



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Facultad de Tecnología de La Construcción

Tesina

**DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CON ADOQUÍN:
TRAMO LAS SABANAS - SAN JOSE DE CUSMAPA. LONGITUD 11.29 KM.**

Para optar al título de Ingeniero Civil.

Elaborado por

Br. Mario Alexis Díaz.

Br. Karen Julissa Martínez Hete.

Tutor

Ing. José Fernando Bustamante.

Managua, octubre 2015

Dedicatoria

*Ha sido el omnipotente, quien ha permitido que la sabiduría dirija y guíe mis pasos; ha sido el todopoderoso, quien ha iluminado mi sendero cuando más oscuro ha estado; ha sido el creador de todas las cosas, el que me ha dado fortaleza para continuar cuando a punto de caer he estado. . . . Por ello, con toda la humildad y sinceridad que de mi corazón puede emanar, dedico primeramente mi Tesis a **DIOS**.*

*De igual manera a mi madre **Dinora del Carmen Huete**, por su comprensión y ayuda en todos los momentos de mi vida. A ti mamita, que a pesar de todas las dificultades encontraste la manera de sacarnos adelante con tu gran esfuerzo y superación. Me has dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi perseverancia y mi empeño, y todo ello con una gran dosis de amor y comprensión. ¡La quiero muchísimo!*

*A ti mi amado esposo **Elmer Espinoza** por su apoyo incondicional y su comprensión su tiempo y su amor presente. Y a mi gran inspiración mi hija **Zoe Valentina** por ser esa personita que me da la fuerza para querer superar y salir adelante*

*A mis hermanas **Carmen y Erick**, por velar por mi bienestar y felicidad.*

A todos mis familiares por haber estado siempre conmigo, por haber creído en mí y por quererme tal a como soy.

A mis amigos, por haberme demostrado ser las personas más sinceras que he conocido y porque nunca dudaron que lograría este triunfo, los quiero muchísimo.

**** Karen Julissa Martínez ****

Agradecimiento

Primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

*Tu esfuerzo es impresionante y tu amor invaluable me has proporcionado todo y cada cosa que necesitado tus enseñanzas las aplico cada día de verdad que tengo mucho que agradecerle tus ayuda fueron fundamental para culminación de mi tesis te agradezco madre **Dinora del Carmen Huete**,*

*A mi amado esposo Elmer que ha sido el impulso durante toda mi carrera y el pilar fundamental para la culminación de la misma que con su apoyo constante y amor incondicional a sido amigo y compañero incondicionales a mi preciosa hija **Zoe Valentina** para quien ningún sacrificio es suficiente.*

*A mi gran amigo y compañero de tesis **Mario Alexis Díaz**, agradezco la paciencia y comprensión con el que me trataste a lo largo de estos proceso , No creo haber podido encontrar un mejor compañero de tesina... Gracias mi amigo!*

*Me gustaría agradecer a nuestro tutor **Ing. José Fernando Bustamante** por sus valiosas aportaciones; sus conocimientos, sus orientaciones, su manera de trabajar, su paciencia y su motivación han sido fundamentales para la formación de este trabajo.*

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida. Algunas están aquí conmigo y otras en mis recuerdos y en mi corazón, sin importar en donde estén quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones

**** Karen Julissa Martínez ****

Dedicatoria

Mi tesina la dedico con todo mi amor y cariño.

A Dios que me diste la oportunidad de vivir y por regalarme una familia maravillosa.

A mi mamita querida y amada Santos Hermencia Díaz Martínez por ser el pilar y eje principal que sostiene a nuestra familia , un gran ejemplo de mujer que ha sido mi padre y madre a la vez.

A mi abuelita que en paz descansa concepción Martínez. Que a un recuerdo tus palabras “estudia hijo” querida abuela gracias por apoyarme

A ambos les dedico este trabajo el cual es una forma de devolver el esfuerzo y sacrificio que hicieron desde mis inicios como estudiante. Gracias mama por creer en mí, ya que a pesar de mis faltas y desobediencias siempre has estado apoyándome y brindándome todo tu cariño y comprensión. . Gracias por haberme dado la libertad de tomar mis propias decisiones ya que tu has sido participes en cada una de ellas; Me enseñaste a cultivar y a valorar mis virtudes, a tu lado aprendí a ser paciente y perseverante para alcanzar mis metas, a afrontar los problemas con coraje y personalidad como tu mama y abuela los has afrontado las amo intensamente. Por estas y muchas razones más de ustedes es este triunfo.

A mi tío Emilio Díaz, por apoyarme infinitamente

A todos mis hermanos por ser cómplices de este triunfo, al igual mis primos, tías y amigos.

A una mujer especial que siempre estuvo pendiente de mí en las buenas y las malas tu que siempre me has alentado a seguir adelante, a pesar de los errores me has sabido comprender y por regalarme el 04-02-14 tuya también es esta dedicatoria.

**** Mario Alexis Díaz****

Agradecimiento

*Primero y antes que nada, dar gracias a **Dios**, por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente; y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.*

*El agradecimiento más profundo y sentido es para mi familia, sin su apoyo e inspiración habría sido imposible recorrer y culminar este duro trayecto. A mi madre **Santos Hermecia Díaz Martínez**, por ser modelo de lucha y honestidad; a mi tío **Emilio Díaz** por ser ejemplo de valentía, capacidad y superación; a mi abuela **Concepción Martínez** por su cariño y generosidad... por ellos y para ellos.*

*Un eterno agradecimiento a mi compañera de tesina **Karen Julissa Martínez** por su comprensión y apoyo brindado en los últimos meses; mas que una compañera de clases una buena amiga.*

*Al Ingeniero **José Francisco Bustamante**, por su apoyo en nuestro trabajo y su capacidad para guiar nuestras ideas nos permitieron alcanzar los objetivos de esta tesina.*

*A un gran amigo **Carlos merlo** por haberme apoyado en tiempos críticos a lo largo de mi periodo de estudio y a **Álvaro Espinoza** por apoyarme en todos esos cinco años.*

A todos mis amigos y amigas, cuyos consejos de motivación me han ayudado a alcanzar las metas de mi juventud. A todos mis maestros que aportaron a mi formación académica y profesional; y a todas las personas que me soportaron en la estancia de mis estudios y si olvido a alguien se lo agradezco mucho desde el profundo de mi corazón.

**** Mario Alexis Díaz ****



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTADA DE TECNOLOGIA DE LA COSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE COORDINACION DE FORMAS
DE CULMINACION DE ESTUDIOS**

HOJA DE CONCLUSIÓN DE TESINA

NOMBRE DE LOS SUSTENTANTES: 1) Mario Alexis Díaz 2) Karen Julissa Martínez Huete
NOMBRE DEL CURSO: OBRAS VIALES
NOMBRE DE LA TESINA: "DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO CON ADOQUÍN: TRAMO LAS SABANAS - SAN JOSE DE CUSMAPA. LONGITUD 11.29 KM".
ESPECIFIQUE LAS AREAS QUE ABORDARON EN LA TESINA: 1) ESTUDIO DE TRANSITO 2) ESTUDIO DE SUELO 3) DISEÑO DE ESPESORES
FECHA DE DEFENSA:
VALORACION DEL TUTOR SOBRE LA TESINA: EL TRABAJO CUMPLE CON LOS OBJETIVOS PROPUESTOS
JUADO CALIFICADOR: 1- 2- 3-
FIRMA COORDINADOR: _____

FIRMA DEL TUTOR -----
CC: Archivo

CONTENIDO

1- INTRODUCCION	1
2- ANTECEDENTES	2
3- JUSTIFICACION	4
4- OBJETIVOS	5
4.1- Objetivo General	5
4.2- Objetivos Específicos	6
5- RESUMEN EJECUTIVO	7
I- ESTUDIO DE TRANSITO	8
I.1. Volúmenes de Transito	10
I.1.1. Composición del Transito.....	11
I.1.2. Transito Promedio Diario (TPD).....	12
I.2. Tasa de Crecimiento Vehicular (TC)	13
I.2.1. Producto Interno Bruto (PIB)	13
I.2.2. Crecimiento Poblacional.....	14
I.2.3. Historial de Transito	15
I.2.4. Selección de la Tasa de Crecimiento.....	16
I.3. Periodo de diseño	17
I.4. Proyección del Tránsito de Diseño	18
I.4.1. Factores de Distribución del Transito.....	19
I.4.2. Tránsito de Diseño (Td).....	20
I.5. Calculo de Ejes Equivalentes de diseño	20
II- ESTUDIO GEOTECNICO	23
II.1. Aspectos a considerar en el Estudio Geotécnico	23
II.1.1. Especificaciones de los materiales que integran el pavimento semi-rígido.....	23
II.1.1.1 Sub Rasante.....	24
II.1.1.2 Sub-base.....	24
II.1.2 Sondeos de Línea	25
II.1.2.1.Trabajos de Campo	25
II.1.2.2Trabajos de Laboratorio	25
II.1.2.3 Análisis de Resultados de clasificación.....	26

II.1.1.4	Resultados de las pruebas de CBR	28
II.1.2.	Bancos de Materiales	29
II.1.3.1	Estabilización de materiales con cemento (Banco No.2).....	31
III-	Diseño de la estructura de pavimento con adoquín	34
III.1.	Variables de Diseño.....	34
III.1.1.	Variable en función del Transito.....	34
III.1.2.	Confiabilidad.....	35
III.1.3.	Desviación Estándar (So)	35
III.2.	Criterios de Comportamiento.	36
III.2.1.	Serviciabilidad (PSI).....	36
III.3.	Propiedades de los Materiales	36
III.3.1.	CBR de Diseño	37
III.3.2.	Módulo Resilente de la Subrasante.....	37
III.3.3.	Coeficiente de Capas	37
III.3.3.1	Coeficiente Estructural de la Carpeta de Rodamiento	37
	(Adoquín de Concreto) a_1	37
III.3.3.2	Coeficiente Estructural para Material Granular.....	38
	Estabilizado con Cemento a_2	38
III.3.3.3	Coeficiente Estructural para Sub base granular a_3	38
III.4.	Características Estructurales del Pavimento	38
III.4.1.	Drenaje.....	38
III.5.	Diseño Estructural del Pavimento.....	39
III.6.	Determinación de los Espesores de Capas del Pavimento	40
6-	CONCLUSIONES	42
7-	RECOMENDACIONES	44
8-	BIBLIOGRAFÍA.....	46
9-	anexos	

1- INTRODUCCION

Un pavimento es una estructura compuesta por varias capas de diferentes materiales (generalmente terracería, sub-base, base y capa de rodadura), que se construyen sobre terreno natural aumentando el soporte, para que personas, animales y principalmente vehículos, circulen sobre ellos, en cualquier época del año, de manera segura, cómoda y económica.

Los pavimentos se nombran de acuerdo a su comportamiento como rígidos, semi-rígidos y flexibles, o según el material utilizado en su capa de rodadura como: Pavimentos Asfálticos, Pavimentos de Concreto y Pavimentos de Adoquín, siendo este último el tema sobre el cual se desarrolla este trabajo.

En los pavimentos de adoquín su capa de rodadura está conformada de elementos macizos, prefabricados, de espesor uniforme e iguales entre sí, con formas variables, llamados adoquines, colocados sobre una capa de arena, de tal forma, que encajen unos con otros dejando una pequeña junta entre ellos, la que es sellada con arena.

El proyecto de adoquinado se encuentra ubicado en el departamento de Madriz, y comunica el municipio de Las Sabanas con el municipio de San José de Cusmapa. La Vía en estudio, inicia en la salida sur de San José de Cusmapa siguiendo sobre un camino montañoso. El diseño a realizar involucra un tramo de 11.29 km de longitud que une el municipio de Las Sabanas con el municipio de San José de Cusmapa

2- ANTECEDENTES

La aparición de los pavimentos se debió a la necesidad del hombre de tener vías de transporte durables, que permitieran el desplazamiento rápido y seguro, sobre todo en aquellas épocas del año en que los fenómenos naturales imposibilitaban el tránsito.

A partir de la época de los cincuentas, se ha incrementado el uso de los adoquines de concreto en Europa, tanto para los caminos urbanos como para los industriales, y muchos otros tipos de pavimentos destinados al tránsito ligero.

El sistema de pavimentación con adoquines es utilizado en Nicaragua, posiblemente desde hace más de 35 años. Fue uno de los sistemas que revolucionó la pavimentación de nuestro país después del terremoto de 1972, ya que dio soluciones rápidas a la serie de problemas que se presentaron en ese momento, debido en gran parte a la baja inversión que se hacía en su construcción, contrario al costo que conllevaba la construcción de los otros tipos de pavimentos, y además, presentaba una excelente alternativa para la generación de empleos.

Como parte de los esfuerzos internos que se han hecho en el campo del mejoramiento de la infraestructura vial y la colaboración internacional a través de inversiones por préstamos blandos y/o donaciones, han contribuido de manera directa a la transformación paulatina de la red vial, para el año 2011 los datos globales reflejan un total de 23,647.086 kms. De carreteras de los cuales 3,150.761 kms. (13%) son pavimentos (Adoquinado, Asfalto y Concreto hidráulico) y 20,496.325 kms. (87%) corresponde a no pavimentados. Según Revista de red vial Nicaragua 2011.

El tramo de carretera Las Sabanas – San José de Cusmapa actualmente está revestido con balasto, las condiciones del mismo son desfavorables, debido a la presencia de baches, falta de señalización vial y otros factores que disminuyen la calidad y comodidad de viaje.

3- JUSTIFICACION

Una comunicación vial adecuada es de vital importancia en el desarrollo de un municipio, es por ello que en busca de una solución óptima a la problemática de no disponer de una carretera adecuada en todo tiempo surge la iniciativa de realizar el diseño de estructura de pavimento con adoquín para un proyecto de 11.29 km de adoquinado con sus respectivas obras de drenaje.

Cabe señalar que ante la carencia de un buen revestimiento de la carretera las Sabanas – San José de Cusmapa, los pobladores se ven doblemente afectados. Ya que en época seca debido a la acción del viento y al tráfico vehicular se genera una gran cantidad de polvo, el que ocasiona graves problemas respiratorios, enfermedades diarreicas, dérmicas y oculares, entre otras. Por otro lado en época lluviosa, se drenan grandes volúmenes de aguas pluviales. La Carretera Mejorada y Rehabilitada, adquiere una importancia estratégica para el desarrollo económico y social de los centros poblacionales de esta parte del País; de forma que este corredor sirva de eje para incentivar los desplazamientos de personas y bienes (granos básicos, café, ganadería) tanto a nivel local como de la región, permitiendo un ahorro sustancial de tiempo, distancia de viaje y menores riesgos de accidentes de tránsito para el transporte.

El material que se pretende utilizar en la construcción de la carpeta de rodamiento de este tramo es a base de adoquines de concreto; todos los procesos que intervienen en la construcción son sencillos y requieren de la utilización de poca maquinaria, dando lugar, a que la labor de colocación de los adoquines de concreto sea fundamental; la colocación de estas piezas genera la demanda de empleo de mucha mano de obra calificada, según se organice el proceso constructivo, se puede multiplicar al crear

Varios frentes de trabajo simultáneamente, facilitando a los habitantes de las poblaciones aledañas al proyecto el acceso a esta fuente de ingresos.

4- OBJETIVOS

4.1- Objetivo General

- Diseñar la estructura de pavimento con adoquín del tramo Las Sabanas -San José de Cusmapa, empleando el Método de la AASHTO 93.

4.2- Objetivos Específicos

- Realizar el estudio de tráfico que muestre los tipos de vehículo que circulan por el tramo; determinando las cargas que actuarán sobre la estructura de pavimento.
- Analizar las características de los suelos de la línea y de los bancos de materiales; para su adecuada utilización en la estructura de pavimento
- Determinar los espesores de la estructura de pavimento. mediante el método de la AASHTO 93.

5- RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo consiste en el diseño estructural de pavimento de un tramo de carretera de 11.29 kms, que se construirá a base de adoquines de concreto. El proyecto de adoquinado se encuentra ubicado en el departamento de Madriz, y comunica el municipio de Las Sabana con el municipio de San José de Cusmapa.

El Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) realizó, a través de la empresa ASP consultores ., los estudios requeridos para la construcción del tramo de carretera. La dirección de planificación y diseño de este ministerio nos facilitó dicha información, de vital importancia para el desarrollo de este trabajo.

Los aspectos a considerar en el diseño estructural son:

- ◆ Estudio de Transito
- ◆ Estudio Geotécnico
- ◆ Diseño de la Estructura de Pavimento con adoquín.

En cuanto al ***Estudio de Transito***, uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario (TPD), que en nuestro caso se obtuvo del Estudio de Tráfico realizado por el MTI.

Para realizar las proyecciones del tránsito fue necesario definir la tasa de crecimiento vehicular (TC), y el periodo de diseño. La primera variable quedo definida por un valor de 2.7% y fué asumida tomando en consideración aspectos como el Producto Interno Bruto (PIB), la tasa de crecimiento poblacional y el historial del tránsito de la zona. La segunda variable, depende directamente de la clasificación funcional de la carretera y quedo definida para un periodo de 15 años.

Los pavimentos se diseñan en función del efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Para determinar los ejes equivalentes de diseño (ESAL's), se calculó el tránsito de diseño y se identificó el factor de equivalencia de carga; obteniéndose un valor de 823,034 Ejes equivalentes de 8.2 ton

En el **Estudio Geotécnico** se analizaron las especificaciones que deben cumplir los materiales que integran el pavimento, los sondeos de línea y las propiedades de los bancos de materiales.

