

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
M.O.P.T.



PHR-0006

INFORME FINAL ACCESOS A LA UNIVERSIDAD DE
COSTA RICA
JULIO, 1996

PROYECTOS DE REHABILITACION
ACCESOS A LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LA COSECHA - GUADALUPE
CALLE SILES - LOURDES
LOURDES - SABANILLA

INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

JULIO - 1996

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
M.O.P.T.

PROYECTOS DE REHABILITACION
ACCESOS A LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LA COSECHA - GUADALUPE
CALLE SILES - LOURDES
LOURDES - SABANILLA

INFORME FINAL

LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y
MODELOS ESTRUCTURALES



CONVENIO CSV - FUNDEVI

JULIO - 1996

INDICE

1.	Aspectos Generales	1
2.	Diagnóstico	3
3.	Descripción de las Capas de Pavimento	6
4.	Análisis Estructural del Pavimento.....	10
5.	Conclusiones y Recomendaciones.....	15
	Anexo 1 Resumen de Resultados de Laboratorio.....	21
	Anexo 2 Análisis Estadístico de Distribución de Carga por Eje.....	23
	Anexo 3: Síntesis de Resultados del Análisis Esfuerzo - Deformación.....	55
	Anexo 4: Especificaciones Especiales.....	62
	Anexo 5: Sumario de Cantidades y Presupuesto.....	88

1-ASPECTOS GENERALES

1.1 UBICACION

El presente informe comprende la elaboración de planos y especificaciones para la Segunda Etapa de los Proyectos de Rehabilitación Vial. Se sub-divide en cuatro proyectos localizados en la provincia de San José, formados por calles urbanas que alimentan tránsito para el sistema principal de carreteras de peaje con una longitud total de 7.89 km. Específicamente son (ver plano de ubicación en la página 3):

Proyecto 1: Accesos a la Universidad de Costa Rica (UCR) con una longitud de 3.71 km.

Los accesos a la UCR están formados por las siguientes calles (rutas) urbanas:

Ruta A: Rotonda Betania - Iglesia San Pedro

Se inicia en la Rotonda Betania y termina en la Iglesia de San Pedro.

Ruta B: Monpik - Banco Anglo

Se inicia en la heladería Monpik y termina en la antigua sucursal del Banco Anglo.

Ruta C: Calle LANAMME

Se inicia en el semáforo de la intersección con la Ruta A y termina en la intersección con la calle Muñoz y Nanne - Sabanilla.

Ruta D: Calle Centro Infantil Laboratorio (CIL) de la UCR

Se inicia en la estación 0 + 560 de la Ruta C y termina en la intersección de la calle que va al Colegio Monterrey, pasando por el CIL.

Ruta E: Calle Alfredo Cruz

Se inicia en la estación 0 + 300 de la Ruta C y termina en la línea del ferrocarril.

Ruta F: Calle Instituto de Investigaciones en Salud (INISA)

Se inicia en la estación 0 + 600 de la Ruta A y termina en la intersección con la carretera a Sabanilla, pasando por el INISA (Instituto de Investigaciones en Salud).

Proyecto 2: La Cosecha - Guadalupe con una longitud de 1.35 km, inicia en la Supermercado La Cosecha y termina en el Almacén Robert Guadalupe.

Proyecto 3: Calle Siles - Lourdes con una longitud de 0.80 km, inicia carretera San Pedro y termina en la carretera Lourdes.

Proyecto 4: Lourdes - Sabanilla con una longitud de 2.03 km, inicia Centro Comercial Muñoz y Nanne y termina en la carretera principal a Sabanilla.

1.2 OBJETIVO

Analizar la estructura del pavimento existente y dar la asistencia técnica necesaria para la rehabilitación y reconstrucción de la carretera.

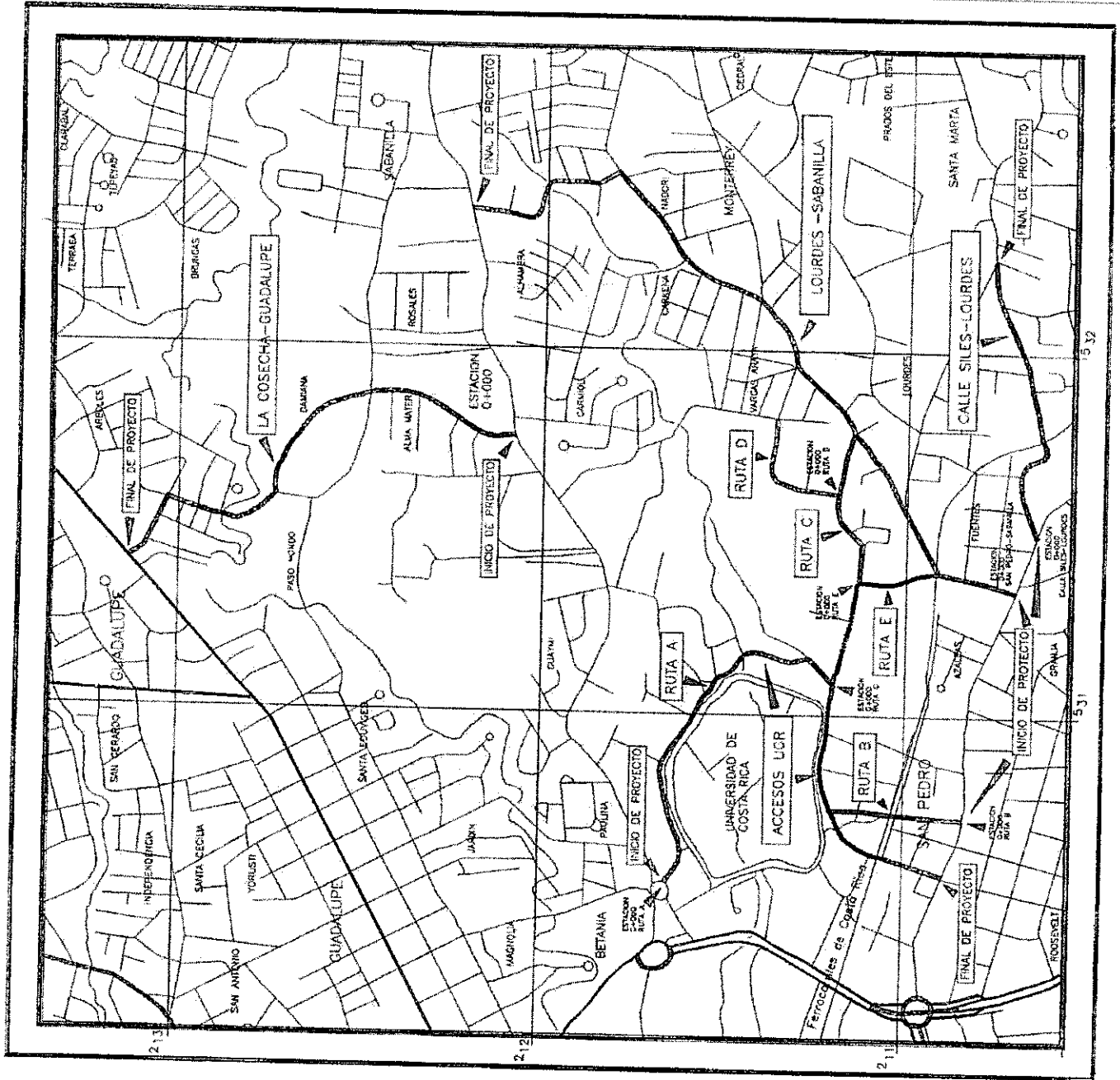
1.3 ANTECEDENTES

Este trabajo se enmarca dentro de los alcances de las cláusulas cuarta y quinta del convenio marco de cooperación suscrito entre el Consejo de Seguridad Vial y FUNDEVI, en mayo de 1993, y vigente hasta mayo de 1998.

Trabajos Específicos:

- a- Revisión preliminar y diagnóstico
- b- Muestreo de campo
- c- Pruebas de laboratorio
- d- Diseño del pavimento
- e- Descripción del proyecto y mapas

ESQUEMA DE UBICACION DE PROYECTOS DEL ESTUDIO



- f- Planos (esquemáticos lineales)
- g- Secciones transversales
- h- Especificaciones
- i- Sumario de cantidades

1.4 PLANOS ESQUEMATICOS LINEALES

Los planos esquemáticos lineales muestran los sitios donde hay drenajes, cabezales, puentes y detallan el trabajo a realizar, según corresponda:

- a- Bacheo
- b- Mejoramiento de la superficie
- c- Sobrecapa
- d- Rehabilitación
- e- Reconstrucción
- f- Puentes y drenajes

1.5 ESTUDIO DE TRANSITO

El análisis de tránsito de los proyectos comprendidos en la Segunda Etapa de los Proyectos de Rehabilitación Vial se basa en datos suministrados por el Departamento de Estudios Básicos de la Dirección General de Planificación del Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT).

Se realizó el estudio de tránsito en doce estaciones de conteo en el área de influencia durante el período que va del 29 de agosto de 1995 al 12 de setiembre de 1995. En cada estación se clasificaron los vehículos de pasajeros y vehículos de carga. Luego los vehículos se clasificaron en livianos y pesados, todo realizado de acuerdo con procedimientos establecidos por la Dirección General de Planificación del MOPT. Los datos obtenidos en las estaciones de conteo se corrigieron teniendo en cuenta el día de la semana, la semana del mes y finalmente el mes del año para establecer el Tránsito Promedio Diario (TPD) en cada ruta estudiada.

Para realizar las proyecciones del TPD durante la vida útil del proyecto se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

- Alternativa de pavimento rígido o flexible , para un vida útil estimada de 20 y 12 años, respectivamente
- Escenarios probables de crecimiento de tránsito
- Límite de capacidad de las vías
- Rangos probables de cargas por eje según tipo de vehículo

Otra consideración importante respecto a las solicitudes de tránsito es el hecho de que al rehabilitar estas vías, se produce el efecto de "tránsito atraído", lo que implica un incremento mayor en el flujo vehicular, respecto a la condición actual.

El análisis del crecimiento vehicular de Costa Rica demuestra ciclos altos y bajos dependiendo principalmente de la actividad económica del país. A nivel urbano hay calles y rutas nacionales con crecimientos de tránsito muy elevados (superiores al 12%) y otras que registran bajo crecimiento anual debido, principalmente, al estado de la superficie de ruedo o bien porque han llegado a su capacidad. Adicionalmente, durante los últimos dos años el parque automotor se ha incrementado en forma acelerada debido a la alta importación de vehículos nuevos y usados.

DIAGNOSTICO

2.1 METODOLOGIA

2.1.1 Evaluación Visual

Se realizó un recorrido del proyecto, marcando el estacionamiento cada cincuenta metros. Además, con el propósito de interpretar el modelo de deterioro del pavimento, utilizando el método de evaluación visual, se caracterizan los tipos y severidad de fallas conforme a la siguiente categorización:

- Fisuración y grietas
- Deformación "cuero de lagarto"
- Desintegración baches y baches tapados
- Deformaciones superficiales debido a fatiga en las capas inferiores

2.1.2 Muestreo

Se tomaron muestras para realizar pruebas de laboratorio en los siguientes componentes de la carretera:

- Sub-rasante
- Sub-base
- Base
- Capa de rodamiento

2.1.3 Pruebas de Laboratorio

A las muestras obtenidas se les hizo pruebas para determinar las condiciones de las capas del pavimento, así como el estado de la sub-rasante.

El detalle de los alcances y resultados de estos análisis se presentan en los capítulos 3 y 4, y en el Anexo 1.

2.1.4 Deflectometría

Para completar el diagnóstico de la estructura del pavimento se efectuó el ensayo de Viga Benkelman. Este estudio se presenta en detalle en el Capítulo 4: Análisis Estructural del Pavimento.

2.2 RESULTADOS

2.2.1 Proyecto 1: Accesos a la UCR

Ruta A: Rotonda Betania (0 + 000) - Iglesia San Pedro (1 + 700)

De la estación 0 + 000 a 0 + 350 se nota un deterioro alto, con 90% de cuero de lagarto, y más de 90m² de baches tapados.

En la estación 0 + 350 debe reconstruirse el cordón y caño.

De la estación 0 + 350 a 1 + 000 (semáforo de intersección) el cuero de lagarto está totalmente extendido con 20% de baches abiertos y casi intransitable. Requiere bacheo de emergencia.

De la estación 0 + 600 a 0 + 700 la falla de sub-rasante se debe al elevado nivel de aguas freáticas. Hay que abatirlas con un sub-drenaje que descargue en la Quebrada Negritos.

De la intersección 1 + 000 a la Iglesia de San Pedro, (1 + 700), el cuero de lagarto se extiende en un 90% y la superficie de rodamiento está intransitable; hay grietas longitudinales y falla de subrasante. En esta sección se requiere construir sub-drenajes.

Ruta B: Monpik (0 + 000) - Banco Anglo (0 + 343)

Pavimento totalmente fallado, con cuero lagarto en un 100%. Hay zonas con recarpeteo en las cuales ya el cuero de lagarto se ha reflejado.

Ruta C: Calle LANAMME: inicia en el semáforo intersección Ruta A (0+000) y termina en la intersección con la ruta Muñoz y Nanne - Sabanilla

Pavimento totalmente deteriorado, cuero de lagarto en un 100%. Deben limpiarse espaldones y construir acera, cordón y caño para que el agua no corra por el pavimento.

Ruta D: Calle CIL de la UCR: inicia en la intersección 0 + 560 de la Ruta C y termina en la intersección de la calle al Colegio Monterrey (0 + 340)

Esta ruta está totalmente fallada. El asfalto fue colocado sobre lastre y en algunos casos sobre la sub-rasante.

Ruta E: Calle Alfredo Cruz: inicia en la intersección 0 + 300 de la Ruta C y termina en la vía férrea (0 + 211)

Pavimento con un 60% de cuero de largarto y un 40% de bacheo tapado.

Ruta F: Calle INISA: inicia en la intersección 0 + 600 de la Ruta A y termina en la carretera a Sabanilla (0 + 442)

Pavimento en mal estado, con 90% de cuero de lagarto y pérdida de carpeta. El deterioro es severo.

2.2.2 Proyecto 2: La Cosecha - Guadalupe

De la est. 0 + 000 a 0 + 410 el pavimento tiene un 50% de baches tapados. El resto presenta cuero de lagarto.

En la est. 0 + 410 (Intersección), cambia la sección transversal y existe un recarpeteo con poco cuero de lagarto producido por fatiga y reflejo de grietas.

De la est 0 + 660 a 0 + 850 se amplió la carretera de 4.50 a 6.10 m. La ampliación tiene un asentamiento notorio por falla de las capas inferiores.

2.2.3 Proyecto 3: Calle Siles - Lourdes

En el inicio del proyecto el pavimento evidencia recarpeteo en 200 metros, con cuero de lagarto por reflexión de grietas. El resto está totalmente dañado, con cuero de lagarto en un 100%. Hay 15 % de baches y se puede estimar un 20% de baches tapados.

2.2.4 Proyecto 4: Lourdes - Sabanilla

De la est. 0 + 000 a 0 + 400 presenta más de un 30% en cuero de lagarto con hundimiento longitudinal a ambos lados, y 90m² de baches tapados.

De la est. 0 + 400 a 0 + 800 el pavimento está totalmente fallado. Se aprecia falta de drenajes y sub-drenajes con fallas notorias de sub-rasante. Requiere reconstrucción total.

De la est. 0 + 800 a 2 + 150 hay cuero de lagarto en el 80% del pavimento, el resto tiene baches tapados. Se notan fallas de sub-rasante y hundimientos por falta de drenaje.

De la est. 2 + 150 al final del proyecto (est. 2 + 120) el pavimento está 100% fallado, con múltiples baches tapados y destapados y cuero de lagarto acentuado.

3- DESCRIPCION DE LAS CAPAS DE PAVIMENTO

En el Anexo 1 se resumen los resultados de las pruebas de laboratorio (separadamente para cada proyecto y para cada sondeo), y se presenta una descripción de las características más relevantes de los materiales constitutivos del pavimento, obtenido esto por medio de los muestreos realizados. En los planos se incluye la ubicación de los sondeos. A continuación se presenta una descripción general de los resultados obtenidos.

3.1 PROYECTO 1: ACCESOS A LA UCR

3.1.1 Rotonda Betania - Iglesia San Pedro

Concreto Asfáltico

En general está conformada por dos capas de espesor variable que oscilan entre 6 y 14 cm (espesor total), excepto en el caso de los sondeos de las est. 1 + 450 y 1 + 600, donde solo se detectó una capa de 6 cm de espesor, apoyada sobre una capa delgada de grava (2.5 cm), seguida de una base estabilizada de 10 cm. Esta capa de rodamiento se encuentra severamente deteriorada y oxidada.

Base

El espesor de esta capa es muy variable, en la mayoría de los casos oscila entre 7 y 15 cm, excepto en la est. 0 + 475 donde se detectó una base estabilizada de 25 cm, y en la est. 0 + 850, donde no se encontró capa de base, dado que la capa asfáltica de 8 cm se apoya sobre 25 cm de lastre.

Otra particularidad importante a tener en cuenta, es que en 4 de los sondeos se encontró base estabilizada, en un caso con 7 cm de espesor. Llama aún más la atención la configuración estructural en el sondeo en la est. 1 + 450, donde sobre una base estabilizada de 10 cm, se coloca una capa delgada de grava de 2.5 cm, sobre la cual se apoya la capa asfáltica (6.5 cm). También cabe destacar que en el sondeo de la est. 0 + 050, la base granular sólo tiene 8 cm de espesor y se apoya sobre una sub-base de 10 cm.

Sub-base

Esta capa presenta variabilidad en espesores (de 10 a 26 cm) y en densidad de compactación. Aunque predomina el lastre como material constitutivo, también se detectó piedra quebrada. El material de la est. 1 + 600 es ligeramente plástico ($IP=3$).

Sub-rasante

En todos los sondeos realizados se encontró un material limo - arcilloso de mediana a baja plasticidad, con valores de IP inferiores a 15 y con valores de soporte (CBR) relativamente altos.

Pese a la buena calidad de este suelo, hay que tener presente la dispersión en cuanto a densidad de compactación de la sub-rasante así como de las capa superiores.

3.1.2 Monpik - Banco Anglo

Se trata de un pavimento con deterioro severo, conformado por una delgada capa de sub-base, en general mal compactada, sobre la que se apoya una capa de lastre estabilizado de espesor variable (en los sondeos se detectaron espesores de 10 y 18 cm).

La capa asfáltica está muy deteriorada y buena parte ha sido sustituida por de bacheos sucesivos.

También debe adecuarse el sistema de drenaje lateral para que funcione eficientemente.

3.1.3 Calle LANAMME

La capa asfáltica es de espesor variable (4.5 a 9.5 cm según sondeos), y se encuentra severamente deteriorada y en gran parte sustituida por baches.

En los dos primeros sondeos se detectó una capa de lastre estabilizado de 10 a 20 cm de espesor, y en el tercer sondeo no se detectó capa de base.

La sub-base de lastre se detectó en espesores de 10, 32 y 28 cm, con poca compactación. En el tercer sondeo (sub-base de 28 cm) no se encontró capa de base.

3.1.4 Calle Centro Infantil Laboratorio de la UCR

Esta calle está severamente deteriorada y el pavimento no cuenta con una estructuración suficiente para resistir las cargas de tránsito. En el sondeo realizado se detectó una sub-base de 18 cm y sobre esta 4 cm de concreto asfáltico en condición de deterioro total.

3.1.5 Calle INISA

En uno de los sondeos se detectó que la capa asfáltica está apoyada directamente sobre la sub-rasante. En la otra perforación, la capa está apoyada sobre una débil sección de pavimento de solo 10 cm de sub-base, 17 cm de base granular y 4.5 cm de concreto asfáltico. En general el pavimento está severamente deteriorado.

3.1.6 Calle Alfredo Cruz

La conformación de la estructura del pavimento parte de 2 capas de concreto asfáltico fatigado, con espesor de 11 y 9 cm según sondeos. En la est. 0 + 050 no se detectó capa de base y la capa asfáltica se apoya sobre 39 cm de lastre.

3.2 PROYECTO 2: LA COSECHA - GUADALUPE

Como se detalla en el Anexo 2, la configuración de este pavimento es inadecuada para los niveles de tránsito que soporta.

En la est. 0 + 200, por debajo de la capa asfáltica (fatigada) de 4 cm, se detectaron 8 cm de lastre gris, mal graduado y saturado por deficiencias de drenaje, y sub-yacente a esta una capa de lastre estabilizado, de baja resistencia, apoyada directamente sobre la sub-rasante.

En la est. 0 + 970, se detectaron 3 capas de concreto asfáltico, pero separadas las dos primeras de la tercera por 5 cm de material granular. Estas capas superiores se apoyan sobre 20 cm de lastre estabilizado, debajo del cual sub-yace una capa de lastre de 15 cm, y debajo de esta un canto rodado, mal graduado, de 25 cm de espesor.

3.3 CALLE SILES - LOURDES

En el primer sondeo de la est. 0 + 360 se detectaron 2 capas delgadas de concreto asfáltico (9 cm espesor total), apoyadas en un lastre gris con baja compactación. Debajo de esta capa hay 10 cm de piedra quebrada, lo que muestra una muy deficiente estructuración del pavimento.

En el sondeo de la est. 0 + 675, se detectaron 3 capas asfálticas muy deterioradas, separadas la última de las 2 primeras por una delgada capa de piedra quebrada (2 cm). En total, el concreto asfáltico suma 15 cm de espesor en este punto.

Dichas capas de concreto asfáltico se apoyan sobre 10 cm de lastre gris mal compactado y debajo de est lastre hay una capa de piedra quebrada, mal graduada, también de 10 cm de espesor.

El marcado deterioro del pavimento se explica en razón de su deficiente conformación estructural.

3.4 PROYECTO 4: LOURDES - SABANILLA

Sobre esta calle se hicieron 6 sondeos. El detalle de los estudios de laboratorio se presenta en Anexo I. No obstante, conviene comentar lo siguiente:

- A lo largo del proyecto la capa asfáltica es de espesor muy variable (oscila entre 4 y 19 cm).
- Considerando como base la capa por debajo del concreto asfáltico, se detectó a ese nivel la presencia de losas de concreto, lastre sin estabilizar, canto rodado, lastre estabilizado y una capa de ladrillo, lo que muestra la gran heterogeneidad y mala calidad de los materiales.
- De manera análoga, también se detectaron diferencias en cuanto a las características de la sub-base.
- En la estación 0+750 las capas del pavimento están saturadas, consecuencia del mal funcionamiento de los drenajes.

4. ANALISIS ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

4.1 ANALISIS DE TRANSITO Y PREDICCIÓN DE CARGAS POR EJE

Para realizar este análisis se tomaron en consideración los siguientes aspectos:

a- Escenarios probables de crecimiento del flujo vehicular. Para este análisis se plantearon 8 escenarios probables, considerando las siguientes variables:

- Tasa de crecimiento anual: 4% y 6%
- Para la alternativa de pavimento flexible se analizó un rango de variación del factor camión entre 0.20 y 0.30. El primero corresponde a una vía con un bajo volumen de vehículos pesados, y el segundo, una hipótesis alta, es un valor más representativo para el caso de vías arteriales urbanas.
- Capacidad máxima para 2 carriles: 20.000 y 25.000 vpd (vehículos por día). Se incluye el afecto de ciclo de semáforos, accesibilidad a la vía (número de intersecciones por kilómetro), estacionamientos y paradas de buses.
- Período de análisis: 12 , 20 y 22 años. Los dos últimos períodos se utilizaron para analizar la alternativa de pavimento rígido.

b- Rango probable de ejes equivalentes de 8.2 ton en el período de diseño.

Con base en el conjunto de hipótesis que se plantean en el punto anterior (a), se deriva un rango probable (min, max), de ejes equivalentes para cada proyecto. En el Cuadro N° 1 se resumen los resultados de este análisis.

c- Distribución de cargas por eje de los diferentes tipos de vehículos.

Para el análisis de fatiga del pavimento rígido se necesita conocer la distribución de cargas por eje y rango de carga, según tipo de vehículo, separadamente para ejes simples y ejes tandem. Para obtener esta información se hizo un estudio estadístico de cargas por eje correspondiente a 3818 camiones de tipo C-2 y 3278 camiones de tipo C-3. En el caso de los buses la distribución de cargas por eje se hizo con base en un estudio del Departamento de Pesos y Dimensiones (MOPT) que determinó que la carga promedio en los ejes de los autobuses es de 5.2 ton y 8.1 ton.

La clasificación del flujo vehicular por tipo de vehículos se hizo a partir de los datos suministrados por el MOPT, con base en 12 estaciones de conteo que para dicho propósito definió el MOPT.

A partir de esta información se clasifican los ejes simples, según la frecuencia de aplicación de cargas en el rango de 2 a 14 toneladas por eje y para los ejes tandem en el rango de 5 a 20 toneladas por eje. Esta distribución de frecuencia de cargas se expresa en número de ejes, según rango de carga, por cada 1000 vehículos que pasan por el carril de diseño. En el Cuadro N° 3 se presenta a manera de ejemplo, el resultado de este análisis para el proyecto Rotonda Betania - Iglesia de San Pedro. En el Anexo N° 2 se presentan los cuadros resumen de este estudio estadístico.

CUADRO N°1

Número de ejes equivalentes para cada carretera (1E + 06), según hipótesis planteada

CARRETERA	Hip 1 12 años	Hip 1 22 años	Hip 2 12 años	Hip 2 22 años	Hip 3 12 años	Hip 3 22 años	Hip 4 12 años	Hip 4 22 años
Rot. Betania - Iglesia San Pedro	12,8	26,49	9,9	19,08	9,32	18,40	7,46	14,80
Monpik - Banco Anglo	7,13	18,28	5,94	14,50	5,19	11,80	4,16	9,47
Calle LANAMME (Semaforo-Vargas Araya	15,00	28,69	10,80	19,90	10,70	19,80	8,54	15,80
Calle Centr o Infantil Laboratorio UCR	2,01	5,18	1,67	4,31	1,47	3,34	1,17	2,67
Calle Alfredo Cruz	10,19	23,64	8,45	17,57	7,42	16,30	5,93	13,00
Calle INISA	4,45	11,46	3,71	9,55	3,24	7,39	2,60	5,92
La Cosecha -Guadalupe	8,78	21,52	7,31	16,40	6,39	14,50	5,11	11,60
Calle Siles-Lourdes	2,17	5,58	1,81	4,64	1,58	3,80	1,26	2,88
Lourdes - Sabanilla	14,17	27,86	10,50	19,63	10,20	19,40	8,19	15,50

4.2 ANÁLISIS DEFLECTOMÉTRICO

Por medio de la viga Benkelman se hizo un estudio de deflexiones para cada uno de los nueve proyectos. Los resultados obtenidos en campo fueron corregidos teniendo en cuenta el efecto de la temperatura y el nivel de agrietamiento de la capa asfáltica. Posteriormente se someten los datos a un análisis estadístico con el propósito de identificar tramos homogéneos y la desviación estándar de la información. Esta información permite determinar la deflexión de diseño para cada tramo homogéneo. En el Cuadro N° 3 se resumen los resultados de este análisis.

4.3 ESTUDIO DE LABORATORIO

En cada uno de los proyectos se realizaron sondeos con el propósito de determinar los parámetros físico-mecánicos de cada una de las capas del pavimento existente, incluida la sub-rasante. En el Anexo 1 se presenta el cuadro resumen de los análisis de laboratorio. Asimismo, en el Capítulo 3 se comentan los aspectos más relevantes de este estudio.

4.4 EVALUACIÓN VISUAL

Para interpretar de mejor forma toda la información obtenida de los estudios de campo y de laboratorio, así como de los análisis de tránsito, se procedió a realizar un levantamiento de la condición de deterioro del pavimento en cada una de los proyectos. De esta evaluación se concluye que todos estos proyectos se encuentran en un alto nivel de deterioro, y que independientemente de la solución de refuerzo estructural a que se llegue no es recomendable colocar una sobrecapa directamente sobre el concreto asfáltico existente. Por lo tanto, debe procederse a una reconstrucción de la vía que tome en consideración los siguientes aspectos:

- Restricciones de nivel máximo de rasante.
- Solicitaciones de tránsito durante el período de vida útil de la estructura del pavimento.
- Condición físico-mecánica de los materiales constitutivos de las diferentes capas del pavimento existente.
- Capacidad soportante de la sub-rasante.

4.5 DIMENSIONAMIENTO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO

4.5.1 Capacidad estructural del pavimento existente y pre-dimensionamiento del refuerzo

Con base en la información obtenida (deflexiones, estudio de tránsito, estudios de laboratorio) se hizo un primer análisis de capacidad estructural a partir del ensayo deflectométrico. En esta primera aproximación para calcular los requerimientos de refuerzo estructural del pavimento, y teniendo como restricción que el nivel de rasante no puede subir más de 5 cms (respecto al nivel actual), se determinó que en algunos tramos, dada la mala calidad de los materiales constitutivos del pavimento, se requería reconstruir desde niveles por debajo de la sub-rasante actual.

Este primer análisis confirmó la hipótesis de que estos pavimentos requieren de una reconstrucción total.

