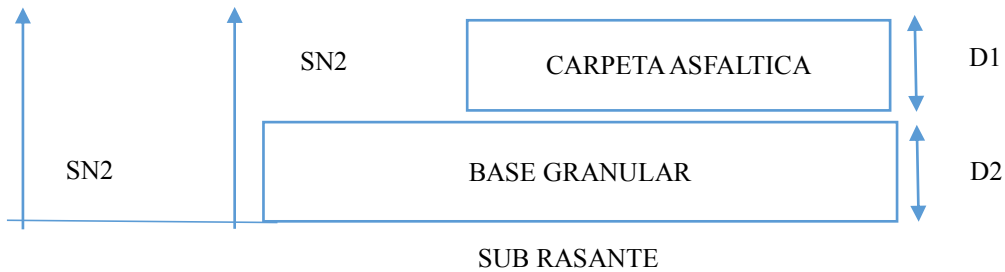
$$\text{SNR} = 1.90$$

DISEÑO DE ESPESORES

Una vez obtenido el número estructural (SN) requerido, se procede a determinar lo necesario sobre la capa, se determina el espesor máximo permisible de cada uno,

mediante la siguiente expresión:

$$D1^* \geq SN1/A1 \quad SN1^* = a_1 D1 \geq SN1 \quad D2^* \geq (SN2 - SN1^*) / a_2 m_2 \quad SN1^* SN2^* \geq SN2$$



Nota: el asterisco en D o SN indica el valor realmente usado, el cual debe ser mayor o igual al requerido.