De acuerdo a los resultados obtenidos de los sondeos de línea, el material que predomina a lo largo del tramo es el A-2-4, 79 de las 261 muestras extraídas son de este tipo de suelo. En cuanto a los tres bancos de materiales estudiados, el No. 1 y No. 3 serán utilizados para ajuste de sub rasante, ya que presentan CBR de 28 y 37 respectivamente; y el banco No. 2 con un CBR de 46, será usado para conformar la capa base, empleando mecanismos de estabilización con suelo cemento.

El **Diseño de la Estructura del Pavimento** se realizó empleando el Método de la AASHTO 93, y haciendo uso de un software llamado "Pavement Design & Analysis Life – Cicle Cost Analysis". El método dió como resultado una estructura de pavimento constituida por una capa base estabilizada de 10 centímetros, una capa de arena de 5 centímetros y 10 centímetros de superficie de rodamiento a base de adoquines de concreto.

CAPITULO NO. 1

ESTUDIO DE TRANSITO

I- ESTUDIO DE TRANSITO

El tráfico representa uno de los factores esenciales para la determinación de espesores, tanto la cantidad como composición del tráfico, son determinantes para establecer las cargas a las que estará sometido el pavimento en un periodo de diseño previamente establecido.

El estudio de transito al igual que el estudio de suelo del tramo, fue suministrado por el Ministerio de Transporte e Infraestructura que por medio de la empresa ASP consultores, realizo los estudios necesarios para llevar a cabo el análisis de diferentes variantes para estimar el transito del tramo en estudio. Con estos datos se procederá a proyectar el transito que circulara en la vía según la tasa de crecimiento y el periodo de diseño que se estime; lo que permitirá calcular el espesor del pavimento necesario para soportar las cargas.

I.1. Volúmenes de Transito

(1) El buen diseño de una carretera solamente puede lograrse si se dispone de la adecuada información sobre la intensidad del movimiento vehicular que la utiliza y la utilizará hasta el término del período seleccionado de diseño.

La medición de los volúmenes del flujo vehicular se obtiene normalmente y a veces de manera sistemática, por medios mecánicos y/o manuales, a través de conteos o aforos volumétricos del tránsito en las propias carreteras, lo mismo que mediante investigaciones de Origen y Destino (O/D) que, dependiendo de la metodología utilizada, arrojarán datos sobre la estructura, distribución, naturaleza y modalidad de los viajes.

(1) Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales Cap. 2, pág. 2-5 (SIECA)

I.1.1. Composición del Tránsito

(2) La clasificación vehicular en cada una de las estaciones de aforo comprendió los vehículos Livianos, Vehículos Pesados de Pasajeros y los Pesados de Carga:

- ◆ **Bicicletas:** Son vehículos de dos ruedas no motorizados.
- ◆ **Motos:** son vehículos automotores de dos ruedas.
- ◆ **Vehículos Livianos:** son los vehículos automotores de cuatro ruedas, que incluyen los Automóviles, Camionetas, Pick – Ups, Jeep y Microbuses de uso particular.
- ◆ **Vehículos Pesados de Pasajeros:** son los vehículos destinados al Transporte Público de Pasajeros de cuatro, seis y más ruedas, que incluyen los Microbuses Pequeños (hasta 15 Pasajeros), Microbuses Medianos (hasta 25 pasajeros) y los Buses medianos y grandes.
- ◆ **Vehículos Pesados de Carga:** son los vehículos destinados al transporte pesado de cargas mayores o iguales a tres toneladas y que tienen seis o más ruedas en dos, tres, cuatro, cinco y más ejes, estos vehículos incluyen, los camiones de dos ejes (C2) mayores o iguales de tres Toneladas, los camiones de tres ejes (C3), los camiones combinados con remolque del tipo (C2R2) y los vehículos articulados de cinco y seis ejes de los tipos (T3S2), (T3S3), Incluyen los T2S2, T2S1, T2S3 y los C3R3. Vehículos con remolque otros tipos de vehículos para la clasificación de vehículos especiales, tales como agrícolas y de construcción.
- ◆ **Vehículos Pesados:** Incluyen los vehículos de construcción y los vehículos agrícolas.

(2) ◆—————◆
Normas para el diseño geométrico de carreteras regionales cap.2 pag.2-5 (SIECA)

- ◆ **Otros:** Incluyen los vehículos livianos (Camionetas y jeep), con remolques
- ◆ **Vehículos de Tracción Animal:** Incluyen los carretones y carretas halados por animales de tiro.

I.1.2. Transito Promedio Diario (TPD)

(3) Uno de los elementos primarios para el diseño de las carreteras es el volumen del Tránsito Promedio Diario, conocido en forma abreviada como TPD, que se define como el volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado, que es mayor de un día y menor o igual a un año, dividido por el número de días comprendido en dicho tiempo de medición.

En la tabla siguiente se muestra el TPD obtenido producto del conteo vehicular realizado en la Estación de Control ubicada en la comunidad de Miramar a 4 Km de la comunidad Las Sabanas

Tabla No. 1: Tráfico Promedio Diario (TPD) y su Composición.

Año	Motos	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros		Pesados de Carga			Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	Mbus	Bus	Liv C2	C2	C3	
2014	17	20	27	81	4	12	74	45	22	302

Fuente: Estudio de Transito tramo Las sabanas – San José de Cusmapa realizado por Empresa ASP CONSULTORES.



(3) Normas para el diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA) CAP 2, pág. 2-5

I.2. Tasa de Crecimiento Vehicular (TC)

Valor expresado en porcentaje que se utiliza para efectuar proyecciones de tránsito a mediano y largo plazo, a partir de datos estadísticos existentes y perspectivas de desarrollo de la zona.

Para estimar la tasa de crecimiento y realizar las proyecciones de tránsito de la vía en estudio se analizarán las siguientes variables: PIB (Producto Interno Bruto), tasa de crecimiento poblacional y el historial del tránsito en la zona según datos del MTI.

I.2.1. Producto Interno Bruto (PIB)

La economía y sus perspectivas de crecimiento en la última década han experimentado un crecimiento variable, presentando porcentajes que van de 0.75 a 5.31.

El descenso en el porcentaje de crecimiento del PIB presentado en los últimos años, se debe en gran medida a la dependencia que el país tiene hacia el petróleo y sus derivados; cuyos precios han estado en alza constante, lo cual es un impacto directo a las economías más desprotegidas del tercer mundo.

En la tabla siguiente se muestra el Producto Interno Bruto en millones de córdobas de 1994, así como también su crecimiento expresado en porcentajes

Tabla No. 2: Producto Interno Bruto (Millones de Córdoba de 1994)

Año	PIB	Crecimiento PIB (%)
2007	125,540.1	5.3
2008	129,120.1	2.9
2009	125,557.4	-2.8
2010	129,564.3	3.2
2011	137,638.3	6.2
2012	144,701.6	5.1
2013	151,228.4	4.5
2014	158,340.3	4.7
PROMEDIO		3.6
/p: Preliminar		

Fuente: BCN, Anuario 2014

I.2.2. Crecimiento Poblacional

El crecimiento población es la segunda variable a analizar, el cual ha tenido un promedio de crecimiento del 1.97% del año 2000 al 2009. Presentando el mayor porcentaje en el año 2000 con el 2.2 %, decreciendo gradualmente hasta alcanzar un valor de 1.784 % en el año 2009.

En la tabla No. 3 se presentan las estadísticas de Población desde el año 2000 hasta el 2012.

Tabla No. 3: Tasas de Crecimiento Poblacional (Periodo 2000 - 2012).

Año	TAC (%)
2000	2.2
2001	2.15
2002	2.09
2003	2.03
2004	1.97
2005	1.92
2006	1.89
2007	1.855
2008	1.825
2009	1.784
2010	1.74
2011	1.09
2012	1.07
TAC (Promedio)	1.81

Fuente: www.inide.gob.ni/ Página web INIDE

I.2.3. Historial de Transito

El proyecto en estudio, según los registros de la Estación de Control N° 1802 , del Sistema de Administración de Pavimento (SAP) del MTI, publicados en la Revista Conteos de Tráfico 2011, en el período 1996 – 2011, ha tenido un comportamiento variable que va de 93 vpd en el año 1996 a 64 vpd en el año 2000, pasando por 97 vpd en el 2002, 98 en el 2004 y descendiendo a 86 vpd en el 2005; y al año 2011 92 vpd aumento este comportamiento irregular del flujo vehicular se considera que ha sido principalmente, consecuencia de las condiciones físicas de la superficie de rodamiento a lo largo de todo el tramo.

Tabla No. 4: Historial de Transito Estación de Control No. 1802.

Año	Vpd
1996	93
2000	64
2002	97
2004	98
2005	86
2011	92

Fuente: Revista de Conteo de trafico 2011

Como se puede observar el TPD experimento altibajos, la tasa de crecimiento entre el año de 1996 y 2000 mostro un decrecimiento de - 8.93%, presentando un gran incremento para el 2002 con el 23.11%, entre el periodo del 2002 al 2004 la tasa de crecimiento aumento ligeramente con un 0.51%; sin embargo, para el 2005 nuevamente disminuyo a -12.24%.

I.2.4. Selección de la Tasa de Crecimiento

Tras haber analizado las variables se puede notar que el Producto Interno Bruto (PIB), tuvo un tasa promedio de crecimiento de 3.60% en el periodo del 2007 al 2014; esperando que se incremente paulatinamente en los próximos años, como un beneficio de la implementación de programas de desarrollo económico del gobierno, lo que conllevara a un incremento en la producción de los principales productos de exportación de la zona, como son, el ganado, el café y la leche y granos básicos lo cual tendrá incidencia directa en el crecimiento del tránsito vehicular.

En cuanto a la segunda variable analizada que es la población, se puede observar que la tasa de crecimiento de la misma ha disminuido gradualmente en los últimos años, ⁽⁴⁾ según el INIDE el descenso se debe a la disminución drástica de la tasa de fecundidad al pasar de 4.8 hijos por mujer en 1995 a 3.2 en el 2012.

Según el historial del tránsito el número de vehículos promedio diario ha presentado altibajos, es decir no experimenta un comportamiento uniforme. Por tal razón es difícil proyectar un crecimiento vehicular a partir de este historial, motivo que nos obliga a definir una tasa de crecimiento basándonos en las perspectivas de desarrollo económico del país.

A partir del análisis de las tres variables anteriores, se asumió que la tasa de crecimiento vehicular será de 2.7% anual.

1.3. Periodo de diseño

Es el lapso durante el cual la estructura que se diseña deberá funcionar con un nivel de serviciabilidad superior al mínimo sin requerir de acciones de conservación diferentes a la de un mantenimiento rutinario.

Según la tabla siguiente el periodo de diseño recomendado para esta vía, clasificada como Colectora Rural ⁽⁵⁾, es de 10 a 20 años. Para efectos de diseño el periodo a utilizar es de 15 años.



(4) www.inide.gob.ni/ Página web INIDE

(5) Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales SIECA, pág. 10

Tabla No. 5: Periodos de Diseño

Tipo de Carretera	Periodo de diseño
Autopista Regional	20 – 40 años
Troncales Suburbanas	15 – 30 años
Troncales Rurales	
Colectoras Suburbanas	10 – 20 años

Fuente: Manual Centroamericano de Normas para el diseño Geométrico de las Carreteras Regionales, SIECA 2001

1.4. Proyección del Tránsito de Diseño

A partir del conteo obtenido del estudio realizado por el MTI, la tasa de crecimiento vehicular definida anteriormente (2.7%) y el periodo de diseño de 15 años, se calcula el Tránsito Promedio Diario Anual para el año 2030, haciendo uso de la ecuación:

$$T_n = T_o(1+i)^n \quad \text{EC. 2.1}$$

Dónde: T_n: Tránsito Promedio Diario para el año n.
 T_o: Tránsito Promedio Diario del año base.
 i: Tasa de crecimiento vehicular.
 n: Número de años del periodo de diseño.

Ver resultados de la proyección del tránsito en *Tabla 1.1 (Anexos capítulo 1)*.

Para el cálculo del tránsito de diseño TD y los ejes equivalentes de cargas (ESAL's) de diseño, se definen los factores de distribución del tránsito.

I.4.1. Factores de Distribución del Transito

- ◆ **Factor de crecimiento (FC):** Está en función de la tasa anual de crecimiento y el período de diseño de la estructura de pavimento.

$$FC = \frac{(1 + i)^n - 1}{i} * 365 \quad \text{EC. 2.2}$$

Entonces:

$$FC = \frac{(1 + 0.027)^{15} - 1}{0.027} * 365$$

$$FC = 6,641.25$$

- ◆ **Factor direccional (FD):** Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos este valor es de 0.5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección. Puede darse el caso de ser mayor en una dirección que en la otra, lo cual puede deducirse del conteo de tránsito efectuado. Ver *Tabla 1.2 (Ver Anexos capítulo I)*.

Según datos del estudio de transito realizado por el MTI, para el tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa la distribución direccional es de 50/50, esto significa que el flujo está distribuido equitativamente en los dos sentidos del flujo, lo cual es un indicativo del aporte igualitario de los dos polos poblacionales localizados en los extremos de la carretera.

- ◆ **Factor carril (fc):** Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de ESAL`s. Para un camino de dos carriles, cualquiera de los dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. El factor carril para el tramo Las Sabanas– San José de Cusmapa es de 1.00 según *Tabla 1.3 (Ver Anexos capítulo I)*.

1.4.2. Tránsito de Diseño (Td)

Es el número de vehículos que circularán durante todo el periodo de diseño, para determinarlo se utiliza la formula siguiente:

$$Td = To * FC * FD * fc \quad \text{EC. 2.3}$$

En la *Tabla 1.4 (Ver Anexos capítulo I)* se muestran los resultados de las proyecciones del tránsito para un periodo de diseño de 15 años y una tasa de crecimiento del 2.7%.

1.5. Calculo de Ejes Equivalentes de diseño

⁽⁶⁾ Los pavimentos se diseñan en función del efecto del daño que produce el paso de un eje con una carga y para que resistan un determinado número de cargas aplicadas durante su vida útil. Un tránsito mixto está compuesto de vehículos de diferentes peso y número de ejes y que para efectos de cálculo se les transforma en un número de ejes equivalentes de 80KN o 18kips, por lo que se les denominara “Equivalent Simple axial load” o ESAL’s (ejes equivalentes).

Para realizar el cálculo del ESAL’s de diseño es necesario conocer con anticipación el peso de los vehículos que circularan por el camino durante el período de diseño (*ver Anexo capítulo I Tabla 1.5*), y el factor de equivalencia de carga, para obtener dicho factor se considera una serviciabilidad final de 2.0, ⁽⁷⁾que es el valor que se recomienda para caminos de transito menor y un coeficiente estructural de SN=5. Ver (*Ver anexos capítulo I Tablas 1.6 y 1.7*).

(6) Manual Centroamericano para el diseño de Pavimentos SIECA, CAP 3-pág.3

(7) Manual Centroamericano para el diseño de Pavimentos SIECA, CAP 3-pág.4

En la tabla No. 6 se muestra el ESAL's que se empleara en el diseño.

Tabla No. 6: Ejes Equivalentes de 18 Kips (8.2 Ton)

Tipo de Vehículo	Peso por Eje (Lbs)	Eje	Transito de Diseño	Factor Esal's	Esal's de Diseño
Autos	2,200	Simple	66412	0.0004	26
	2,200	Simple	66412	0.0004	26
Jeep	2,200	Simple	89657	0.0004	35
	2,200	Simple	89657	0.0004	35
Cmta	2,200	Simple	268971	0.0004	107
	4,400	Simple	268971	0.0034	914
Mbus	4,400	Simple	13282	0.0034	45
	8,800	Simple	13282	0.0502	666
Bus	11,000	Simple	39,847	0.1265	5040
	22,000	Simple	39,847	2.35	93640
Liv C2	8,800	Simple	245726	0.0502	12,335
	17,600	Simple	245726	0.9206	226215
C2	11,000	Simple	149428	0.1265	18,903
	22,000	Simple	149428	2.35	351156
C3	11,000	Simple	73054	0.1265	9,241
	36,300	Tándem	73054	1.4325	104650
Total Esal's					823,034

Tc: 2.7%

Periodo De Diseño: 15 años

SN Requerido: 2.38

CAPITULO NO. 2
ESTUDIO GEOTECNICO

II- ESTUDIO GEOTECNICO

En esta sección se presentan las propiedades que deben cumplir los materiales utilizados en la construcción de un pavimento. Se incluirán también las propiedades físico – mecánicas de los materiales que forman la estructura del camino existente y espesores de la misma; así mismo la de los bancos de materiales a utilizar en la nueva estructura. Esto, en base a los resultados obtenidos de la investigación realizada por el Ministerio de Transporte e Infraestructura en la zona de estudio (según información recopilada).

II.1. Aspectos a considerar en el Estudio Geotécnico

- ◆ Especificaciones de los materiales que integran el pavimento semi-rígido.
- ◆ Sondeos de línea.
- ◆ Propiedades de materiales de los bancos de préstamos cercanos al sitio.

II.1.1. Especificaciones de los materiales que integran el pavimento semi-rígido.

Este tipo de pavimento es un conjunto de capas superpuestas relativamente horizontales (base, sub base, superficie de rodadura), cuya función principal es soportar las cargas rodantes y transmitir los esfuerzos al terreno (subrasante), distribuyéndolos en cada una de las capas y cuya estabilidad depende del entrelazado de los materiales que las conforman.

La capa superior del pavimento semi rígido está formado por elementos prefabricados de pequeñas dimensiones que individualmente son muy rígidos, pero conforman un conjunto cuyo comportamiento se asemeja al de un pavimento flexible, es decir, transmite los esfuerzos al suelo de soporte mediante un mecanismo de disipación de tensiones.

II.1.1.1 Sub Rasante

(8) Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto. Esta capa puede estar formada en corte o relleno y una vez compactada debe tener las secciones transversales y pendientes especificadas en los planos finales de diseño. Las especificaciones para el uso de suelo como sub rasante se encuentran plasmadas en las *(Ver Anexos Capítulo II Tablas II. 1 y II. 2)*.