4.5.2 Diseño de la reconstrucción del pavimento

Para la reconstrucción de los pavimentos, se plantearon, para cada proyecto, tres alternativas:

- pavimento flexible
- pavimento semi-rígido
- pavimento rígido

Las dos primeras se analizaron para una vida útil de 12 años y la tercera se analizó para un período de 20 años.

Para analizar la alternativa de pavimento rígido se procedió de la siguiente forma:

- Se propuso una losa de concreto compactado con rodillo, con un módulo de ruptura de 36 kg/cm².
- Se hizo el análisis de fatiga por carga en los bordes de la losa y el análisis de falla por erosión y bombeo en la capa de base. Para esto se estratificaron y clasificaron las cargas siguiendo la metodología expuesta en el punto 4.1 c y en el Anexo 2.

En las alternativas de pavimento semi-rígido y flexible se procedió de la siguiente forma:

- Se caracterizó el efecto del tránsito como el total de ejes equivalentes de 8.2 ton (tanto ejes simples como tandem), durante el período de diseño.

- Se aproximó el dimensionamiento de la estructura por el método AASHTO, suponiendo una pérdida en el nivel de servicio (PSI) entre 2.0 y 2.5.
- Se realizó un análisis pormenorizado de distribución de esfuerzos y deformaciones, en las diferentes capas del pavimento, con el objeto de “afinar” y verificar el dimensionamiento obtenido por el método AASHTO.

En este caso se utilizaron módulos dinámicos (módulo resiliente) y un modelo elástico lineal. En el Anexo N° 3 se presenta una síntesis de los resultados obtenidos. Los módulos dinámicos del concreto asfáltico se variaron en función de la variación de la temperatura del pavimento y en el caso de la sub-rasante se consideró también el efecto de la época de verano y se asignó un valor máximo probable de módulo resiliente de sub-rasante de 850 kg/cm².

Con base en este análisis se determinó el comportamiento a fatiga a largo plazo de la estructura del pavimento. Estos valores de vida útil a fatiga, según las diferentes condiciones del pavimento (espesor de capas, temperatura y condición invierno - verano) se presentan en el Anexo N° 3.

Como resultado del análisis estructural antes indicado, se obtiene los siguientes requerimientos para la estructura del pavimento:

1. Rotonda Betania-Iglesia de San Pedro

- BE= 23 cm (Base estabilizada)
- HCR= 23 cm (Hormigón compactado con rodillo)
- CA= 5 cm (Capa asfáltica, superficie de rodamiento)

2. Monpik - Banco Anglo

- BE= 22 cm
- HCR= 23cm
- CA= 5 cm

3. Calle Centro Infantil Laboratorio de la UCR

- SB= 20 cm (Sub-base granular)
- BE= 22 cm (Base estabilizada)
- CA= 11 cm (Concreto asfáltico)

4. Calle INISA
 - SB= 24 cm
 - BE= 23 cm
 - CA= 11.5 cm

5. Calle LANAMME
 - BE= 25 cm
 - HCR= 23 cm
 - CA= 5 cm

6. Calle Alfredo Cruz
 - BE= 20 cm
 - HCR= 23 cm
 - CA = 5cm

7. La Cosecha - Guadalupe
 - BE= 20 cm
 - HCR= 23 cm
 - CA= 5 cm

8. Lourdes - Sabanilla
 - BE= 23 cm
 - HCR= 23 cm
 - CA= 5 cm

9. Calle Siles - Lourdes
 - SB= 20 cm
 - BE= 22 cm
 - CA= 11 cm

5- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los sondeos realizados muestran una gran dispersión en la conformación y calidad estructural del pavimento, así como en la calidad y tipo de materiales constitutivos. Esto permite prever que existe la posibilidad de que al momento de proceder a la reconstrucción del pavimento, aparezcan materiales o situaciones especiales no detectadas en los sondeos.
2. En los ensayos realizados a la sub-rasante se detectaron valores relativamente altos de capacidad de soporte (CBR), y se diseñó la reconstrucción asumiendo un valor CBR de 5.0. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta lo siguiente:
 - a- La capa sobre la que se apoya la estructura de pavimento especificada en este estudio debe ser compactada a una densidad no menor al 95% del próctor (próctor modificado si la sub-rasante es capa granular y próctor estándar en caso contrario).
 - b- Si se detectan suelos blandos (CBR menor a 5) debe corregirse la deficiencia estructural, ya sea por sustitución de material o modificando el espesor de las capas del pavimento a reconstruir.
3. Debe asegurarse que la estructura del pavimento quede libre del efecto nocivo del agua por infiltración, ya sea por mal funcionamiento de drenajes o por fugas en las tuberías. El mal funcionamiento de los sistemas de drenaje (superficial y profundo), disminuirá significativamente la vida útil de la estructura del pavimento.
4. La capa asfáltica debe tener el espesor mínimo necesario para garantizar un excelente acabado superficial y un eficiente drenaje superficial (bombeo).
5. El concreto asfáltico debe ser una mezcla tipo densa, con un porcentaje de vacíos preferiblemente cercano al 3%. Además debe colocarse una mezcla que no ocasione problemas por formación de roderas o exudación de ligante.
6. La capa de sub-base debe compactarse a una densidad mayor al 97 % del Próctor Modificado.
7. El control estricto de sobrecargas hará que la estructura del pavimento tenga un mejor comportamiento en el largo plazo.
8. Se diseñó para un Módulo de Ruptura del concreto compactado con rodillo de 36 kg/cm².

9. La estabilización de la base puede hacerse con cal, asfalto, emulsión o cemento. La decisión debe tomarse teniendo en cuenta las características de los materiales constitutivos de los proyectos a construir, así como las ventajas e inconvenientes de cada uno de las opciones indicadas.
- 10- La base estabilizada se diseñó para un Módulo Resiliente de 45000 kg/cm². Al no contarse con equipo de laboratorio para determinar el módulo dinámico de estos materiales, se puede obtener de forma aproximada (o sea con margen de error) a partir de los parámetros de resistencia a compresión o de estabilidad, según el siguiente criterio:
- a- Base estabilizada con cemento: obtener una resistencia a compresión a 7 días de 38 kg/cm².
 - b- Base estabilizada con cal: obtener una resistencia a compresión a 7 días de 40 kg/cm².
 - c- Base asfáltica: obtener un valor de estabilidad mínimo de 400 kg. En el caso de la base asfáltica hay que tener presente el efecto de la temperatura en la variación del módulo dinámico de la emulsión o cemento. La decisión debe tomarse teniendo en cuenta las características de los materiales constitutivos de los proyectos a construir, así como las ventajas e inconvenientes de cada uno de las opciones indicadas.
- 10- Conviene hacer un análisis de laboratorio para determinar el mejor uso que se puede dar a los materiales que hay que remover en estos proyectos a fin de optimizar su reutilización.

ANEXO 1

RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE LABORATORIO

PARTE A

DESCRIPCION DE LOS MATERIALES CONSTITUTIVOS DEL PAVIMENTO

A continuación se presenta, para cada proyecto, un detalle de lo observado en cada uno de los sondeos realizados.

A.1 ROTONDA BETANIA - IGLESIA DE SAN PEDRO

Sondeo N° 1: Est. 0 + 050

Capa Asfáltica: Formada por una primera capa de 7 cm., con un recarpeteo de 2 cm, ambas en estado severo de agrietamiento.

Base: Se detectó una base granular de 8 cm. de espesor.

Sub-base: Constituida por un lastre gris en un espesor de 18 cm.

Sub-rasante: Suelo limo arcilloso, color café, de mediana plasticidad

Sondeo N° 2: Est. 0 + 200

Capa Asfáltica: Conformada por 2 capas, la primera un macadam de penetración de 7 cm. de espesor y la capa superior una mezcla densa también de 7 cm. de espesor. Ambas presentan agrietamiento severo.

Base: Lastre gris estabilizado de 15 cm. de espesor.

Sub-base: Lastre de color café en 23 cm. de espesor.

Material de Relleno: 25 cm. de piedra quebrada mezclado con lastre.

Sub-rasante: Suelo limo- arcilloso, color café, de mediana plasticidad.

Sondeo N° 3: Est. 0 + 475

Capa Asfáltica: Conformada por una primera capa de macadam de penetración de 5 cm. de espesor, con una sobrecapa de 4 cm. en condición de deterioro severo.

Base: Lastre estabilizado de 25 cm. de espesor.

Sub-base: 10 cm. de material granular mezclado con lastre de mala calidad.

Sub-rasante: Suelo limo-arcilloso color café, de mediana plasticidad.

Sondeo N° 4: Est. 0 + 850

Capa Asfáltica: Se detectó una primera capa de concreto asfáltico degradado, con 4 cm. de espesor y una sobrecapa también de 4 cm., ambas en condiciones similares de degradación.

Base: No existe

Sub-base: 25 cm. de lastre color oscuro, mezclado con otro de color café.

Sub-rasante: Suelo café claro, con plasticidad de media a alta.

Sondeo N° 5: 1 + 075

Capa Asfáltica: Conformada por dos capas de 5 y 7 cm de espesor, con alto grado de degradación.

Base: Material granular no estabilizado, con 11 cm. de espesor.

Sub-base: En los primeros 10 cm. se detectó un lastre color café, sobre una capa de relleno de lastre contaminado con escombros como ladrillos y lastre blanco de mala calidad.

Sub-rasante: Suelo arcilloso de color café y de mediana plasticidad.

Sondeo N° 6: Est. 1 + 450

Capa Asfáltica: 6.5 cm. de concreto asfáltico degradada.

Capa Intermedia: Se detectó una capa de grava de 2.5 cm. de espesor.

Base: Lastre estabilizado de 10 cm. de espesor.

Segunda Capa Intermedia: Piedra quebrada de 2.5 cm. de espesor.

Sub-base: Lastre gris, con poca compactación y de 30 cm. de espesor.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café oscuro de mediana plasticidad.

Sondeo N° 7: Est. 1 + 600

Capa Asfáltica: 6 cm. de espesor de material asfáltico degradado.

Base: Base estabilizada de lastre gris de 7 cm. de espesor.

Sub-base: Material granular redondeado con sobretamaño de hasta 12 cm., con 15 cm. de espesor.

Sub-rasante 1: Se detectó una primera capa de 11.5 cm. de suelo arcilloso, café oscuro, de plasticidad media alta.

Sub-rasante 2: Debajo de la capa anterior se encontró un suelo limo-arcilloso, café claro

A.2 MONPIK - BANCO ANGLO

Sondeo N° 1: Est. 0 + 250

Capa Asfáltica: Se detectó una primera capa de 6 cm. de material degradado con una sobrecapa de 5 cm.

Base: Lastre estabilizado de 10 cm. de espesor.

Sub-base: 5 cm. de lastre con poca compactación.

Sub-rasante: Arcilla café claro con poca compactación.

Sondeo N° 2: Est. 0 + 050

Capa Asfáltica: Conformada por piedra quebrada mezclada con asfalto (no tiene apariencia de mezcla densa).

Base: Conformada por 10 cm. de lastre estabilizado muy compacto.

Sub-base: 9 cm. de lastre.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café, de mediana plasticidad.

A.3: CALLE INISA

Sondeo N° 1: Est. 0 + 200

Capa Asfáltica: La primera capa de 7.5 cm. de material degradado con una sobrecapa, severamente agrietada, de 4 cm. de espesor.

Base: No se detectó capa de base.

Sub-base: No se detectó capa de sub-base.

Sub-rasante: Arcilla limosa de mediana plasticidad.

Sondeo N° 2: Est. 0 + 370

Capa Asfáltica: Material degradado de 4.5 cm. de espesor.

Base granular: Se detectó un material granular, con sobretamaño (tamaño máximo 5 cm.) y 17 cm. de espesor.

Sub-base: 10 cm. de lastre.

Sub-rasante: Suelo arcilloso de mediana plasticidad.

A.4 CALLE LANAMME

Sondeo N° 1: Est. 0 + 075

Capa Asfáltica: Se detectó una primera capa de material asfáltico oxidado de 10 cm. de espesor con una sobrecapa de 5.0 cm. de material igualmente oxidado y sobre estas una tercera capa de 4.5 cm.

Base: Lastre estabilizado con espesor variable de 10 a 17 cm., en razón de la conformación del “bombeo” transversal.

Sub-base: 10 cm. de lastre de poca compactación.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café oscuro de mediana plasticidad.

Sondeo N° 2: Est. 0 + 420

Capa Asfáltica: 20 cm. de lastre estabilizado.

Sub-base: 32 cm. de lastre, con escasa compactación.

Sub-rasante: Suelo arcilloso de alta plasticidad, color café claro.

Sondeo N° 3: Est. 0 + 625

Capa Asfáltica: Se encontró una sola capa de 4.5 cm. de espesor.

Base: No se detectó.

Sub- base: Lastre sin estabilizar de 28 cm. de espesor.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café claro de plasticidad media - alta.

A.5 CALLE CENTRO INFANTIL LABORATORIO UCR

Sondeo N° 1: Est. 0 + 200

Capa Asfáltica: Se encontró una capa de 4 cm. de macadam de penetración muy deteriorado.

Base: No se encontró.

Sub-base: 18 cm. de lastre con vetas de varios colores, sin estabilizar.

Sub-rasante: Suelo arcillo - limoso de color café.

A.6 CALLE ALFREDO CRUZ

Sondeo N° 1: Est. 0 + 050

Capa Asfáltica: Se detectó una primera capa de material degradado de 4 cm de espesor con una sobrecapa de 7 cm., en condición de agrietamiento severo.

Base: No se detectó.

Sub-base: 39 cm. de lastre sin estabilizar, presenta deficiencias de compactación.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café.

A.7 CALLE SILES-LOURDES

Sondeo N° 1: Est. 0 + 360

Capa Asfáltica: Se encontró una primera capa de 5 cm. de material degradado, con una sobrecapa de 4 cm., también en condición de deterioro severo.

Base: Debajo de la capa asfáltica se detectó un lastre gris, mal compactado de 25 cm. de espesor

Sub-base: 10 cm. de piedra quebrada, mal graduada, con tamaño máximo de 10 cm.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café oscuro.

Sondeo N° 2: Est. 0 + 675

Capa Asfáltica: Se detectó una capa de 6 cm. de material degradado con una sobrecapa de 4 cm. en condición de deterioro severo.

Capa Intermedia: Debajo de 10 cm. de concreto asfáltico se encontró una capa de piedra quebrada de 2 cm. de espesor

Tercera Capa Asfáltica: Por debajo de las capas anteriormente indicadas se detectó otra capa asfáltica, muy deteriorada, de 5 cm. de espesor.

Base: 10 cm. de lastre gris, mal compactado, similar a la est. 0 + 360 .

Sub-base: 10 cm. de piedra quebrada con sobretamaño de 10 cm (material mal graduado).

Sub-rasante: Material arcilloso color café oscuro.

A.8 LOURDES - SABANILLA

Sondeo N° 1: Est. 0 + 125

Capa Asfáltica: Existe una primera capa de material degradado, con un espesor de 4 a 6 cm., y sobre esta una capa asfáltica, también en condición de deterioro severo, de 6 cm. de espesor

Base: Hacia el centro se detectó una losa de concreto de 15 cm. y debajo de esta 45 cm. de canto rodado, con tamaño máximo de 10 cm. Luego hacia el borde, una ampliación con base de lastre y piedra quebrada estabilizada, en un espesor de 10 cm. Se aprecia un hundimiento en esta ampliación.

Sub-base: En la ampliación hay 35 cm. de piedra quebrada y canto rodado.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café oscuro.

Sondeo N° 2: Est- 0 + 325

Capa Asfáltica: Conformada por 2 capas, la primera de 10 a 13 cm. en condición degradada y luego una sobrecapa de 6 cm., con agrietamiento severo

Losa de Concreto: Debajo de la capa asfáltica existe una losa de concreto de 13.5 cm. de espesor.

Base: 17 cm. de canto rodado.

Sub-base: No se detectó.

Sub-rasante: Arcilla limosa color café.

Sondeo N° 3: Est. 0 + 790

Capa Asfáltica: 7 cm. de concreto asfáltico bastante agrietado.

Base: Lastre estabilizado, presenta un alto contenido de humedad por deficiencia en los drenajes.

Sub-base: 12 cm. de lastre gris deficientemente compactado.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café.

Sondeo N° 4: Est. 1 + 350

Capa Asfáltica: Existe una primera capa de 5 cm., severamente agrietada y sobre esta, 4 cm de macadam de penetración, también en estado severo de deterioro

Base: 25 cm. de lastre estabilizado, con alto contenido de humedad por deficiencia de los drenajes.

Capa de Ladrillo: Debajo de la capa de base, existe una capa de ladrillo.

Sub-base: 5 cm. de lastre.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café.

Sondeo N° 5: Est. 1 + 780

Capa Asfáltica: Se detectó una primera capa severamente deteriorada y sobre esta una sobrecapa de 3 cm., con alto nivel de fatiga.

Base: 15 cm. de lastre estabilizado, pero de baja resistencia.

Sub-base: Debajo de la capa de base, se detectó 12 cm. de suelo arcilloso y debajo de este, otros 12 cm. de lastre gris con sobretamaño.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café claro.

Sondeo N° 6: Est. 2 + 040

Capa Asfáltica: La primera capa de 8 cm. de espesor se encuentra en condición severa de deterioro, sobre esta hay una sobrecapa delgada, de unos 2 cm. de espesor, en condición fatigada.

Base: No se detectó.

Sub-base: Se detectó una capa de lastre gris, de espesor variable (15 a 25 cm.).

Sub-rasante: Limo - arcilloso color café.

A.9 LA COSECHA - GUADALUPE

Sondeo N° 1: Est. 0 + 200

Capa Asfáltica: 4 cm. de concreto asfáltico fatigado.

Capa de Lastre: Debajo de la capa asfáltica se detectó una capa de 8 cm. de lastre, mal graduado y con alto contenido de humedad.

Base: Lastre estabilizado de baja resistencia, en un espesor variable de 23 a 29 cm., con tamaño máximo de hasta 20 cm.

Sub-base: No se detectó.

Sub-rasante: Suelo arcilloso café oscuro.

Sondeo N° 2: Est. 0 + 970

Capa Asfáltica: La primera capa de apenas 3 cm., se encuentra en condición severa de degradación, sobre esta una sobrecapa fatigada de espesor variable (6 a 8 cm.).

Capa Intermedia: Entre la base y la capa asfáltica se detectó una capa de material granular, de 5 cm. de espesor y con sobretamaño.

Base: 20 cm. de lastre estabilizado.

Sub-base: 15 cm. de lastre blanco con vetas color café.

Material de Relleno: Por debajo de la sub-base se detectó una capa de 25 cm. de canto rodado con sobretamaño de hasta 20 cm.

Sub-rasante: Suelo arcilloso color café.

PARTE B

SINTESIS DE RESULTADOS DE LABORATORIO

En los cuadros siguientes se muestra una síntesis de los ensayos de laboratorio, realizados en cada uno de los sondeos.

Teniendo en cuenta la estructuración tan heterogénea, y a efectos de ser consistentes con la descripción que se presenta en la Parte A de este mismo anexo, se aclara que en estos cuadros se entiende por capa de base, a la capa de material directamente debajo de la capa asfáltica. Aunque en algunos casos, esta capa está constituida por una única capa de lastre, lo que rigurosamente le caracterizaría como una sub-base, tal y como aparece descrita en la primera parte del Anexo.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Cuadro 1

Carretera: Rotonda Betania - Iglesia de San Pedro
Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Densid. Sitio (kg/m ³)	Humedad Natural (%)	%Comp.
								91%	95%	100%	91%	95%	100%			
0+050	27	34.2	6.3	60.7	98.3	32	1316	5	7.8	12	5.2	8.4	11.4	1148.4	18	87.3%
0+075	-	-	-	-	-	-	1405	-	-	-	-	-	-	1168	-	83.1%
0+200	26	36.2	10.0	-	-	33	1303	3.5	6.2	9.2	3.5	6.5	9.5	1326	-	101.8%
0+370	-	-	-	-	-	-	1435	-	-	-	-	-	-	1273.1	-	88.7%
0+475	40	30.5	5.5	65.2	98.3	-	1445	-	-	-	-	-	-	1317	-	91.1%
0+850	32	34.5	14.3	77	93.3	27	1470	3.6	5.5	11	4.4	6.6	12	-	37	-
1+075	50	29.4	7.5	-	-	32.8	1316	5.6	8	13.6	6.6	9.4	13.2	-	46	-
1+450	50	32.5	7.1	63.3	95.6	27.5	1413	7.3	8	7.5(97)	7.7	7.6	5.5(97)*	780.7	-	55.3%
1+600	28	44.6	9.3	64.7	97.6	32	1310	5.1	8	12.2(98.8)	5.8	8.4	12.6(98.8)	1223.7	-	93.4%
1+600	40	31.7	5.0	58.4	99	27	1427	6	9.6	11.4	4.6	7.6	8.6	1372.9	31	96.2%

* Densidad a la que se calculó el CBR.

Cuadro 2

Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Densid. Sitio (kg/m ³)	%Comp.
								91%	95%	100%(*)	91%	95%	100%		
0+050	10	NP	NP	13.4	34.5	11.8	1930	-	64.5	67.5 (98.7)	-	51	51(98.7)	1481.2	76.75%
0+200(c2)	26	NP	NP	-	-	14.8	1818	-	43.5(98)	53.5	-	38.5(98)	45	-	-
0+200	23	NP	NP	-	-	14	1705	-	-	8	-	-	8.5	-	-
0+475	10	NP	NP	21.1	34.7	-	-	-	-	-	-	-	-	2048	-
1+075	28	NP	NP	29.4	7.5	12.8	1852	28	58	97 (98)	28	57	78 (98)	1481.2	79.98%
1+450	30	-	-	14	24.1	12	1828	24	56	61(96.4)	18	42	45(96.4)	2153.5	117.81%
1+600	15	17.9	2.7	26.9	60	-	-	-	-	-	-	-	-	1356.1	-

(*) El paréntesis indica la densidad a que realmente se obtuvo el CBR

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Cuadro 3

**Carretera: Rotonda Betania - Iglesia de San Pedro
Caracterización de muestra: Base**

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas.1"	Wóp (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Den. Sitio (kg/m ³)
									91%	95%	100%	91%	95%	100%	
0+050	8	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+200	15	NP	NP	21.9	39.9	-	16.2	1745	42(92)	67.5	100(99)	35(92)	54	51(98.7)	-
0+300	-	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77.5(99)	-
0+400	-	-	-	-	-	-	14	1780	80	86	87(95.6)	64	61	60.5(95.6)	-
0+475	25	NP	NP	21.3	37.3	96.4	13.7	1857	17.5(92.8)	72.5	110(98.2)	15(92.8)	56	80(92.8)	1792.4
0+650	-	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+850	25	NP	NP	21.2	36	94.9	-	-	-	-	-	-	-	-	1642.3
0+775	-	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+075	11	NP	NP	14.8	31.7	96.9	11.5	1974	-	-	-	-	-	105	-
1+450	10	NP	NP	16.9	27.4	80	13	1832	43.6	48(93.5)	-	31.8	34(93.5)	98.8	-
1+600	7	NP	NP	15.3	30.6	93.8	-	-	-	-	-	-	-	-	880.5

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Monpik - Banco Anglo

Cuadro 4
Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	g (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+050	32	47.3	13.8	63.7	95.6	32.3	1275	5.8	10	13.5	6.4	11	14.6
0+250	26	37	14.3	66.6	94.5	26.3	1412	7.5	13.5	18	8	14	19

Cuadro 5
Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	g (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+050	9	NP	NP	21.9	39.8	11.1	1728	12(92)	32.5	85	12(92)	30	82
0+250	5	NP	NP	15.2	29.3	15.7	1778	-	-	-	-	-	-

Cuadro 6
Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	g (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+050	18	47.3	13.8	63.7	95.6	-	-	-	-	-	-	-	-
0+250	10	37	14.3	66.6	94.5	-	-	-	-	-	-	-	-

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Calle LANAMME

Cuadro 7
Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+075	30	26.4	4.7	61.7	89.4	26.5	1405	2.7	3.7	6.6	3.1	4.1	7.5
0+420	61	42.3	23.1	76.8	92.1	29.5	1418						
0+625	32	42.8	13	83.6	97.4	38	1335	6.5	4.5(94.8)	-	6.1	3.6(94.8)	-

Cuadro 8
Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+075	10												
0+420	32	20.1	2.9	25.4	40.9	14	1822	31.5	59.5	53(99.5)	27	48	41.5(99.5)
0+625*	-												

* No hay sub-base.

Cuadro 9
Caracterización de muestra: Base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas. 1"	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
									91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+075	17													
0+420	20													
0+625	28	NP	NP	19.5	29.4	90.4	16.8	1800	62	82.5	98(99.5)	60.5	65	78.5(99.5)

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Calle Instituto de Investigaciones en Salud (INISA)

Cuadro 10

Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	γ (kg/m3)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+200	12	27.3	3.7	57.6	98.3	32.8	1312	9.5	12.4	9.9(97.4)	10.4	12.4	7.2(97.4)
0+370	30	27	6.8	65.2	93.2								

Cuadro 11

Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	γ (kg/m3)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Densid. Sifio (kg/m3)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%	
0+125								-	64.5	67.5 (98.7)	-	51	51 (98.7)	-
0+200*	-							-	43.5(98)	53.5	-	38.5(98)	45	1442
0+370	10	NP	NP	22.7	37.4	14.7	1765	41(97.5)	-	65	33.5(97.5)	-	53	

* No se aprecia material de base

Cuadro 12

Caracterización de muestra: Base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas. 1"	Wóp (%)	γ (kg/m3)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
									91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+200*														
0+370	17	16.2	1.9	-	-	78.9								

* No se aprecia material de base

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Calle Alfredo Cruz

Cuadro 13

Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")				
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+025															
0+050	50	29.8	7	71.2	93.9										
0+150															

Cuadro 14

Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	Wóp (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			
								91%	95%	100%	91%	95%	100%	
0+025	30					11.8	1930	-	64.5	67.5 (98.7)	100%	-	51	51(98.7)
0+050	*					14.8	1818	-	43.5(98)	53.5	-	-	38.5(98)	45
0+150														

* No se distingue por la poca compactación en la base.

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Calle Alfredo Cruz

Cuadro 15

Caracterización de muestra: Base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas. 1"	Wóp (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")						
									91%	95%	100%	91%	95%	100%				
0+025																		
0+050	39	NP	NP	13.9	28.70	91.4	15.6	1754	54	94	-	47	73	-	-	-	-	-
0+150																		

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Calle Siles - Lourdes

Cuadro 16

Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+200		30.2	6.7	52.9	96.5	27.8	1387	4.4	9.2	14.5	4.4	9.5	14.5
0+360	45	29.9	5.4	61.2	97.3	25.8	1333	7.5	13.2	24.5	8.2	14	24.2
0+675	48	37.4	15.9	62	78.9	27.7	1428	5	5.5	15.5	6	9	16

Cuadro 17

Caracterización de muestra: Base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas. 1" W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+200		NP	NP			15.1	1820	-	86(95.5)	119(99)	-	72(95.5)	100%
0+360	25			19	30.2	82.1	1860	48	98	124(97.2)	40	75	92(97.2)
0+675	10	NP	NP	25.4	39.6	94.1	1835	-	85	162(98.2)	-	83	127(98.2)

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Lourdes - Sabanilla

Cuadro 18
Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Den. sitio (kg/m ³)	%Comp.
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+125	75	27.6	6.4	57.8	88.4										
0+325	75														
0+790	49	22.1	3.7	45.8	77.6	18.8	1560	-	6.5(96)	17	-	6.5(96)	15.5		
1+350	46	30	9.4			27	1458	1.8	4.5	8.1	2.2	4.8	8.1		
1+780	47	32.5	11			28.1	1460	5.4	7.5	8.1(98)	6.2	8.4	8.8(98)		
1+780						21.5	1650	-	13	10.5(98)	-	12	7.8(98)		
2+040	48					35.5	1337	8.4	7.5	6.2(97)	8.6	6.8	4.6(97)	1057.1	79.07%

Cuadro 19
Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%
0+125	35	NP	NP	16.7	28.8	10.7	2010	57(91.6)	79	95(98.5)	48.5(91.6)	69	70(98.5)
0+325*													
1+125													
1+350	5												
1+780	12	NP	NP	11.8	21.2								
0+790	15	NP	NP	21.7	36.9	13.4	1851	55	107.5	27.5(96.4)	51	92.5	107.5(96.4)
2+040**													

* No hay sub-base.