AÑO BASE		2019																																																																																												
LA CONFIGURACION DE LA VIA ES:																																																																																														
$ESAL = \sum_{i=1}^n F_i A_i$																																																																																														
CARRILES EN DOS DIRECCIONES:																																																																																														
$n_i = (n_{i1}) (G) (D) (L) (365) (Y)$																																																																																														
NUMERO DE CARRILES EN UN SENTIDO																																																																																														
$(G) (Y) = \frac{(1+r)^Y - 1}{r}$																																																																																														
PERIODO DE DISEÑO EN AÑOS (n)																																																																																														
TASA DE CRECIMIENTO @																																																																																														
<table border="1"> <tr> <th>EL IMD POR CADA TIPO DE CAMIONES:</th> <th>IMD</th> <th>IMD GENERADO</th> </tr> <tr> <td>MOTOCICL /MOTOTAM</td> <td>4072</td> <td>4072</td> </tr> <tr> <td>AUTOMOVILES</td> <td>337</td> <td>337</td> </tr> <tr> <td>CAMIONETA-4x4</td> <td>98</td> <td>98</td> </tr> <tr> <td>COMBIS</td> <td>684</td> <td>684</td> </tr> <tr> <td>OMNIBUS - CLUSTER (B2)</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>BUS INTERPROVINCIAL (B3-1)</td> <td>4</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>CAMIONES (C2)</td> <td>50</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>CAMIONES (C3)</td> <td>25</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>TRAYERS (T2-32)</td> <td>20</td> <td>20</td> </tr> </table>				EL IMD POR CADA TIPO DE CAMIONES:	IMD	IMD GENERADO	MOTOCICL /MOTOTAM	4072	4072	AUTOMOVILES	337	337	CAMIONETA-4x4	98	98	COMBIS	684	684	OMNIBUS - CLUSTER (B2)	25	25	BUS INTERPROVINCIAL (B3-1)	4	4	CAMIONES (C2)	50	50	CAMIONES (C3)	25	25	TRAYERS (T2-32)	20	20																																																													
EL IMD POR CADA TIPO DE CAMIONES:	IMD	IMD GENERADO																																																																																												
MOTOCICL /MOTOTAM	4072	4072																																																																																												
AUTOMOVILES	337	337																																																																																												
CAMIONETA-4x4	98	98																																																																																												
COMBIS	684	684																																																																																												
OMNIBUS - CLUSTER (B2)	25	25																																																																																												
BUS INTERPROVINCIAL (B3-1)	4	4																																																																																												
CAMIONES (C2)	50	50																																																																																												
CAMIONES (C3)	25	25																																																																																												
TRAYERS (T2-32)	20	20																																																																																												
<table border="1"> <tr> <th>Factor de distribución Direccional (D)</th> <th>CARRILES EN DOS DIRECCIONES</th> <th>POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO</th> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>4</td> <td>45 (35-48)</td> </tr> <tr> <td>6 a mas</td> <td>6 a mas</td> <td>40 (25-48)</td> </tr> </table>				Factor de distribución Direccional (D)	CARRILES EN DOS DIRECCIONES	POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO	2	2	50	4	4	45 (35-48)	6 a mas	6 a mas	40 (25-48)																																																																															
Factor de distribución Direccional (D)	CARRILES EN DOS DIRECCIONES	POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO																																																																																												
2	2	50																																																																																												
4	4	45 (35-48)																																																																																												
6 a mas	6 a mas	40 (25-48)																																																																																												
<table border="1"> <tr> <th>Factor de distribución por carriles (i)</th> <th>Nº CARRILES EN CADA SENTIDO</th> <th>POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO</th> </tr> <tr> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2</td> <td>80 - 100</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>3</td> <td>60 - 80</td> </tr> <tr> <td>4 o mas</td> <td>4 o mas</td> <td>50 - 75</td> </tr> </table>				Factor de distribución por carriles (i)	Nº CARRILES EN CADA SENTIDO	POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO	1	1	100	2	2	80 - 100	3	3	60 - 80	4 o mas	4 o mas	50 - 75																																																																												
Factor de distribución por carriles (i)	Nº CARRILES EN CADA SENTIDO	POCENTIALE DE W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO																																																																																												
1	1	100																																																																																												
2	2	80 - 100																																																																																												
3	3	60 - 80																																																																																												
4 o mas	4 o mas	50 - 75																																																																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th>SENTIDO</th> <th>CLASE DE VEHICULO</th> <th>EALF</th> <th>IMD</th> <th>GY</th> <th>D</th> <th>L</th> <th>ni</th> <th>ESAL</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="10">A CENTRO POBLADO CUIVA</td> <td>MOTO LINEAL /MOTOTAMS</td> <td>1.6675E-05</td> <td>4072</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>12473091</td> <td>2.08E+02</td> </tr> <tr> <td>AUTOMOVILES</td> <td>0.003910705</td> <td>337</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>1032598.1</td> <td>4.04E+03</td> </tr> <tr> <td>CAMIONETA-4x4</td> <td>0.020360004</td> <td>98</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>299067.88</td> <td>6.09E+03</td> </tr> <tr> <td>COMBIS</td> <td>0.06792292</td> <td>684</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>2083724.6</td> <td>1.42E+05</td> </tr> <tr> <td>OMNIBUS - CLUSTER (B2)</td> <td>4.3150916</td> <td>25</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>75483.043</td> <td>3.26E+05</td> </tr> <tr> <td>BUS INTERPROVINCIAL</td> <td>21.78689509</td> <td>4</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>11814.737</td> <td>2.57E+05</td> </tr> <tr> <td>CAMIONES (C2)</td> <td>4.3150916</td> <td>50</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>152497.63</td> <td>6.58E+05</td> </tr> <tr> <td>CAMIONES (C3)</td> <td>37.29663722</td> <td>25</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>75264.251</td> <td>2.81E+06</td> </tr> <tr> <td>TRAYERS (T2-32)</td> <td>6.435121303</td> <td>20</td> <td>20.98</td> <td>0.50</td> <td>0.80</td> <td>62136.766</td> <td>4.00E+05</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO 1 A LA V. PRIMAVERA</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4.60E+06</td> </tr> </tbody> </table>				SENTIDO	CLASE DE VEHICULO	EALF	IMD	GY	D	L	ni	ESAL	A CENTRO POBLADO CUIVA	MOTO LINEAL /MOTOTAMS	1.6675E-05	4072	20.98	0.50	0.80	12473091	2.08E+02	AUTOMOVILES	0.003910705	337	20.98	0.50	0.80	1032598.1	4.04E+03	CAMIONETA-4x4	0.020360004	98	20.98	0.50	0.80	299067.88	6.09E+03	COMBIS	0.06792292	684	20.98	0.50	0.80	2083724.6	1.42E+05	OMNIBUS - CLUSTER (B2)	4.3150916	25	20.98	0.50	0.80	75483.043	3.26E+05	BUS INTERPROVINCIAL	21.78689509	4	20.98	0.50	0.80	11814.737	2.57E+05	CAMIONES (C2)	4.3150916	50	20.98	0.50	0.80	152497.63	6.58E+05	CAMIONES (C3)	37.29663722	25	20.98	0.50	0.80	75264.251	2.81E+06	TRAYERS (T2-32)	6.435121303	20	20.98	0.50	0.80	62136.766	4.00E+05	SENTIDO 1 A LA V. PRIMAVERA								4.60E+06
SENTIDO	CLASE DE VEHICULO	EALF	IMD	GY	D	L	ni	ESAL																																																																																						
A CENTRO POBLADO CUIVA	MOTO LINEAL /MOTOTAMS	1.6675E-05	4072	20.98	0.50	0.80	12473091	2.08E+02																																																																																						
	AUTOMOVILES	0.003910705	337	20.98	0.50	0.80	1032598.1	4.04E+03																																																																																						
	CAMIONETA-4x4	0.020360004	98	20.98	0.50	0.80	299067.88	6.09E+03																																																																																						
	COMBIS	0.06792292	684	20.98	0.50	0.80	2083724.6	1.42E+05																																																																																						
	OMNIBUS - CLUSTER (B2)	4.3150916	25	20.98	0.50	0.80	75483.043	3.26E+05																																																																																						
	BUS INTERPROVINCIAL	21.78689509	4	20.98	0.50	0.80	11814.737	2.57E+05																																																																																						
	CAMIONES (C2)	4.3150916	50	20.98	0.50	0.80	152497.63	6.58E+05																																																																																						
	CAMIONES (C3)	37.29663722	25	20.98	0.50	0.80	75264.251	2.81E+06																																																																																						
	TRAYERS (T2-32)	6.435121303	20	20.98	0.50	0.80	62136.766	4.00E+05																																																																																						
	SENTIDO 1 A LA V. PRIMAVERA								4.60E+06																																																																																					