II.1.1.2 Sub-base

Parte de la estructura del pavimento construida directamente sobre la sub-rasante, y que sirve de soporte a la base.

(9) Esta capa está destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de rodadura de pavimento, de tal manera que la subrasante la puede soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo. La sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad de la sub-rasante que serían dañinos para el pavimento. *(Ver Anexos capítulo II Tabla I. 3)* se muestran las especificaciones de los materiales requeridos para la sub base granular.

(8) Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA CAP. 5 pág. 2
(9) Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA CAP. 5 pág. 3

II.1.1.3 Base

(10) Es la capa de pavimento que tiene como función primordial, distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de esta a la subrasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

Las especificaciones de los materiales empleados en la capa base se plasman en la *Tabla I.4 (Ver Anexos)*. La granulometría que debe tener un material para ser utilizado como sub base y base, se encuentran en la *Tabla I. 5 (Ver Anexos)*.

II.1.2 Sondeos de Línea.

II.1.2.1.Trabajos de Campo

Los trabajos de campo consistieron en la ejecución de 113 Sondeos Manuales con una profundidad de 1.5 m. a cada 100 metros, distribuidos en distintas posiciones lado izquierdo, lado derecho y al centro a lo largo de los 11.29 Km de camino.

En los sondeos realizados se tomaron muestras alteradas de los estratos de suelo encontrados para ser ensayados posteriormente, con el fin de determinar los espesores de las capas a colocar en la vía.

II.1.2.2Trabajos de Laboratorio

Las muestras extraídas de la estación 0+000 (Las sabanas) hasta la estación 11+290 (San José de Cusmapa), se sometieron a los siguientes ensayos de Laboratorio, de acuerdo a las especificaciones que se muestran en la Tabla No. 7.



(11) Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA CAP. 5 pág.

Tabla No. 7: Ensayes de Laboratorio

Cantidad	Tipo de Ensaye	Designación	
		ASTM	AASHTO
261	Análisis Granulométrico de los Suelos	D-422	T-88
261	Limite Liquido de los Suelos	D-424	T-89
261	Limite Plástico e Índice de Plasticidad de los suelos	D-424	T-90
22	C.B.R (Muestras representativas de sondeos y Muestras de bancos)	D-1883	T-193

Fuente: Estudio de suelo, Tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa, ASP Consultores.

En base a los resultados obtenidos las muestras se Clasificaron de acuerdo al Sistema H.R.B. Ver *Tabla I 1.6 (Anexos)*.

II.1.2.3 Análisis de Resultados de clasificación

De acuerdo a los resultados de Laboratorio, a lo largo del Camino investigado, predominan, las Arenas y Gravas Limosas, que clasifican como A-2-4, así como también gravas y arenas que clasifican como A-1-a y A-1-b; encontrándose en algunos sectores estratos de Gravas y Arenas Arcillosas, tipo A-2-6 y A-2-7, así como Gravas Limosas, A-2-5; Suelos Limosos, A-4 y Arcillas A-6, A-7-5 y arcilla de alta plasticidad A-7-6.

En la siguiente tabla se muestran, en resumen las características de las diferentes muestras de materiales encontrados sobre la línea, a lo largo de los 11.29 kilómetros.

Tabla No. 8: Clasificación de Muestras

<u>No. de Muestras</u>	<u>Estación</u>	<u>Estrato</u>	<u>Suelo</u>	<u>IG</u>	<u>LL</u>	<u>IP</u>	<u>Clasificación</u>
79	2+500, 3+500, 5+000 6+000, 6+500, 7+000 7+500, 8+000, 8+500 10+000	0-30 20-70	A-2-4	0	23<LL<40	3<IP<10	Grava y Arena Limosas
42	3+000, 4+500, 7+500 9+500	20-40 50-150	A-2-6	0	31<LL<40	11<IP<18	Gravas y arenas arcillosas
29	4+300, 6+000, 9+000	0-30 15-60	A-1-a	0	20<LL<38	3<IP<6	Gravas y arenas
29	5+500, 8+500	30-150	A-2-7	0<I G<1	41<LL<58	11<IP<25	Grava y arena arcillosa
21	0+000, 3+000, 6+500	0-40 20-90	A-1-b	0	22<LL<35	2<IP<6	Grava y arena
21	1+500, 10+000	60-150	A-7-6	4<I G<1 4	34<LL<60	12<IP<33	Arcilla de Alta Plasticidad
16	0+000, 1+000	80-150	A-7-5	3<I G<2 0	44<LL<71	11<IP<41	Suelos Arcillosos
10	2+000, 3+500	70-150	A-4	0<I G<6	27<LL<40	4<IP<10	Suelos Limosos
9	5+500	80-150	A-6	2<I G<3	34<LL<39	11<IP<17	Suelos Arcillosos
5	8+400		A-2-5	0	41<LL<46	7<IP<10	Grava y arena limosa
261							

Fuente: Estudio de suelo, Tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa, ASP Consultores.

II.1.1.4 Resultados de las pruebas de CBR

Los materiales granulares A-1-a y A-1-b se encuentran en capas delgadas principalmente en el estrato superior del camino, presentando valores de CBR que varían entre 25 y 31 al 90% de compactación y al 95% de 35 a 42, estos suelos comprenden estratos que van desde la superficie hasta 30 cm de profundidad; no obstante, tienen cierta presencia en las capas intermedias.

El material que predomina a lo largo del tramo es el A-2-4, este suelo se encuentra principalmente en las capas superiores, así como en las intermedias e inferiores, presenta valores variables de CBR al 90% y 95% de compactación, que van de 19 a 26 y de 25 a 31, respectivamente. En el horizonte superior también encontramos pequeños afloramientos de gravas y arenas arcillosas (A-2-6 y A-2-7), con profundidades no superiores a los 30 centímetros y extensiones no mayores a 300 metros, aunque la mayoría de las muestras encontradas se presentan en los estratos intermedios, actuando más que todo como material de transición para los suelos finos. Los valores de CBR varían de 12 a 17 y de 15 a 22, al 90% y 95% de compactación, respectivamente.

En la estación 0+600 se encuentra un estrato de suelo clasificado como A-7-6, se extiende desde la superficie hasta una profundidad de 40 cm. Éste, junto con los suelos A-4, A-6 y A-7-5, se describen como material limo arcillosos, que se encuentran en algunos casos cercanos a la superficie, y predominantemente en capas más allá de los 70 cm. Los valores de CBR varían de 2 a 15 para un 90% de compactación y de 3 a 20 para el 95%.

Tomando en cuenta que en la capa superficial del camino predominan materiales con propiedades óptimas para su uso como sub rasante, se considerará para efectos de diseño, que dicha superficie funcionará como la capa de terreno que soportará la estructura de pavimento (sub rasante).

II.1.2. Bancos de Materiales

La explotación de los bancos de materiales consiste en el uso racional de minerales no metálicos provenientes de unidades geológicas o depósitos (acumulación natural) de detritos útiles sin perjuicio al medio ambiente para ser utilizados en la construcción de terraplenes, terracería, sub-base, base, finos y agregados triturados para carpeta asfáltica, drenaje mayor y menor, entre otros, incluidos dentro del paquete estructural de la carretera.

Se tomaron muestras de tres Fuentes de Materiales las que fueron trasladadas al laboratorio para su análisis respectivo, para ver si pueden suplir las necesidades del proyecto en este aspecto.

Los bancos analizados se encuentran en explotación, por lo que no es necesario realizar trincheras, ya que la estratigrafía se puede observar a simple vista en el corte existente en el mismo.

Las Fuentes de Materiales investigadas presentan las propiedades y características que se presentan en las Tablas No 3 y No. 4.

Tabla No. 9: Propiedades Fuentes de Materiales

Banco No.	Ubicación	Propiedades % que pasa					LL	IP	C.B.R a	
		Malla							95	100
		2"	No 4	No 10	No 40	No 200				
1	Est.9+600 (dueño José Reynaldo Fiallos) Banco la unión	90	27	20	12	8	30	10	28	33
		93	28	22	11	7	28	10		
		91	30	23	15	10	29	9		
		92	29	24	14	8	27	8		
2	Est.10+500; 700 mts al este Quebrada Onda	91	20	12	8	5	29	6	46	51
		90	19	11	6	4	30	5		
		92	20	10	7	5	28	6		
		91	24	15	10	8	30	5		
3	Est . 24 salida al carriso .publico	100	36	21	9	7	30	10	37	41
		100	34	22	8	5	26	8		
		100	40	30	15	10	32	9		
		100	51	28	20	15	24	7		

Fuente: Estudio de suelo, Tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa, ASP Consultores.

Tabla No. 10: localización de las Fuentes de Materiales

Estación	Coordenadas		Dueño	Volumen Aproximado
	N	E		
Est.9+600 (dueño José Reynaldo Fiallos) Banco la unión	629973.0404	1373777.4558	José Reynaldo Fiallos	60,000
Est.10+500; 700 mts al este Javier Castellón.	620394.9018	1381754.8468	Javier Castellón	35,000
Est . 24 salida al carriso .publico	632214.7668	1382371.4546	Alcaldía municipal de cusmapa	30,000

Fuente: Estudio de suelo, Tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa, ASP Consultores.

En resumen podríamos decir que en promedio, el Banco No. 1 presenta un LL de 29, un IP de 9 y un CBR al 95% de compactación de 28; el Banco No. 2 tiene en promedio un LL de 29, un IP de 6 y un CBR al 95% de compactación de 46, y el Banco No. 3 presenta un LL, IP y CBR al 95% de compactación de 28, 9 y 37 respectivamente.

A partir del análisis anterior se puede concluir que ninguno de los bancos de materiales propuestos cumple con las especificaciones requeridas (según NIC 2000) para base. Sin embargo, se analizó la alternativa de estabilizar a base de cemento el material procedente del banco No. 2, puesto que es el que presenta las características más favorables, con un CBR más alto de compactación de 46 al 95% y de 51 al 100% y un índice de plasticidad menor que el de los demás bancos de materiales .

En caso de que el diseño indique la necesidad de colocar una capa sub base, el banco No. 2 también será utilizado para conformar dicha capa puesto que cumple con las especificaciones de las NIC 2000.

Los bancos No. 1 y No.3 se utilizaran para ajuste de sub rasante y en tramos donde se tengan que realizar sub excavaciones debido a la presencia de materiales inadecuados.

II.1.3.1 Estabilización de materiales con cemento (Banco No.2).

Los resultados de los ensayos ejecutados sobre los materiales encontrados en los bancos a lo largo del trazado, permiten concluir que no se encontraron materiales aptos para ser empleados, ya que, en los bancos analizados se han obtenido valores de CBR muy bajos según NIC 2000 Excepto en el banco quebrada onda, se analizó estabilizar el material procedente de este banco a base de cemento. Puesto que este presenta características mucho más favorables que los otros dos. Con el propósito de determinar la cantidad de cemento que proporcione la resistencia establecida en las normas de calidad.

Se utilizaron dosificaciones de 2.5 bolsas por metro cubico y 3 bolsas por metro cubico, para el banco de Material de Quebrada Onda ubicado en la estación.10+500; 700 mts al este. Dicha dosificación se realiza con el fin de que con el paso del tiempo no halla filtración de agua en la base, lo que conlleva a una mejor resistencia con respecto al tránsito que circula en el tramo.

Tabla No. 11: Estabilización de materiales con cemento (Banco No. 2)

<i>Proporción 2.5 bolsas por metro cubico.</i>			<i>Proporción 3.0 bolsas por metro cubico.</i>		
<i>Cilindro</i>	<i>Edad (días)</i>	<i>Resistencia (Kg/cm2)</i>	<i>Cilindro</i>	<i>Edad (días)</i>	<i>Resistencia (Kg/cm2)</i>
No. 1	7	36.98	No. 1	7	45.28
No. 2	7	37.26	No. 2	7	36.80
No. 3	7	31.22	No. 3	7	43.52

Fuente: Estudio de suelo, Tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa, ASP Consultores.

A partir de los resultados obtenidos se considera apropiado emplear la dosificación equivalente a 2.5 bolsas por metro cubico, dado a que la resistencia mínima alcanzada con esta es de 31.22 Kg/cm², siendo mayor a los 28.00 Kg/cm² (2.75MPa) requeridos en el diseño de la estructura de pavimento, según artículo 304.03 de la Nic. 2000.

CAPITULO NO. 3

DISEÑO DE LA ESTRUCTURA
DE PAVIMENTO

III- Diseño de la estructura de pavimento con adoquín

(11) El concepto de diseño de pavimentos consiste en determinar los espesores de la estructura basada en el nivel de tránsito así como en las propiedades de los materiales; el período de desempeño de un pavimento está en función de la pérdida de serviciabilidad.

Uno de los métodos que más se emplea en Centroamérica para el diseño de estructuras de pavimento flexible, es el de la AASHTO; este método también es aplicable en el diseño de carreteras cuya superficie de rodadura está constituida por adoquines de concreto.

El diseño de estructuras de pavimento mediante el método de la AASHTO– 93 requiere conocer los elementos que se determinan a continuación.

III.1. Variables de Diseño.

Entre las variables de diseño que considera el método se encuentran las siguientes:

III.1.1. Variable en función del Tránsito

Esta variable ya fue analizada en el capítulo I de este trabajo; en esta sección se incluyen las proyecciones de tráfico, los tipos de vehículos y el peso por ejes de los mismos. También se presenta la cantidad de repeticiones de ejes equivalentes aplicados durante el período de diseño de la estructura (*ver Tabla No. 6 en Capítulo I Pág. 20*)



(12) Manual Centroamericano para el diseño de Pavimentos SIECA, CAP 7-pág.1

III.1.2. Confiabilidad

(12) El porcentaje de confiabilidad es la probabilidad de que una sección diseñada se comporte satisfactoriamente, bajo condiciones ambientales y de tránsito, durante el período de diseño. Esta pretende incorporar algún grado de certidumbre al procedimiento de diseño, para asegurar que las alternativas de este se mantengan para el período de diseño. El factor de confiabilidad de diseño tiene en cuenta variaciones al azar tanto en la predicción del tránsito como en la predicción del comportamiento.

A medida que crece el volumen del tránsito aumenta el riesgo de no cumplir con las expectativas de disponibilidad. Esto se puede evitar escogiendo mayores niveles de disponibilidad. (Ver Anexos capítulo III Tabla III.1) presenta niveles de confiabilidad recomendados por la AASHTO, para clasificaciones funcionales diferentes.

Se tomará una confiabilidad de 75, el cual es un valor que se puede emplear para una carretera clasificada como colectora rural.

III.1.3. Desviación Estándar (S_o)

Los valores de S_o desarrollados en el "AASHTO ROAD TEST" no incluyen error por el tránsito. Sin embargo, el error en la predicción del comportamiento desarrollado en distintos tramos de ensayo fue de 0.35 para los pavimentos flexibles, lo cual corresponde a una Desviación Estándar total de 0.45.

$0.40 \leq S_o \leq 0.50$ Para Pavimentos Flexibles

$0.30 \leq S_o \leq 0.40$ Para Pavimentos Rígidos

(12) Ing. de Pavimentos para Carreteras Tomo I, Alfonso Montejo, CAP 5-pag. 263

III.3.1. CBR de Diseño

El CBR de diseño para la subrasante es de 21 al 95% de compactación y se obtuvo aplicando el método del Instituto del Asfalto, que según la (*Ver Anexos capítulo III Tabla III.2*) recomienda para un ESAL's entre 10^4 y 10^6 el valor del CBR correspondiente al 75% de los valores muestreados a lo largo del tramo. El procedimiento de cálculo se puede observar en *Anexo capítulo III Tabla III.3*, de este trabajo.

III.3.2. Módulo Resiliente de la Subrasante

(14) Sirve para caracterizar los materiales de subrasante, se obtiene por medio de la correlación sugerida para suelos granulares:

$$Mr = 4,326 * \ln CBR + 241 \quad \text{EC. 3.2}$$

Entonces:

$$Mr = 13,411.60 \text{ lb/plg}^2$$

III.3.3. Coeficiente de Capas

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

(14) Ing. de Pavimentos para Carreteras Tomo I, Alfonso Montejo, CAP 5-pag. 267

(15) Ing. de Pavimentos para Carreteras Tomo I, Alfonso Montejo, CAP 5-pag. 265

III.3.3.1 *Coeficiente Estructural de la Carpeta de Rodamiento (Adoquín de Concreto) a_1 .*

Dado que la bibliografía no da un coeficiente estructural para el adoquín de concreto, se considera usualmente un coeficiente de 0.45, valor tomado del Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos, Capítulo 7 – Diseño de espesores de pavimento con adoquín, Método AASHTO (Ver Anexos capítulo III Anexos III.7).

III.3.3.2 Coeficiente Estructural para Material Granular Estabilizado con Cemento a_2 .

A partir del valor obtenido en el ensaye de resistencia a la compresión a los 7 días que fue de 31.22 kg/cm² equivalente a 443.12 lb/plg², se obtiene

que el coeficiente estructural $a_2=0.16$ y el módulo resiliente para la base estabilizada es de 6.2×10^5 lb/plg². (Ver Anexo Capítulo III Anexo III.4.).

III.3.3.3 Coeficiente Estructural para Sub base granular a_3 .

A partir del valor obtenido de los ensayes de laboratorio de CBR para el Banco No. 2, se tiene que para un CBR de 46% el coeficiente estructural es $a_3=0.123$ y el módulo resiliente para la sub base es de 17×10^3 lb/plg². (Ver Anexo capítulo III Anexo III.5.)