** No se aprecia la sub-base

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: Lourdes - Sabanilla

Cuadro 20

Caracterización de muestra: Base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	%pas. 1" Wóp (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Den. sit. (kg/m ³)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%	
0+125	10					10.4	1974	-	50	117.5	-	37.5	100%	87.5
0+325	17													
0+350						14.5	1865	50	85	117.5(99)	42.5	67.5	87.5(99)	
1+350	25					14.5	1865	50	85	117.5(99)	42.5	67.5	87.5(99)	
0+790	15					16.1	1770	22.5	62.5	145(98.4)	20	57.5	122(98.4)	
1+780	15													
2+040	15-25	NP	NP	14.6	27.6	89.1	1800	32.5	59	92	26	39	55	1581

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
LABORATORIO NACIONAL DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES

Resumen de resultados del Estudio de Laboratorio

Carretera: La Cosecha - Guadalupe

Cuadro 21

Caracterización de muestra: Sub-rasante

Estación	Prof. (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")			Dens. sitio (kg/m ³)	%Comp.
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+200	38	26.4	9.8	-	-	26.8	1442	6.5	9.5	17	7.5	10.5	16.2	-	-
0+970	66	38.3	10.5	-	-	30.8	1365	4.5	7	10.5	5.5	8	9.6	1194.1	87.48%

Cuadro 22

Caracterización de muestra: Sub-base

Estación	Espesor (cm)	LL	IP	%pas. 200	%pas. 40	W _{op} (%)	γ (kg/m ³)	CBR (0,2")			CBR (0,1")				
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+200*															
0+970(c2)	25	NP	NP	9	25.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+970	15	-	-	19.2	30.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*No se aprecia sub-base

ANEXO 2

**ANALISIS ESTADISTICO DE DISTRIBUCION
DE CARGAS POR EJE**

ANEXO 2

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE CARGAS POR EJE.

Para estimar la distribución de cargas por eje, por tipo de vehículo, se procedió de la siguiente forma:

- 1- Se hizo un estudio de clasificación del flujo vehicular según tipo de vehículo, a partir de la información suministrada por el MOPT, con base en 12 estaciones ubicadas en las calles objeto del presente estudio.
- 2- Se clasificaron los vehículos pesados según las siguientes categorías: camiones C2, buses y camiones C3 (en esta categoría se incluyó el camión T3-S2, de muy baja frecuencia en este caso).
- 3- La distribución de cargas se obtuvo a partir de una muestra de 3818 camiones C-2 y 3278 camiones C-3 y T3-S2, y en el caso de los buses se obtuvo la información directamente del MOPT, con base en un estudio que determinó la carga promedio por eje para este tipo de vehículo.
- 4- Se realizó un análisis estadístico, separadamente en dos categorías de ejes: ejes simples y ejes tandem.
- 5- Con base en esta información y en los escenarios de carga definidos en el punto 4.1 se procedió a calcular el número de solicitudes probables, por tipo de eje y según rango de carga.

En los cuadros siguientes se presenta una muestra de esta metodología utilizada.

Cuadro A.1.1

Composición del tránsito según la información de las estaciones de cada proyecto

Estacion	% liv	% pes.	% c. liv.	% c2	% c3	% t3-s2
1	80.26	5.5	12.97	1.26	0	0
2	82.23	4.51	12.16	1.1	0	0
3	80.97	1.46	15.69	1.86	0.03	0
4	71.22	5.46	19.6	3.59	0.14	0
5	76.42	8.37	14.06	1.15	0	0
6	80.55	1.05	16.26	2.14	0	0
7	78.16	1.37	16.62	3.54	0.3	0
8	80.31	2.19	15.17	2.14	0.18	0
9	77.88	2.57	17.38	1.99	0.12	0.06
10	78.82	1.96	17.53	1.61	0.09	0
11	73.51	9.6	14.23	2.37	0.21	0.08
12	75.44	4.53	17.79	2.2	0.04	0
Suma	935.77	48.57	189.46	24.95	1.11	0.14

Min	71.22	1.05	12.16	1.1	0	0
Máx	82.23	9.6	19.6	3.59	0.21	0.14
Desv. St.	3.30	2.81	2.17	0.81	0.10	0.03
Prom + 1 d	81.28	6.86	17.96	2.89	0.19	0.04
Prom + 2 d	84.57	9.67	20.13	3.71	0.29	0.07
Prom + 3 d	87.87	12.48	22.31	4.52	0.39	0.09

Cuadro A.1.2
Distribucion de carga por eje para camion T3-S2

# camiones	79	101	95	84	69	27	100	93	98	83	21	96	59	73	129	132	111	97	94	32	129	136	116	98	108	297	79	133	143	94	123	149
------------	----	-----	----	----	----	----	-----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	----	----	----	-----	-----	-----	----	-----	-----	----	-----	-----	----	-----	-----

Eje. Simple. Frecuencia

2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	3	2	2	1	0	0	0	0	0	0	5	2	2	1	1	1	2	1	0	2	0	4	4	6	0	1	2	0	0	0	0	0
4	65	70	69	56	49	19	77	24	27	18	10	22	7	56	106	99	95	75	74	27	93	102	95	63	74	240	73	98	109	70	89	111	
5	5	4	3	8	4	4	7	53	47	49	3	42	34	8	3	10	6	4	2	1	6	3	4	9	8	26	2	7	5	6	11	9	
6	7	21	20	17	10	3	14	10	17	7	6	21	7	4	18	21	7	15	16	3	30	28	17	21	21	24	4	27	26	16	23	27	
7	0	3	1	1	4	0	2	6	7	9	2	11	11	0	0	0	2	2	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	2	0	1	
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Cuadro A.1.3
Parámetros estadísticos para el camión T3-S2. Eje simple.

camiones = 3278

E. Simple	sum x	prom x	std. x	prom+1std	prom=2std	prom+3std	sum x	ejes/1000veh	ejes/1000veh * 340
2	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0
3	46	1.35	1.58	2.94	4.52	6.11	46	14.0	4771
4	2262	66.53	44.06	110.59	154.65	198.72	2262	690.1	234619
5	393	11.56	15.18	26.74	41.92	57.10	393	119.9	40763
6	508	14.94	8.17	23.11	31.28	39.45	508	155.0	52691
7	69	2.03	3.17	5.20	8.38	11.55	69	21.0	7157
8	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
9	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
10	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
11	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
12	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
13	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
>14	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0.0	0
Total	3278						Total	1000	340000

Cuadro A.1.4

Camion T3-S2

Estudio de frecuencia para ejes Tandem.

Clases	FRECUENCIA																					
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	>20
5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	3	2	1	1	0	0	1	0	0	1	2	1	1	2	0	1	0	0	8	7	3	0
8	1	1	1	1	0	0	0	0	0	2	3	2	1	1	0	6	2	4	3	0	5	1
9	1	2	1	1	0	0	3	3	1	0	1	0	2	2	6	1	2	4	1	7	5	6
10	4	5	1	4	0	4	0	4	0	0	2	0	7	2	1	4	1	2	6	3	5	3
11	3	3	4	4	1	3	6	4	7	11	0	2	1	9	5	3	5	2	2	4	4	4
12	4	6	6	2	2	2	5	1	7	2	0	0	1	9	7	11	7	4	7	6	15	12
13	8	10	10	7	8	2	4	16	6	9	0	4	7	7	7	9	17	9	15	6	20	13
14	11	15	19	14	29	11	12	10	15	7	0	9	3	10	29	23	18	25	22	6	27	23
15	30	20	31	29	17	11	35	25	20	16	4	19	18	23	34	44	32	39	30	7	28	41
16	48	55	50	38	32	6	54	29	29	35	7	29	15	63	70	77	67	40	48	13	50	50
17	32	51	40	40	27	8	49	44	49	43	22	65	39	26	65	53	53	32	37	15	67	69
18	0	0	0	0	1	0	0	22	26	21	0	29	11	0	0	0	1	0	0	0	0	0
20	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro A.1.5
Distribucion de Cargas, Camion C2

MES: Febrero
 TIPO DE VEHICULO: C2

Rango de carga Eje Simple (Ton)	MUESTRA 1													Total	Porcentaje
	8	0	0	0	0	0	0	4	1	0	13	1%			
0<=2	8	0	0	0	0	0	0	4	1	0	13	1%			
2<=3	14	13	1	5	14	0	13	10	2	72	6%				
3<=4	54	37	2	49	38	8	59	13	22	282	23%				
4<=5	28	63	10	52	54	13	50	8	13	291	24%				
5<=6	7	5	0	5	3	0	3	3	1	27	2%				
6<=7	11	7	0	4	6	0	9	10	1	48	4%				
7<=8	9	9	0	10	6	2	22	6	12	76	6%				
8<=9	40	26	2	32	30	14	62	5	18	229	19%				
9<=10	12	38	9	47	35	3	16	2	1	163	14%				
10<=11	1	0	0	3	0	0	0	0	0	4	0%				
12<=13	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0%				
13<=14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
>=14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
										Total	1206	100%			

Cuadro A.1.6
Distribucion de Cargas. Camion C2

MES: SETIEMBRE
 TIPO DE VEHICULO: C2

Rango de carga Eje Simple (Ton)	MUESTRA 2												Total	Porc.
	7	8	0	4	9	4	0	4	0	1	0	1		
0<=2	31	24	14	16	40	18	8	0	2	153	10%			
2<=3	53	48	54	64	50	52	39	10	370	24%				
3<=4	42	35	47	42	48	37	39	7	297	19%				
4<=5	6	7	2	3	11	3	1	2	35	2%				
5<=6	13	9	10	9	12	6	4	1	64	4%				
6<=7	13	11	15	18	17	13	5	2	94	6%				
7<=8	54	51	45	58	43	53	55	8	367	24%				
8<=9	9	4	29	22	24	20	15	5	128	8%				
9<=10	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0%				
10<=11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
12<=13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
13<=14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
>=14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%				
Totales											1542	100%		

Cuadro A.1.7
Distribucion de cargas para vehiculos pesados
Caso: Proyecto Calle LANAMME

Núm. eje simples	Camion C2		Buses		Camion C3		Total ejes simples	Ejes tandem	Camion C3	
	Distribucion tpd acum=>	Num de ejes	Distribucion	Num de ejes	Distribucion	Num. de ejes			Distribucion	Distribucion
2	31	45322	0	0	0	0	45322	5	2	350
3	158	230996	0	0	0	0	230996	7	16	2800
4	478	698836	100	244100	14	2450	945386	8	15	2625
5	420	614040	225	549225	490	85750	1249015	9	24	4200
6	45	65790	450	1098450	120	21000	1185240	10	38	6650
7	84	122808	375	915375	255	44625	1082808	11	40	7000
8	116	169592	400	976400	121	21175	1167167	12	60	10500
9	454	663748	425	1037425	0	0	1701173	13	102	17850
10	207	302634	50	122050	0	0	424684	14	183	32025
11	5	7310	0	0	0	0	7310	15	301	52675
12	2	2924	0	0	0	0	2924	16	469	82075
13	0	0	0	0	0	0	0	17	465	81375
14	0	0	0	0	0	0	0	18	35	6125
>14	0	0	0	0	0	0	0	20	2	350
								>20	0	0

ANEXO 3

**SINTESIS DE RESULTADOS DEL ANALISIS
ESFUERZO - DEFORMACION**

ANEXO 3

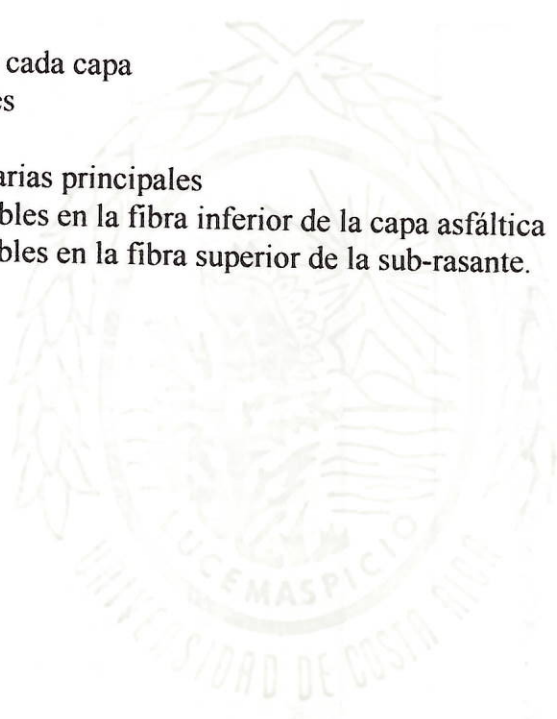
ANALISIS ESFUERZO-DEFORMACION

En los cuadros siguientes se resumen los resultados obtenidos del análisis esfuerzo deformación, según las diferentes alternativas de espesor de pavimento.

El cuadro de espesores y módulos, se hizo de forma global para todas las vías analizadas, luego para cada alternativa seleccionada se hizo la comprobación de capacidad a fatiga en función del número de solicitaciones (ejes equivalentes) para el período de diseño.

En el cuadro se detallan los siguientes parámetros:

- Número de capa
- Espesor de capa
- Módulo resiliente de cada capa
- Esfuerzos principales
- Desplazamiento
- Deformaciones unitarias principales
- Repeticiones admisibles en la fibra inferior de la capa asfáltica
- Repeticiones admisibles en la fibra superior de la sub-rasante.



SINTESIS DE RESULTADOS. ANALISIS ESFUERZO - DEFORMACION.

Capa #	Espesor (cm)	Ei (kg/cm2)	Esfuerzo NORMAL(Z) (kg/cm2)	Esfuerzos Principales			Desplaz. (z) (mm)	Def. Unitarias Principales			Repeticiones Admisibles	
				PS1	PS2	PS3		PE1	PE2	PE3	Nf	Nd
1	0		-6.315	-4.973	-6.322	0.501	-2.449	-2.992	-6.142			
	11.5	14085.2	-5.189	-2.796	-5.189	0.467	-0.522	-0.784	-6.401		1.85E+06	
2	26	45711.9	-0.195	3.666	-0.195	0.454	1.915	1.577	-0.982			
3	22	1054.9	-0.114	0.035	-0.115	0.420	1.952	1.363	-3.505			
4-SR	-	527.4	-0.114	-0.022	-0.115	0.420	1.951	1.414	-4.829			6.22E+07

1	0		-6.315	-6.315	-6.385	0.458	-2.001	-2.341	-2.422			
	11.5	28130.4	-4.814	-2.457	-4.817	0.443	-0.107	-0.291	-3.061		1.03E+07	
2	26	45711.9	-0.170	3.260	-0.170	0.431	1.747	1.412	-8.748			
3	22	1054.9	-0.101	0.030	-0.102	0.401	1.712	1.188	-3.091			
4-SR	-	527.4	-0.101	-0.021	-0.102	0.401	1.711	1.239	-4.267			1.08E+08

1	0		-6.315	-6.315	-9.128	0.416	-0.364	-1.419	-1.688			
	11.5	70326.0	-4.156	-0.765	-4.156	0.410	0.320	0.238	-1.354		6.91E+07	
2	26	45711.9	-0.139	2.782	-0.139	0.399	1.514	1.200	-0.748			
3	22	1054.9	-0.086	0.024	-0.086	0.374	1.436	0.984	-2.606			
4-SR	-	527.4	-0.086	-0.018	-0.009	0.374	1.435	1.044	-3.604			2.30E+06

SR: Sub-rasante

Nf: Número de repeticiones de carga en la capa asfáltica

Nd: Número de repeticiones de carga en la sub-rasante

Capa #	Espesor (cm)	Ei (kg/cm ²)	Esfuerzo NORMAL(z) (kg/cm ²)	Esfuerzos Principales (kg/cm ²)			Desplaz. (z) (mm)	Def. Unitarias Principales (mmx10 ⁻³)			Repeticiones Admisibles	
				PS1	PS2	PS3		PE1	PE2	PE3	Nf	Nd
1	0		-6.315	-4.991	-5.239	-6.322	0.524	-2.753	-3.335	-5.862		
	11.5	14065.2	-5.127	-2.750	-2.882	-5.127	0.491	-0.639	-0.899	-6.220	1.81E+06	
2	23	45711.9	-0.231	4.870	4.327	-0.231	0.479	2.251	1.889	-1.151		
3	22	1054.9	-0.130	0.063	0.043	-0.130	0.440	2.258	1.606	-4.038		
4-SR	-	527.4	-0.130	-0.015	-0.024	-0.131	0.440	2.257	1.653	-5.542		3.36E+07
1	0		-6.315	-5.732	-6.054	-6.322	0.496	-2.433	-2.939	-3.348		
	11.5	21097.8	-4.914	-2.577	-2.713	-4.914	0.476	-0.347	-0.561	-4.006	5.45E+06	
2	23	45711.9	-0.212	4.559	4.025	-0.212	0.464	2.112	1.753	-1.072		
3	22	1054.9	-0.120	0.058	0.039	-0.121	0.427	2.080	1.468	-3.724		
4-SR	-	527.4	-0.120	-0.014	-0.023	-0.121	0.427	2.079	1.517	-5.123		4.77E+07
1	0		-6.315	-6.322	-6.630	-7.040	0.472	-1.777	-2.106	-2.533		
	11.5	31646.7	-4.665	-2.197	-2.354	-4.665	0.459	-0.073	-0.237	-2.649	1.50E+07	
2	23	45711.9	-0.193	4.253	37.280	-0.193	0.448	1.971	1.621	-0.994		
3	22	1054.9	-0.111	0.052	0.035	-0.112	0.415	1.908	1.337	-3.421		
4-SR	-	527.4	-0.111	-0.014	-0.021	-0.112	0.415	1.907	1.387	-4.712		6.94E+07

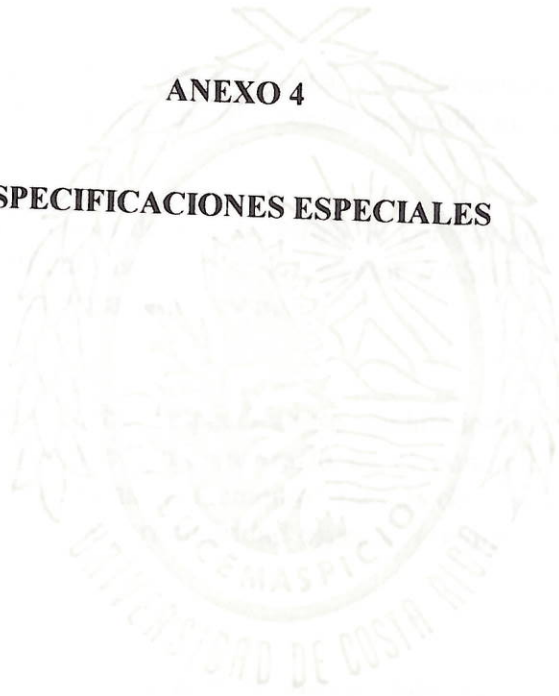
Capa #	Espesor (cm)	Ei (kg/cm ²)	Esfuerzo NORMAL(Z) (kg/cm ²)	Esfuerzos Principales (kg/cm ²)			Desplaz. (z) (mm)	Def. Unitarias Principales (mmx10 ⁻³)			Repeticiones Admisibles	
				PS1	PS2	PS3		PE1	PE2	PE3	Nf	Nd
1	0		-6.315	-5.328	-5.582	-6264.640	0.543	-3.175	-3.772	-5.494		
	11	14065.2	-5.115	-2.715	-2.829	-5.115	0.513	-0.598	-0.967	-6.233	1.80E+06	
2	23	35163.0	-0.266	4.422	3.969	-0.266	0.496	2.659	2.267	-1.404		
3	23	1054.9	-0.140	0.074	0.052	-0.141	0.450	2.528	1.816	-4.440		
4-SR	-	527.4	-0.139	-0.013	-0.023	-0.140	0.450	2.527	1.861	-6.081		2.22E+07
1	0		-6.315	-4.975	-5.080	-6.315	0.525	-2.733	-3.312	-5.980		
	11	14065.2	-5.236	-2.845	-2.959	-5.236	0.494	-0.899	-0.966	-6.312	1.73E+06	
2	23	45711.9	-0.238	4.958	4.414	-0.238	0.482	2.281	1.928	-1.173		
3	23	1054.9	-0.130	0.064	0.044	-0.130	0.440	2.276	1.612	-4.051		
4-SR	-	527.4	-0.130	-0.015	-0.024	-0.131	0.440	2.276	1.660	-5.563		3.30E+07
1	0		-6.315	-5.334	-5.597	-6.322	0.557	-3.180	-3.797	-5.484		
	11	14065.2	-5.146	-2.928	-3.039	-5.146	0.527	-0.853	-1.114	-6.060	1.97E+06	
2	20	45711.9	-0.282	5.883	5.324	-0.282	0.516	2.708	2.336	-1.402		
3	20	1054.9	-0.158	0.079	0.057	-0.158	0.472	2.761	2.047	-4.961		
4-SR	-	527.4	-0.158	-0.017	-0.027	-0.158	0.472	2.758	2.085	-6.789		1.35E+07
1	0		-6.315	-6.164	-6.315	-6.510	0.527	-2.789	-3.025	-3.330		
	11	21097.8	-4.926	-2.754	-2.890	-4.926	0.509	-0.493	-0.705	-3.891	5.99E+06	
2	20	45711.9	-0.257	5.492	4.934	-0.257	0.497	2.532	2.160	-1.301		
3	20	1054.9	-0.145	0.072	0.051	-0.145	0.457	2.530	1.854	-4.542		
4-SR	-	527.4	-0.145	-0.016	-0.025	-0.146	0.457	2.529	1.895	-6.223		1.99E+07
1	0		-6.315	-6.315	-7.715	-8.207	0.489	-1.009	-2.206	-2.626		
	11	38679.3	-4.538	-2.035	-2.193	-4.539	0.480	-0.010	-0.145	-2.148	2.53E+07	
2	20	45711.9	-0.220	4.934	4.378	-0.220	0.469	2.279	1.909	-1.157		
3	20	1054.9	-0.127	0.062	0.043	-0.127	0.434	2.207	1.590	-3.952		
4-SR	-	527.4	-0.127	-0.014	-0.023	-0.128	0.434	2.206	1.634	-5.428		3.69E+07

Capa #	Espesor (cm)	Ei (kg/cm ²)	Esfuerzo NORMAL(Z) (kg/cm ²)	Esfuerzos Principales (kg/cm ²)			Desplaz. (z) (mm)	Def. Unitarias Principales (mmx10 ⁻³)			Repeticiones Admisibles	
				PS1	PS2	PS3		PE1	PE2	PE3	Nf	Nd
1	0		-6.315	-7.715	-6.207	0.489	-1.009	-2.206	-2.626			
	11	38679.3	-4.588	-2.193	-4.539	0.480	-0.010	-0.145	-2.148			2.53E+07
2	20	45711.9	-0.220	4.378	-0.220	0.469	2.279	1.909	-1.157			
3	20	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.127	-0.023	-0.128	0.434	2.206	1.634	-5.428			3.69E+07
1	0		-6.315	-5.831	-6.315	0.568	-3.467	-4.094	-5.232			
	11	14065.2	-5.067	-2.953	-5.067	0.539	-0.789	-1.048	-6.010			2.03E+06
2	20	38679.3	-0.302	4.966	-0.302	0.526	2.974	2.583	-1.568			
3	20	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.165	-0.026	-0.166	0.479	2.944	2.242	-7.183			1.05E+07
1	0		-6.315	-5.597	-6.315	0.557	-3.180	-3.797	-5.484			
	11	14065.2	-5.146	-3.039	-5.146	0.527	-0.853	-1.114	-6.060			1.97E+06
2	20	45711.9	-0.282	5.324	-0.282	0.516	2.708	2.336	-1.402			
3	20	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.158	-0.027	-0.158	0.472	2.758	2.085	6.789			1.35E+07
1	0		-6.315	-5.329	-6.315	0.530	-2.865	-3.449	-5.766			
	11	14065.2	-5.200	-2.927	-5.201	0.500	-0.676	-0.945	-6.281			1.75E+06
2	23	42195.6	-0.246	4.277	-0.246	0.486	2.399	2.027	-1.240			
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.133	-0.023	-0.134	0.443	2.351	1.720	-5.720			2.92E+07

Capa #	Espesor (cm)	Ei (kg/cm ²)	Esfuerzo NORMAL(Z) (kg/cm ²)	Esfuerzos Principales (kg/cm ²)			Desplaz. (z) (mm)	Def. Unitarias Principales (mmx10 ⁻³)			Repeticiones Admisibles	
				PS1	PS2	PS3		PE1	PE2	PE3	Nf	Nd
1	0		-6.315	-4.947	-5.149	-6.315	0.407	-2.723	-3.198	-5.936		
	11	14065.2	-5.208	-2.753	-2.846	-5.208	0.375	-0.609	-0.827	-6.373	1.67E-06	
2	23	42195.6	-0.290	4.410	4.004	-0.290	0.362	2.208	1.914	-1.187		
3	23	1265.9										
4-SR	-	773.6	-0.157	-0.015	-0.025	-0.158	0.321	1.928	1.437	-4.668		7.26E+07
1	0		-6.322	-6.212	-6.315	-6.570	0.493	-2.421	-2.560	-2.901		
	11	24614.1	-4.897	-2.501	-2.652	-4.897	0.477	-0.244	-0.446	-3.457	7.76E+06	
2	23	42195.6	-0.218	4.377	3.871	-0.218	0.464	2.195	1.830	-1.124		
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.119	-0.013	-0.022	-0.121	0.426	2.102	1.528	-5.128		4.75E+07
1	0		-6.322	-5.113	-5.362	-6.315	0.525	-2.906	-3.493	-5.730		
	12.5	14065.2	-4.867	-2.527	-2.631	-4.867	0.489	-0.501	-0.745	-5.994	2.04E+06	
2	23	42195.6	-0.231	4.514	4.008	-0.231	0.477	2.262	1.897	-1.165		
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.127	-0.014	-0.023	-0.128	0.436	2.229	1.624	-5.441		3.85E+07
1	0		-6.322	-6.132	-6.315	-6.483	0.484	-2.366	-2.611	-2.837		
	12.5	24614.1	-4.540	-2.138	-2.269	-4.540	0.466	-0.098	-0.274	-3.320	8.86E+06	
2	23	42195.6	-0.203	4.100	3.606	-0.203	0.454	2.059	1.701	-1.050		
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.113	-0.013	-0.021	-0.114	0.418	1.977	1.434	-4.846		6.12E+07
1	0		-6.322	-5.886	-6.222	-6.315	0.472	-2.193	-2.644	-2.769		
	11	24614.1	-4.969	-2.454	-2.608	-4.969	0.455	-0.187	-0.394	-3.561	7.04E+06	
2	26	42195.6	-0.186	3.787	3.301	-0.186	0.442	1.904	1.553	-0.965		
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.106	-0.013	-0.021	-0.107	0.408	1.836	1.326	-4.521		8.36E+07
1	0		-6.322	-4.819	-5.054	-6.315	0.506	-2.545	-3.094	-6.055		
	11	14065.2	-5.260	-2.743	-2.858	-5.260	0.475	-0.554	-0.825	-6.467	1.59E+06	
2	26	42195.6	-0.207	4.123	3.622	-0.207	0.460	2.071	1.709	-1.057		
3	23	1054.9										
4-SR	-	527.4	-0.117	-0.014	-0.022	-0.118	0.423	2.035	1.472	-4.983		5.40E+07

ANEXO 4

ESPECIFICACIONES ESPECIALES



EE-0: ESPECIFICACIONES ESPECIALES

- EE-1. Los estudios de campo mostraron grandes dispersiones en términos de espesores, calidad y tipo de materiales, nivel de deterioro, calidad de subrasante, condiciones de drenaje y ancho de sección. Esta “dispersión” debe tenerse presente en la etapa de construcción, ya que es factible que durante el proceso constructivo surjan condiciones (materiales, espesores, tubería, etc.) no detectadas en los muestreos y auscultaciones realizadas. Si este fuese el caso, se debe analizar la situación particular que se presente y establecer las medidas que correspondan ante estos “imprevistos”.
- EE-2. Los sub-drenajes a construir deben ubicarse correctamente a fin de abatir las aguas freáticas y aguas “colgadas” que ocasionan problemas al pavimento.
- EE-3. Conviene estudiar la curva densidad energía de compactación de la base con el propósito de verificar que al 95% del Próctor AASHTO T-180 se alcance una estabilidad volumétrica satisfactoria.
- EE-4. El material de base debe inspeccionarse cuidadosamente, modificarlo, ajustarlo a especificaciones para utilizarlo en el concreto compactado con rodillo. Eliminar aquellos que presenten problemas de exceso de plasticidad o que muestren alguna otra particularidad especial (ejemplo excesos de sobretamaño).
- EE-5. Otro factor muy importante durante el proceso constructivo será el problema del tránsito; no solamente desde el punto de vista del congestionamiento vehicular, sino también en lo pertinente a la seguridad de los usuarios.
- EE-6. La rehabilitación y mejoramiento de la carretera está dirigida a:
- Los sistemas de drenaje (superficial, lateral y profundo), funcionan adecuadamente.

- La vía tendrá el mantenimiento requerido durante vida útil.
 - El control de calidad durante el proceso constructivo garantizará que se alcancen satisfactoriamente las especificaciones de diseño.
- EE-7. En el tramo donde se debe remover la carpeta, la conformación de bombeos se hará a nivel del concreto compactado con rodillo. Ni la base o la capa de rodadura se utilizará para corregir niveles para lograr la conformación de la superficie terminada.
- EE-8. Tanto el concreto compactado con rodillo (CCR) como la capa final de rodadura irá colocada de caño a caño en todo el ancho incluyendo las parte que necesiten gavetas para completar el ancho total máximo permitido por la vía.
- EE-9. El ligante asfáltico debe mantenerse bajo un riguroso proceso de control de calidad, al menos en los siguientes aspectos (además de todos las restantes especificaciones del CR-77):
- Viscosidad - penetración por medio del nomograma de Heukelom.
 - Temperatura de mezclado y de la colocación de la mezcla.
 - Envejecimiento en película delgada.
 - Quemado de asfalto en planta.
 - Afinidad agregado - ligante. Debe cumplirse que la asíntota, en la curva resistente retenida - interperismo, sea mayor a 75%.
- EE-10. El proceso de producción y colocación de la mezcla asfáltica debe cumplir con los siguientes requerimientos:
- Debe garantizarse que en el proceso de producción de la mezcla el asfalto no sobrepese la temperatura de mezclado especificado para el ligante.
 - La temperatura de mezclado debe ser definida en laboratorio y ajustada durante el desarrollo del proyecto según cambie las características del asfalto.