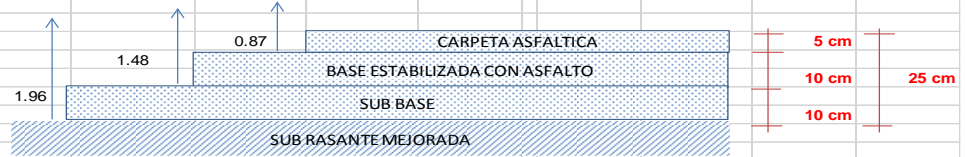
DISEÑO DE PAVIMENTO ASFALTICO METODO DE LA AASHTO 1993

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
METODO AASHTO 1993					
CARPETA ASFALTICO CONVENCIONAL					
SENTIDO 1 : A AV. PRIMAVERA					
PARA 20 AÑOS DE SERVICIO					
DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :					
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES					DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)				440.00	
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)				30.00	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)				15.00	
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE					
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)				4.60E+06	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)				90%	
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)				-1.282	
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)				0.45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)	Equip. CBR	48.0%		30.45	OK
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)				4.2	CBR AL 95% I
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)				2.0	NO TOCAR !!!
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)				20	Gt = -0.088941083
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO					
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA					
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)				0.44	
Base granular (a ₂)				0.14	
Subbase (a ₃)				0.11	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA					
Base granular (m ₂)				0.90	
Subbase (m ₃)				0.90	TANTEAR INT VALORES D LOGRAR L
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :					
CALCULO DEL NUMERO E					
N18 NOMINAL N18 CALCULO					
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2.55			6.66	6.66
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.00			6.66	4.35
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	1.00			6.66	5.29
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.55			FIJO	VARIABLE
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA					
NO TOCAR EL AREA					
	TEORICO	PROPUESTO	ADOPTADO	SN _{FINAL}	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	4.6	5.0	5.0	0.87	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.9	10.0	10.0	0.61	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	9.7	10.0	10.0	0.48	
ESPESOR TOTAL (cm)		25.0	25.0	1.96	

ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO CALCULADO



ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO ADOPTADO



FUNCIONES DE TRANSFERENCIA / MODELOS DE DETERIORO			
SENTIDO 1 : A AV. PRIMAVERA			
VERIFICACION DE DISEÑO DE PAVIMENTO PARA 20 AÑOS DE SERVICIO			
ANALISIS POR FATIGA			
COEFICIENTE	INSTITUTO DEL ASFALTO	SHELL	INSTITUTO DEL ASFALTO
	S.INGLES	INGLES	
	S.INTERNACIONAL		
F1	0.414	0.0685	$N_f = 0.0796 (\epsilon_1)^{-0.854}$
F2	-3.291	-5.671	
F3	-0.854	-2.363	
MODULO DE ELASTICIDAD DE LA CAPA ASFALTICA			
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES			
DEFORMACION UNITARIA HORIZONTAL DE TRACCION EN EL FONDO DE LA MAC			
DEFORMACION ADMISIBLE EN EL FONDO DE LA CARPETA ASFALTICA, ϵ_t			
NUMERO DE REPETICIONES ADMISIBLES QUE CAUSA LA DEFORMACION ϵ_t			
ANALISIS POR AHUELLAMIENTO			
COEFICIENTE	INSTITUTO DEL ASFALTO	FUNCION DE TRANSFERENCIA	INSTITUTO DEL ASFALTO
F4	1.37E-09	$N_d = f_4 (\epsilon_2)^{-5}$	$N_d = 1.365 E^{-9} (\epsilon_2)^{-4.477}$
F5	-4.477		
NUMERO DE EJES EQUIVALENTES			
DEFORMACION UNITARIA HORIZONTAL DE TRACCION EN EL FONDO DE LA MAC			
DEFORMACION ADMISIBLE EN EL FONDO DE LA CARPETA ASFALTICA, ϵ_t			
NUMERO DE REPETICIONES ADMISIBLES QUE CAUSA LA DEFORMACION ϵ_t			
CONCLUSION: LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO PASA LA VERIFICACION POR ANALISIS DE FATIGA Y POR AHUELLAMIENTO, DONDE LA FALLA SURGIRA PASADO EL NU DE EJES EQUIVALENTES (ESAL) Y DESPUES DE CUMPLADO EL PERIODO DE DISEÑO			