III.4. Características Estructurales del Pavimento

III.4.1. Drenaje

La calidad del drenaje es expresado en la fórmula del número estructural, por medio del coeficiente de drenaje (m_i). El coeficiente de drenaje depende de la capacidad que tiene el material para drenar el agua y del tiempo que pasa expuesto a la saturación. Para base estabilizada se considera $m_i=1$, el cual fue utilizado en el tramo Las Sabanas – San José de Cusmapa.

III.5. Diseño Estructural del Pavimento

Este método es aplicable para vías con un tránsito superior a 0.05×10^6 ejes equivalentes de 8.2 toneladas y la ecuación utilizada para el diseño de pavimentos flexibles, derivada de la información obtenida empíricamente por la AASHTO ROAD TEST es:

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10}(\Delta PSI)}{0.40 + \frac{4.2 - 1.50}{1094}} + 2.32 \log_{10} Mr - 8.07$$

EC. 3.3

Dónde:

W_{18} = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme el tránsito vehicular.

Z_r = Desviación estándar normal para diferentes grados de confianza.

S_o = Desviación estándar total o error estándar combinado de la predicción del tránsito y de la predicción del comportamiento.

ΔPSI = Diferencia entre el índice de servicio inicial (P_o) y el final (P_t).

Mr = Módulo de resiliente.

SN = Número Estructural (por sus siglas en ingles). Es un número abstracto, que expresa la resistencia estructural de un pavimento requerido para una combinación dada de soporte del suelo (M_R), del tránsito total (W_{18}), de la serviciabilidad terminal y de las condiciones ambientales.

Una vez obtenido el SN, se calculan los espesores de las capas, a partir de la formula siguiente:

$$SN = a_1 D_1 m_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad EC.$$

3.4

Dónde:

- ai*** = Coeficiente estructural de la capa i, el cual depende de las características del material con que ella se construya.
- Di*** = Espesor de la capa i en pulgadas.
- mi*** = coeficiente de drenaje en la capa i

III.6. Determinación de los Espesores de Capas del Pavimento

Para establecer los espesores de las capas de la estructura de pavimento se empleará el programa “Pavement Design & Analysis Life – Cicle Cost Analysis”, creado por Thomas P. Harman, M.S. C.E. (Versión 3.3, 1998). El programa es una herramienta sencilla de usar, facilita los cálculos y solo requiere de la introducción de los siguientes datos:

- ◆ Esal’s de diseño (E18) = 823,034 Esal’s
- ◆ Confiabilidad (R) = 75%
- ◆ Desviación Estándar (So) = 0.45
- ◆ Módulo Resilente = 13,411.60 psi
- ◆ Serviciabilidad Inicial (Po) = 4.2
- ◆ Serviciabilidad Final (Pt) = 2.0

En el diseño de la estructura se debe tomar en cuenta que el espesor de la carpeta de rodamiento conformada por bloques de concreto (adoquines), ya está establecido y es de 4 pulgadas (10 cm). El espesor mínimo para la base granular recomendado por la AASHTO, según Tabla III.6 ubicada en anexos, establece que para un número ESAL's mayor de 500,001 y menor de 2, 000,001 el espesor mínimo es de 6 pulgadas. En nuestro caso tratándose de una base estabilizada, no se tomará en cuenta ese valor mínimo, se establecerá como espesor mínimo el que cumpla con la resistencia requerida.

En los Anexos capítulo III anexos III.7, se muestra el diseño de la estructura paso a paso haciendo uso del programa; obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 12: Espesores de la Estructura de Pavimento con Adoquín

Capa	Espesor (Pulgadas)	
	Pulgadas	Centímetros
Adoquín (Carpeta de rodamiento)	4	10
*Arena (Lecho de adoquines)	2	5
Base estabilizada con cemento	6	15
*Sub base granular	0	0

* Se considera que la capa de arena no tiene aporte estructural.

* Estructuralmente no fue necesario el uso de la capa sub base.

* Base estabilizada de 6"

6- CONCLUSIONES

1) Tras haber realizado el estudio de tráfico se estableció un periodo de diseño de 15 años y una tasa de crecimiento vehicular de 2.7% anual. Para el año base el tráfico total es de 302 vpd, la cual se estima que cambiara una vez sea adoquinado, alcanzando al final del horizonte del proyecto un total de 437 vpd.

2) El conteo vehicular del tránsito a lo largo del camino muestra que el mayor porcentaje de vehículos que circulan son pesados de carga con un 46.69% del tráfico total, seguido de un 42.38% de vehículos livianos; las motos corresponden a un 5.63%, y los vehículos pesados de pasajeros equivalen a un 5.30%.

3) En general a lo largo de la vía la capa superior está conformada por suelos clasificados como gravas y arenas limo arcilloso, los cuales en base al análisis de clasificación y CBR, mostraron características que permiten emplearlos en cimentación de terraplenes, según las normas que así lo establecen.

4) Los suelos limo arcillosos en algunas estaciones se encuentran cercanos a la superficie de rodamiento, pero la mayor parte de las muestras encontradas se localizan en los estratos inferiores.

5) Tomando como base las especificaciones que deben cumplir los materiales empleados en la estructura del pavimento, las cuales están incorporadas en los anexos de este trabajo, concluimos que los bancos de materiales en su estado natural, es decir sin emplear mecanismos de estabilización, presentan propiedades que los califican para ser utilizados únicamente como ajuste de subrasante.

6) La capa base de la estructura deberá ser estabilizada y construida con material proveniente del banco No. 2, por presentar las propiedades más aceptables y porque una vez estabilizado con 2.5 bolsas por metro cubico, alcanzó un valor de resistencia a la compresión a los 7 días de 31.22 kg/cm², mayor al mínimo requerido que es de 28 Kg/cm².

7) Para un ESAL's de diseño de 823,034 y un CBR de diseño de 21%, la estructura de pavimento quedo definida por un capa base de 6 pulgadas de espesor, estabilizada con cemento portland; una capa de arena de 5 centímetros y el adoquín de concreto de 10 centímetros de espesor. Cabe señalar que no fue necesario el uso de una capa sub base.

7- RECOMENDACIONES

Considerando que la capa base se construirá empleando un mecanismo de estabilización a base de suelo cemento, se debe monitorear que la misma alcance la resistencia requerida al aplicar la proporción de cemento dada por los ensayos de laboratorio.

Cuando se encuentren Arcillas con índice de grupo mayor de 10, y que los estratos se localicen antes de los 30 centímetros de profundidad medidos a partir de la subrasante proyectada, se recomienda reemplazo del mismo con material procedente de los Bancos No. 1 y No. 3, cuyas propiedades y características se muestran en la Tabla No. 3 y No. 4.

El adoquín a usarse, incluyendo las “cuchillas”, será el denominado TIPO TRAFICO, cuya Resistencia característica a los 28 días no deberá ser menor que 49.0 MPa para tráfico pesado.

El adoquín no deberá presentar en su superficie fisuras ni cascaduras ni cavidades, ni tener materiales extraños tales como piedras, trozos de madera o vidrio, embebidos en su masa. Las aristas deberán ser regulares y la superficie no deberá ser extremadamente rugosa. El tamaño de los adoquines deberá ser uniforme para evitar irregularidades o juntas muy anchas al ser colocados.

El adoquinado estará confinado en sus bordes laterales por bordillos o cunetas de concreto simple, cuyo objeto es el de proteger y respaldar debidamente al adoquinado.

La arena que servirá de colchón a los adoquines deberá ser arena lavada, dura, angular y uniforme y no deberá contener más del 3% (en peso) de limo, arcilla o de ambos. Su graduación será tal que pase totalmente por el tamiz No. 4 y no más del 15% sea retenido en el tamiz No. 10. El espesor de esta capa no deberá ser menor de 3 cm ni mayor de 5 centímetros.

8- BIBLIOGRAFÍA

- ◆ Especificaciones Generales para la construcción de caminos, calles y puentes, NIC 2000.
Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI).

- ◆ Guía para el diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO 1,993.

- ◆ Ingeniería de Pavimentos para Carreteras Tomo I, segunda edición.
Alfonso Montejo Fonseca, 1998.

- ◆ Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos SIECA.
Ing. Jorge Coronado Iturbide, Noviembre 2,002.

- ◆ Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras Regionales (SIECA).
Raúl Leclair, Febrero 2001.

- ◆ Revista Red Vial Nicaragua 2011.
División General de Planificación MTI, Mayo 2012.

- ◆ Revista Nicaragua Hoy.

ANEXO

CAPITULO NO. 1

ESTUDIO DE TRANSITO

**TABLA.1: Proyección de TPDA Tramo EL SIPIAN – MIRAMAR
i=2.7%.**

Año	Motos	Vehículos Livianos			Pesados de Pasajeros		Pesados de Carga			Total (vpd)
		Autos	Jeep	Cmta	Mbus	Bus	Liv C2	C2	C3	
2015	17	20	27	81	4	12	74	45	22	302
2016	17	21	28	83	4	12	76	46	23	310
2017	18	21	28	85	4	13	78	47	23	317
2018	18	22	29	87	4	13	80	48	24	325
2019	19	22	30	89	4	13	82	50	24	333
2020	19	23	31	92	5	14	84	51	25	344
2021	20	23	31	94	5	14	86	52	26	351
2022	20	24	32	96	5	14	88	53	26	358
2023	21	24	33	99	5	15	90	55	27	369
2024	21	25	34	101	5	15	92	56	27	376
2025	22	26	35	104	5	15	95	58	28	388
2026	22	26	35	106	5	16	97	59	29	395
2027	23	27	36	109	5	16	100	61	30	407
2028	23	28	37	112	6	17	102	62	30	417
2029	24	28	38	114	6	17	105	64	31	427
2030	25	29	39	117	6	17	107	65	32	437

TABLA I.2: Factor de distribución por dirección.

Número de carriles en ambas direcciones	FD*
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1,993

* Porcentaje de camiones en el carril de diseño

TABLA I.3: Factor de distribución por carril.

Número de carriles en una sola dirección	fc*
1	1.00
2	0.80 – 1.00
3	0.60 – 0.80
4	0.50 – 0.75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1,993

* Porcentaje de camiones en el carril de diseño

TABLA I.4: Transito de Diseño del Tramo las sabanas – san José de cusmapa.

Vehículo	To	FC	fc	FD	TD
Autos	20	6641.25	1	0.5	66412
Jeep	27	6,641.25	1	0.5	89657
Cmta	81	6641.25	1	0.5	268971
Mbus	4	6641.25	1	0.5	13282
Bus	12	6641.25	1	0.5	39887
Liv C2	74	6641.25	1	0.5	245726
C2	45	6641.25	1	0.5	149428
C3	22	6,641.25	1	0.5	73054

ANEXO I.5: Diagrama de Cargas Permisibles

TABLA I.5.1: Pesos por Ejes de Vehículos Livianos

Tipo de Vehículo	Ejes			
	Partes	Peso por Eje en Ton	Peso por Eje en Lbs	Tipo
Automóvil	F	1	2,200	Simple
	R	1	2,200	Simple
Jeep	F	1	2,200	Simple
	R	1	2,200	Simple
Camioneta	F	1	2,200	Simple
	R	2	4,400	Simple
MC – 15	F	2	4,400	Simple
	R	4	8,800	Simple
MC – 12-30	F	4	8,800	Simple
	R	8	17,600	Simple
C2 – Liv	F	4	8,800	Simple
	R	8	17,600	Simple
Bus	F	5	11,000	Simple
	R	10	22,000	Simple

Fuente: Departamento de Pesos y Dimensiones, Dirección General de Vialidad, MTI

TABLA 1.5.2: Pesos por Ejes de Vehículos Pesados

Tipo de Vehículo	Ejes			
	Partes	Peso por Eje en Ton	Peso por Eje en Lbs	Tipo
C2	F	5	11,000	Simple
	R	10	22,000	Simple
C3	F	5	11,000	Simple
	R	16.5	36,300	Tándem
C4	F	5	11,000	Simple
	R	20	44,000	Tridem
T2 – S1	F	5	11,000	Simple
	M	9	19,800	Simple
	R	9	19,800	Simple
T3 – S1	F	5	11,000	Simple
	M	16	35,200	Tándem
	R	9	19,800	Simple
T3 – S2	F	5	11,000	Simple
	M	16	35,200	Tándem
	R	16	35,200	Tándem
T3 – S3	F	5	11,000	Simple
	M	16	35,200	Tándem
	R	20	44,000	Tridem

Fuente: Departamento de Pesos y Dimensiones, Dirección General de Vialidad, MTI

TABLA I.6: Factor de Ejes Equivalentes de Carga para Pavimentos Flexible, Ejes Simples y pt de 2.0

Axie Loads (Kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
4	0.002	0.003	0.002	0.002	0.002	0.002
6	0.009	0.012	0.011	0.01	0.009	0.009
8	0.03	0.035	0.036	0.033	0.031	0.029
10	0.075	0.085	0.09	0.085	0.079	0.076
12	0.165	0.177	0.189	0.183	0.174	0.168
14	0.325	0.338	0.354	0.35	0.338	0.331
16	0.589	0.598	0.613	0.612	0.603	0.596
18	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
20	1.61	1.59	1.56	1.55	1.57	1.59
22	2.49	2.44	2.35	2.31	2.35	2.41
24	3.71	3.62	3.43	3.33	3.4	3.51
26	5.36	5.21	4.88	4.68	4.77	4.96
28	7.54	7.31	6.78	6.42	6.52	6.83
30	10.4	10.0	9.2	8.6	8.7	9.2
32	14.0	13.5	12.4	11.5	11.5	12.1
34	18.5	17.9	16.3	15	14.9	15.6
36	24.2	23.3	21.2	19.3	19.0	19.9
38	31.1	29.9	27.1	24.6	24.0	25.1
40	39.6	38.0	34.3	30.9	30.0	31.2
42	49.7	47.7	43.0	38.6	37.2	38.5
44	61.8	59.3	53.4	47.7	45.7	47.1
46	76.1	73.0	65.6	58.3	55.7	57
48	92.9	89.1	80.0	70.9	67.3	68.6
50	113.0	108.0	97.0	86.0	81.0	82.0

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993
Apéndice D

TABLA 1.7: Factor de Ejes Equivalentes de Carga para Pavimentos Flexible, Ejes Tándem y pt de 2.0

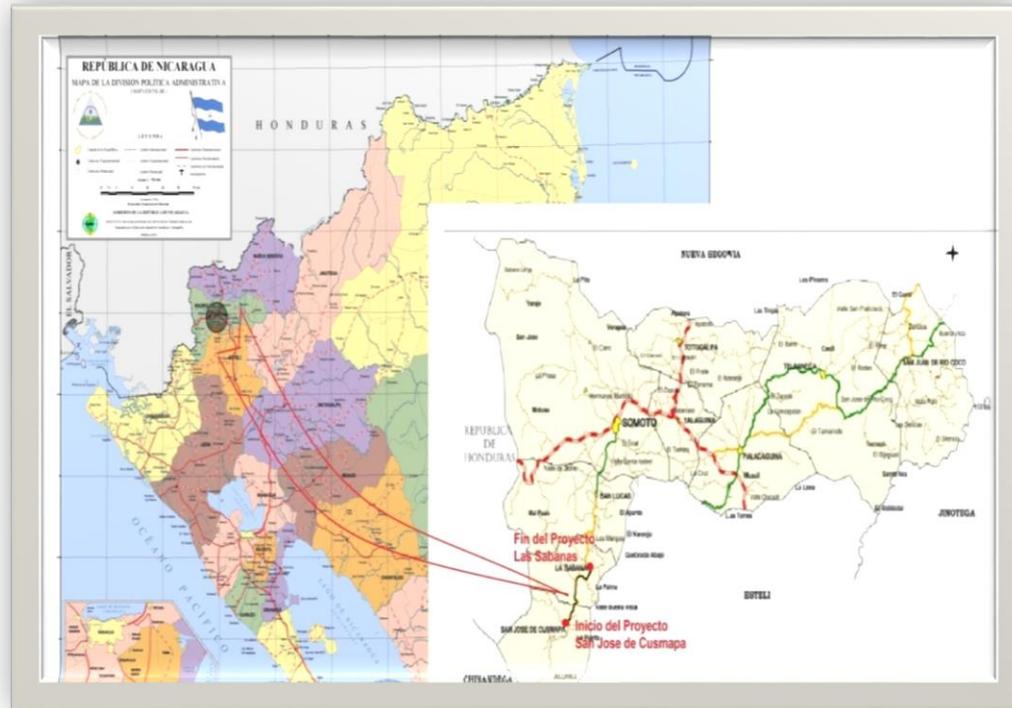
Axie Loads (Kips)	Pavement Structural Number (SN)					
	1	2	3	4	5	6
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002
6	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
8	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.002
10	0.007	0.008	0.008	0.007	0.006	0.006
12	0.013	0.016	0.016	0.014	0.013	0.012
14	0.024	0.029	0.029	0.026	0.024	0.023
16	0.041	0.048	0.050	0.046	0.042	0.040
18	0.066	0.077	0.081	0.075	0.069	0.066
20	0.103	0.117	0.124	0.117	0.109	0.105
22	0.156	0.171	0.183	0.174	0.164	1.58
24	0.227	0.244	0.260	0.252	0.239	0.231
26	0.322	0.34	0.360	0.353	0.338	0.329
28	0.447	0.465	0.487	0.481	0.466	0.455
30	0.607	0.623	0.646	0.643	0.627	0.617
32	0.81	0.823	0.843	0.842	0.829	0.819
34	1.06	1.07	1.08	1.08	1.08	1.07
36	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38	1.38
38	1.76	1.75	1.73	1.72	1.73	1.74
40	2.22	2.19	2.15	2.13	2.16	2.18
42	2.77	2.73	2.64	2.62	2.66	2.70
44	3.42	3.36	3.23	3.18	3.24	3.31
46	4.20	4.11	3.92	3.83	3.91	4.02
48	5.10	4.98	4.72	4.58	4.68	4.83
50	6.15	5.99	5.64	5.44	5.56	5.77
52	7.37	7.16	6.71	6.43	6.56	6.83
54	8.77	8.51	7.93	7.55	7.69	8.03
56	10.4	10.1	9.3	8.8	9.0	9.4
58	12.2	11.8	10.9	10.3	10.4	10.9
60	14.3	13.8	12.7	11.9	12.0	12.6
62	16.6	16.0	14.7	13.7	13.8	14.5
64	19.3	18.6	17.0	15.8	15.8	16.6
66	22.2	21.4	19.6	18.0	18.0	18.9
68	25.5	24.6	22.4	20.6	20.5	21.5
70	29.2	28.1	25.6	23.4	23.2	24.3
72	33.3	32.0	29.1	26.5	26.2	27.4
74	37.8	36.4	33.0	30.0	29.4	30.8
76	42.8	41.2	37.3	33.8	33.1	34.5
78	48.4	46.5	42.0	38.0	37.0	38.6
80	54.4	52.3	47.2	42.5	41.3	43.0
82	61.1	58.1	52.9	47.6	46.0	47.8
84	68.4	65.7	59.2	53.0	51.2	53.0
86	76.3	73.3	66.0	59.0	56.8	58.6
88	85.0	81.6	73.4	65.5	62.8	64.7
90	94.4	90.6	81.5	72.6	69.4	71.3

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993 Apéndice.