- El diseño de mezcla debe repetirse varias veces (según la dispersión que presente), de modo que se conozca el rango de variación más probable de los parámetros del ensaye Marshall como criterio para definir la mezcla óptima.
- En la colocación de la mezcla asfáltica debe cumplirse rigurosamente con el porcentaje de vacíos y con la conformación superficial (bombeos). No se permitirán variaciones de más de 5 mm, tanto longitudinal como transversalmente, cuando estos se comprueben con una regla de 3m. Además, no se permitirá ningún tipo de deformación que cause empozamiento o canalización del agua.
- El agregado grueso debe tener un coeficiente de desgaste de Los Angeles (LA) menor a 30. Debe provenir de quebrador, con un 75 % de partículas con 2 o más caras fracturadas.
- La variación admisible (con respecto a lo especificado) del espesor de la capa terminada será menor a 6 mm.
- El agregado fino debe provenir de quebrador. Debe tener un coeficiente de desgaste LA menor a 30% y debe ser no plástico (NP), con un coeficiente de equivalente de arena mayor a 40%.
- La mezcla asfáltica será graduación B.

EE-11. Hormigón Compactado con Rodillo.

HOMIGON COMPACTADO CON RODILLO

"HCR"

1. DEFINICION

Se denomina hormigón compactado con rodillo (HCR) a la mezcla homogénea de áridos, con agua en cantidad reducida y cemento como aglomerante, la que adecuadamente compactada se utiliza en la construcción de pavimentos de carreteras. Es similar al hormigón clásico en su forma de producción, en el contenido de cemento que oscila entre 12 y 14% del peso total de los materiales secos, incluido el cemento, en la respuesta estructural, que permite el diseño de la losa con igual metodología que el tradicional, diferenciándose de éste básicamente en que tiene aproximadamente un 40% menos de agua y un 30% menos de pasta cementante. Es similar a una grava-cemento en su aspecto exterior, en la forma de producción con máquina mezcladora, en el transporte, distribución y compactación, en el sistema de curado, en la relación agua-cemento que oscila entre 0.38 y 0.45 (el porcentaje óptimo de humedad oscila entre el 6% y el 10% del peso seco de los materiales, según ensayo Proctor Modificado AASHTO T-180, Procedimiento "D") y en la factibilidad de ser librado inmediatamente al tránsito.

En la producción del HCR y en la construcción de los pavimentos con este material se seguirán las disposiciones de las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes CR-77,

complementadas con las contenidas en esta Sección. Estas últimas prevalecerán sobre las de aquellas en caso de conflicto.

2. MATERIALES

2.1 Cemento Portland

Se utilizará cemento Portland tipo 1 (MC) o, tipo 1 (MP) el que deberá cumplir con los requisitos de las especificaciones ASTM C 150 última edición.

2.2 Aridos

Los áridos a utilizar cumplirán las condiciones exigidas en las Secciones 308 y 501 del CR-77 con las siguientes prescripciones adicionales:

a) la granulometría de los áridos será continua, y la curva granulométrica conjunta de los áridos y el conglomerante estará comprendida dentro de los límites indicados en el Cuadro 1:

cuadro 1

Tamiz	Tamaño máximo % pasando	
	16 mm	20 mm
25	—	100
20	100	85-100
16	88-100	76-100
10	70-87	60-83
5	51-69	42-63
2	34-49	29-47
0,40	18-29	16-27
0,08	10-20	9-19

El tamaño máximo de 20 mm se utilizará únicamente cuando no se tengan riesgos de segregación.

El hecho de que una curva granulométrica esté comprendida dentro del huso correspondiente a su tamaño máximo no debe interpretarse "a priori" como que dicha granulometría es la correcta, sino que debe buscarse la graduación más adecuada adoptando las curvas menos ricas en finos con el objeto de limitar el riesgo de colchoneo durante su puesta en obra,

b) el árido se suministrará al menos en dos porciones: de 0 a 5 mm y de 5 a 16 milímetros o de 5 a 20 milímetros según sea su tamaño máximo.

2.3_ Agua

Cumplirá las prescripciones contenidas en el Artículo 712.01 del CR-77.

2.4 Aditivos

Salvo prescripción en contrario del ingeniero inspector de las obras, será obligatoria la utilización de un retardador de fraguado, que permita obtener un plazo de trabajabilidad del material a la temperatura nominal prevista para el extendido, según el cuadro 2

Plazo de trabajabilidad mínimo según el tipo de ejecución

CUADRO 2

TIPO DE EJECUCION	PLAZO DE TRABAJABILIDAD
	MINIMO
Carretera nueva y refuerzo sin tráfico:	
- Calzada completa	6 horas
- Media calzada	10 horas
Refuerzo bajo tráfico	12 horas

La temperatura nominal de la obra a tener en cuenta para el plazo de trabajabilidad, será la temperatura media prevista para la jornada entre la 11 y las 15 horas.

El empleo de otros aditivos estará condicionado a la aprobación del ingeniero de proyecto.

3. TIPO Y COMPOSICION DE LA MEZCLA

Para establecer la dosificación del hormigón seco u hormigón compactado con rodillo (HCR) a emplear, el Contratista deberá recurrir a ensayos previos a la ejecución, con objeto de conseguir que el hormigón

resultante satisfaga en obra las condiciones que se le exigen en la presente Sección.

El contenido mínimo de conglomerante por metro cúbico, no será inferior a doce por ciento (12%) en peso del total de los materiales secos, incluyendo el cemento

La resistencia a la tracción simple por compresión diametral (ensayo brasileño) a los veintiocho días de las probetas fabricadas en obra no será inferior a treinta y tres kilogramos por centímetro cuadrado (33 kg/cm²). Dichas probetas serán cilíndricas, de quince centímetros (15 cm) de diámetro y doce centímetros (12 cm) de altura. Se confeccionarán de acuerdo con la norma AASHTO T-180, Procedimiento "D" y se ensayarán de acuerdo con la norma ASTM C 496-90.

La proporción de agregados triturados en los áridos será tal que el índice CBR de la mezcla, obtenido en probetas moldeadas mediante la prueba AASHTO T-180, Método D, inmediatamente después de su compactación, sin sobrecarga ni saturamiento previo, sea igual o superior a sesenta y cinco (CBR 65%).

4. EJECUCION DE LAS OBRAS

4.1 Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo

4.1.1 Ensayos previos en laboratorio

Se realizarán antes de comenzar el hormigonado. Su objeto es establecer la dosificación que habrá de

emplearse, teniendo en cuenta los materiales disponibles y las condiciones de ejecución previstas.

Para la elección de las distintas dosificaciones a ensayar, deberán establecerse en primer lugar las curvas densidad seca vs humedad mediante el Proctor Modificado, prueba AASHTO T-180, método D. Deberán escogerse aquellas dosificaciones que permitan obtener la compactación más elevada, sin que la mezcla resulte excesivamente sensible a las variaciones del contenido de agua.

Para cada granulometría elegida deberá obtenerse la resistencia a la tracción simple por compresión diametral (ASTM C 496-90) a veintiocho (28) días, de las mezclas compactadas con la humedad óptima correspondiente al ensayo Proctor Modificado. Con el objeto de conocer la evolución de su resistencia a edad temprana, se deberá controlar también su resistencia a siete (7) días.

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de hormigón, confeccionando series de dos (2) probetas por amasada y edad, las que se conservarán en la cámara húmeda a 21 ° C de temperatura y 100% de humedad ambiente relativa, obteniéndose el valor medio de dos probetas cuando se prueben a la tracción simple por compresión diametral (ASTM C 496-90).

Los valores medios así obtenidos deberán superar las resistencias especificadas con margen suficiente para que sea razonable esperar que, con la dispersión que introduce la puesta en obra del material, la resistencia real alcanzada durante la misma sobrepase también a la especificada.

Deberá obtenerse asimismo el índice CBR de cada dosificación ensayada, inmediatamente después de su compactación de acuerdo con la norma AASHTO T-180,

método D, el cual deberá ser igual o superior a sesenta y cinco (CBR65).

En caso de utilizarse un retardador de fraguado, deberá determinarse igualmente en los ensayos previos el plazo de trabajabilidad del material.

Una vez elegida la dosificación, deberá comprobarse la sensibilidad de su capacidad de soporte inicial a las variaciones del contenido de agua, determinando el índice CBR de las mezclas con porcentajes de agua que difieran en media centésima por exceso y por defecto ($\pm 1\%$) de la humedad óptima del Proctor Modificado. Deberá comprobarse igualmente la sensibilidad de la resistencia mecánica a la tracción simple por compresión diametral a veintiocho (28) días frente a las variaciones de humedad y los defectos de compactación, determinando dicha resistencia:

- en probetas compactadas de acuerdo con la norma AASHTO T-180, método D, con contenidos de humedad difiriendo en media centésima por exceso y por defecto ($\pm 1\%$) de la humedad óptima del Proctor Modificado;

- en probetas compactadas de acuerdo con la norma AASHTO T-180, método D, con un contenido de humedad igual a la óptima del Proctor Modificado, pero aplicando la energía de compactación por capa necesaria para obtener densidades secas iguales al noventa y cinco por ciento (95%) y noventa y siete por ciento (97%) de dicha densidad óptima.

4.1.2 Ensayos característicos en obra

Estos ensayos serán sistemáticos en todos los casos y tienen por objeto comprobar que los medios disponibles

en obra permiten obtener un hormigón con las características deseadas.

El contenido de agua en el momento de la fabricación de la mezcla deberá estimarse de manera que en el momento de extendido del hormigón, habida cuenta de las condiciones atmosféricas y de la distancia de transporte, dicho contenido de agua esté comprendido entre la humedad óptima del Proctor Modificado y la misma disminuída en cinco milésimas (- 1%) respecto al peso de los materiales secos.

Por cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos en laboratorio, se llevarán a cabo ensayos de resistencia sobre probetas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, realizadas en la planta a utilizar, confeccionando dos (2) probetas por amasada y conservándolas en la cámara húmeda en las condiciones indicadas. Dichas probetas se ensayarán a los siete (7) días a tracción simple por compresión diametral, de acuerdo con la norma (ASTM C 496-90), y se obtendrá el valor medio de los resultados de las roturas.

Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete (7) días es igual o superior al noventa por ciento (90%) de la resistencia a siete (7) días obtenida en laboratorio, se podrá proceder a la realización de un tramo de ensayo con hormigón de dicha dosificación.

En caso contrario se introducirán los ajustes necesarios en la dosificación y se repetirá la serie de ensayos característicos hasta conseguir un hormigón que cumpla con las exigencias de este apartado.

4.1.3 Fórmula de trabajo

Una vez realizados los ensayos previos en laboratorio y característicos en obra con resultados satisfactorios, el ingeniero de proyecto aprobará la correspondiente fórmula de trabajo.

Dicha fórmula señalará:

- la granulometría de los áridos combinados por los tamices de 20, 16, 10, 5, 2, 0,40 y 0,080 mm,
- el tipo y contenido de cemento,
- el contenido de agua,
- el valor mínimo de la densidad a obtener.

Las tolerancias admisibles (del peso de los materiales secos) respecto de la fórmula de trabajo serán las siguientes:

- cernido por tamices superiores al de 2 mm .. ± 6 %
- cernido por tamices comprendidos entre
- el de 2 y el de 0,40 mm..... ± 3 %
- cernido por el tamiz de 0,080 mm..... $\pm 1,5$ %
- cemento..... $\pm 0,3$ %
- agua..... $\pm 0,3$ %

Durante el transcurso de la obra, el ingeniero de proyecto podrá corregir la fórmula de trabajo con objeto de mejorar la calidad del hormigón seco, justificándolo

debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos oportunos.

4.2 Fabricación de la mezcla

La mezcla se realizará en central que permita dosificar por separado el árido tamaño de 5 a 16 mm o de 5 a 20mm, la arena de 0 a 5 mm, el cemento, el agua y los aditivos en las proporciones y con las tolerancias fijadas en la fórmula de trabajo.

Será obligatorio que la mezcladora disponga de control ponderal al menos para el cemento, pudiendo dosificarse los áridos por volumen. Será necesario un sistema de control del agua añadida debiendo instalarse un caudalímetro y un totalizador con indicador en la cabina de mando de la misma.

No se admitirá ningún método de acopio de los áridos o de transporte desde los acopios a las tolvas de la mezcladora que pueda ser causa de segregación, degradación o mezcla de materiales de distintos tamaños.

Se tomarán las medidas necesarias para impedir la contaminación de los áridos en contacto con el suelo y para asegurar un drenaje adecuado de la superficie de apoyo.

Antes de iniciarse la pavimentación deberá estar acopiado al menos un cincuenta por ciento (50%) de los áridos necesarios.

El cemento se suministrará y acopiará de acuerdo con las prescripciones contenidas en el artículo 701.01 del CR-77.

La capacidad mínima de acopio de cemento de la planta corresponderá al consumo de una jornada de rendimiento normal

Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. En particular los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y sobre plancha aislante, observando las mismas precauciones que en el caso del acopio del cemento.

Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes.

La operación de mezclado se realizará mediante dispositivos capaces de asegurar la completa homogeneización de la mezcla de áridos, cemento, cenizas volantes y agua, pudiendo utilizarse instalaciones de mezcla continua o discontinua.

4.3 Transporte de la mezcla

En el transporte de la mezcla se tomarán las mayores precauciones para reducir al máximo la segregación y las variaciones de humedad: en tiempo lluvioso y en tiempo caluroso y seco, o para distancias de transporte en que se presume que pueden producirse pérdidas apreciables de humedad, se protegerá la mezcla con lonas u otros cobertores adecuados.

A no ser que fuese estipulado de otra manera, el Contratista podrá utilizar

mezcladoras móviles adecuadas y aprobadas por el ingeniero de proyecto.

4.4 Vertido y extendido de la mezcla

Previamente al vertido de la mezcla se comprobará la calidad de la capa de apoyo en cuanto a sus características geométricas y capacidad soportante. La capa de apoyo deberá regarse con anterioridad al extendido, especialmente en tiempo caluroso o si está constituida por materiales drenantes.

La extensión de la mezcla se realizará con equipos que aseguren una elevada precompactación de la misma, con el objeto de obtener una buena calidad de rodadura, pudiendo utilizarse motoniveladoras únicamente en casos excepcionales, y siempre con la aprobación previa del ingeniero de proyecto.

Siempre que sea posible, la mezcla se extenderá por anchos completos. En caso contrario, se podrá proceder a la ejecución por bandas contiguas, pero de forma que se obtenga el ancho total dentro del plazo de trabajabilidad del primer material colocado en la obra. En caso de no utilizarse retardadores de fraguado, no se permitirá la extensión de la mezcla por semianchos contiguos con más de una hora (1 h) de diferencia entre los instantes de sus respectivas extensiones. No podrá procederse a la extensión del hormigón seco en caso de lluvia.

4.5. Compactación y acabado

El hormigón seco se compactará en una sola capa, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación, que deberá ser aprobado por el ingeniero de proyecto, capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo señalado. Dicho equipo constará, como mínimo, de un rodillo liso pesado vibratorio (carga estática superior a 30 kg/cm de generatriz vibratoria) y de un rodillo de neumáticos pesados (carga por rueda superior a 3 toneladas y presión de inflado superior a 8 kg/cm²).

Con objeto de no perjudicar la regularidad superficial, se recomienda efectuar unas pasadas previas del rodillo liso sin vibración.

La densidad a alcanzar deberá ser igual por lo menos al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad máxima Proctor Modificado de la mezcla, determinada según la norma AASHTO T-180 método D.

En una sección transversal cualquiera, la compactación total deberá quedar terminada dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

Si no se utilizan retardadores de fraguado, no podrán transcurrir más de tres horas (3h) desde el instante en que se haya obtenido el primer amasijo para una determinada sección transversal y la compactación total de la misma.

En todo momento, y especialmente en tiempo seco y caluroso, la superficie se mantendrá húmeda mediante un riego con agua finamente pulverizada, el cuál deberá prolongarse hasta la puesta en obra del riego de curado, asegurando que la superficie quede húmeda, pero no encharcada pues producirá problemas de compactación.

4.6 Acabado de la superficie

Caso de que para asegurar la regularidad superficial se considere necesario realizar un acabado de la superficie del hormigón seco, la extensión se efectuará de forma que la superficie quede unos centímetros por encima de la rasante teórica. El acabado podrá realizarse con motoniveladora o con otros equipos adecuados, a partir de una compactación mínima del

95% del Proctor Modificado. Una vez terminada la operación de acabado deberá continuarse la compactación para conseguir las densidades especificadas. Los materiales sobrantes del refino deben ser retirados para evitar aportaciones en capa delgada. Pueden ser reutilizados en otra parte de la obra si el tiempo de manejabilidad lo permite.

La operación de acabado es imprescindible si el extendido se realiza con motoniveladora.

4.7 Ejecución de juntas

4.7.1 - Transversales

Se dispondrán juntas de trabajo transversales al final de cada jornada y siempre que el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al plazo de trabajabilidad de la mezcla. En caso de no utilizarse retardadores de fraguado, deberá disponerse una junta simple que la detención sea superior a dos horas (2h).

Las juntas de trabajo se cortarán de forma que su borde quede perfectamente vertical.

4.7.2 - Longitudinales

Si se trabaja por fracciones del ancho total, las operaciones de extensión y compactación se organizarán de forma que no sea necesaria la disposición de juntas de trabajo longitudinales. Para ello, la unión de dos bandas adyacentes se realizará dejando sin compactar un cordón longitudinal central con un ancho del orden de cincuenta centímetros (50 cm), el cual se compactará al ejecutar la segunda banda.

4.8- Curado

Una vez terminada la capa de hormigón compactado con rodillo (HCR) se procederá a la aplicación de un riego de curado. Se recomienda el uso de productos especiales a base de polímeros o emulsiones asfálticas, que aseguren no solamente una adecuada retención de la humedad sino que también el endurecimiento de la superficie. La dotación de los mismos será como mínimo igual a cuatro decilitros por metro cuadrado (0.4 l/m²). Podrá admitirse la utilización de emulsiones catiónicas con una dotación mínima de betún residual de seis decilitros por metro cuadrado (0,6 l/m²). Las dotaciones anteriores podrán ser aumentadas, en caso necesario, por el ingeniero de proyecto.

Se verterá una cantidad suplementaria de emulsión en las juntas de trabajo hasta conseguir su obturación.

En la aplicación de la emulsión se seguirán las prescripciones de la Sección 408, "Capa de imprimación", del CR-77. En un plazo máximo de cinco minutos (5 min) desde la aplicación de la emulsión, se procederá a la extensión sobre la misma de arena o polvo de piedra como material de secado.

Estas operaciones se efectuarán antes de transcurrir doce horas (12h) después de acabada la compactación. En tiempo cálido y seco, el ingeniero de proyecto podrá reducir este plazo.

La capa de hormigón seco así tratada podrá abrirse al tráfico una vez que se haya producido la rotura de la emulsión.

La extensión de la capa de rodadura, si la hay, no se efectuará hasta que no haya transcurrido un plazo mínimo de cinco días desde la puesta en obra del hormigón seco, siendo aconsejable, si ello es posible, alargar dicho plazo hasta uno o dos meses.

5. TRAMOS DE PRUEBA

Al iniciarse los trabajos el contratista de las obras construirá una sección de ensayo, situada fuera de la calzada a pavimentar, con un ancho y espesor igual al de esta última, y una superficie al menos equivalente a media jornada ($\frac{1}{2}$ día) de trabajo. Dicha sección será realizada de acuerdo con las condiciones establecidas anteriormente y en ella se probará el equipo y se determinará el plan de compactación, de forma tal que se consigan los siguientes grados de competencia:

- Densidad media mayor o igual que el noventa y siete por ciento (97 %) de la densidad máxima del Proctor Modificado obtenida en el laboratorio.

- Densidad en el fondo mayor o igual al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad máxima del Proctor Modificado obtenida en laboratorio.

- Valores de medida individuales de densidad media y densidad en el fondo superiores al noventa y cinco por ciento (95 %) y noventa y tres por ciento (93 %) respectivamente.

Se efectuarán un mínimo de veinte medidas.

Las medidas de densidad deben ser realizadas con el equipo que servirá para el control ulterior de la obra, debiendo estar repartidas sobre toda la superficie del tramo.

Se tomarán muestras de hormigón seco y se ensayarán para determinar su conformidad con las condiciones

especificadas sobre humedad, proporción de conglomerante y demás requisitos exigidos.

Se fabricarán al menos, cinco (5) probetas cilíndricas de amasadas diferentes de acuerdo con la norma AASHTO T-180 método D. Dichas probetas se ensayarán a siete días a tracción indirecta de acuerdo con la norma (ASTM C 496-90), comprobándose que en todas ellas se supere la resistencia especificada.

Se comprobará así mismo la idoneidad del proceso de curado y protección del hormigón fresco.

Si los resultados no son satisfactorios, se procederá a la realización de sucesivos tramos de ensayo, introduciendo las oportunas variaciones en la planta de fabricación y en los equipos y métodos de puesta en obra hasta obtener las cualidades exigidas. Si mediante los ensayos característicos se ha comprobado la idoneidad de varias dosificaciones, podrá sustituirse la utilizada en el primer tramo de ensayo por alguna de las restantes con aprobación del Ingeniero de Proyecto.

6. CONTROLES DE FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA

Estos controles tendrán por finalidad, verificar el buen funcionamiento de la obra durante la ejecución de la misma, detectando realizaciones defectuosas.

6.1 Control de fabricación

Las operaciones de control de fabricación tienen por objetivo el comprobar la calidad intrínseca del material y su conformidad con las especificaciones. La humedad de fabricación debe ser ajustada en función de las

condiciones atmosféricas, condiciones de puesta en obra y distancia de transporte. Se comprobará un mínimo de cinco veces al día la humedad de la mezcla.

Dos veces al día se comprobará la curva granulométrica con determinación de finos pasando por el tamiz de ochenta micras (0,80 mm).

Se controlará también dos veces al día el contenido de cemento.

Se comprobará el consumo medio, determinando el consumo total de cemento y el hormigón seco producido y extendido.

6.2 Control de puesta en obra

6.2.1 Control de la compactación

Este control debe llevarse en primer lugar, sobre el procedimiento y número de pasadas aprobadas en el tramo de ensayo. La monotonía de esta operación hace que sea fácilmente incumplida por los maquinistas. Por ello se utilizarán siempre que sea posible, equipos gráficos de registro continuo para los equipos de compactación que permitan controlar la velocidad de avance, la frecuencia de la vibración, el tiempo de trabajo y la distancia recorrida.

6.2.2 Control de la densidad

Se efectuará un mínimo de una medida cada cien metros cuadrados (100 m²) sobre el material compactado en el día, verificándose que se cumplen las exigencias indicadas para el tramo de ensayo.

6.2.3 Control de la humedad "in situ"

Se efectuará todos los días un mínimo de cinco medidas de humedad en el sitio en correspondencia con las efectuadas en el control de fabricación. La localización de dichas medidas será elegida por el ingeniero de proyecto, comprobándose si la humedad se encuentra dentro de los límites especificados. En este caso se excluirán las zonas donde manifiestamente se haya producido una variación importante, las cuales se corregirán debidamente.

Si las desviaciones superiores a las especificadas son muy frecuentes, a juicio del ingeniero de proyecto, se reforzará el control al día siguiente

6.2.4 Control de los espesores

Cada diez metros lineales de extendido como máximo, deberá realizarse sobre el material sin compactar el control del espesor mediante hincas de un clavo provisto de escala, teniendo en cuenta la disminución que sufrirá la capa debido a la compactación.

6.2.5. Control del tiempo de manejabilidad

Deberá comprobarse la temperatura en la mezcladora y según los ensayos previos, dosificar la adición del retardador

Cuando así lo indique el ingeniero de proyecto, se procederá al control del tiempo de manejabilidad del hormigón seco.

6.2.6 Control del Curado

Continuamente se controlará que la superficie se mantiene húmeda para evitar su deshidratación.

Se realizará un control diario como mínimo de la dosificación de ligante. Para ello se colocará una placa de 700 x 700 x 1 milímetros sobre la superficie de hormigón seco. Una vez pesado el equipo de extensión del producto de curado, se retirará y se pesará para comprobar que cumple con la dosis mínima especificada.

En el caso de las probetas de ensayo, después de su compactación, serán conservadas en la cámara húmeda del laboratorio.

7. TOLERANCIAS DE LA SUPERFICIE ACABADA

La regularidad superficial de cada zona del pavimento se controlará dentro de las veinticuatro horas a partir de su ejecución

La superficie de la capa de hormigón seco no deberá presentar diferencias de más de cinco milímetros respecto a una regla de tres metros (3 m), apoyada sobre la superficie en cualquier dirección, si la capa de rodadura consiste en doble tratamiento superficial bituminoso, y diez milímetros (10 mm) si la capa de rodadura está constituida por una capa de hormigón asfáltico en caliente.

Las zonas en que no se cumplan las tolerancias antedichas, o que retengan agua sobre la superficie, deberán corregirse de acuerdo con lo siguiente:

- el recorte y recompactación de la zona alterada solo podrá hacerse si se está dentro del plazo de trabajabilidad del material. Si se hubiera rebasado dicho plazo, se reconstruirá totalmente la zona afectada de

acuerdo con las instrucciones del ingeniero. Se exceptúa el caso en que el incumplimiento de las anteriores tolerancias sea debido únicamente a la existencia de puntos altos, los cuales podrán entonces ser eliminados por métodos abrasivos.

El recrecimiento en capa delgada no se permitirá en ningún caso. Si la rasante de la capa de hormigón seco queda por debajo de la teórica en más de las tolerancias admitidas, se adoptarán una de las siguientes soluciones, según las instrucciones del Ingeniero de Proyecto:

- incremento del espesor de la capa inmediatamente superior,
- reconstrucción de la zona afectada.

El espesor de la capa de hormigón compactado con rodillo (HCR) se comprobará mediante extracción de testigos cilíndricos de diez centímetros (10 cm) de diámetro, con la frecuencia y en los puntos que señale el ingeniero. Dicho espesor no deberá ser en ningún punto inferior en más de quince milímetros (15 mm) al prescrito. Si se sobrepasa la tolerancia se extraerán testigos más próximos para delimitar la zona rechazada.

Los agujeros producidos en la capa de hormigón seco por los sondeos, serán rellenados con hormigón de la misma calidad que el utilizado en el resto de dicha capa, el cual será correctamente compactado y enrasado.

Las desviaciones en planta respecto a la alineación teórica no deberán ser superiores a un centímetro.

8. LIMITACIONES DE LA EJECUCION

la capa de rodadura, se medirá y pagará por metros cúbicos. Se descontarán las sanciones impuestas por insuficiente resistencia del hormigón.

Los aditivos autorizados por el Director se pagarán por los kilogramos realmente utilizados.

Los riegos de curado e imprimación se pagarán de acuerdo con lo previsto en la Sección 408 "Capa de imprimación" del CR-77.

No se pagarán las operaciones que sea preciso efectuar para reparar las superficies que acusen irregularidades superiores a las tolerables o que presenten aspectos defectuosos.