6. RECOMENDACIONES Y CONCLUSIONES

En base a los resultados de las exploraciones realizadas, ensayos de laboratorio y análisis correspondientes, se puede mencionar lo siguiente:

- ✚ El suelo del área en estudio está constituido por dos tipos de material
- ✚ Material: arena limosa mal graduada (SM) y arcilla orgánica de baja plasticidad (OL) en estado humedad media, de color marrón esta sub rasante califica como suelo bueno por según ensayo de C.B.R. arroja un 48% con este porcentaje.
- ✚ El peralte para este tramo es:

Sub base	10 cm 4plg
Base	10 cm 4plg.
Carpeta asfalt.	5 cm 2plg

- ✚ La sub rasante después del corte, se realizaran los perfilados, trabajos de riego y compactación, el C.B.R al 95% de la máxima densidad será un C.B.R: 48.00%, el grado de compactación de la sub rasante, el MTC específica un mínimo del 98% de su máxima densidad seca del proctor modificado en la base granular.
- ✚ Sobre la sub rasante compactado se colocara 10cm de sub base granular a lo largo de todo el tramo de la avenida primavera y la compactación al 98% de su máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.
- ✚ Sobre la sub base compactado se colocara 10 cm de base granular a lo largo de todo el tramo de la avenida primavera y la compactación al 100% de su máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.
- ✚ Sobre la base granular se colocara la carpeta asfáltica en caliente de espesor de 5cm.
- ✚ Se deberá emplear cemento asfáltico tipo PEN 60/70, para la fabricación de mezcla asfáltica y asfalto liquido MC-30 para imprimación.
- ✚ No se presenta el nivel freático (NAF), a la profundidad de exploración indicada.
- ✚ El terreno si contiene elementos químicos están por encima del nivel permisibles, utilizar Cemento Tipo V.

✚ Este estudio es solo valido para el proyecto, "RECONSTRUCCION AV.
PRIMAVERA Y PUENTE DE CERRO AZUL-CP. CASA BLANCA, DISTRITO DE
CERRO AZUL, PROVINCIA DE CAÑETE-LIMA"

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :				
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES				DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)				440.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)				30.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)				15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE				
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)				4.60E+06
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)				90%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)				-1.282
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)				0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)				Equib. CBR 48.0% 30.45
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)				4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)				2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)				20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO				
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA				
Concreto Asfáltico Convencional (a1)				0.44
Base granular (a2)				0.14
Subbase (a3)				0.11
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA				
Base granular (m2)				0.90
Subbase (m3)				0.90
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :				
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})				2.55
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})				1.00
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})				1.00
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})				0.55
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA				
	TEORICO	PROPUESTO	ADOPTADO	SN _{FINAL}
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	4.6	5.0	5.0	0.87
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.9	10.0	10.0	0.61
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	9.7	10.0	10.0	0.48
ESPESOR TOTAL (cm)		25.0	25.0	1.96

A continuación se presenta en resumen el diseño del pavimento asfáltico, para el tramo analizado.

Cuadro N°6: Resumen de diseño del pavimento mediante el método de la AASHTO 1,993

UBICACIÓN: CONTORNO DE LAS CALLES	
N= 20 años	
METODO ASSTHO 93	C.A (cm) = 5.0
	Base (cm) = 10.00
	Sub base (cm) = 10.00

SECCIONES DE PAVIMENTO ASFALTICO

E=0.05m		Carpeta Asfáltica
E=0.10m		Base granular
E=0.10m		Base granular (CBR> 80%) Nivel de la sub rasante
Sub rasante Compactada		

Terreno natural

ANEXOS