ANEXOS

MACRO LOCALIZACION



MICRO LOCALIZACION



ANEXO

CAPITULO NO. 2

ESTUDIO DE GEOTECNICO

TABLA II. 1: Especificaciones de los materiales empleados en capas de Sub rasante.

No.	Propiedad	Límite	Norma de Prueba
1	Límite Líquido	30% Max	AASHTO T 89
2	Índice Plástico	10% Max	AASHTO T90
3	C.B.R	20 Min	AASHTO T 193
4	Compactación	95% min de su peso volumétrico seco máximo proctor modificado T 180	AASHTO T 238

Fuente: Nic 2000, Sección 203.11 (b), Sección 1003.21

TABLA II. 2: Requisitos Graduación de Agregados para el Mejoramiento de la Sub Rasante.

Designación del Tamiz	Porcentaje en Peso que pasa por tamices de mallas cuadradas según AASHTO T 27		
	A	B	C
75	100		
37.5	---	100	---
25	---	---	100
4.75	30-70	30-70	40-80
75 µm	0-15	0-15	5-20

Fuente: Nic 2000, Sección 1003.21

TABLA I I. 3: Especificaciones de los materiales empleados en la sub-base.

No.	Propiedad	Límite	Norma de Prueba
1	Desgaste de los Ángeles	50% Max	AASHTO T 96
2	Límite Líquido	25% Max	AASHTO T 89
3	Índice Plástico	6 % Min.	AASHTO T 90
4	C.B.R	40% Min	AASHTO T 193
5	Compactación	95% min de su peso volumétrico seco máximo proctor modificado T 180	AASHTO T 238

Fuente: Nic 2000, Sección 1003.09 (a y b), Sección 1003.23 II (a)

TABLA I I.4: Especificaciones de los materiales empleados en una base granular.

No.	Propiedad	Límite	Norma de Prueba
1	Desgaste de los Ángeles	50% Max	AASHTO T 96
2	Límite Líquido	25% Max	AASHTO T 89
3	Índice Plástico	Max 6	AASHTO T 90
4	C.B.R	80% Min	AASHTO T 193
5	Compactación	95% min de su peso volumétrico seco máximo proctor modificado T 180	AASHTO T 238

Fuente: Nic 2000, Sección 1003.09 (a y b), Sección 1003.23 II (b)

TABLA I I.5: Márgenes del valor meta para graduaciones de sub-base, base o capas superficiales de agregados.

Tamaño del Tamiz	Porcentaje en peso que pasa el tamiz designado (AASHTO T 27 y T 11)					
	Designación de la graduación					
	A (Subbase)	B (Subbase)	C (Base)	D (Base)	E (Base)	F (Superficie)
63 mm	100 ⁽¹⁾					
50 mm	97-100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾			
37.5 mm		97-100 ⁽¹⁾	97-100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾		
25.0 mm	65-79(6)			97-100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾
19.0 mm			67-81(6)		97-100 ⁽¹⁾	97-100 ⁽¹⁾
12.5 mm	45-59(7)					
9.5 mm				56-70(7)	67-79(6)	
4.75 mm	28-42(6)	40-60(8)	33-47(6)	39-53(6)	47-59(7)	41-71(7)
425 µm	9-17(4)		10-19(4)	12-21(4)	12-21(4)	12-28(5)
75 µm	4.0-8.0(3)	0.0-12.0(4)	4-8(3)	4-8(3)	4-8(3)	9-16(4)

Fuente: Nic 2000, Sección 1003.09

⁽¹⁾ Los procedimientos estadísticos no son aplicables

() Desviaciones Permisibles (±) de los valores meta.

TABLA II. 6: Clasificación H.R.B. ASTM D - 3282 / AASHTO M – 15

No.	Clasificación H.R.B (ASTM D-3282)	Significado
1	A-1-a , A-1-b	Grava y Arena
2	A-2-4 , A-2-5	Grava Arena Limosos
3	A-2-6 , A-2-7	Grava Arena Arcillosos
4	A-4 , A-5	Suelos Limosos
5	A-6 , A-7-5	Suelos Arcillosos
6	A-7-6	Arcilla de Alta Plasticidad

Fuente: Ingeniería de Pavimentos para carreteras Tomo I, Cap.3. Alfonso Montejo

II.7
RESULTADOS DE ENSAYES DE
LABORATORIO
SONDEOS DE LINEA

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: febrero 2014
HOJA No. 1

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa.
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.			
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100	
0+000	2.00 Izq.	1	1	0-24		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)	26	38	50	
			2	24-70		100	97	93	87	67	65	56	35	26	33	5	A-2-4(0)				
			3	70-150	100	84	76	69	64	61	51	50	45	43	65	33	A-7-5(8)	2	3	4	
00+100	1.60 Der.	2	=1	0-20		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)				
			=2	20-35		100	97	93	87	67	65	56	35	26	33	5	A-2-4(0)				
			=3	35-150	100	84	76	69	64	61	51	50	45	43	65	33	A-7-5(8)				
00+200	2.00 Izq.	3	4	0-30			100	88	81	77	68	56	32	25	27	4	A-1-a(0)				
			5	30-60			100	95	87	75	59	32	28	20	31	10	A-2-4(0)				
			6	60-150						100	97	96	92	51	43	39	12	A-6(2)			
00+300	2,00 Der.	4	=1	0-20		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)				
			=2	20-40		100	97	93	87	67	65	56	35	26	33	5	A-2-4(0)				
			7	40-150								100	93	56	32	43	9	A-2-5(0)			
00+400	2,00 Izq.	5	=1	0-90		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)				
			8	90-150								100	92	77	71	50	23	A-7-6(14)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No. 2

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
00+500	2,00 Der	6	=1	0-20		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)			
			=2	20-70		100	97	93	87	67	65	56	35	26	33	5	A-2-4(0)			
			9	70-150							100	94	81	73	30	5	A-4(8)	9	17	24
00+600	2.00 Izq.	7	10	0-40			100	91	88	76	63	56	39	27	54	24	A-2-7(0)			
			11	40-110		100	93	87	77	63	32	27	23	17	31	6	A-1-b(0)			
			=3	110-150	100	84	76	69	64	61	51	50	45	43	65	33	A-7-5(8)			
00+700	2,00 Der.	8	=1	0-20		100	90	78	70	64	50	42	26	20	32	6	A-1-b(0)			
			=2	20-75		100	97	93	87	67	65	56	35	26	33	5	A-2-4(0)			
			12	75-100		100	93	78	74	64	53	46	28	23	35	6	A-1-b(0)			
			13	100-150					100	97	63	57	38	32	38	9	A-2-4(0)			
00+800	2.00 Izq.	9	14	0-120			100	90	86	75	61	56	37	27	29	6	A-2-4(0)			
			=3	120-150	100	84	76	69	64	61	51	50	45	43	65	33	A-7-5(8)			
00+900	2,00 Der.	10	=14	0-90			100	90	86	75	61	56	37	27	29	6	A-2-4(0)			
			15	90-150			100	94	89	85	79	73	61	56	33	9	A-4(4)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.3

PROYECTO: Las sabanas– San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
01+000	2.00 Izq.	11	16	0-80	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			17	80-150			100	94	93	90	78	75	70	68	51	21	A-7-5(33)	5	7	9
01+100	2,00 Der.	12	=16	0-20	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			=17	20-90			100	94	93	90	78	75	70	68	51	21	A-7-5(33)			
			=11	90-150		100	93	87	77	63	32	27	23	17	31	6	A-1-b(0)			
01+200	2.00 Izq.	13	=16	0-20	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			18	20-90		100	90	85	75	60	31	29	22	18	30	6	A-1-b(0)			
			=17	90-150			100	94	93	90	78	75	70	68	51	21	A-7-5(33)			
01+300	2,00 Der.	14	=16	0-20	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			=18	20-40		100	90	85	75	60	31	29	22	18	30	6	A-1-b(0)			
			19	40-60		100	92	86	82	70	56	48	32	24	29	8	A-2-4(0)			
			=17	60-90			100	94	93	90	78	75	70	68	51	21	A-7-5(33)			
			20	90-150		100	81	61	55	39	22	18	14	13	58	31	A-2-7(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.4

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
01+400	2,00 Der.	15	=16	0-10	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			21	10-70			100	93	85	61	44	32	26	19	30	5	A-1-b(0)			
			22	70-110		100	95	92	86	75	53	37	27	9	55	25	A-2-7(0)			
			23	110-150			100	98	96	89	81	73	35	27	40	14	A-2-6(0)			
01+500	2.00 Izq.	16	=16	0-20	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			=18	20-50		100	90	85	75	60	31	29	22	18	30	6	A-1-b(0)			
			24	50-90				100	94	87	68	61	50	39	45	15	A-7-6(2)	3	5	7
			25	90-120		100	90	79	69	55	46	32	19	13	27	6	A-1-a(0)			
			=19	120-150		100	92	86	82	70	56	48	32	24	29	8	A-2-4(0)			
01+600	2,00 Der.	17	=16	0-40	100	94	88	79	75	64	52	44	28	24	31	7	A-2-4(0)			
			26	40-60		100	90	85	78	70	61	55	37	26	26	6	A-2-4(0)			
			27	60-150			100	95	90	87	79	74	69	66	49	22	A-7-6(12)			
01+700	2.00 Izq.	18	28	0-40		100	92	80	75	72	60	47	42	39	50	18	A-7-6(3)			
			=18	40-90		100	90	85	75	60	31	29	22	18	30	6	A-1-b(0)			
			29	90-110					100	89	65	63	60	58	58	27	A-7-5(14)			
			30	110-150					100	82	62	50	40	36	40	8	A-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.5

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
01+800	2.00 Izq.	19	31	0-40	100	93	84	79	73	65	52	44	27	18	32	8	A-2-4(0)			
			32	40-100					100	99	75	72	62	54	41	21	A-7-6(8)			
			33	100-130						100	88	84	52	28	40	7	A-2-4(0)			
			34	130-150				100	90	67	52	50	37	20	41	11	A-2-7(0)			
01+900	2,00 Der.	20	=31	0-20	100	93	84	79	73	65	52	44	27	18	32	8	A-2-4(0)			
			=32	20-50					100	99	75	72	62	54	41	21	A-7-6(8)			
			35	50-150							100	95	88	82	36	12	A-7-6(9)			
02+000	2.00 Izq.	21	36	0-40	100	81	72	62	52	44	39	29	16	11	31	8	A-2-4(0)			
			37	40-60				100	97	93	85	67	45	38	36	8	A-4(1)	15	20	24
			38	60-150			100	92	86	73	56	38	13	9	33	7	A-2-4(0)			
02+100	2,00 Der.	22	=36	0-10	100	81	72	62	52	44	39	29	16	11	31	8	A-2-4(0)			
			=37	10-20				100	97	93	85	67	45	38	36	8	A-4(1)			
			=38	20-30			100	92	86	73	56	38	13	9	33	7	A-2-4(0)			
			39	30-75		100	91	77	61	40	24	19	11	7	33	8	A-2-4(0)			
			40	75-150			100	90	86	75	63	49	30	26	29	4	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.6

PROYECTO : Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
02+200	2.10 Izq.	23	=36	0-20	100	81	72	62	52	44	39	29	16	11	31	8	A-2-4(0)			
			41	20-60	100	89	78	73	63	48	38	33	19	13	31	8	A-2-4(0)			
			42	60-100			100	90	80	61	30	28	21	18	30	6	A-1-b(0)			
			43	100-120			100	94	86	61	39	37	29	24	41	17	A-2-7(0)			
			44	120-150				100	99	94	84	68	43	37	37	7	A-4(0)			
02+300	2,00 Der.	24	=41	0-20	100	89	78	73	63	48	38	33	19	13	31	8	A-2-4(0)			
			=42	20-40			100	90	80	61	30	28	21	18	30	6	A-1-b(0)			
			=43	40-100			100	94	86	61	39	37	29	24	41	17	A-2-7(0)			
			45	100-130		100	84	73	66	52	42	35	23	14	25	6	A-1-a(0)			
			46	130-150				100	97	90	78	70	53	39	27	4	A-4(1)			
02+400	2.00 Izq.	25	=41	0-20	100	89	78	73	63	48	38	33	19	13	31	8	A-2-4(0)			
			=42	20-50			100	90	80	61	30	28	21	18	30	6	A-1-b(0)			
			47	50-150				100	99	87	86	62	20	18	-	NP	A-1-b(0)			
02+500	2,10 Der.	26	48	0-30		100	90	76	62	42	23	19	10	8	32	7	A-2-4(0)	20	28	37
			49	30-150	100	92	67	43	32	19	7	5	3	2	24	5	A-1-a(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA Febrero 2014
HOJA No.7

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
02+600	2.00 Izq.	27	=48	0-30		100	90	76	62	42	23	19	10	8	32	7	A-2-4(0)			
			50	30-90			100	90	86	73	60	47	29	24	33	9	A-2-4(0)			
			51	90-150					100	99	98	77	21	15	33	9	A-2-4(0)			
02+700	2,10 Der.	28	=41	0-30	100	89	78	73	63	48	38	33	19	13	31	8	A-2-4(0)			
			=42	30-70			100	90	80	61	30	28	21	18	30	6	A-1-b(0)			
			52	70-110							100	98	90	86	69	36	A-7-5(20)			
			53	110-150							100	100	97	92	58	16	A-7-5(14)			
02+800	2.00 Izq.	29	54	0-150	100	94	84	75	71	63	57	47	29	23	29	6	A-1-b(0)			
02+900	2,00 Der.	30	=54	0-30	100	94	84	75	71	63	57	47	29	23	29	6	A-1-b(0)			
			55	30-120	100	87	73	63	56	43	35	28	18	14	28	5	A-1-a(0)			
			=52	120-150							100	98	90	86	69	36	A-7-5(20)			
03+000	2.00 Izq.	31	56	0-40		100	95	85	63	33	27	23	19	17	25	5	A-1-b(0)	25	35	46
			57	40-100				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)	17	21	26
			58	100-150			100	93	91	63	41	40	38	36	33	10	A-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.8

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
03+100	2,00 Der.	32	=56	0-40		100	95	85	63	33	27	23	19	17	25	5	A-1-b(0)			
			=57	40-120				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			59	120-150							100	96	82	76	46	14	A-7-5(10)			
03+200	2.00 Izq.	33	=54	0-40	100	94	84	75	71	63	57	47	29	23	29	6	A-1-b(0)			
			60	40-70	100	72	65	60	48	41	36	27	16	12	33	8	A-2-4(0)			
			61	70-150							100	90	75	55	41	14	A-7-6(6)			
03+300	2,00 Der.	34	=56	0-20		100	95	85	63	33	27	23	19	17	25	5	A-1-b(0)			
			=57	20-40				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			62	40-90		100	90	86	82	69	59	51	33	28	35	9	A-2-4(0)			
			=61	90-120							100	90	75	55	41	14	A-7-6(6)			
			63	120-150	100	72	65	60	48	41	36	27	16	12	54	16	A-2-7(0)			
03+400	2.00 Izq.	35	64	0-20			100	96	93	81	65	55	34	24	24	10	A-2-4(0)			
			=60	20-50	100	72	65	60	48	41	36	27	16	12	33	8	A-2-4(0)			
			=57	50-80				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			65	80-120				100	90	86	66	63	49	42	34	11	A-6(2)			
			66	120-150				100	93	85	75	59	35	30	33	10	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.9

PROYECTO: Las sabanas– San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
03+500	2.10 Der.	36	=64	0-25			100	96	93	81	65	55	34	24	24	10	A-2-4(0)			
			67	25-30		100	79	73	66	53	39	34	29	24	29	7	A-2-4(0)	22	26	30
			=57	30-45				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)	17	21	26
			=61	45-65							100	90	75	55	41	14	A-7-6(6)			
			68	65-85							100	96	78	66	31	9	A-4(6)	10	16	23
			69	85-150							100	95	47	22	-	NP	A-1-b(0)			
03+600	2.10 Izq.	37	=57	0-10				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			70	10-150							100	97	54	26	46	10	A-2-5(0)			
03+700	1.70 Der.	38	=57	0-10				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			71	10-30				100	95	88	72	57	49	36	31	16	A-2-6(1)			
			72	30-120							100	65	28	20	31	7	A-2-4(0)			
			73	120-150		100	88	74	64	52	44	34	22	19	40	10	A-2-4(0)			
03+800	2.00 Der.	39	=57	0-20				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			74	20-150							100	63	22	16	32	8	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.10