ANEXO 5
PLANOS Y PRESUPUESTOS

REPUBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

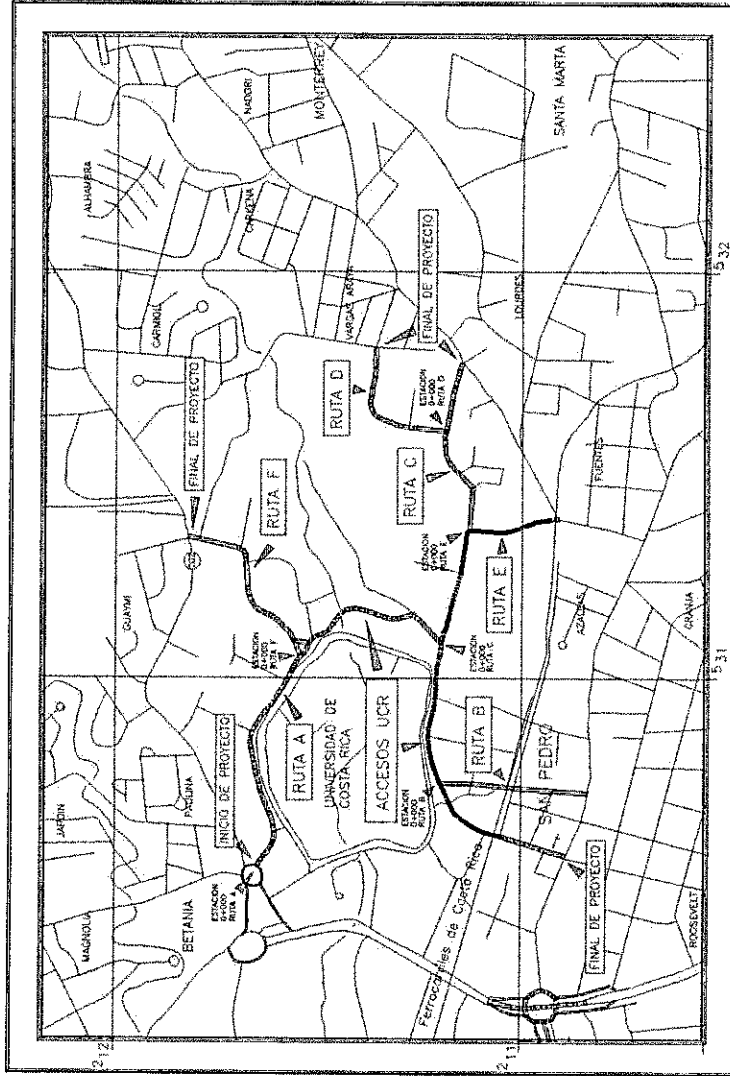
CONVENIO CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL - FUNDEV
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

PROYECTO: ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 REHABILITACION Y MEJORAMIENTO

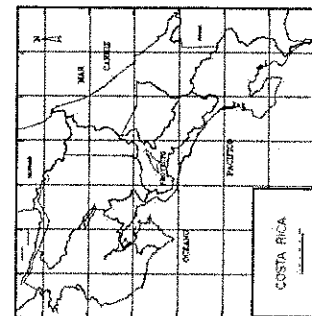
LONGITUD : 3.890 km

RUTAS Y LONGITUDES	
RUTA A	1.730 Km
RUTA B	0.443
RUTA C	0.724
RUTA D	0.340
RUTA E	0.211
RUTA F	0.442
KILOMETRAJE TOTAL 3.890 Km	

INDICE	
No. LAMINA	DESCRIPCION
1	PORTADA Y UBICACION
2	NOTAS GENERALES
3	SUMARIO DE CANTIDADES
4-S-6-7	SECCIONES EXISTENTES
8 o 13	SECCION TIPICA A CONSTRUIR
14 o 21	PLANTA ESQUEMATICA
22	RESULTADOS DE LABORATORIO



CARACTERISTICAS	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO	80 km/h
DERECHO DE VIA EXISTENTE	



RECOMENDADO: _____ APROBADO: _____ APROBADO: _____
 FUNDEV - U.C.R. CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL AREA DE OBRAS PUBLICAS

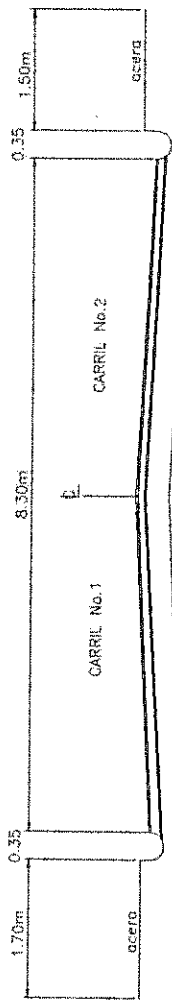
NOTAS GENERALES

- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).
- 2 El Derecho de Vía será existente, salvo aquellos casos de excepción indicados, los cuales serán adquiridos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- 3 Los postes de líneas eléctricas, telefónicas o telegráficas que estén dentro de la carretera serán removidos por las Compañías Eléctricas, I.C.E. o M.O.P.T.
- 4 Las ampliaciones de la carretera podrán hacerse en ambos o en un solo lado de la misma, según lo indique el ingeniero de proyecto. Se debe conservar las cunetas revestidas existentes que se ajusten a la ampliación de la carretera y Normas del M.O.P.T., según lo indique el ingeniero de proyecto.
- 5 En aquellas secciones donde fuera necesario efectuar banqueo, este se hará según lo determine el Ingeniero. El pago se hará por medio del Renglón 203(3).
- 6 Es recomendable que la reinstalación de las tuberías sean hechas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de acuerdo a las indicaciones del Ingeniero en el campo o en su defecto el M.O.P.T. se reservará el derecho de autorizar este trabajo con cargo al renglón de pago 109.04.
- 7 Los espesores, tipos de superficies y las rasantes de los accesos públicos a la carretera serán determinados por el Ingeniero en el campo de acuerdo a las Normas del M.O.P.T.. Su pago se hará de acuerdo a los diferentes Renglones incluidos en el Proyecto. (Ver detalle en láminas No. 8,9,10,11,12 y 13.)
- 8 Las señales de seguridad vial necesarias serán colocadas en sitios apropiados del proyecto y deberán cumplir con especificaciones del Consejo de Seguridad Vial.
- 9 En las secciones confinadas por cordón y caño, el concreto asfáltico se colocará de caño a caño y de acuerdo a indicaciones del Ingeniero Inspector. (Ver det. en láminas No.8,9,10,11,12 y 13)
- 10 Las entradas a casas, garajes y a fincas serán construidas por indicación del Ingeniero en el campo, su pago se hará mediante el Renglón de pago 109.04.

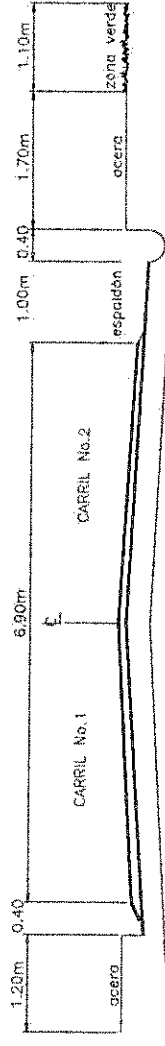
SUMARIO DE CANTIDADES

RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	¢
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL	¢
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	3 209	m ³
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1 187	m ³
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	30	m
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	2 021	m ³
205(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	108	m ³
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	32	m ³
210(2)a	ESCARIFICACION Y AGARREO DE PAVIMENTO	32 093	m ²
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA BASE ESTABILIZADA	1 281	tonis
308(2)	AGREGADOS PARA BASE ESTABILIZADA	10 284	m ³
308(5)	SELLO DE CURA ASFALTO EMULSIONADO PARA BASE ESTABILIZADA	52 515	litros
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	3 691	tonis
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	221 438	litros
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA	61 268	litros
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	52 515	litros
408(5)	MATERIAL DE SECADO	438	m ³
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	8 753	m ³
603(23)C	TUBO DE HORMIGON NO REFORZADO C14 CLASE III DE 90cm. DIAMETRO	30	m ²
604(3)	TRAGANTE	3	unid.
604A(6)	REMOCION Y RECONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	18	unid.
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUB DRENAJE FRANCES	190	m ³
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA/ SUBDRENAJE	190	m ²
608(1)	ACERAS DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	990	m ²
609(3)	CORDON Y CARO DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	990	m

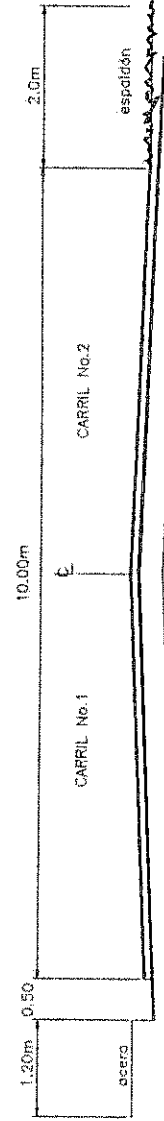
M. O. P. T.	PROYECTO: ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	4
		22



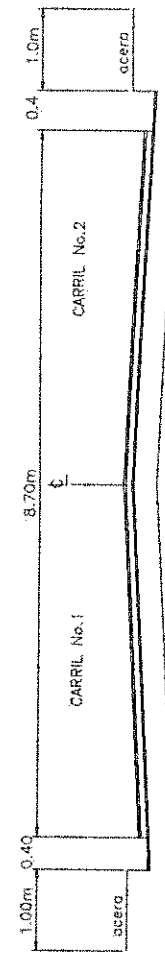
SECCION EXISTENTE EST. 1+000 RUTA A



SECCION EXISTENTE EST. 0+850 RUTA A

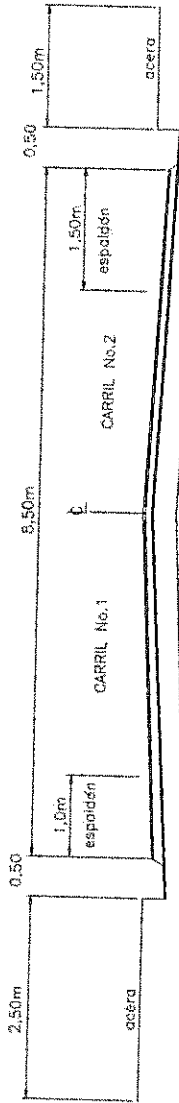


SECCION EXISTENTE EST. 0+475 RUTA A

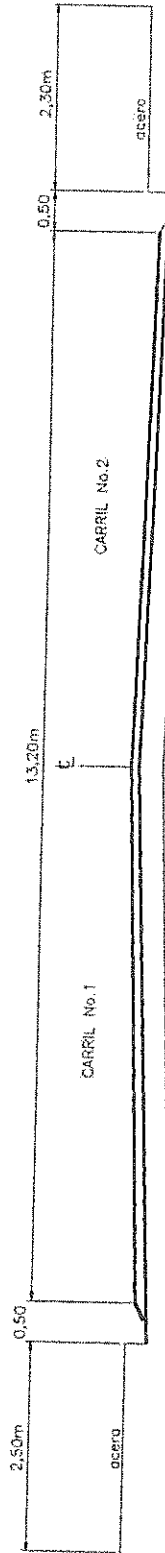


SECCION EXISTENTE EST. 0+050 RUTA A

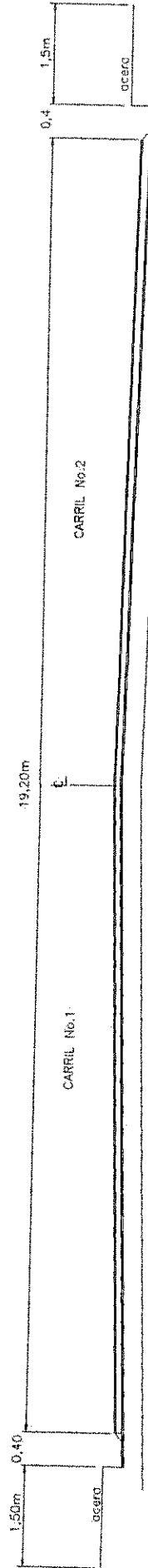
M	PROYECTO:	5
0	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	22
P		
T		



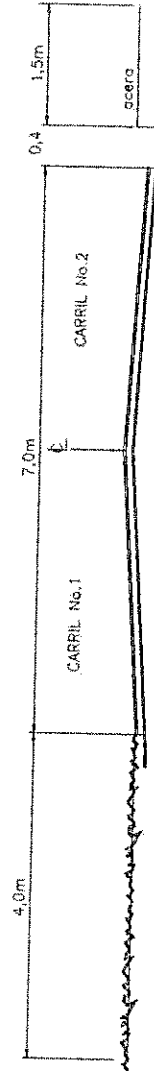
SECCION EXISTENTE EST. 1+710 RUTA A



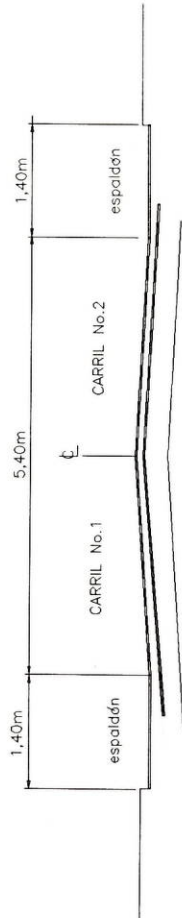
SECCION EXISTENTE EST. 1+450 RUTA A



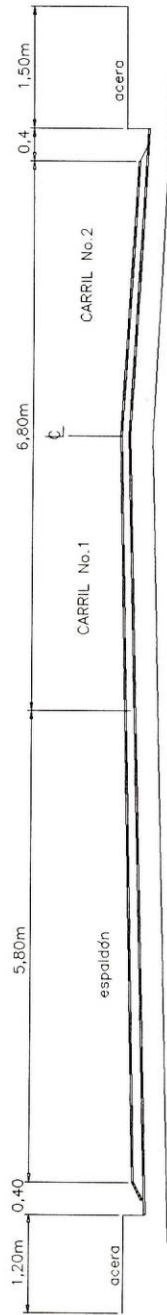
SECCION EXISTENTE EST. 1+350 RUTA A



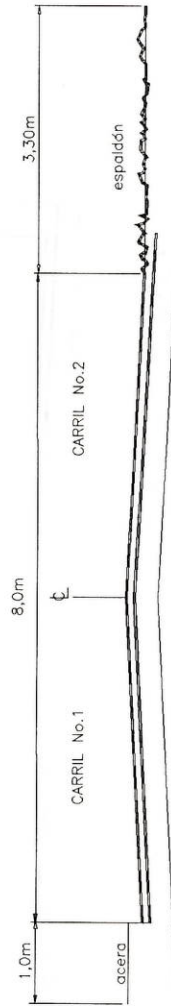
SECCION EXISTENTE EST. 1+075 RUTA A



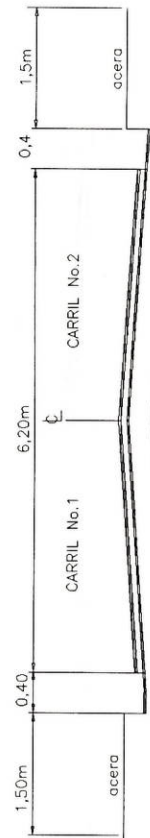
SECCION EXISTENTE EST. 0+625 RUTA C



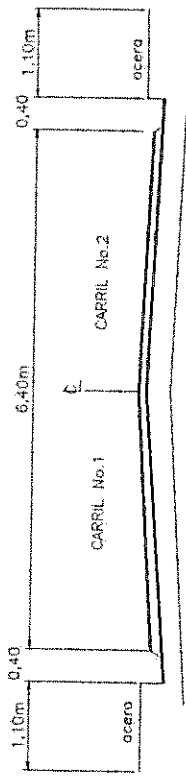
SECCION EXISTENTE EST. 0+220 RUTA C



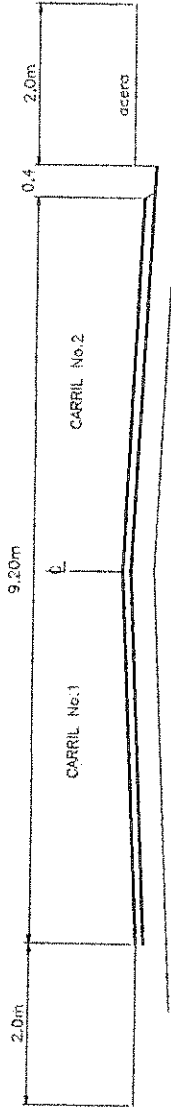
SECCION EXISTENTE EST. 0+030 RUTA C



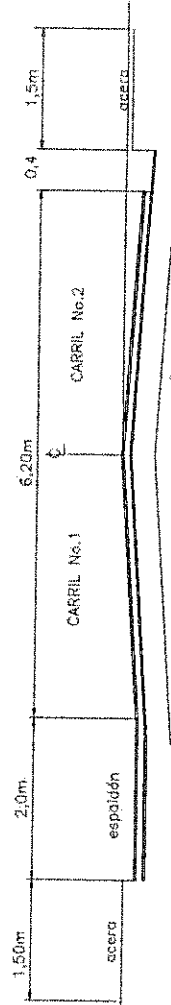
SECCION EXISTENTE EST. 0+100 RUTA B



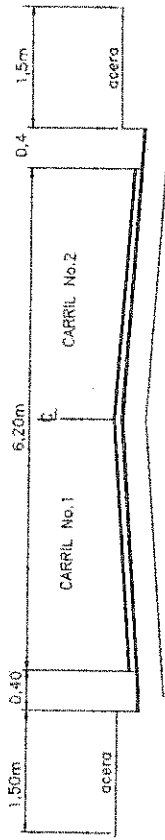
SECCION EXISTENTE EST. 0+130 RUTA F



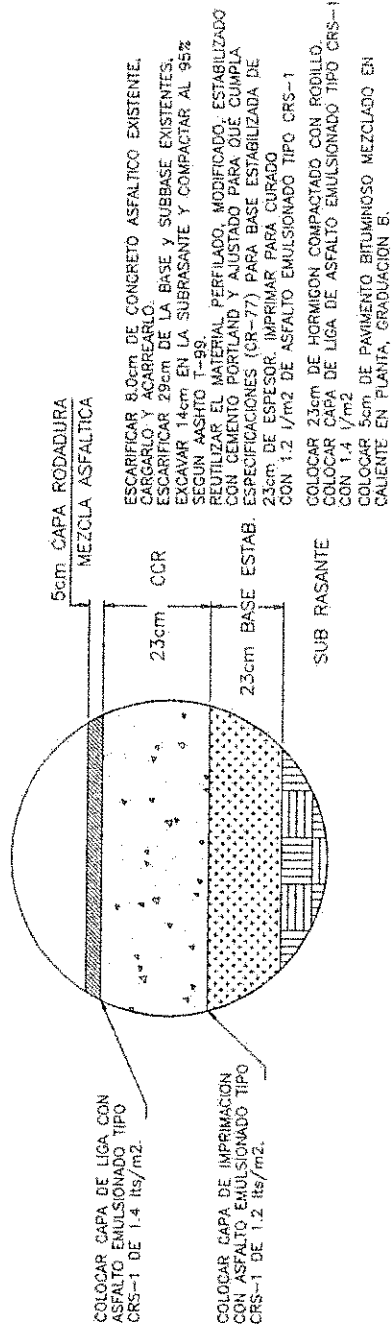
SECCION EXISTENTE EST. 0+050 RUTA E



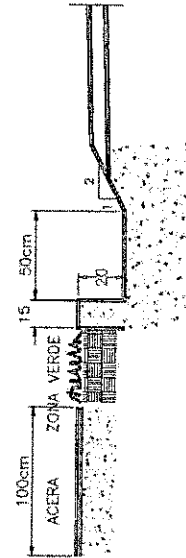
SECCION EXISTENTE EST. 0+020 RUTA D



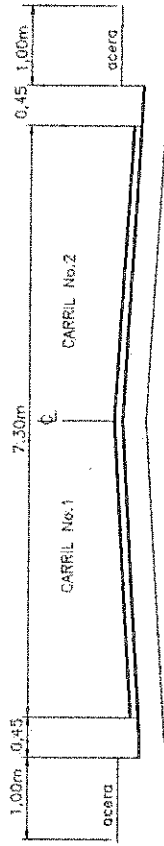
SECCION A CONSTRUIR RUTA B



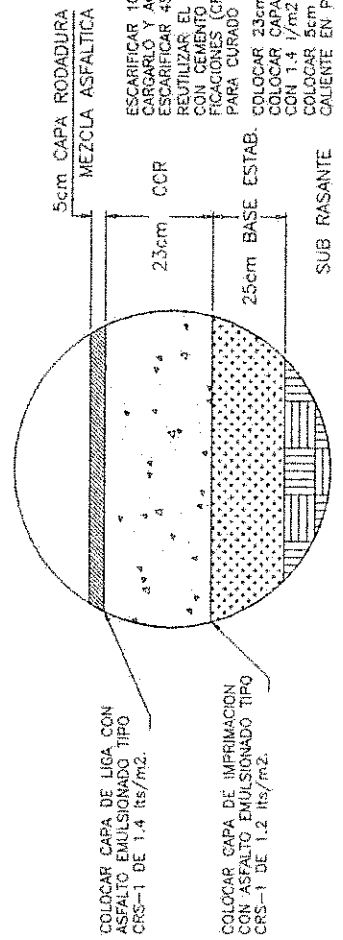
DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO



DETALLE DE CAÑO

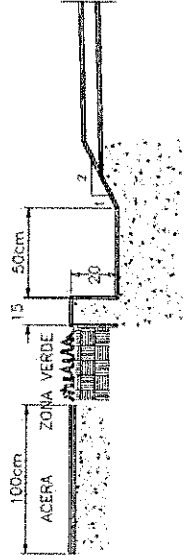


SECCION A CONSTRUIR RUTA C



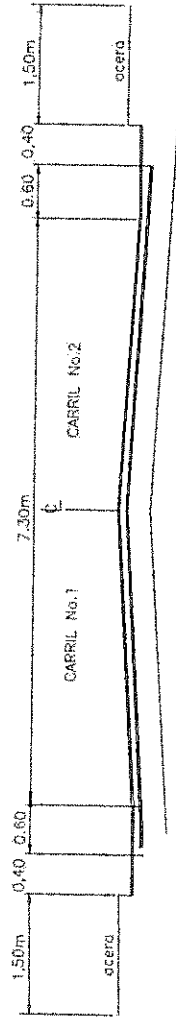
ESCARIFICAR 10.0cm DE CONCRETO ASFALTICO EXISTENTE, CARGARLO Y ACARREARLO.
 ESCARIFICAR 4.9cm DE LA BASE Y SUBBASE EXISTENTES.
 REUTILIZAR EL MATERIAL PERFIADO, MODIFICADO, ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND Y AJUSTADO PARA QUE CUMPLA ESPECIFICACIONES (CR-77), DE 2.5cm DE ESPESOR. IMPRIMAR PARA CURADO CON 1.2 l/m² DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1.
 COLOCAR 2.3cm DE HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO.
 COLOCAR CAPA DE LIGA DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 CON 1.4 l/m².
 COLOCAR 5cm DE PAVIMENTO BITUMINOSO MEZCLADO EN CALIENTE EN PLANTA, GRADUACION B.

DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO

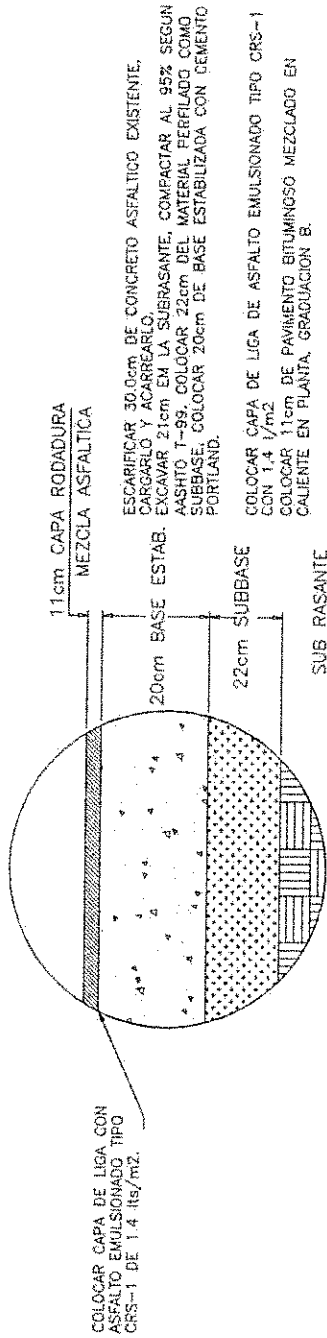


DETALLE DE CAÑO

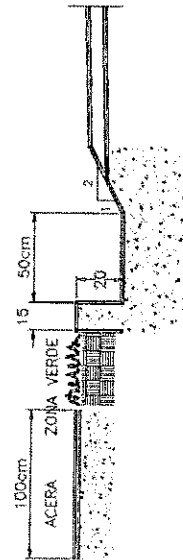
M	PROYECTO:	11
G		
P	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	22



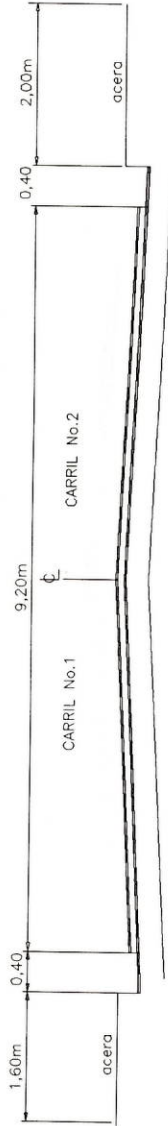
SECCION A CONSTRUIR RUTA D



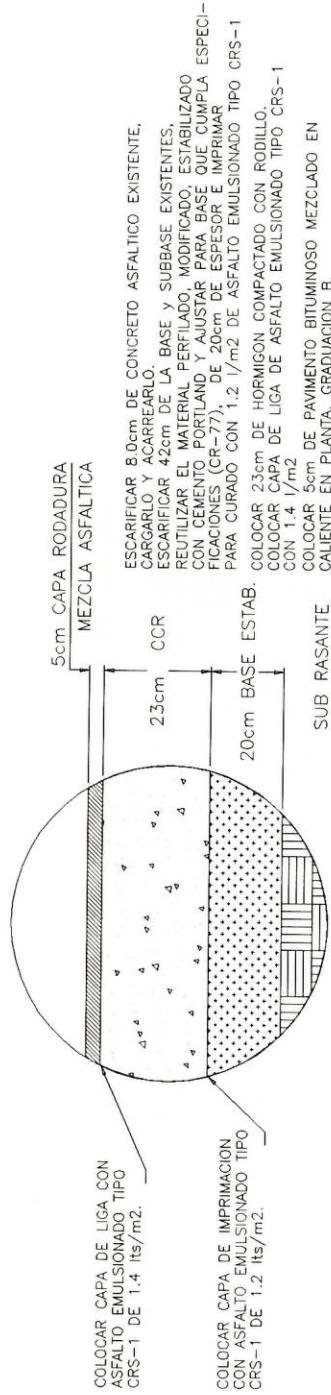
DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO



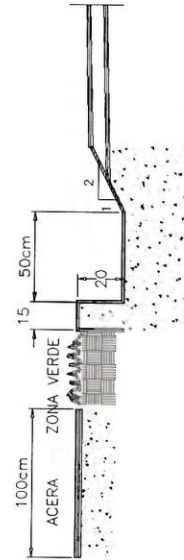
DETALLE DE CANO



SECCION A CONSTRUIR RUTA E

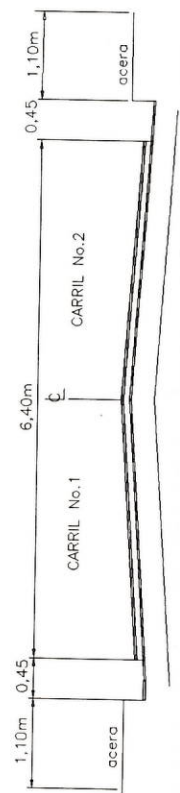


DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO

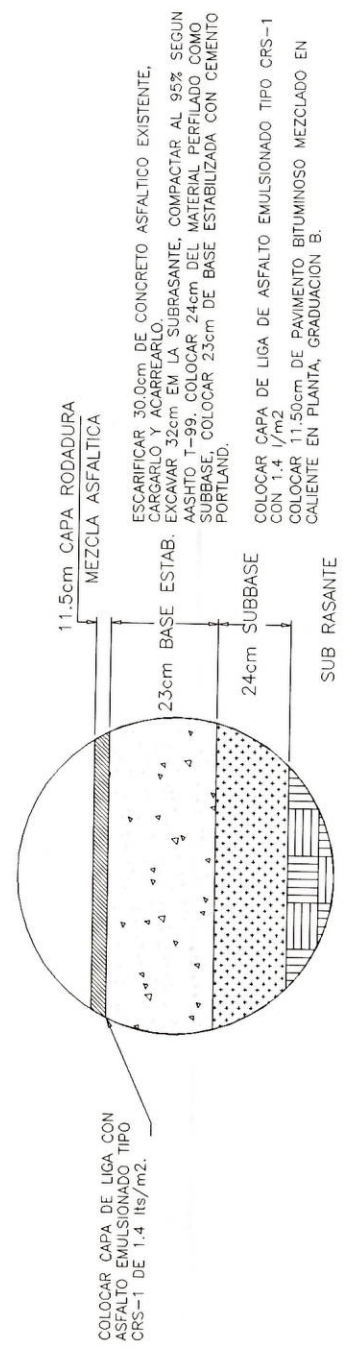


DETALLE DE CAÑO

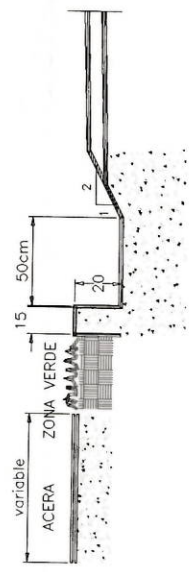
M	PROYECTO:	13
O	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	22
P		
T		



SECCION A CONSTRUIR RUTA F



DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO



DETALLE DE CAÑO

N O P T	PROYECTO:	14
	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA RUTA A	22