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
03+900	2,10 LC	40	=57	0-20				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			=60	20-40	100	72	65	60	48	41	36	27	16	12	33	8	A-2-4(0)			
			75	40-80		100	97	94	91	77	66	58	40	33	51	19	A-2-7(0)			
			76	80-150							100	93	80	52	49	14	A-7-5(8)			
04+000	2,00 LC	41	=57	0-20				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)	17	21	26
			77	20-150	100	84	69	55	45	36	27	19	12	10	37	6	A-1-a(0)	31	42	54
			-	50+	ROCA															
04+100	2.00 Der.	42	=57	0-40				100	92	83	72	60	37	21	36	11	A-2-6(0)			
			78	40-80					100	90	80	66	40	33	30	7	A-2-4(0)			
			79	80-150							100	97	92	83	63	22	A-7-5(17)			
04+200	2.10 Izq.	43	80	0-30	100	96	89	74	65	49	40	34	24	21	32	9	A-2-4(0)			
			81	30-90	100	94	91	85	78	63	51	45	38	26	37	11	A-2-6(0)			
			82	90-150				100	99	97	93	80	51	39	36	17	A-6(3)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.11

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
04+300	2,10 Der	44	83	0-30	100	83	71	57	42	32	24	19	10	6	34	3	A-1-a(0)			
			84	30-50	100	74	60	41	37	27	21	12	5	3	23	9	A-2-4(0)			
			85	50-80							100	84	60	42	36	13	A-6(2)			
			86	80-120			100	84	83	72	59	50	35	28	39	13	A-7-6(0)			
			87	120-150					100	98	91	84	68	50	53	16	A-7-5(6)			
04+400	2.10 Izq.	45	=83	0-30	100	83	71	57	42	32	24	19	10	6	34	3	A-1-a(0)			
			=84	30-60	100	74	60	41	37	27	21	12	5	3	23	9	A-2-4(0)			
			=79	60-90							100	97	92	83	63	22	A-7-5(17)			
			88	90-110		100	97	92	89	86	75	27	17	10	74	7	A-2-5(0)			
			89	110-150					100	96	84	61	33	24	25	6	A-1-b(0)			
04+500	2,10 Der	46	=83	0-10	100	83	71	57	42	32	24	19	10	6	34	3	A-1-a(0)			
			90	10-20		100	90	88	83	69	54	47	31	23	34	13	A-2-6(0)	17	22	26
			91	20-60	100	76	64	61	59	51	43	32	14	6	32	10	A-2-4(0)			
			92	60-150	100	87	86	82	78	74	64	47	29	18	33	12	A-2-6(0)	15	19	25

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.12

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
04+660	Izq.	47	93	0-30			100	90	83	67	52	42	24	13	55	14	A-2-7(0)			
			94	30-50	100	85	79	60	54	41	32	24	13	8	39	10	A-2-4(0)			
			95	50-150		100	82	67	55	40	27	17	6	4	20	6	A-1-a(0)			
04+700	2,10 Der	48	=93	0-20			100	90	83	67	52	42	24	13	55	14	A-2-7(0)			
			=94	20-50	100	85	79	60	54	41	32	24	13	8	39	10	A-2-4(0)			
			96	50-90		100	89	80	76	62	50	38	24	18	43	14	A-2-7(0)			
			97	90-120	100	90	76	71	66	60	50	38	23	17	31	3	A-1-b(0)			
			98	120-150		100	90	85	70	65	58	38	30	25	30	10	A-2-4(0)			
04+800	1,50 Izq.	49	=93	0-15			100	90	83	67	52	42	24	13	55	14	A-2-7(0)			
			99	15-50			100	97	72	58	45	38	26	21	27	5	A-1-b(0)			
			100	50-90			100	80	59	44	37	29	19	16	34	8	A-2-4(0)			
			101	90-150				100	89	70	65	50	40	34	27	17	A-2-6(0)			
04+900	1,40 Der	50	102	0-15		100	95	85	80	72	54	28	11	6	31	7	A-2-4(0)			
			103	15-40		100	93	77	68	54	45	33	18	12	28	6	A-1-a(0)			
			104	40-60		100	84	73	64	51	38	30	20	15	33	4	A-1-a(0)			
			105	60-150	100	85	73	63	57	44	33	25	16	11	39	17	A-2-6(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.13

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
05+000	1,90 Izq.	51	106	0-25		100	78	71	66	50	40	27	14	8	24	4	A-1-a(0)			
			107	25-50	100	80	72	65	51	37	28	23	14	11	30	8	A-2-4(0)	22	27	31
			108	50-80	100	88	83	77	74	63	46	33	21	16	30	8	A-2-4(0)	20	25	31
			109	80-150	100	80	68	62	60	56	29	22	15	11	47	16	A-2-7(0)			
05+100	1,60 Der	52	=106	0-15		100	78	71	66	50	40	27	14	8	24	4	A-1-a(0)			
			110	15-40	100	63	59	56	53	47	40	35	27	21	30	10	A-2-4(0)			
			111	40-150		100	76	66	55	34	9	8	5	3	42	20	A-2-7(0)			
05+200	2,00 Izq.	53	=106	0-20		100	78	71	66	50	40	27	14	8	24	4	A-1-a(0)			
			112	20-50			100	96	93	84	65	45	37	24	30	10	A-1-b(0)			
			113	50-80			100	87	79	60	55	46	30	18	19	3	A-1-a(0)			
			114	80-150					100	95	75	60	50	45	48	28	A-7-6(8)			
05+300	2,00 Der	54	115	0-15		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			116	15-150	100	73	56	46	44	32	22	17	9	7	38	8	A-1-a(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.14

PROYECTO: Las Sabanas– San José Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
05+400	2,00 Izq.	55	=115	0-15		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			117	15-50			100	95	90	73	60	59	57	53	35	13	A-6(5)			
			118	50-100	75	60	54	44	39	32	26	19	14	12	48	12	A-2-7(0)			
			119	100-120		100	92	86	82	66	43	34	25	19	31	13	A-2-6(0)			
			120	120-150			100	80	78	55	34	29	20	15	23	5	A-1-a(0)			
05+500	2,00 Der	56	=115	0-10		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			121	10-30			100	90	87	72	61	58	55	52	35	15	A-6(5)	8	12	7
			122	30-60		100	91	85	31	69	56	46	28	14	33	7	A-2-4(0)			
			123	60-90		100	95	86	82	72	61	48	33	29	24	3	A-2-4(0)			
			124	90-120			100	96	79	56	39	32	20	17	51	24	A-2-7(0)	16	20	24
			125	120-150			100	90	85	77	64	54	46	41	46	17	A-7-3(3)			
05+600	2,15 Izq.	57	=115	0-15		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			=121	15-40			100	90	87	72	61	58	55	52	35	15	A-6(5)			
			126	40-80		100	83	74	64	38	16	14	11	8	36	11	A-2-6(0)			
			127	80-120			100	100	65	34	7	6	5	4	34	13	A-2-6(0)			
			128	120-150							100	97	87	81	69	37	A-7-5(20)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.15

PROYECTO: Las sabanas– San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
05+700	2,00 LC	58	=115	0-10		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			129	10-20	100	90	87	83	70	55	36	30	25	21	40	12	A-2-6(0)			
			130	20-60	100	77	68	60	53	41	30	27	22	20	40	15	A-2-6(0)			
			131	60-70			100	89	85	76	65	55	48	41	39	13	A-6(3)			
			132	70-150	100	78	62	53	47	35	25	16	12	9	8	14	A-2-6(0)			
05+800	2,10 LC	59	=115	0-15		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			=117	15-60			100	95	90	73	60	59	57	53	35	13	A-6(5)			
			133	60-100			100	84	80	65	48	38	26	14	38	15	A-2-6(0)			
			134	100-130			100	88	85	77	65	55	56	41	39	17	A-6(3)			
			=127	130-150			100	100	65	34	7	6	5	4	34	13	A-2-6(0)			
05+900	2,20 Der	60	=115	0-15		100	90	78	73	60	40	31	17	10	34	6	A-1-a(0)			
			=117	15-30			100	95	90	73	60	59	57	53	35	13	A-6(5)			
			=133	30-50			100	84	80	65	48	38	26	14	38	15	A-2-6(0)			
			=135	50-150			100	91	84	76	56	51	45	41	43	18	A-7-6(3)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014

HOJA No.16

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa

SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
06+000	2,00 Izq.	61	136	0-20	100	78	67	53	43	30	22	14	6	4	42	14	A-2-7(0)			
			137	20-55		100	90	80	71	55	33	20	14	10	25	6	A-1-a(0)	30	42	52
			138	55-90	100	69	60	52	44	37	29	23	12	8	23	8	A-2-4(0)	25	30	34
			139	90-150	100	81	72	64	60	50	40	35	30	23	35	15	A-2-6(0)			
06+100	2,10 Der	62	=136	0-10	100	78	67	53	43	30	22	14	6	4	42	14	A-2-7(0)			
			140	10-20		100	92	69	61	57	51	42	22	14	42	15	A-2-7(0)			
			141	20-35		100	93	76	68	63	47	40	30	20	39	11	A-2-6(0)			
			142	35-150		100	76	65	56	43	31	19	8	5	30	8	A-2-4(0)			
06+200	2,00 Izq.	63	=136	0-15	100	78	67	53	43	30	22	14	6	4	42	14	A-2-7(0)			
			143	15-50	100	76	71	61	53	50	39	30	19	14	30	7	A-2-4(0)			
			144	50-150			100	80	70	66	55	42	27	25	37	12	A-2-6(0)			
06+300	2,10 Der	64	145	0-20	100	83	71	59	56	45	33	31	26	23	36	12	A-2-6(0)			
			146	20-40	100	92	81	63	55	39	27	25	20	13	43	15	A-2-7(0)			
			147	40-150		100	95	76	67	47	30	29	23	17	36	11	A-2-6(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.17

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
06+400	2,10 Izq.	65	=136	0-20	100	78	67	53	43	30	22	14	6	4	42	14	A-2-7(0)			
			148	20-30			100	82	67	44	19	16	11	8	30	6	A-1-a(0)			
			149	30-60		100	93	88	80	61	42	37	27	21	29	6	A-1-b(0)			
			150	60-150							100	97	90	86	43	19	A-7-6(12)			
06+500	2,00 Der	66	151	0-20	100	80	70	63	54	35	30	25	20	18	22	6	A-1-b(0)	26	36	46
			152	20-30		100	91	73	65	57	49	42	30	23	36	10	A-2-4(0)	24	28	33
			153	30-150							100	82	39	24	31	5	A-1-b(0)	25	35	40
06+600	2,10 Izq.	67	=136	0-15	100	78	67	53	43	30	22	14	6	4	42	14	A-2-7(0)			
			154	15-30		100	88	77	71	55	33	25	15	11	24	6	A-1-a(0)			
			155	30-150				100	65	50	48	40	37	30	32	12	A-2-6(0)			
06+700	1,70 Der	68	156	0-5		100	90	86	77	63	48	41	27	21	23	5	A-1-b(0)			
			157	5-10	81	65	53	42	34	25	18	14	10	8	30	6	A-1-a(0)			
			158	10-35	100	70	48	39	33	30	23	18	12	10	32	9	A-2-4(0)			
			159	35-60	100	77	60	54	50	45	17	14	12	10	45	15	A-2-7(0)			
				35+	Manto Rocoso															

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.18

PROYECTO: Las Sabanas– San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
06+800	2,00 Izq.	69	=156	0-5		100	90	86	77	63	48	41	27	21	23	5	A-1-b(0)			
			160	5-25				100	85	73	58	51	37	27	33	8	A-2-4(0)			
			161	25-50	100	88	76	68	62	42	31	25	12	6	31	6	A-1-a(0)			
			-	50+	Manto Rocoso															
06+900	1,70 Der	70	162	0-25		100	84	77	68	48	29	23	14	12	34	8	A-2-4(0)			
			163	25-150							100	70	47	40	37	10	A-4(1)			
07+000	2,00 Izq.	71	164	0-20			100	95	84	63	43	33	25	20	33	6	A-1-b(0)			
			165	20-40			100	94	89	64	42	37	29	24	30	12	A-2-6(0)			
			166	40-60	100	91	89	84	69	53	36	31	24	21	40	11	A-2-6(0)			
			167	60-80		100	97	86	78	57	33	28	21	17	24	7	A-2-4(0)	19	28	34
			168	80-150		100	90	85	68	47	38	30	25	20	24	7	A-2-4(0)	26	30	35
07+100	1,70 Der	72	=164	0-15			100	95	84	63	43	33	25	20	33	6	A-1-b(0)			
			=166	15-30	100	91	89	84	69	53	36	31	24	21	40	11	A-2-6(0)			
			=167	30-150		100	97	86	78	57	33	28	21	17	24	7	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.19

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
07+200	2,00 Izq.	73	=164	0-15			100	95	84	63	43	33	25	20	33	6	A-1-b(0)			
			169	15-100				100	83	68	47	40	27	22	43	15	A-2-7(0)			
			170	100-120		100	96	79	63	46	29	24	18	14	44	13	A-2-7(0)			
			171	120-150	100	72	64	55	52	42	68	32	25	18	41	13	A-2-7(0)			
07+300	2,00 Der	74	=164	0-10			100	95	84	63	43	33	25	20	33	6	A-1-b(0)			
			172	10-20	100	90	81	63	55	47	40	30	20	15	26	5	A-1-a(0)			
			173	20-35	100	85	75	63	52	44	35	25	20	18	28	8	A-2-4(0)			
			174	35-150	100	90	85	73	62	54	40	35	30	25	34	7	A-2-4(0)			
07+400	2,00 Izq.	75	=164	0-20			100	95	84	63	43	33	25	20	33	6	A-1-b(0)			
			=172	20-50	100	90	81	63	55	47	40	30	20	15	26	5	A-1-a(0)			
			175	50-70	100	72	65	58	51	41	39	32	27	20	42	14	A-2-7(0)			
			176	70-90			100	92	84	66	45	39	28	19	37	13	A-2-6(0)			
			177	90-120		100	84	78	74	61	48	39	25	16	28	6	A-1-b(0)			
			178	120-150	100	75	62	49	43	33	24	20	15	13	39	12	A-2-6(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.20

PROYECTO: Las Sabanas– San José de Cusmapa.
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
07+500	2,00 Der	76	179	0-15		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)	22	26	31
			180	15-150		100	97	89	84	69	54	48	38	29	38	13	A-2-6(0)	16	20	25
07+600	2,00 Izq.	77	=179	0-15		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)			
			181	15-50			100	95	86	70	52	45	32	27	38	12	A-2-6(0)			
			182	50-100		100	87	79	74	70	50	47	42	38	53	26	A-7-6(5)			
			183	100-150		100	90	82	78	76	72	58	47	40	58	17	A-7-5(3)			
07+700	2,00 Der	78	=179	0-15		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)			
			184	15-25	100	80	76	72	68	57	44	29	17	11	37	10	A-2-4(0)			
			185	25-35	100	82	69	60	53	43	35	29	23	16	41	12	A-2-7(0)			
			186	35-150		100	96	93	85	56	35	24	10	5	34	7	A-2-4(0)			
07+800	2,00 Izq.	79	=179	0-20		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)			
			187	20-150	100	91	86	73	70	67	54	39	27	21	36	10	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.21

PROYECTO: Las Sabanas – San José de cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
07+900	2,00 Der	80	188	0-15		100	95	89	81	67	53	37	24	17	31	11	A-2-6(0)			
			189	15-30	100	85	79	62	54	45	34	25	19	15	32	11	A-2-6(0)			
			190	30-55					100	86	69	63	49	40	47	17	A-7-5(3)			
			191	55-150			100	89	87	78	66	61	48	41	36	11	A-6(2)			
08+000	2,00 Izq.	81	=179	0-15		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)	22	26	31
			192	15-150	69	61	50	42	38	30	24	16	8	6	25	9	A-2-4(0)	22	26	32
08+100	2,00 Der	82	=179	0-10		100	85	72	62	50	40	34	25	21	27	8	A-2-4(0)			
			193	10-25		100	77	59	47	33	22	16	10	8	32	7	A-2-4(0)			
			194	25-40			100	91	86	64	51	47	32	26	39	12	A-2-6(0)			
			195	40-150		100	86	64	53	40	26	17	6	3	32	5	A-1-a(0)			
08+200	2,10 Izq.	83	196	0-20	100	87	80	61	54	45	38	28	12	8	30	7	A-2-4(0)			
			197	20-40		100	91	86	76	61	50	30	20	10	33	7	A-2-4(0)			
			198	40-150				100	96	86	72	35	27	20	43	9	A-2-5(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.22

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
08+300	2,15 Der	84	=196	0-10	100	87	80	61	54	45	38	28	12	8	30	7	A-2-4(0)			
			199	10-20	100	87	70	69	52	40	28	20	10	6	38	9	A-2-4(0)			
			200	20-60	100	87	77	69	64	51	38	26	12	7	36	13	A-2-6(0)			
			201	60-150		100	91	89	72	61	40	30	15	10	37	14	A-2-6(0)			
08+400	2,00 Izq.	85	=196	0-10	100	87	80	61	54	45	38	28	12	8	30	7	A-2-4(0)			
			202	10-30			100	97	87	59	44	35	21	12	39	8	A-2-4(0)			
			203	30-50			100	90	86	71	57	38	20	15	35	6	A-1-a(0)			
			204	50-70			100	88	82	62	49	29	14	11	41	8	A-2-5(0)			
			205	70-150	100	76	62	53	51	41	30	24	17	14	38	11	A-2-6(0)			
08+500	2,00 Der	86	206	0-15				100	90	81	78	54	36	31	31	6	A-2-4(0)			
			207	15-45		100	86	72	68	61	49	38	23	17	30	7	A-2-4(0)	23	27	32
			208	45-90		100	87	81	74	62	50	35	19	17	27	7	A-2-4(0)			
			209	90-150	100	79	63	47	46	36	26	17	9	7	43	15	A-2-7(0)	12	15	18

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.23

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
08+600	2,10 Izq.	87	=196	0-15	100	87	80	61	54	45	38	28	12	8	30	7	A-2-4(0)			
			210	15-30		100	81	70	63	58	44	32	20	13	27	7	A-2-4(0)			
			211	30-60			100	90	79	73	60	52	36	26	36	11	A-2-6(0)			
			212	60-150					100	95	73	55	23	16	32	2	A-1-b(0)			
08+700	2,10 Der	88	213	0-10		100	96	91	85	76	62	37	19	15	28	5	A-1-a(0)			
			214	10-20				100	89	80	82	52	36	28	38	12	A-2-6(0)			
			215	20-30			100	90	80	58	45	39	20	14	35	9	A-2-4(0)			
			216	30-35			100	89	85	80	67	58	48	43	51	19	A-7-6(5)			
			217	35-55			100	85	78	63	49	39	29	24	32	9	A-2-4(0)			
			218	55-90							100	98	94	91	71	41	A-7-5(20)			
			219	90-150							100	87	58	33	41	15	A-2-7(1)			
08+800	2,00 Izq.	89	=213	0-10		100	96	91	85	76	62	37	19	15	28	5	A-1-a(0)			
			220	10-15		100	97	91	87	74	55	39	24	21	31	7	A-2-4(0)			
			221	15-50		100	96	90	85	77	68	35	29	22	35	7	A-2-4(0)			
			222	50-150				100	98	91	82	66	25	11	29	7	A-2-4(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.24

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
08+900	2,10 Der	90	=213	0-7		100	96	91	85	76	62	37	19	15	28	5	A-1-a(0)			
			223	7-15		100	98	80	74	60	42	32	22	14	24	4	A-1-a(0)			
			224	15-40		100	94	91	85	67	48	36	19	12	43	15	A-2-7(0)			
			225	40-60				100	70	47	14	11	7	5	39	11	A-2-6(0)			
			226	60-80					100	90	80	75	54	35	27	7	A-2-4(0)			
			227	80-150		100	82	77	69	53	42	33	23	19	28	9	A-2-4(0)			
09+000	2,10 Izq.	91	=213	0-8		100	96	91	85	76	62	37	19	15	28	5	A-1-a(0)			
			228	8-40				100	70	66	55	35	26	10	22	3	A-1-a(0)	31	42	53
			229	40-50				100	83	72	53	43	24	16	31	7	A-2-4(0)			
			230	50-100		100	85	80	70	63	44	32	13	8	29	10	A-2-4(0)			
			231	100-150						100	90	88	78	70	50	27	A-7-6(16)			
09+100	2,00 LC	92	=213	0-10		100	96	91	85	76	62	37	19	15	28	5	A-1-a(0)			
			232	10-20		100	79	75	70	62	49	36	24	16	28	3	A-2-4(0)			
			233	20-30					100	93	71	61	41	31	39	15	A-2-6(0)			
			234	30-50		100	94	82	79	76	58	47	27	20	40	15	A-2-6(0)			
			235	50-120			100	73	67	55	29	22	9	5	39	18	A-2-6(0)			
			236	120-150						100	94	87	77	66	58	25	A-7-6(15)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.25

PROYECTO: Las sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½ "	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
09+200	2,00 Izq.	93	237	0-25		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			238	25-50		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			239	50-150	75	64	51	44	41	36	28	23	16	13	42	18	A-2-7(0)			
09+300	2,00 Der	94	=237	0-20		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			240	20-30					100	95	78	65	44	33	42	11	A-2-7(0)			
			241	30-150			100	79	60	41	28	18	10	6	36	9	A-2-4(0)			
09+400	2,00 Izq.	95	=237	0-10		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			=238	10-25		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			242	25-80	100	85	77	65	56	38	26	20	15	8	29	3	A-1-a(0)			
			243	80-150			100	99	97	92	51	47	41	36	61	33	A-7-6(4)			
09+500	2,00 Der	96	=237	0-10		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			=238	10-20		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			244	20-45		100	77	67	54	45	33	28	22	18	33	13	A-2-6(0)	14	18	23
			=237	45-65		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			245	65-80		100	78	75	69	61	50	35	24	19	30	4	A-1-a(0)			
			246	80-100							100	90	70	55	64	33	A-7-5(20)			
			247	100-150							100	94	50	31	48	13	A-2-7(1)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.26

PROYECTO: Las Sabanas – San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
09+600	2,00 Izq.	97	=237	0-20		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			=238	20-70		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			248	70-150							100	94	86	82	60	31	A-7-6(20)			
09+700	2,00 Der	98	=237	0-10		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			=238	10-25		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			=237	25-35		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			249	35-90		100	83	76	67	52	37	32	23	19	40	16	A-2-6(0)			
			250	90-150	72	60	48	43	38	33	28	22	15	11	38	16	A-2-6(0)			
09+800	2,00 Izq.	99	=237	0-20		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			=238	20-40		100	86	71	61	48	39	32	23	19	26	8	A-2-4(0)			
			251	40-65							100	90	75	53	43	17	A-7-6(7)			
			252	65-110			100	88	77	58	42	32	17	12	39	10	A-2-4(0)			
			253	110-150				100	98	97	92	76	46	35	37	11	A-2-6(0)			

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS

FECHA: Febrero 2014
HOJA No.27

PROYECTO: Las Sabanas– San José de Cusmapa
SONDEOS: MANUALES

RESULTADOS DE ENSAYES DE SUELOS

Estación	Desviación (m)	Sondeo No.	Muestra No.	Profundidad (cm)	GRANULOMETRIA										Limite %		Clasificación H.R.B	C.B.R a Compact.		
					3"	2"	1½"	1"	¾"	3/8"	4	10	40	200	LL	IP		90	95	100
09+900	2,00 Der	100	=237	0-10		100	94	72	64	51	35	24	16	13	23	5	A-1-a(0)			
			254	10-20		100	85	77	70	52	44	35	25	20	30	8	A-2-4(0)			
			255	20-70		100	87	82	79	77	70	65	56	50	44	11	A-7-5(4)			
			256	70-150							100	94	78	67	39	7	A-4(6)			
10+000	2,00 Izq.	101	257	0-15			100	97	84	69	59	45	28	21	29	9	A-2-4(0)			
			258	15-45						100	93	86	78	65	50	27	A-7-6(14)	6	7	10
			259	45-80			100	90	80	75	55	48	38	30	30	10	A-2-4(0)	23	29	33
			260	80-120			100	92	85	68	53	42	33	26	48	19	A-2-7(1)			
			261	120-150							100	88	74	68	50	30	A-7-6(17)			

II.8
INFORMES DE PRUEBAS
C.B.R

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 1	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 1	
Prof. 0- 24 cm	
Est 0+000; 2.00m Izq.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	70	64	50	42	26	20

LIMITE LIQUIDO <u>32</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>6</u>
CLASIFICACION H.R.B A-1-b(0) EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1888 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	13.2 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADO

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1699	1794	1888
C.B.R SATURADO	26	38	50
HINCHAMIENTO	0.07	0.04	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 3	CALCULO: <u>MB</u>
	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 1	
Prof. 70-150	
Est 0+000; 2.00m Izq.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE ¾

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	64	61	51	50	45	43

LIMITE LIQUIDO 65	INDICE DE PLASTICIDAD 33
CLASIFICACION H.R.B A-7-5(8)	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1492 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.2 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1343	1417	1492
C.B.R SATURADO	2	3	4
HINCHAMIENTO	1.00	0.87	0.55
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 9	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 6		
Prof. 70-150		
Est 0+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA			100	94	81	73

LIMITE LIQUIDO 30	INDICE DE PLASTICIDAD <u>5</u>
CLASIFICACION H.R.B A-4(8)	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1713 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	15.7 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURAD

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1533	1618	1703
C.B.R SATURADO	9	17	24
HINCHAMIENTO	0.07	0.04	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 17	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 11		
Prof. 80-150 cm		
Est 1+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE $\frac{3}{4}$ “

TAMIZ	$\frac{3}{4}$	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	93	90	78	75	70	68

LIMITE LIQUIDO <u>51</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>21</u>
CLASIFICACION H.R.B A-7-5(13) EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1876 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	15.6 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1688	1782	1876
C.B.R SATURADO	5	7	9
HINC HAMIENTO	0.16	0.09	0.05
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 24	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 16	
Prof. 50-90 cm	
Est 1+500; 2.00m Izq.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	94	87	68	61	50	39

LIMITE LIQUIDO <u>45</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>15</u>
CLASIFICACION H.R.B A-7-6(0) EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1761 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.4 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADO

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1585	1673	1761
C.B.R SATURADO	3	5	7
HINCHAMIENTO	0.20	0.17	0.14
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 37	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 21		
Prof. 40-60 cm		
Est 2+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	97	93	85	67	45	38

LIMITE LIQUIDO <u>36</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>8</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-4(1)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1757 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.7 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADO

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1581	1669	1757
C.B.R SATURADO	15	20	24
HINCHAMIENTO	0.14	0.12	0.08
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 48	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 26	
Prof. 0-30 cm	
Est 2+500; 2.10m Der.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE ¾

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	62	42	23	19	10	8

LIMITE LIQUIDO <u>32</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>7</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1923 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	13.6 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1731	1827	1923
C.B.R SATURADO	20	28	27
HINCHAMIENTO	0.07	0.04	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 56	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 31		
Prof. 0-40 cm		
Est 3+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	63	33	27	23	19	17

LIMITE LIQUIDO <u>25</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>5</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-b(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1797 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	18.9 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADO

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1617	1707	1797
C.B.R SATURADO	25	35	46
HINCHAMIENTO	0.08	0.05	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 57	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 31		
Prof. 40-100 cm		
Est 3+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	92	83	72	60	37	29

LIMITE LIQUIDO <u>36</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>11</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-6(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1717 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	20.4 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1545	1631	1717
C.B.R SATURADO	17	21	26
HINCHAMIENTO	0.07	0.06	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 67	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 36		
Prof. 25-30 cm		
Est 3+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	66	53	39	34	29	24

LIMITE LIQUIDO <u>29</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>7</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1721 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	18.9 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1549	1635	1721
C.B.R SATURADO	22	26	30
HINCHAMIENTO	0.04	0.03	0.01

OBSERVACIONES:			
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 68	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 36		
Prof. 65-85 cm		
Est 3+500; 2.10 Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA			100	96	78	66

LIMITE LIQUIDO <u>31</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>9</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-4(6)</u>	EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1616 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	18.7 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1454	1535	1616
C.B.R SATURADO	10	16	23
HINCHAMIENTO	0.13	0.06	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 77	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 41		
Prof. 20-50 cm		
Est 4+000; 2.00m LC.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE ¾

TAMIZ	¾	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	45	36	27	19	12	10

LIMITE LIQUIDO <u>37</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>6</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-a(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1868 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	15.1 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1631	1775	1868
C.B.R SATURADO	31	42	54
HINCHAMIENTO	0.12	0.06	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 90	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 46		
Prof. 10-20 cm		
Est 4+500; 2.10 Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	83	69	54	47	31	23

LIMITE LIQUIDO <u>34</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>13</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-6(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1773 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.6 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1596	1684	1773
C.B.R SATURADO	17	22	26
HINCHAMIENTO	0.28	0.24	0.2
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 92	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 46		
Prof. 60-150 cm		
Est 4+500; 2.10 Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	78	74	64	47	29	18

LIMITE LIQUIDO <u>33</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>12</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-6(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1594 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	16.0 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1435	1514	1594
C.B.R SATURADO	15	19	25
HINCHAMIENTO	0.07	0.05	0.03

OBSERVACIONES:			
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADA**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 107	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 51		
Prof. 25-50 cm		
Est 5+000; 1.90m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	51	37	28	23	14	11

LIMITE LIQUIDO <u>30</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>8</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1680 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	16.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1512	1596	1680
C.B.R SATURADO	22	27	31
HINCHAMIENTO	0.12	0.13	0.10
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 108	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 51	
Prof. 50-80 cm	
Est 5+000; 1.90m Izq.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	74	63	46	33	21	16

LIMITE LIQUIDO <u>30</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>8</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1481 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	24.0 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1333	1407	1461
C.B.R SATURADO	20	25	31
HINCHAMIENTO	0.14	0.11	0.09
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 121	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 56		
Prof. 10-30 cm		
Est 5+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	87	72	61	58	55	52

LIMITE LIQUIDO <u>35</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>15</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-6(5)</u> EQUIVALENTE DE ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1551 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	24.0 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1396	1473	1551
C.B.R SATURADO	8	12	17
HINCHAMIENTO	0.16	0.12	0.09
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 124	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 56		
Prof. 90-120 cm		
Est 5+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	79	56	39	32	20	17

LIMITE LIQUIDO <u>51</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>24</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-7(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1360 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	25.2 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1224	1292	1360
C.B.R SATURADO	16	20	24
HINCHAMIENTO	1.68	1.65	1.61
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 137	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 61		
Prof. 20-55 cm		
Est 6+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	71	55	33	20	14	10

LIMITE LIQUIDO <u>25</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>6</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-a(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1803 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	21.2 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1623	1713	1803
C.B.R SATURADO	30	22	52
HINCHAMIENTO	0.07	0.05	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 138	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 61		
Prof. 15-90 cm		
Est 6+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	44	37	29	23	12	8

LIMITE LIQUIDO <u>23</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>8</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1538 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	13.5 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1420	1499	1578
C.B.R SATURADO	25	30	34
HINCHAMIENTO	0.31	0.30	0.24
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
No. _____	EFFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 151	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 66		
Prof. 0-20 cm		
Est 6+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	54	35	30	25	20	18

LIMITE LIQUIDO <u>22</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>6</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-b(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1982 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	11.7 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1784	1883	1982
C.B.R SATURADO	26	36	46
HINCHAMIENTO	0.06	0.03	0.01
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 152	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 66		
Prof. 20-30 cm		
Est 6+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	65	57	49	42	30	23

LIMITE LIQUIDO <u>36</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>10</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1592 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	19.2 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1433	1512	1592
C.B.R SATURADO	24	28	33
HINCHAMIENTO	0.22	0.14	0.09
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 153	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 66		
Prof. 30-150 cm		
Est 6+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA			100	82	39	24

LIMITE LIQUIDO <u>31</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>5</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-b(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1456 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	22.0 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1310	1383	1456
C.B.R SATURADO	25	35	40
HINCHAMIENTO	0.14	0.12	0.06
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 167	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 71		
Prof. 60-30 cm		
Est. 7+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	78	57	33	28	21	17

LIMITE LIQUIDO <u>24</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>7</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1510 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.6 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1359	1434	1510
C.B.R SATURADO	19	28	34
HINCHAMIENTO	0.72	0.67	0.63
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 168	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 71		
Prof. 80-150 cm		
Est 7+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	68	47	38	30	25	20

LIMITE LIQUIDO <u>24</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>7</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1545 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	16.0 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1391	1468	1545
C.B.R SATURADO	26	30	35
HINCHAMIENTO	1.18	1.14	1.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADA**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 179	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 76		
Prof. 0-15 cm		
Est 7+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	62	50	40	34	25	21

LIMITE LIQUIDO <u>27</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>8</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1867 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	14.4 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1680	1774	1867
C.B.R SATURADO	22	26	31
HINCHAMIENTO	0.14	0.11	0.09
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 180	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 76	
Prof. 15-150 cm	
Est 7+500; 2.00m Der.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	84	69	54	48	38	29

LIMITE LIQUIDO <u>38</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>13</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-6(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1663 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	20.4 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1497	1580	1663
C.B.R SATURADO	16	20	25
HINCHAMIENTO	0.08	0.05	0.03
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 192	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 81		
Prof. 15-150 cm		
Est 8+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	38	30	24	16	8	6

LIMITE LIQUIDO <u>25</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>9</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1700 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	16.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1530	1615	1700
C.B.R SATURADO	22	26	32
HINCHAMIENTO	0.16	0.13	0.11
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 207	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 86		
Prof. 15-45 cm		
Est 8+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	68	61	49	38	23	17

LIMITE LIQUIDO <u>37</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>7</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1953 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	11.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1758	1855	1953
C.B.R SATURADO	23	27	32
HINCHAMIENTO	0.16	0.13	0.11
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OBSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 209	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 86		
Prof. 90-150 cm		
Est 8+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	64	62	50	35	19	14

LIMITE LIQUIDO <u>43</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>15</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-7(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1663 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	17.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1497	1580	1663
C.B.R SATURADO	12	15	18
HINCHAMIENTO	0.32	0.30	0.28
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADA**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 228	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 91		
Prof. 8-40 cm		
Est 9+000; 2.10m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	70	66	55	35	26	10

LIMITE LIQUIDO <u>22</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>3</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-1-a(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	2128 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	8.5 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1915	2022	2128
C.B.R SATURADO	31	42	53
HINCHAMIENTO	0.06	0.04	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMAPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 244	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 96		
Prof. 20-45 cm		
Est 9+500; 2.00m Der.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	59	45	33	28	22	18

LIMITE LIQUIDO <u>33</u>	INDICE DE PLASTICIDAD <u>13</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-6(0)</u>	EQUIVALENTE DE
ARENA _____	

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	2126 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	3.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1913	2019	2126
C.B.R SATURADO	14	18	23
HINCHAMIENTO	0.08	0.05	0.02
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

OSERVACIONES:

INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE CUSMAPA</u>	
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C
MUESTRA No. 258	CALCULO: <u>MB</u> COTEJO: _____
FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 101	
Prof. 15-45 cm	
Est 10+000; 2.00m Izq.	