A SABANILLA
CONSTRUIR 50m
DE CORDON Y CAÑO

0+400

0+300

0+200

0+100

0+000

INICIO DE PROYECTO
CONSTRUIR FRANGITE

ROTONDA
CRUZ MEZA

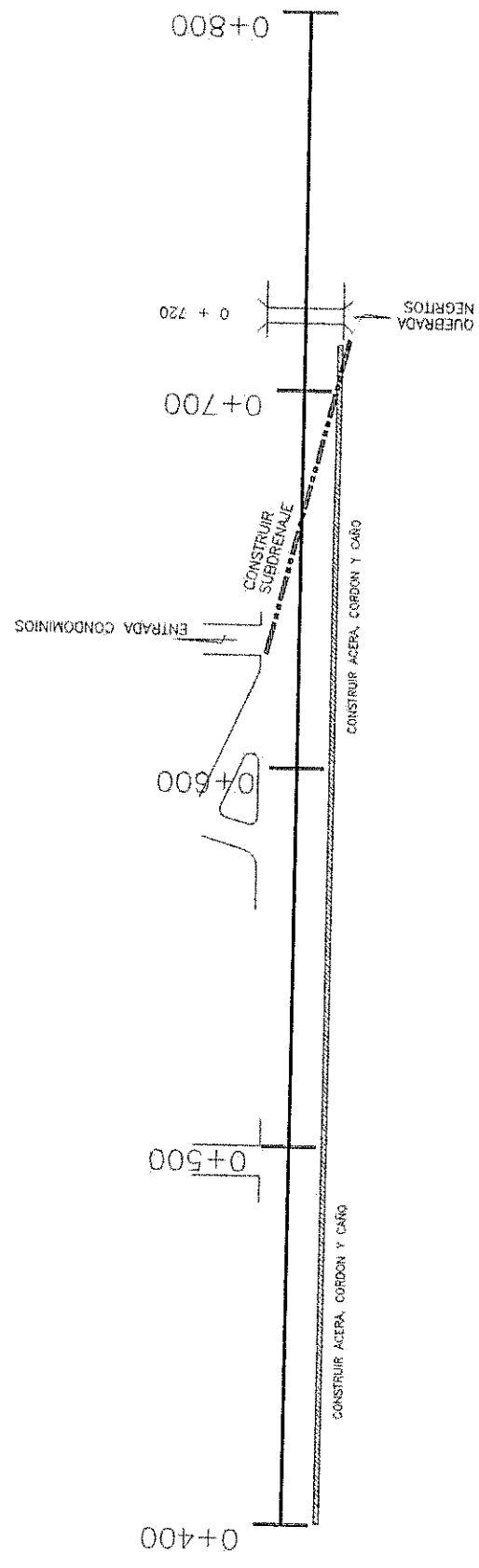
CONSTRUIR ACERA, CORDON Y CAÑO

CONSTRUIR ACERA,
CORDON Y CAÑO

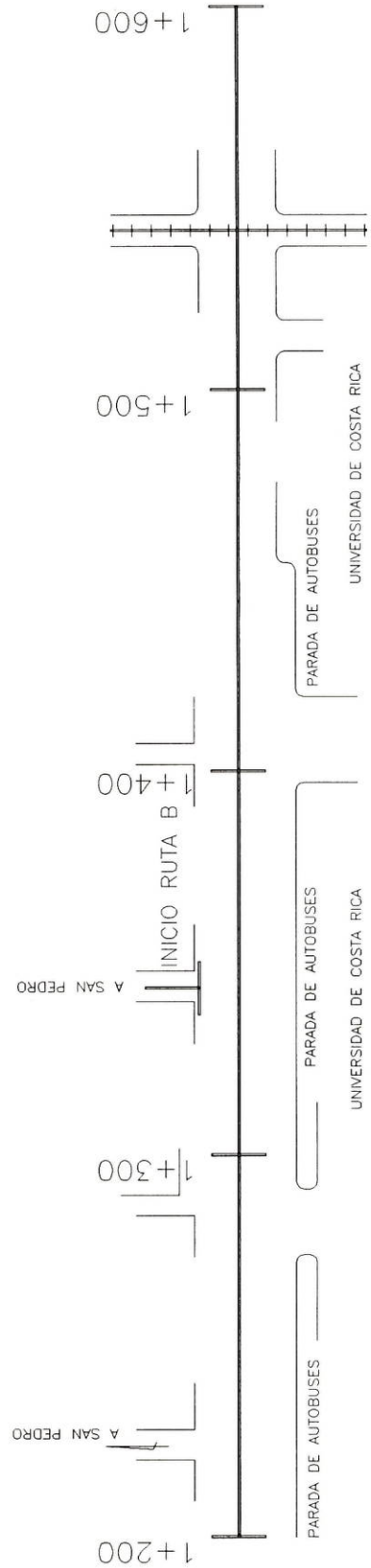
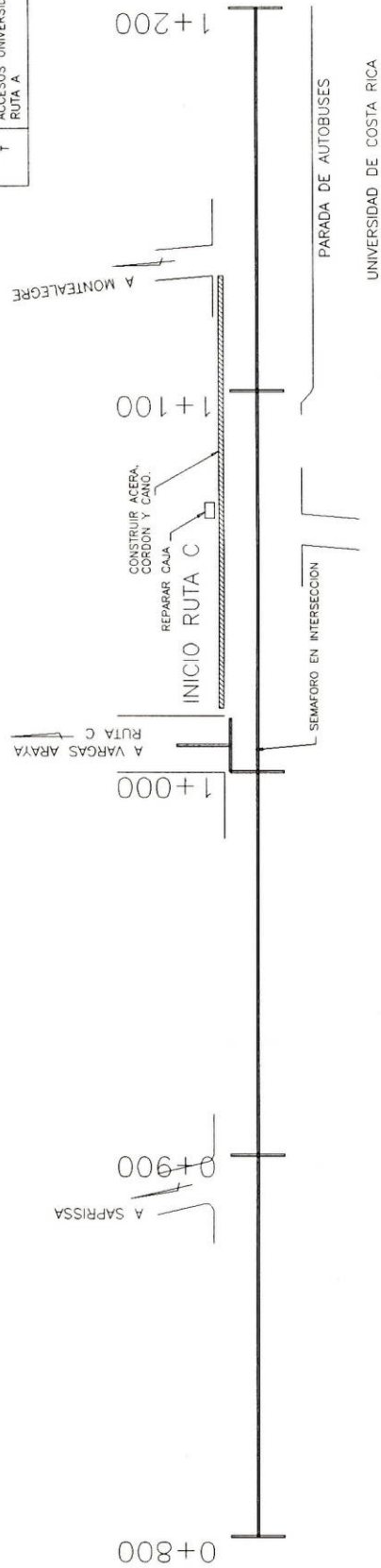
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

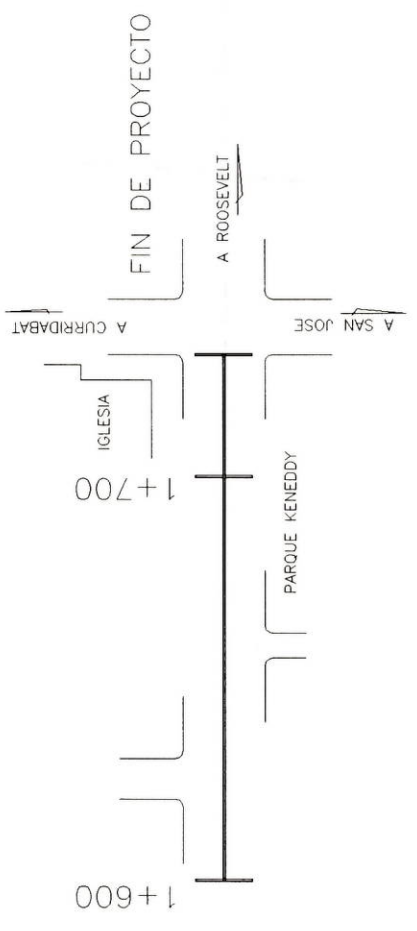
DE SAN JOSE



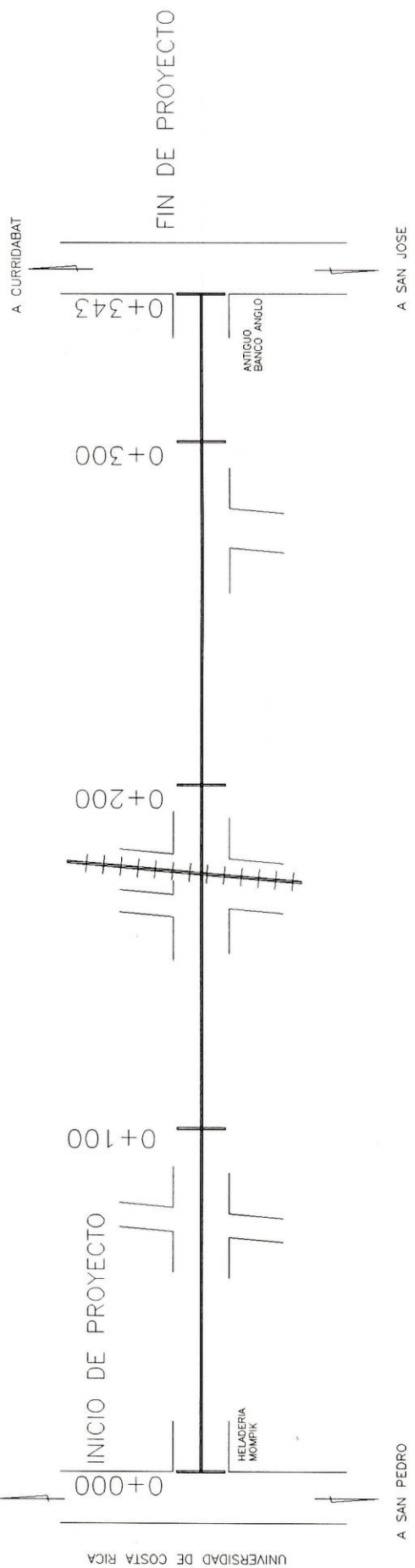
M	O	P	T
PROYECTO:			
ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA			
RUTA A			
15			22



M O D E L O	PROYECTO:	16
P R O Y E C T O	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA RUTA A	22

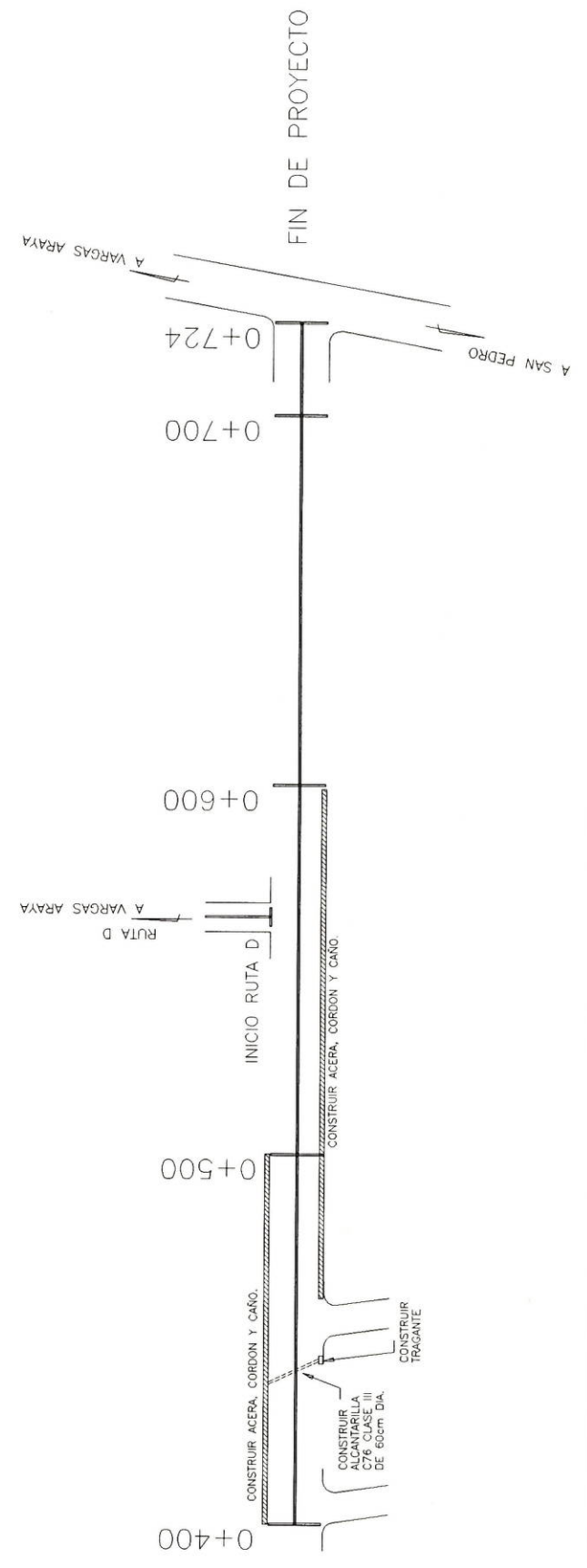
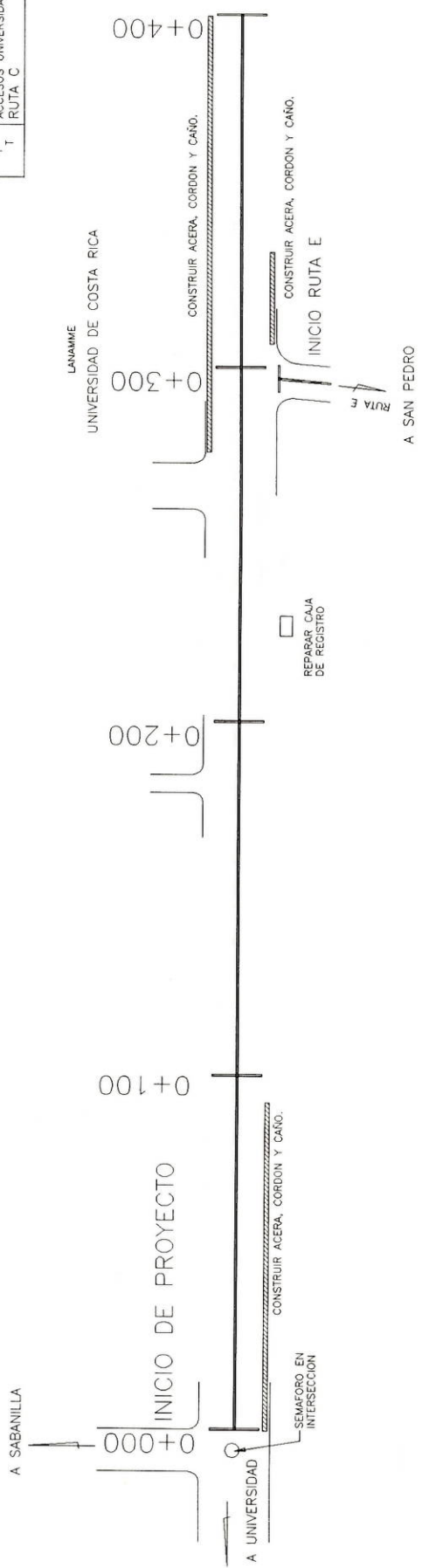


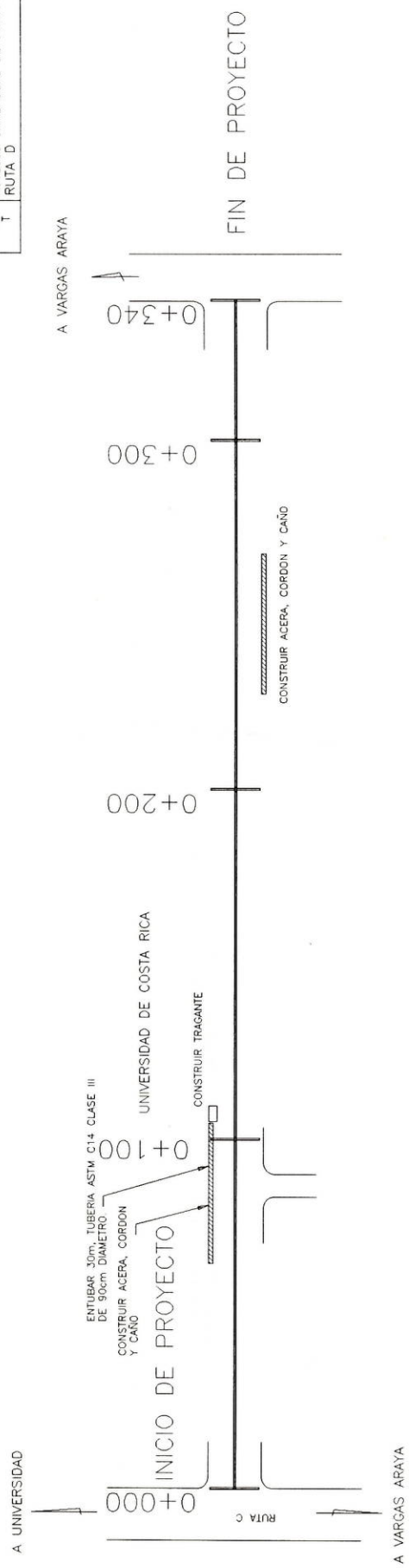
A VARGAS ARAYA



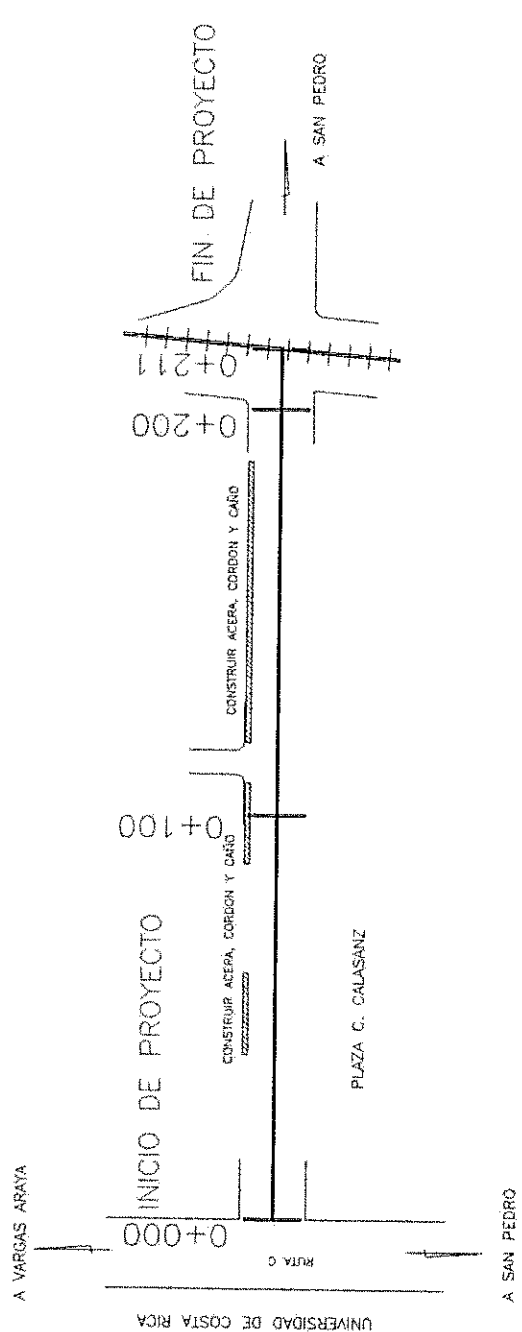
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

M	PROYECTO:	18
O	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	
P	RUTA C	
T		22

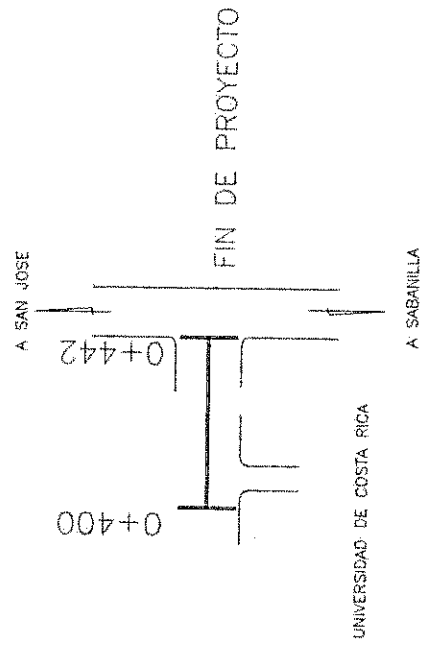
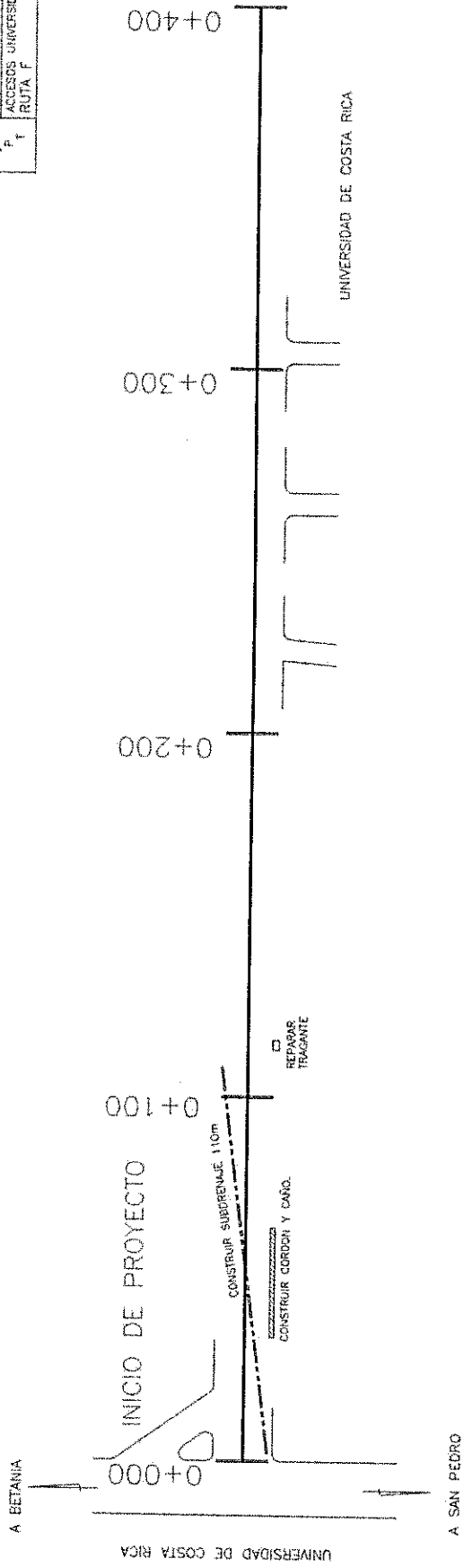




PROYECTO:	20
ACCESO UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	22
RUTA E	



M ₀	PROYECTO:	21
P ₁	ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA	22
F ₁	ROUTE F	



CARRETERA : ROTONDA BETANIA-IGLESIA SAN PEDRO (RUTA A)
Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+050	27	34.2	6.3	60.7	98.3	32	1316	5	7.8	12	5.2	8.4	11.4	1148	87.3
0+075	26	36.2	10	—	—	33	1303	3.5	6.2	9.2	3.5	6.5	9.5	1396	93.1
0+370	40	30.5	5.5	65.2	98.3	—	1445	—	—	—	—	—	—	1273	88.7
0+475	40	30.5	5.5	65.2	98.3	27	1470	3.6	5.5	11	4.4	6.6	12	1317	91.1
0+850	32	34.5	14.3	77.0	93.3	32.8	1316	5.6	8.0	13.6	6.6	9.4	13.2	—	—
1+075	50	29.4	7.5	63.3	95.6	27.5	1413	7.3	8.0	7.5(97)	7.7	7.6	5.5(97)	781	55.3
1+400	28	42.5	6.1	63.3	95.6	27.5	1310	5.1	8.0	12.2(96.8)	5.8	8.4	12.6(96.8)	1224	93.4
1+600	40	31.7	5.0	58.4	99.0	27	1427	6.0	9.6	11.4	4.6	7.6	8.6	1373	96.2

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : ROTONDA BETANIA-IGLESIA SAN PEDRO (RUTA A)
Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)	
								91%	95%	100%	91%	95%	100%			
0+050	0	NP	NP	13.4	34.5	11.8	1930	—	64.5	67.5(98.7)	—	51	51(98.7)	1481.2	76.7	
0+200	25	NP	NP	—	—	14.8	1818	—	43.5(98)	53.5	—	38.5(98)	45	—	—	
0+420	25	NP	NP	—	—	14.0	1705	—	8	—	—	8.5	—	—	—	
0+475	28	NP	NP	29.1	34.7	12.8	1852	28	58	97(98)	28	57	78(98)	2048	—	
1+075	20	NP	NP	21.4	7.5	24.1	120	1828	24	56	61(96.4)	18	42	45(96.4)	1461.2	80.0
1+450	30	—	—	14.0	24.1	12.0	1828	—	—	—	—	—	—	2353	—	
1+600	15	17.9	2.7	26.9	60.0	—	—	—	—	—	—	—	—	1356.1	—	

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : ROTONDA BETANIA-IGLESIA SAN PEDRO (RUTA A)
Caracterización de muestra: BASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)		
								91%	95%	100%	91%	95%	100%			
0+050	8	NP	NP	—	—	16.2	1745	42(92)	67.5	100(99)	35(92)	54	77.5(99)	—		
0+200	15	NP	NP	21.9	39.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0+400	—	NP	NP	—	—	14	1780	80	86	87(96)	64	61	61(96)	—		
0+475	25	NP	NP	21.3	37.3	96.4	13.7	1857	17(93)	72.5	110(98)	15(93)	56	80(93)	1792.4	
0+850	25	NP	NP	21.2	35.0	94.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1+075	11	NP	NP	14.8	31.7	96.9	11.5	1874	—	—	—	—	—	1642.3		
1+450	10	NP	NP	16.9	27.4	80.0	13	1832	43.6	48(93.5)	—	—	—	105		
1+600	7	NP	NP	15.3	30.6	93.9	—	—	—	—	—	—	—	31.8	34(93.5)	96.8

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : SEMAFORO-CALLE A LOURDES (colle del LANAMME) (RUTA C)
Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+075	30	26.4	4.7	61.7	89.4	26.5	1405	2.7	3.7	6.6	3.1	4.1	7.5	—	—
0+420	61	42.3	23.1	76.8	92.1	29.5	1418	—	—	—	—	—	—	—	—
0+625	32	42.8	13.0	83.6	97.4	38.0	1335	6.5	4.5	—	6.1	3.6	—	—	—

CARRETERA : SEMAFORO-CALLE A LOURDES (colle del LANAMME) (RUTA C)
Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+075	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0+420	32	20.1	2.9	25.4	40.9	14.0	1822	31.5	59.5	53(99.5)	27	48	41.5(99.5)	—	—
0+625	NO HAY	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : SEMAFORO-CALLE A LOURDES (colle del LANAMME) (RUTA C)
Caracterización de muestra: BASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+075	17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0+420	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0+625	28	NP	NP	19.5	29.4	90.4	16.8	1800	62	82.5	98(99.5)	60.5	65	78.5(99.5)	—

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : ANTIGUO BANCO ANGLÓ-MONPIK (RUTA B)
Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+050	32	47.3	13.8	63.7	95.6	32.3	1275	5.8	10	13.5	6.4	11	14.6	—	—
0+250	26	37	14.3	66.6	94.5	26.3	1412	7.5	13.5	18	8.0	14	19.0	—	—

CARRETERA : ANTIGUO BANCO ANGLÓ-MONPIK (RUTA B)
Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+050	9	NP	NP	21.9	39.8	11.1	1728	12(92)	32.5	85	12(92)	32.5	82	—	—
0+250	5	NP	NP	15.2	29.3	15.7	1778	—	—	—	—	—	—	—	—

CARRETERA : ALFREDO CRUZ (RUTA E)
Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+025	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0+050	50	29.8	7	71.2	93.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

CARRETERA : ALFREDO CRUZ (RUTA E)
Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+025	30	—	—	—	—	11.8	1930	—	64.5	67.5(98)	—	51	51(98.7)	—	—
0+050	[*]	—	—	—	—	14.8	1818	—	43.5(98)	53.5	—	38.5(98)	45	—	—

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : ALFREDO CRUZ (RUTA E)
Caracterización de muestra: BASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+025	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
0+050	39	NP	NP	13.9	28.7	91.4	15.6	1754	54	94	—	47	73	—	—

Nota: El valor dentro del parentesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : INISA (RUTA F)
Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+070	12	27.3	3.7	57.6	98.3	32.8	1312	9.5	12.4	9.9(97.4)	10.4	12.4	7.2(97.4)	—	—
0+370	30	27.0	6.8	65.2	93.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

CARRETERA : INISA (RUTA F)
Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%		
0+125	[*]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0+200	[*]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0+370	10	NP	NP	22.7	37.4	14.7	1765	41(97.5)	—	65	33.5(99.5)	—	53	—	—

[*] No se distingue material de la base

CARRETERA : INISA (RUTA F)
Caracterización de muestra: BASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2")			CBR (0.1")			Densid.Sitio (kg/m ³)
								91%	95%	100%	91%	95%	100%	
0+200	[*]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0+370	17	16.2	1.9	—	—	78.9	—	—	—	—	—	—	—	—

[*] No se distingue material de la base

PRESUPUESTO Y SUMARIO DE CANTIDADES
PROYECTO : ACCESOS UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
 PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO

REGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL ¢
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	¢		15 819 978
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL	¢		15 819 978
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	3 209	m3	600	1 925 550
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1 167	m3	450	525 150
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	30	m	550	16 500
204(1)	SUBBASE GRADUACION D	2 021	m3	1 750	3 537 573
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	108	m3	2 200	237 600
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	32	m3	1 400	45 360
210(2)a	ESCARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO	32 093	m2	250	8 023 125
308(1)	CEMENTO PORTLAND PARA BASE ESTABILIZADA	1 281	tons	17 800	22 795 969
308(2)	AGREGADOS PARA BASE ESTABILIZADA	10 284	m3	3 100	31 880 981
308(5)	SELLO DE CURA ASFALTO EMULSIONADO PARA BASE ESTABILIZADA	52 515	l	55	2 888 325
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRADUACION B PARA CARPETA	3 691	tons	3 500	12 917 231
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	221 438	l	50	11 071 913
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1,CAPA DE LIGA	61 268	l	55	3 369 713
408(3)	ASFALTO EMULSIONADO CAPA DE IMPRIMACION	52 515	l	55	2 888 325
408(5)	MATERIAL DE SECADO	438	m3	3 400	1 487 925
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	8 753	m3	13 500	118 158 750
603(23)C	TUBO DE HORMIGON ASTM C14 CLASE III DE 90 cm DE DIAMETRO	30	m2	18 000	540 000
604(3)	TRAGANTE	3	unidad	65 000	195 000
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	18	unidad	5 500	99 000
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUBDRENAJE FRANCES	190	m3	1 750	332 500
605(22)	TELA DE FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENAJE	190	m2	230	43 700
608(1)	ACERAS DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	990	m2	1 350	1 336 500
609(3)	CORDON Y CAÑO DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	990	m	1 700	1 683 000

TOTAL ¢ 257 639 645

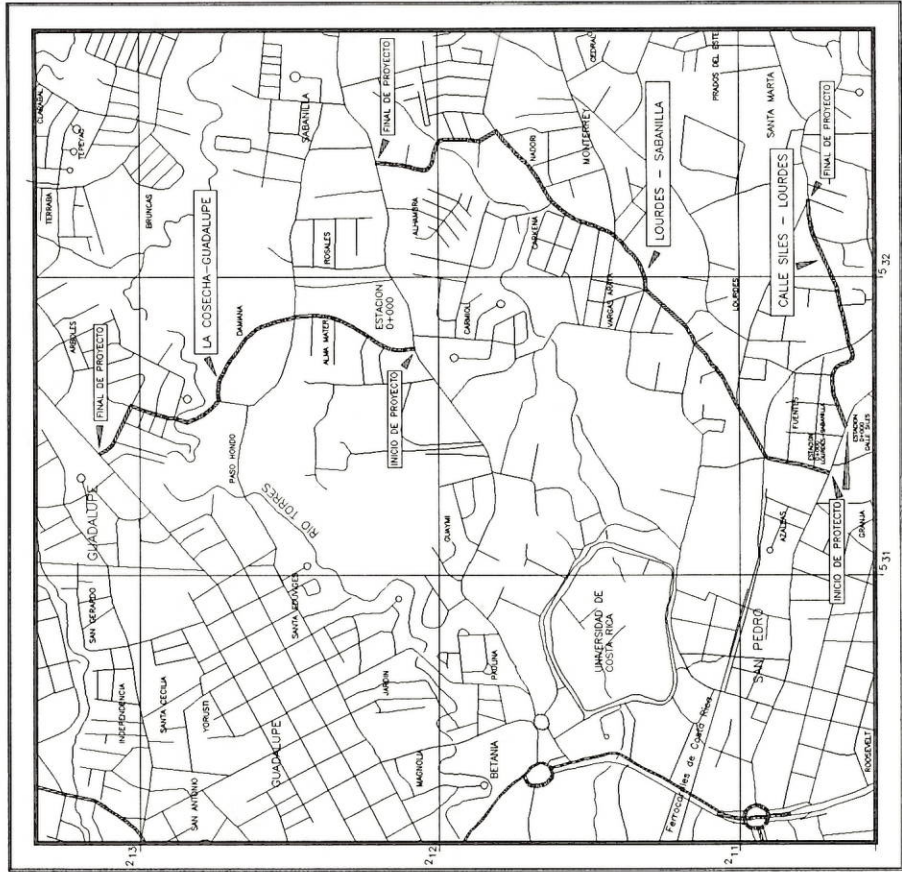
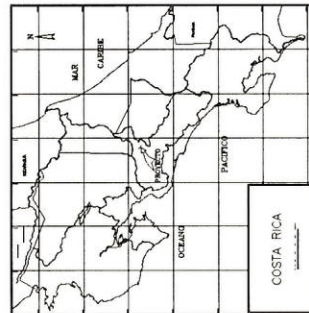
REPUBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES
DIVISION DE OBRAS PUBLICAS

CONVENIO CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL - FUNDEVI
 UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

LA COSECHA-GUADALUPE
PROYECTO: CALLE SILES-LOURDES
LOURDES-SABANILLA

REHABILITACION Y MEJORAMIENTO
 LONGITUD : 4,270 km

CARACTERISTICAS	
TERRENO PLANO	
VELOCIDAD DE DISEÑO	60 kph
DERECHO DE VIA EXISTENTE	



RUTAS Y LONGITUDES	
LA COSECHA-GUADALUPE	1,350 km
CALLE SILES-LOURDES	0,800
LOURDES-SABANILLA	2,120
KILOMETRAJE TOTAL 4,270 km	

INDICE	
No. LAMINA	DESCRIPCION
1	PORTADA Y UBICACION
2	NOTAS GENERALES
3	SUMARIO DE CANTIDADES
4 o 8	SECCIONES EXISTENTES
9 o 11	SECCION TIPICA
12 o 17	PLANTA ESQUEMATICA
18	RESULTADOS DE LABORATORIO

RECOMENDADO: _____ APROBADO: _____ APROBADO: _____ AREA DE OBRAS PUBLICAS
 FUNDEVI - U.C.R. _____ CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL

M	PROYECTOS:	2
O	LA COSECHA - GUADALUPE	18
P	CALLE SILES - LOURDES	
T	LOURDES - SABANILLA	

NOTAS GENERALES

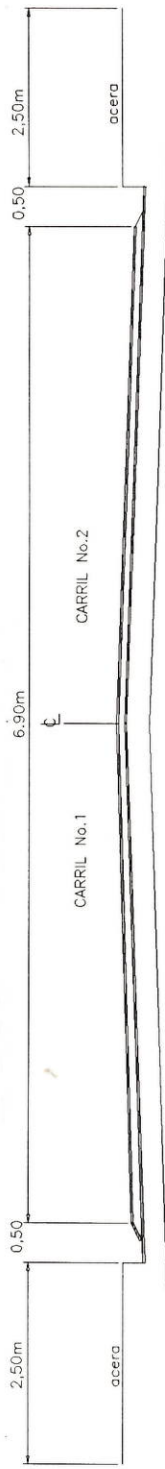
- 1 Los trabajos se realizarán de conformidad con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes (CR-77), las Especificaciones Especiales, Disposiciones Generales y Normas de Diseño para la Construcción de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT).
- 2 El Derecho de Vía será existente, salvo aquellos casos de excepción indicados, los cuales serán adquiridos por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- 3 Los postes de líneas eléctricas, telefónicas o telegráficas que estén dentro de la carretera serán removidos por las Compañías Eléctricas, I.C.E. o M.O.P.T.
- 4 Las ampliaciones de la carretera podrán hacerse en ambos o en un solo lado de la misma, según lo indique el ingeniero de proyecto. Se debe conservar las cunetas revestidas existentes que se ajusten a la ampliación de la carretera y Normas del M.O.P.T., según lo indique el ingeniero de proyecto.
- 5 En aquellas secciones donde fuera necesario efectuar banqueo, este se hará según lo determine el ingeniero. El pago se hará por medio del Renglón 203(3).
- 6 Es recomendable que la reinstalación de las tuberías sean hechas por el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de acuerdo a las indicaciones del ingeniero en el campo o en su defecto el M.O.P.T. se reservará el derecho de autorizar este trabajo con cargo al renglón de pago 109.04.
- 7 Los espesores, tipos de superficies y las rasantes de los accesos públicas a la carretera serán determinados por el ingeniero en el campo de acuerdo a las Normas del M.O.P.T.. Su pago se hará de acuerdo a los diferentes Renglones incluidos en el Proyecto.
- 8 Los señales de seguridad vial necesarias serán colocadas en sitios apropiados del proyecto y deberán cumplir con especificaciones del Consejo de Seguridad Vial.
- 9 En las secciones confinadas por cordón y caño, el concreto asfáltico se colocará de caño a caño y de acuerdo a indicaciones del ingeniero Inspector.
- 10 Las entradas a casas, garajes y a fincas serán construidas por indicación del ingeniero en el campo, su pago se hará mediante el Renglón de pago 109.04.

M	PROYECTO:	3
O	LA COSECHA - GUADALUPE	18
P	CALLE SILES - LOURDES	
T	LOURDES - SABANILLA	

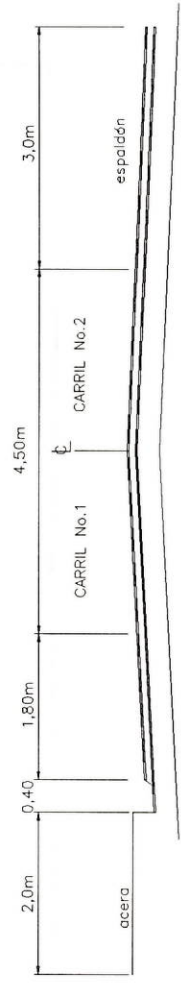
SUMARIO DE CANTIDADES

RENGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	¢
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL	¢
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	4 270	m ³
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1 281	m ³
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS	2 880	m ³
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	60	m
204(1)	SUB-BASE GRADUACION D	3 666	m ³
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	108	m ³
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	32	m ³
210(2)A	ESCARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO	35 228	m ²
308(5)	SELLO DE CURA ASFALTO EMULSIONADO PARA BASE ESTABILIZADA	57 901	litros
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRAD. B. PARA CARPETA	3 732	tons
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	223 919	litros
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1, CAPA LIGA.	67 551	litros
408(5)	MATERIAL DE SECADO	480	m ³
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	5 826	m ³
604(3)	FRAGANTE	3	unid.
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	62	unid.
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUB DRENAJE FRANCES	300	m ³
605(22)	TELA FIBRA SINTETICA/ SUBDRENAJE	300	m ²
608(1)	ACERAS DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	1 460	m ²
609(3)	CORDON Y CAÑO DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	1 460	m

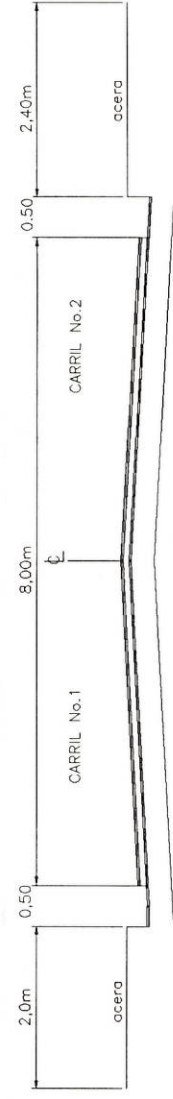
M O P T	PROYECTO:	4
	LA COSECHA - GUADALUPE	1B



SECCION EXISTENTE EST. 1+050 LA COSECHA-GUADALUPE



SECCION EXISTENTE EST. 0+600 LA COSECHA-GUADALUPE

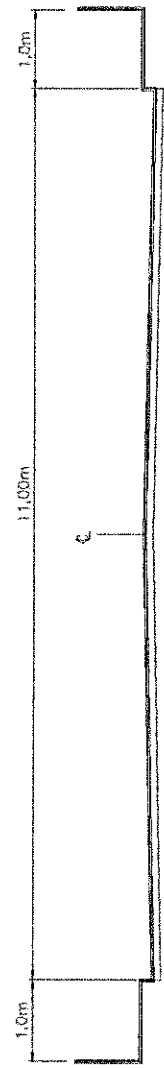


SECCION EXISTENTE EST. 0+100 LA COSECHA-GUADALUPE

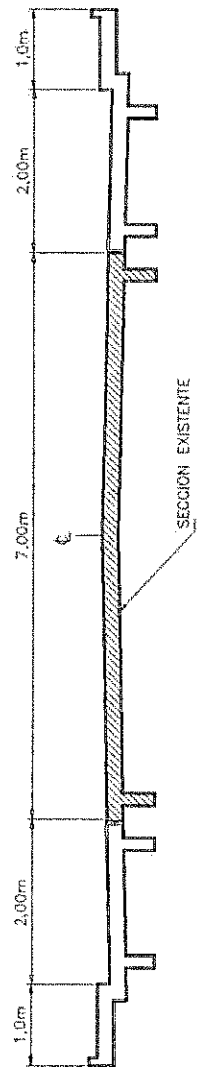
M. G. P. T.	PROYECTO: LA COSECHA - GUADALUPE	5
		18



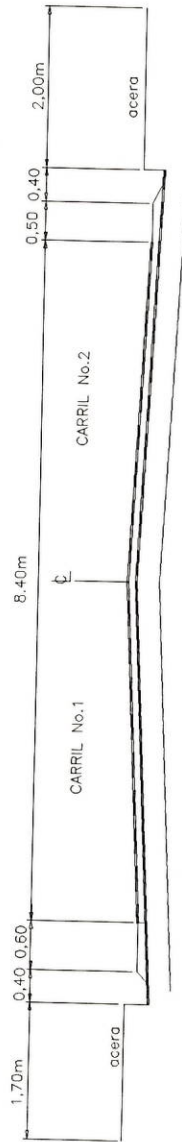
SECCION EXISTENTE EST. 1+000
PUENTE SOBRE RIO TORRES



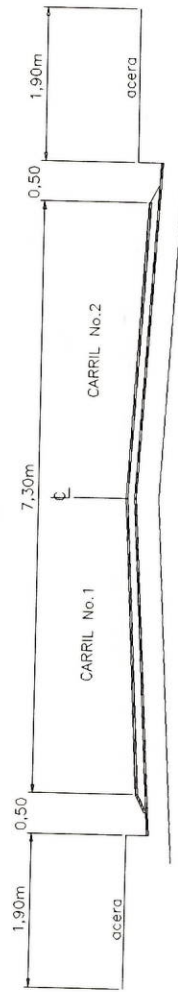
SECCION PROPUESTA
PUENTE SOBRE RIO TORRES



M	PROYECTO:	6
O		
P	CALLE SILES - LOURDES	18
T		

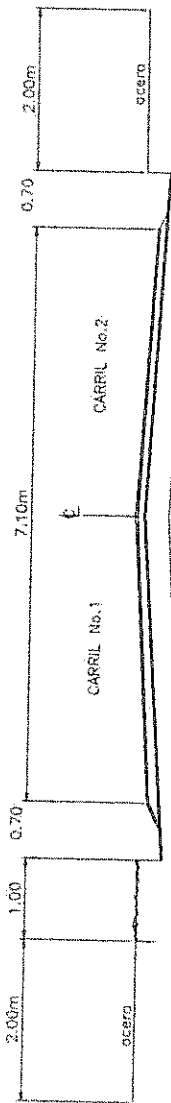


SECCION EXISTENTE EST. 0+350 CALLE SILES-LOURDES

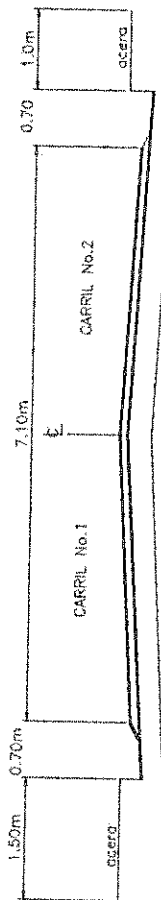


SECCION EXISTENTE EST. 0+050 CALLE SILES-LOURDES

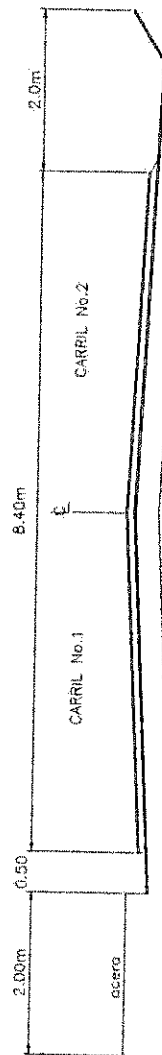
M	PROYECTO:	7
O		
P	LOURDES - SABANILLA	
T		18



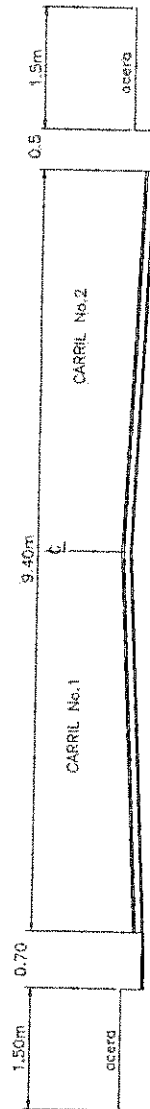
SECCION EXISTENTE EST. 0+850 LOURDES-SABANILLA



SECCION EXISTENTE EST. 0+520 LOURDES-SABANILLA

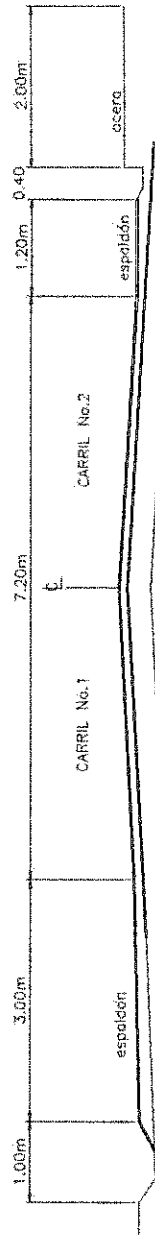


SECCION EXISTENTE EST. 0+300 LOURDES-SABANILLA

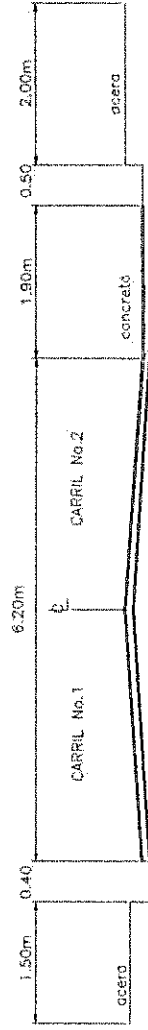


SECCION EXISTENTE EST. 0+100 LOURDES-SABANILLA

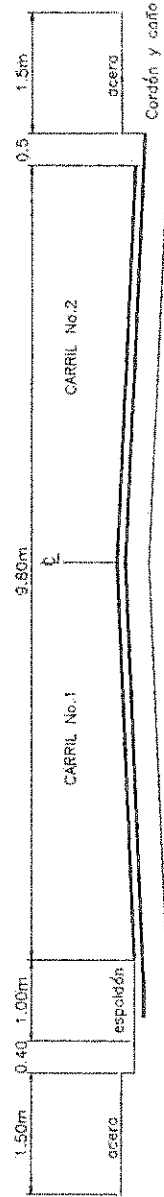
M O P T	PROYECTO:	B
	LOURDES - SABANILLA	18



SECCION EXISTENTE EST. 1+800 LOURDES-SABANILLA

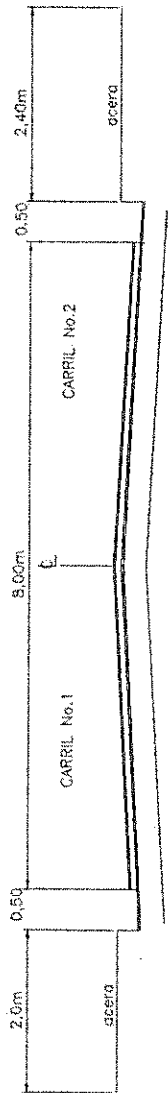


SECCION EXISTENTE EST. 1+250 LOURDES-SABANILLA

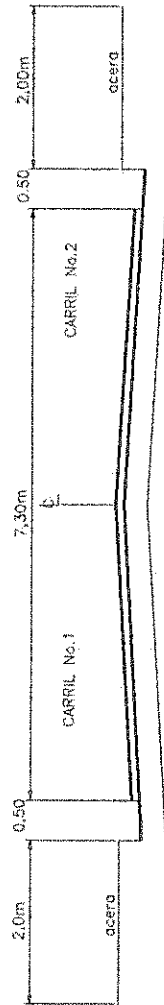


SECCION EXISTENTE EST. 1+150 LOURDES-SABANILLA

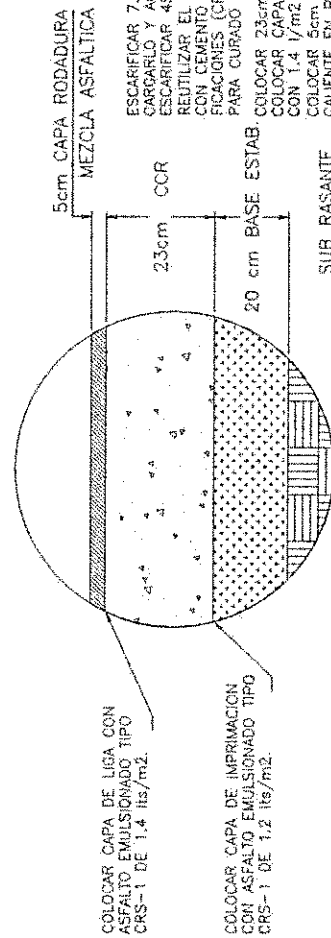
M	O	P	T
PROYECTO:			
LA COSECHA - GUADALUPE			
			9
			18



SECCION A CONSTRUIR DE EST. 0+000 a 0+430 LA COSECHA-GUADALUPE



SECCION A CONSTRUIR DE EST. 0+430 a 1+000 LA COSECHA-GUADALUPE



5cm. CAPA RODADURA
MEZCLA ASFALTICA

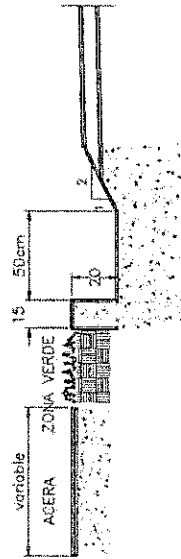
CCR

20 cm BASE ESTAB.

SUB RASANTE

COLOCAR CAPA DE LIGA CON
ASFALTO EMULSIONADO TIPO
CRS-1 DE 1.4 lbs/m2.

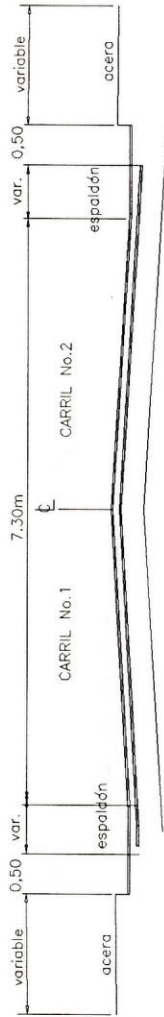
COLOCAR CAPA DE IMPRIMACION
CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO
CRS-1 DE 1.2 lbs/m2.



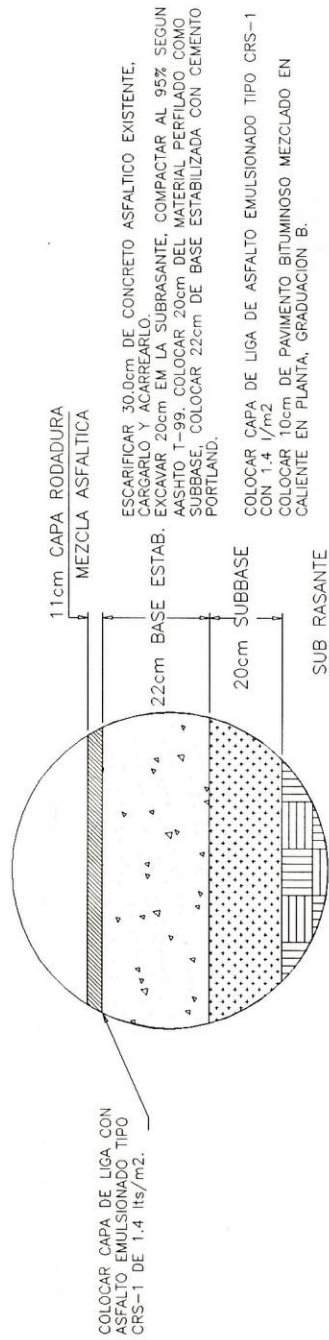
DETALLE DE CAÑO

ESCARIFICAR 7.0cm DE CONCRETO ASFALTICO EXISTENTE,
CARGARLO Y ACARRCARLO.
ESCARIFICAR 4.5cm DE LA BASE Y SUBBASE EXISTENTES.
REUTILIZAR EL MATERIAL PERILADO, MODIFICADO, ESTABILIZADO
CON CEMENTO PORTLAND Y AJUSTADA PARA QUE CUMPLA ESPECI-
FICACIONES (GR-77) DE 30cm DE ESPESOR E IMPRIMAR
PARA CURADO CON 1.2 1/m2 DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1
COLOCAR 23cm DE HORMIGON COMPACTADO CON FODILLO.
COLOCAR CAPA DE LIGA DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1
CON 1.4 1/m2
COLOCAR 5cm DE PAVIMENTO BITUMINOSO MEZCLADO EN
CALENTE EN PLANTA, GRADUACION B.

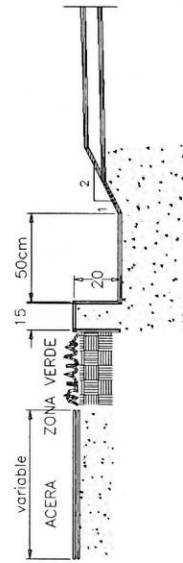
DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO



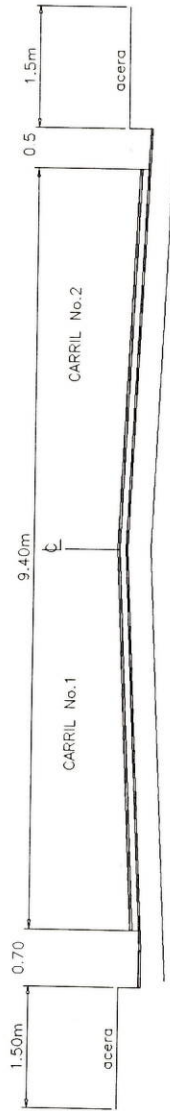
SECCION A CONSTRUIR CALLE SILES-LOURDES



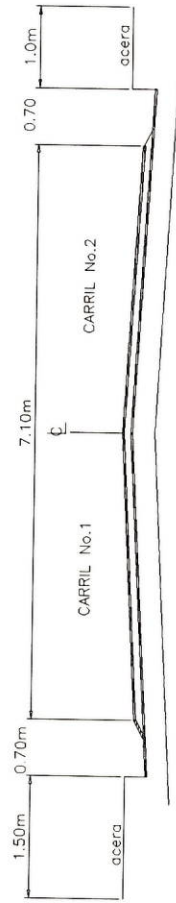
DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO



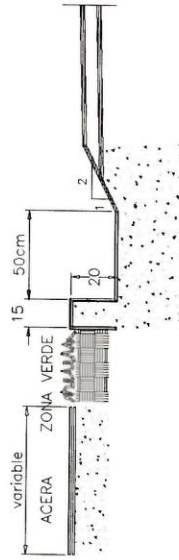
DETALLE DE CAÑO



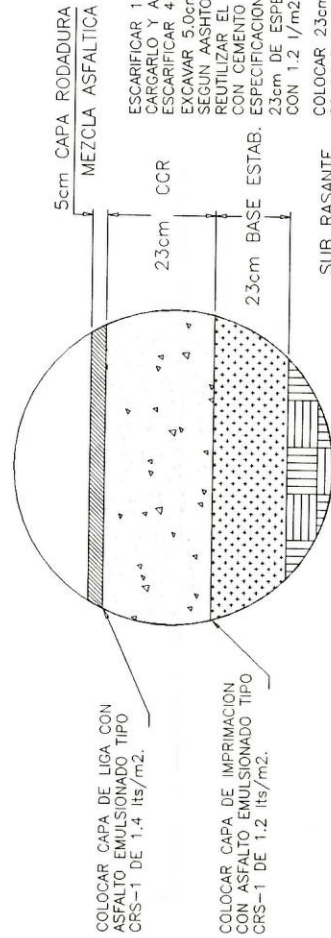
SECCION A CONSTRUIR DE EST. 0+000 a 0+410 LOURDES-SABANILLA



SECCION A CONSTRUIR DE EST. 0+410 a 2+030 LOURDES-SABANILLA



DETALLE DE CAÑO



COLOCAR CAPA DE LIGA CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 DE 1.4 lts/m².

COLOCAR CAPA DE IMPRIMACION CON ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 DE 1.2 lts/m².

ESCARIFICAR 13.0cm DE CONCRETO ASFALTICO EXISTENTE, CARGARLO Y ACARRERARLO.
ESCARIFICAR 46.0cm DE LA BASE Y SUBBASE EXISTENTES, EXCAVAR 5.0cm EN LA SUBRASANTE Y COMPACTAR AL 95% SEGUN AASHTO T-99.
REUTILIZAR EL MATERIAL PERFILADO, MODIFICADO, ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND Y AJUSTADO PARA QUE CUMPLA ESPECIFICACIONES (CR-77) PARA BASE ESTABILIZADA DE 23cm DE ESPESOR, IMPRIMAR PARA CURADO.