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA		100	93	86	78	65

LIMITE LIQUIDO <u>50</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>27</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-7-6(14)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1939 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	12.1 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1745	1842	1939
C.B.R SATURADO	6	7	10
HINCHAMIENTO	0.12	0.08	0.06

OBSERVACIONES:

TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96
-------------------------------------	-----------	-----------	-----------

**INGENIERIA DE MATERIALES Y SUELOS
INFORME DE PRUEBA DE C.B.R SATURADO**

PROYECTO: <u>LAS SABANAS – SAN JOSE DE CUSMPA</u>		
ENSAYE No. _____	EFECTUADO POR: O.C	
MUESTRA No. 259	CALCULO: <u>MB</u>	COTEJO:

FUENTE DE MATERIAL: Sondeo No. 101		
Prof. 45-80 cm		
Est 10+000; 2.00m Izq.		

ANALISIS GRANULOMETRICO DE MATERIAL QUE PASA TAMIZ DE 3/4 “

TAMIZ	3/4	3/8	4	10	40	200
% QUE PASA	80	75	55	48	38	30

LIMITE LIQUIDO <u>30</u> INDICE DE PLASTICIDAD <u>10</u>
CLASIFICACION H.R.B <u>A-2-4(0)</u> EQUIVALENTE DE
ARENA _____

TIPO DE PRUEBA EMPLEADA	PROCTOR ESTANDAR
PESO VOLUM. SECO MAXIMO	1856 Kgs/m³
HUMEDAD OPTIMA	14.3 %

PRUEBAS DE C.B.R SATURADA

METODO DE COMPACTACION EMPLEADO	DINAMICA		
% DE COMPACTACION	90	95	100
PESO VOLUM SECO (Kg/m³)	1670	1763	1856
C.B.R SATURADO	23	29	33
HINCHAMIENTO	0.16	0.14	0.12
TIEMPO DE SATURACION (horas)	96	96	96

ANEXOS
CAPITULO III
DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO.

Tabla III.1: Niveles de Confiabilidad Sugeridos para Diferentes Carreteras

Clasificación Funcional	Niveles de Confiabilidad Recomendados	
	Urbana	Rural
Autopistas Interestatales y Otras	85-99.9	80-99.9
Arterias Principales	80-99	75-95
Colectoras	80-95	75-95
Carreteras Locales	50-80	50-80

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993
Parte II, Capítulo 2

Tabla III.2: Valor Percentil de Resistencia de Diseño

Nivel de Transito	Valor Percentil Para Diseño de Subrasante
< de 100,000 ESAL's	60
Entre 100,000 y 10,000,000 ESAL's	75
> de 10,000,000 ESAL's	87.5

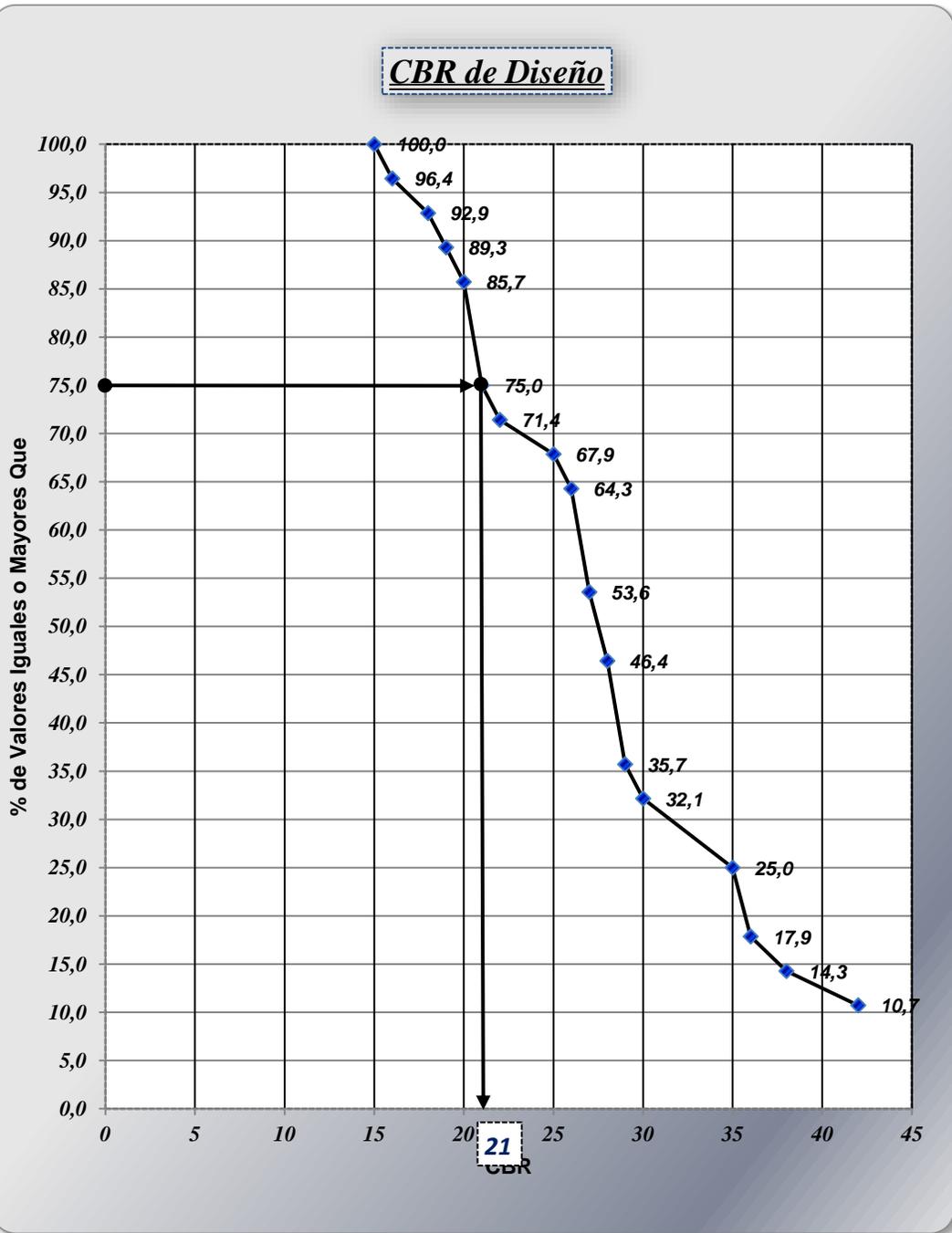
Fuente: Instituto del Asfalto, (MS-1) 1991

Anexo III.3: Calculo del CBR de Diseño

Tabla III.3.1: Aplicación del Método del Instituto del Asfalto

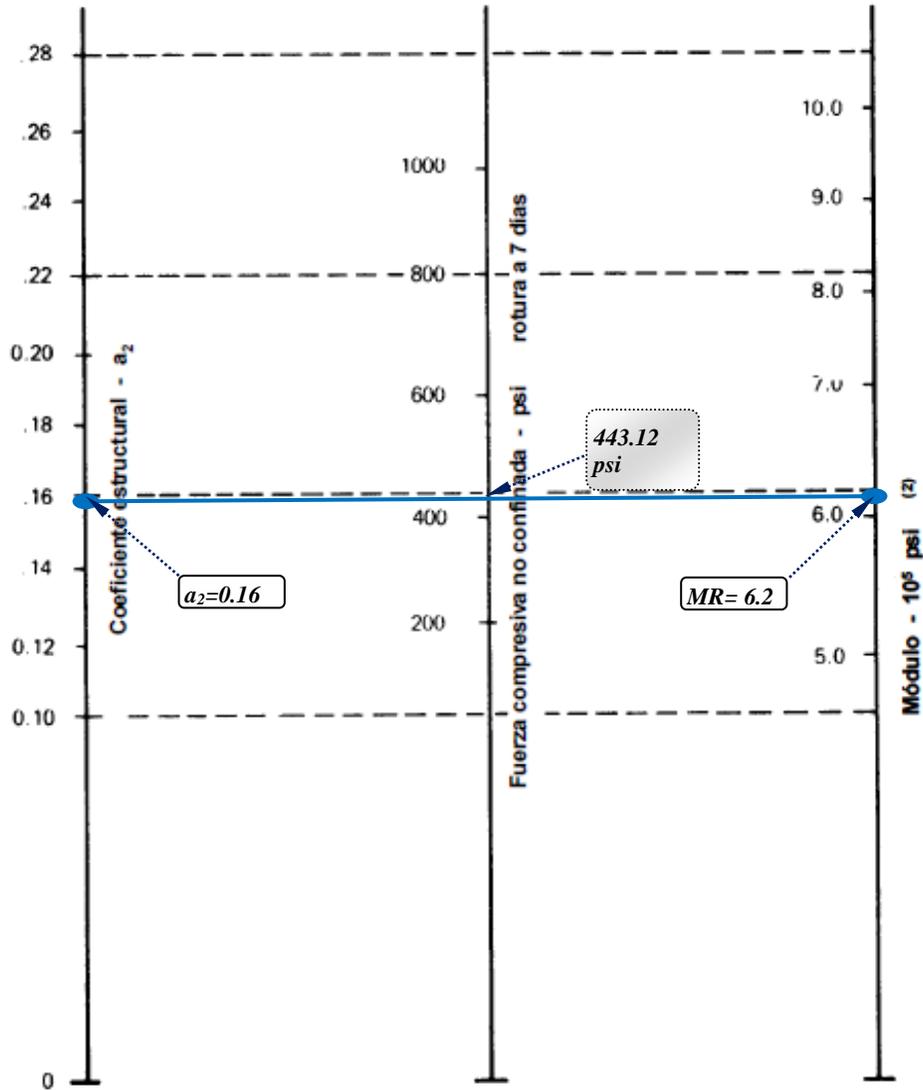
CBR	Frecuencia	No de Valores Mayores o Iguales	% de Valores Mayores o Iguales
15	1	28	100.0
16	1	27	96.4
18	1	26	92.9
19	1	25	89.3
20	3	24	85.7
21	1	21	75.0
22	1	20	71.4
25	1	19	67.9
26	3	18	64.3
27	2	15	53.6
28	3	13	46.4
29	1	10	35.7
30	2	9	32.1
35	2	7	25.0
36	1	5	17.9
38	1	4	14.3
42	3	3	10.7
Total	28		

Gráfica III.3.2: CBR de Diseño



ANEXO III.4: Nomograma de Base Estabilizada

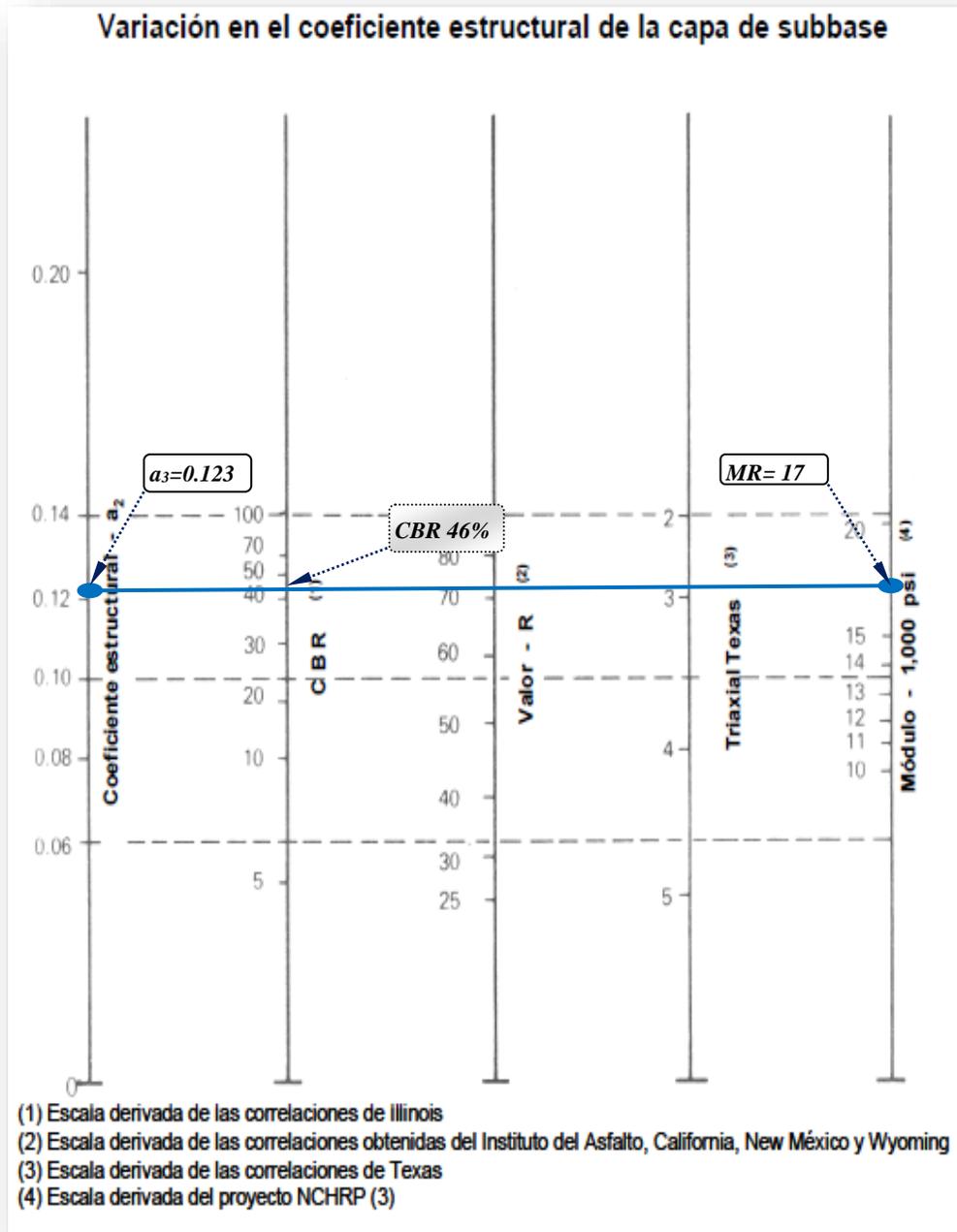
Variación en el coeficiente estructural de la capa de base estabilizada



(1) Escala derivada de los porcentajes obtenidos de las correlaciones de Illinois, Louisiana y Texas
(2) Escala derivada del proyecto NCHRP (3)

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993 Parte II, Capítulo 2

ANEXO III.5: Nomograma de Sub Base



Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993
 Parte II, Capítulo 2

Tabla III.6: Espesores Mínimos en pulgadas recomendados Por AASHTO

Número ESAL's	Capas Asfálticas	Base Granular
Menos de 50,000	1.0	4.0
50,001 < 150,000	2.0	4.0
150,001 < 500,000	2.5	4.0
500,001 < 2,000,000	3.0	6.0
2,000,001 < 7,000,000	3.5	6.0
Más de 7,000,000	4.0	6.0

Fuente: Guía para Diseño de Estructuras de Pavimento AASHTO – 1993
Parte II, Capítulo 2

Anexo III.7: Diseño paso a paso empleando el programa “PavementDesign&Analysis Life – Cycle CostAnalysis”.

Paso 1

Buscar la carpeta que contiene el programa, abrir el archivo llamado MENU y seleccionar la opción 2 (Flexible PavementAnalysis).



Paso 2

Elegir la opción 2 (Flexible StructuralNumberDetermination).

```

c:\ E:\programa\MENU.EXE
Pavement Analysis:                                READY    Page: 5
          Analysis Selection
          Select Desired Analysis:
          AASHTO '86 PAVEMENT DESIGN
          [1] Flexible E 18 Capacity Determination
          [2] Flexible Structural Number Determination
          Enter Selection:  2
          To Load an existing data file from diskette go to the AASHTO Menu, [F5].
Special Keys:  F1: HELP  F2: EXIT  F5: MENU  <PgUp>  <PgDn>

```

Paso 3

Introducir los datos que definen los parámetros del diseño, luego presionar F10 para que el programa haga el cálculo del número estructural. Presione ENTER para continuar.

```

C:\Users\Douglas\AppData\Local\Temp\Rar$EXa0.796\MENU.EXE
Pavement Analysis:                                READY    Page: 6
          AASHTO '86 Design Equations
          *** Flexible Pavement Analysis ***
          [1] Design E 18's                823.034
          [2] Reliability                   75.00
          [3] Overall Deviation             0.45
          [4] Soil Resilient Mod.          13,411.6
          [5] Initial Serviceability        4.20
          [6] Terminal Serviceability       2.00
          Flexible Structural Number        2.38
          Press Enter to Continue or <↑+↓> to Edit your Inputs
Special Keys:  F1: HELP  F2: EXIT  F5: MENU  <PgUp>  <PgDn>  <↑+↓>

```

Paso 4

- a) Introducir los coeficientes estructurales, los coeficientes de drenaje y los espesores de capas en pulgadas propuestos.
- b) Verificar si el SN requerido es menor que el SN dispuesto, o bien observar si el programa muestra la palabra "OK", si esto ocurre significa que el diseño es satisfactorio, si no, hay que proponer un espesor mayor para la capa base, ya que el espesor de la carpeta no puede variar por ser de adoquín.

```
C:\ E:\AASTHO-1\MENU.EXE
Pavement Analysis: READY Page: 7
Flexible Thickness Determination

Layer Number   Layer Coefficient   Drainage Coefficient   Layer Thickness   a(i)*Cd*t   Thickness Needed
=====
Upper          0.45                1.00                   6.00              2.70
2              0.16                1.00                   6.00              0.96
3
4
5
6

SN Required = 3.66
              = 2.38 <Ok>

Press [F10] to Clear an Input & <PgDn> to Continue when finished.

Special Keys:  F1: HELP  F2: EXIT  F5: MENU  <PgUp>  <PgDn>  <↑↓←>
```