CON 1.2 l/m² DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1

COLOCAR 23cm DE HORMIGON COMPACTADO CON RODILLO.

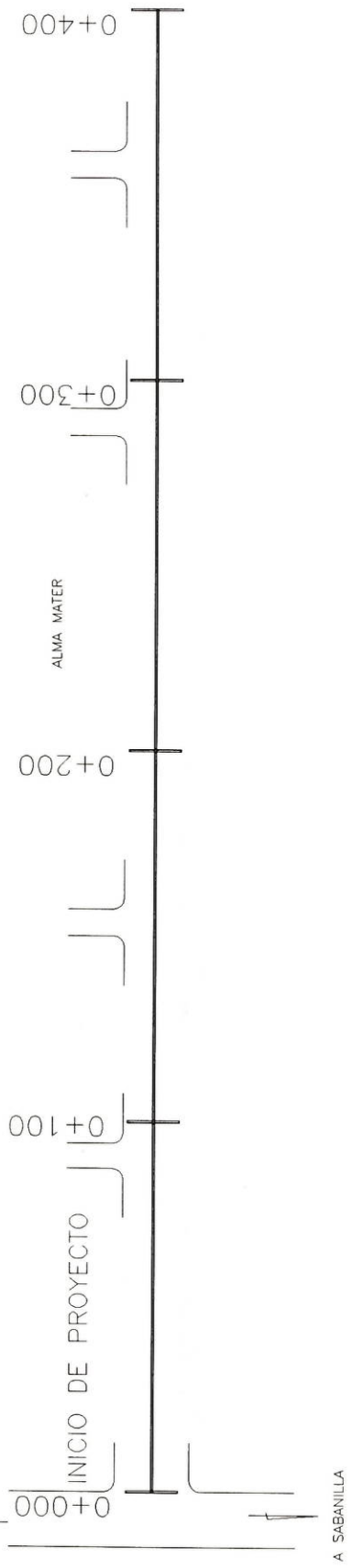
COLOCAR CAPA DE LIGA DE ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1 CON 1.4 l/m²

COLOCAR 5cm DE PAVIMENTO BITUMINOSO MEZCLADO EN CALIENTE EN PLANTA, GRADUACION B.

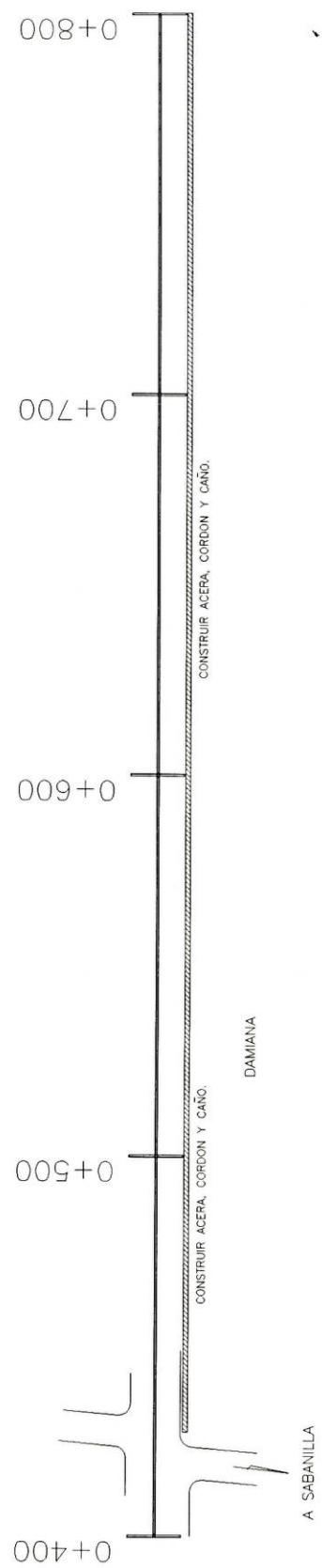
DETALLE DE REHABILITACION DE PAVIMENTO

M O P T	PROYECTO: LA COSECHA - GUADALUPE	12
		18

DE SAN JOSE

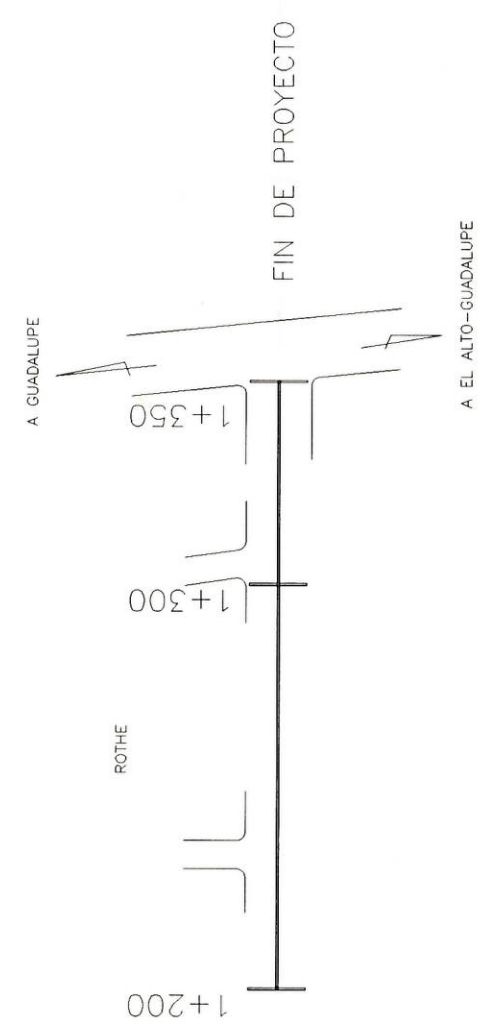
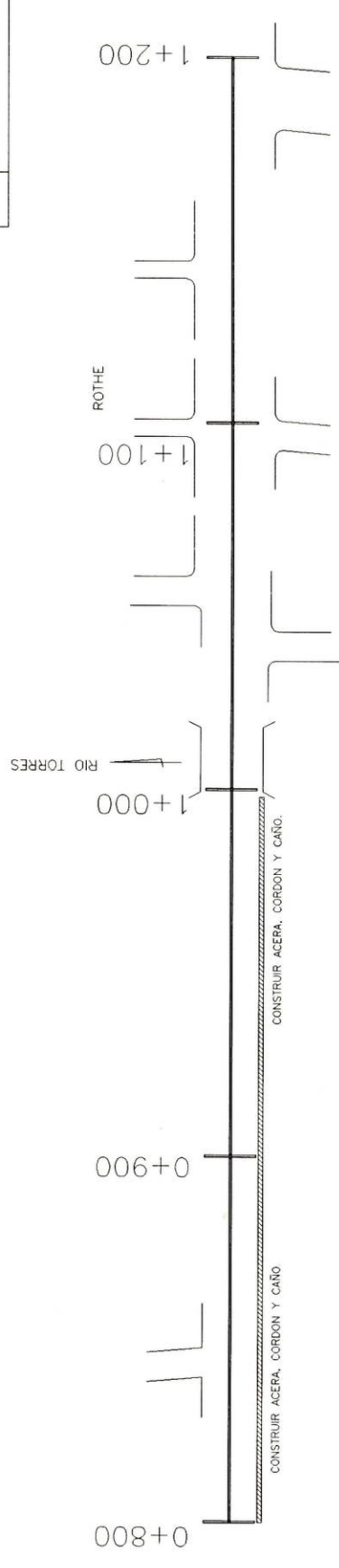


A SABANILLA

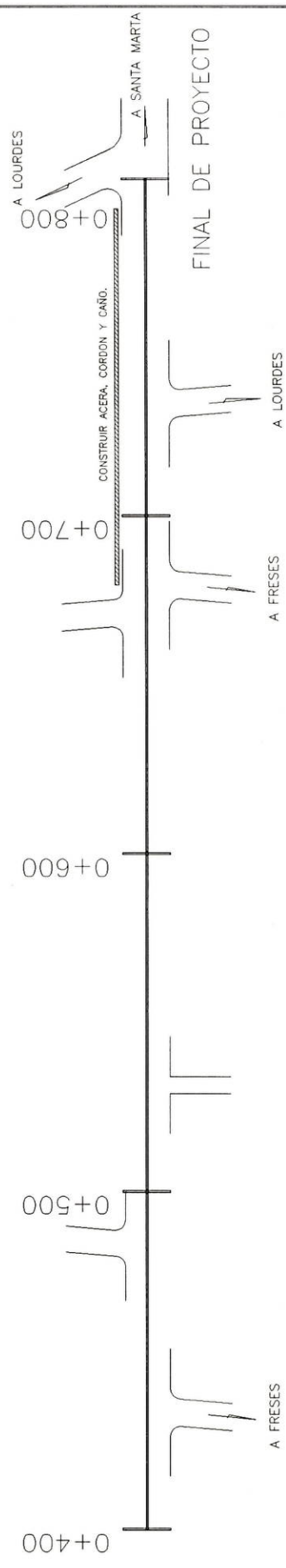
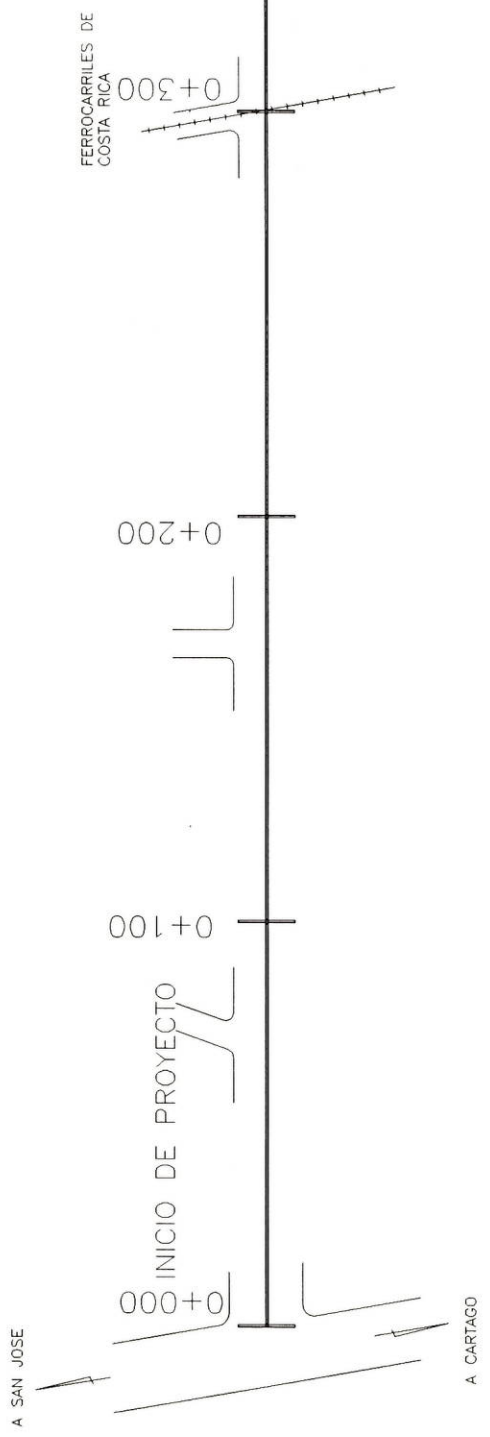


A SABANILLA

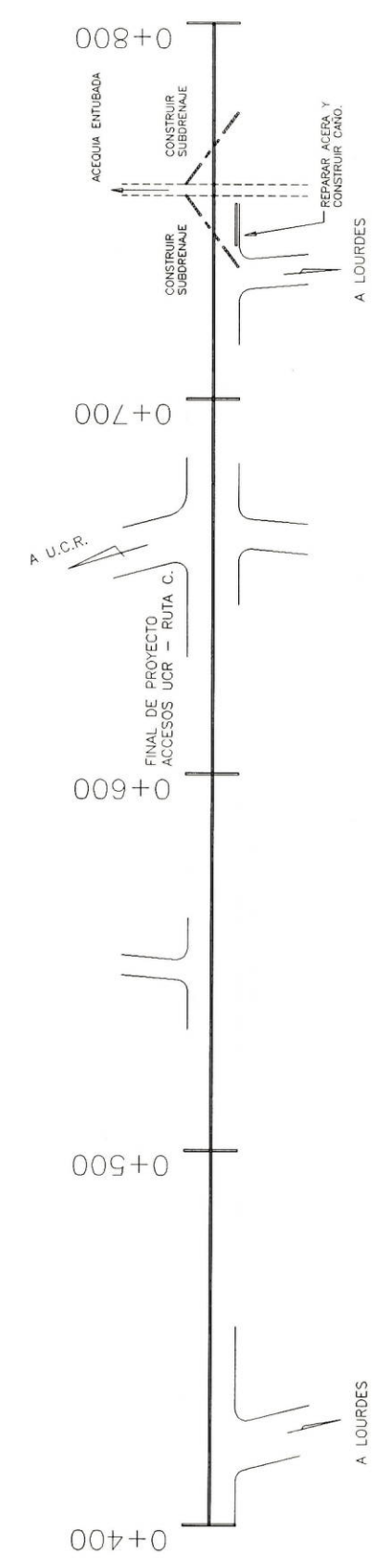
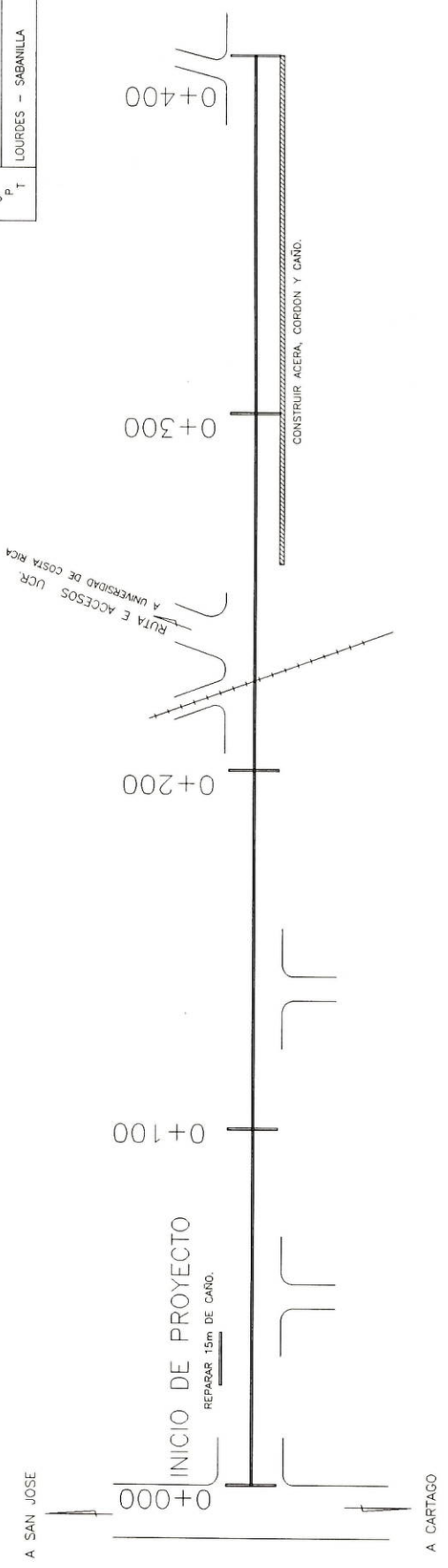
M O P T	PROYECTO: LA COSECHA - GUADALUPE	13
		18

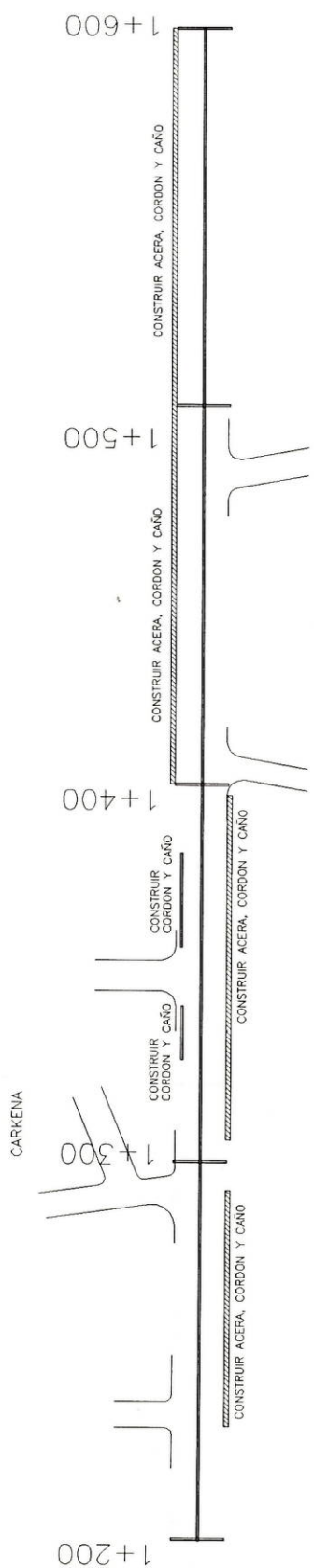
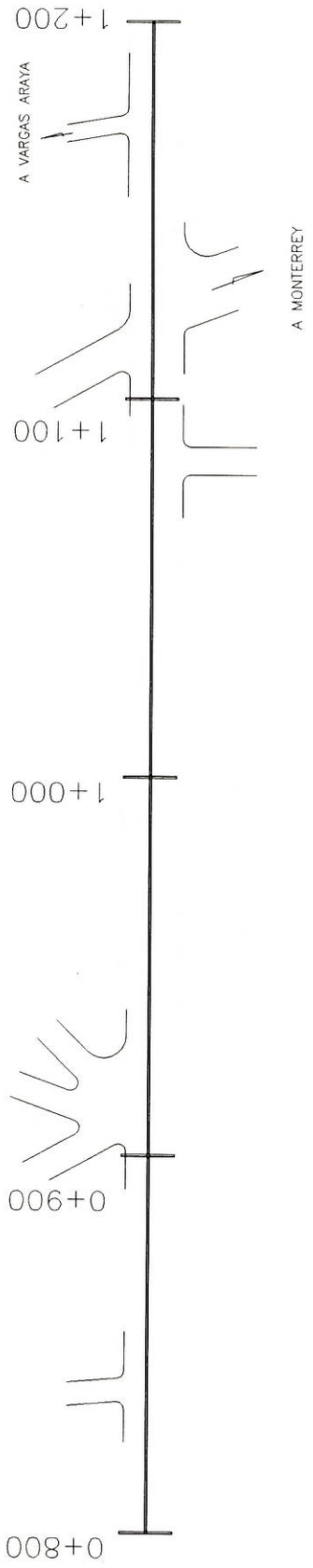


M	PROYECTO:	14
O	CALLE SILES - LOURDES	18
P		
T		

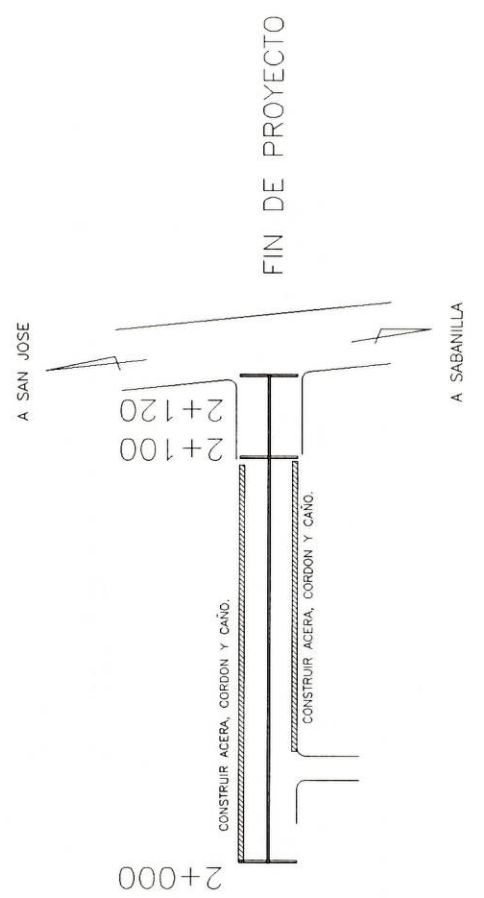
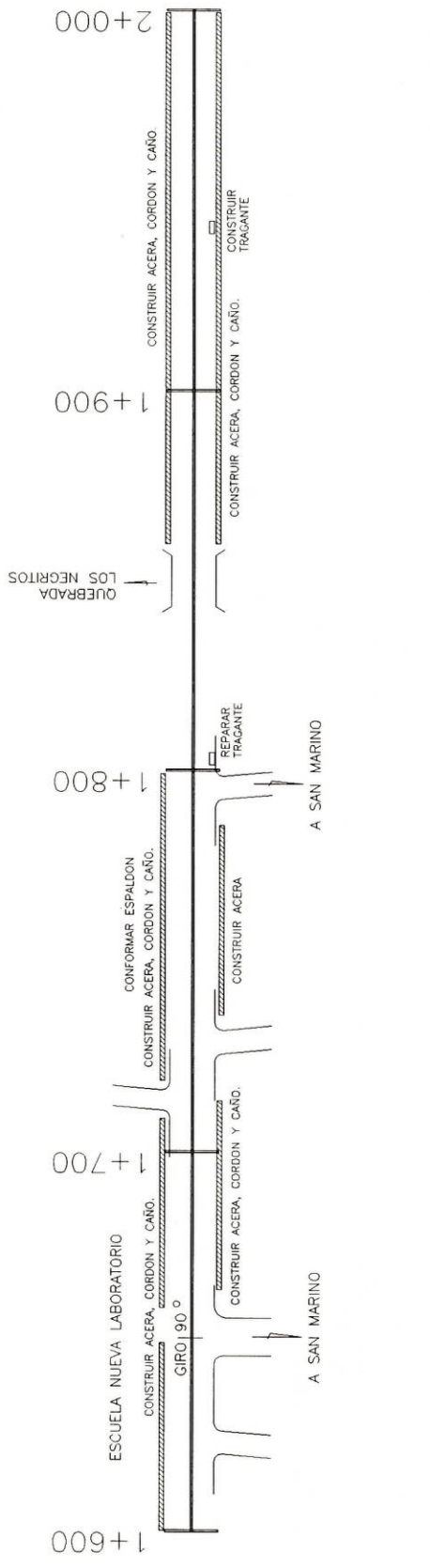


M	PROYECTO:	15
O		
P		
T	LOURDES - SABANILLA	18





M	PROYECTO:	17
O		
P		
T	LOURDES - SABANILLA	18



CARRETERA : LA COSECHA - GUADALUPE
 Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
0+200	38	26.4	9.8	-	-	26.8	1442	6.5	9.5	17	-	7.5	10.5	16.2	-	1194	-
0+970	86	36.3	10.5	-	-	30.8	1365	4.5	7.0	10.5	-	5.5	8.0	9.6	-	-	87.48

CARRETERA : LA COSECHA - GUADALUPE
 Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
0+200	(*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+970(e2)	25	NP	NP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+970	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) No se aprecia subbase

CARRETERA : CALLE SILES - LOURDES
 Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
0+200	-	30.2	6.7	52.9	96.5	27.8	1387	4.4	9.2	14.5	-	4.4	9.5	14.5	-	-	-
0+360	45	29.9	5.4	61.2	97.3	25.8	1333	7.5	13.2	24.5	-	8.2	14.0	24.2	-	-	-
0+675	48	37.4	15.9	62.0	78.9	27.7	1428	5.0	5.5	15.5	-	6.0	9.0	16.0	-	-	-

CARRETERA : CALLE SILES - LOURDES
 Caracterización de muestra: BASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)
0+200	25	NP	NP	19.0	30.2	82.1	13.6	1820	-	86(96.6)	119(99)	-	72(96.5)	78(99)	-	-
0+360	25	NP	NP	25.4	39.6	94.1	12.5	1835	-	85	124(97.2)	-	40	45	82(97.2)	-
0+675	10	NP	NP	25.4	39.6	94.1	12.5	1835	-	85	162(96.2)	-	63	127(96.2)	-	-

Nota: El valor dentro del paréntesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : LOURDES - SABANILLA
 Caracterización de muestra: SUBRASANTE

Estación	Prof. (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)	Compact. (%)
0+125	75	27.6	6.4	57.8	88.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0+325	75	-	-	45.8	77.6	18.8	1560	6.5(96)	17.0	-	-	6.5(90)	15.5	-	-	-	-
0+790	49	22.1	3.7	45.8	77.6	18.8	1458	1.8	4.5	8.1	-	2.2	4.8	8.1	-	-	-
1+350	46	30.0	9.4	-	-	27.0	1460	5.4	7.5	8.1(98)	-	6.2	8.4	8.3(98)	-	-	-
1+780	47	32.5	11.0	-	-	21.5	1650	8.4	7.5	6.2(97)	-	8.6	6.8	4.6(97)	-	-	-
2+040	48	-	-	-	-	35.5	1337	8.4	7.5	6.2(97)	-	8.6	6.8	4.6(97)	-	-	79.07

Nota: El valor dentro del paréntesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

CARRETERA : LOURDES - SABANILLA
 Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)
0+125	35	NP	NP	16.7	28.8	-	10.7	2010	57(91.6)	79	95(98.5)	-	46.5(91.6)	69	70(98.5)	-
0+325	(*)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+350	5	NP	NP	11.8	21.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1+780	12	NP	NP	21.7	35.9	-	13.4	1851	55	107.5	27.5(96.4)	-	51	92.5	107.5(96.4)	-
2+040	(**)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(*) No hay subbase

(**) No se aprecia la subbase

CARRETERA : LOURDES - SABANILLA
 Caracterización de muestra: SUBBASE

Estación	Espesor (cm)	L.L.	I.P.	% Pas. No.200	% Pas. No.40	Wopt. (%)	Dens. (kg/m ³)	CBR (0.2')	91%	95%	100%	CBR (0.1')	91%	95%	100%	Densid.Sitio (kg/m ³)
0+125	10	-	-	-	-	-	10.4	1974	-	50	117.5	-	37.5	87.5	-	-
0+325	17	-	-	-	-	-	14.5	1865	50	85	117.5(99)	-	42.5	67.5	87.5(99)	-
1+350	25	-	-	-	-	-	14.5	1865	50	85	117.5(99)	-	42.5	67.5	87.5(99)	-
1+780	15	-	-	-	-	-	16.1	1770	22.5	62.5	146(98.4)	-	20.0	37.5	122(98.4)	-
2+040	15-25	NP	NP	14.6	27.6	89.1	14.5	1800	32.5	59	92	-	26.0	39.0	55.0	1561

Nota: El valor dentro del paréntesis indica el máximo porcentaje correspondiente de densidad

PRESUPUESTO Y SUMARIO DE CANTIDADES
PROYECTOS : LA COSECHA- GUADALUPE CALLE SILES -LOURDES
PROYECTO DE REHABILITACION Y MEJORAMIENTO
LOURDES-SABANILLA

REGLON DE PAGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL φ
103.09B	SUBTOTAL POR REAJUSTES	GLOBAL	φ		9 660 530
109.04	TRABAJO A COSTO MAS PORCENTAJE	GLOBAL	φ		9 660 530
203(3)	EXCAVACION NO CLASIFICADA	4 270	m3	600	2 562 000
203(14)	LIMPIEZA DE ESPALDONES Y CUNETAS	1 281	m3	450	576 450
203(15)	EXCAVACION PARA GAVETAS	2 880	m3	800	2 304 000
203(16)	LIMPIEZA DE ALCANTARILLAS	60	m	550	33 000
204(1)	SUBBASE GRADUACION D	3 666	m3	1 750	6 415 500
206(1)	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS	108	m3	2 200	237 600
206(3)	RELLENO PARA FUNDACION	32	m3	1 400	45 360
210(2)a	ESCARIFICACION Y ACARREO DE PAVIMENTO	35 228	m2	250	8 806 875
308(5)	SELLO DE CURA ASFALTO EMULSIONADO PARA BASE ESTABILIZADA	57 901	l	55	3 184 566
403(1)	PAVIMENTO BITUMINOSO EN CALIENTE GRADUACION B PARA CARPETA	3 732	tons	3 500	13 061 930
403(2)	CEMENTO ASFALTICO TIPO 85-100 PARA CARPETA	223 919	l	50	11 195 940
407(2)	ASFALTO EMULSIONADO TIPO CRS-1,CAPA DE LIGA	67 551	l	55	3 715 327
408(5)	MATERIAL DE SECADO	480	m3	3 400	1 633 275
502(1)	CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO	5 826	m3	13 500	78 652 755
604(3)	TRAGANTE	3	unidad	65 000	195 000
604A(6)	REMOCION Y REACONDICIONAMIENTO DE TAPAS DE METAL	62	unidad	5 500	341 000
605(21)	RELLENO DE GRAVAS SUBDRENAJE FRANCES	300	m3	1 750	525 000
605(22)	TELA DE FIBRA SINTETICA PARA SUBDRENAJE	300	m2	230	69 000
608(1)	ACERAS DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	1 460	m2	1 350	1 971 000
609(3)	CORDON Y CAÑO DE HORMIGON DE CEMENTO PORTLAND	1 460	m	1 700	2 482 000

TOTAL φ 157 328 639