



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-GM-05-2012

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LAS VÍAS Y DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO PARA EL SECTOR DE LIMONCITO, PROVINCIA DE LIMÓN

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal



San José, Costa Rica
Abril, 2012

Información técnica del documento

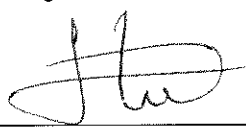
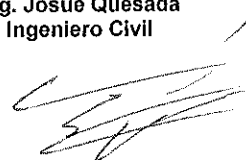
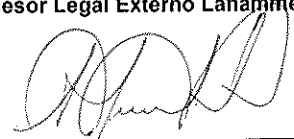
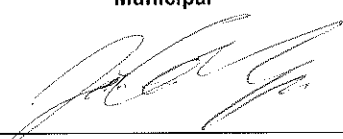
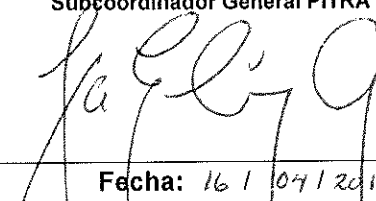
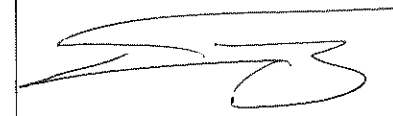
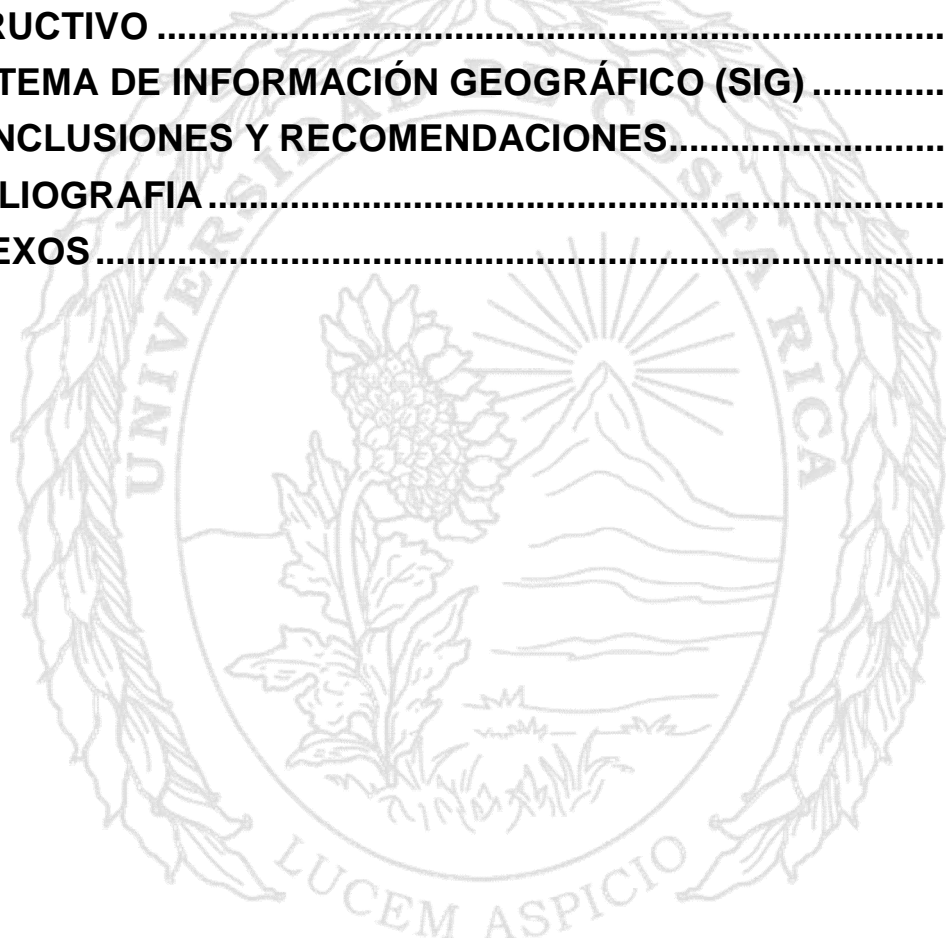
1. Informe LM-PI-GM-05-2012		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL DE LAS VÍAS, DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y PROCESO CONSTRUCTIVO PARA LIMONCITO, LIMÓN		4. Fecha del Informe Abril, 2012
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen Se presenta en este informe los resultados del proceso de evaluación de la condición actual de las vías y diseños de estructuras de pavimento para el sector de Limoncito en el marco del contrato de "Servicios técnicos en ingeniería-Asesoría técnica sobre la rehabilitación/reconstrucción de rutas en Limoncito, provincia de Limón" a solicitud de la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto. La zona de estudio incluye los vecindarios de La Colina, cercanías de ENVACO, Barrio Quinto, Limoncito, El Ceibón, Los Cocos y cercanías de Los Lirios, lo cual significó aproximadamente 39 km de vías evaluadas. Las actividades se desarrollaron siguiendo una serie de etapas que incluyeron la realización de un inventario de vías, sondeos a cielo abierto, extracción de muestras de las estructuras de pavimento existentes, mediciones de CBR en sitio, caracterización de las muestras en el laboratorio y conteos vehiculares automáticos. Los resultados de los sondeos, medición de CBR en sitio y los ensayos de laboratorio realizados, indicaron que los materiales no cumplen las especificaciones para formar parte de estructuras de pavimento, sin embargo poseen características que permiten su utilización luego de ser estabilizados o mejorados. Los datos de los conteos permitieron estimar las cargas vehiculares, las cuales fueron usadas junto con los resultados del inventario de vías para establecer una clasificación funcional de la red vial. La solución propuesta fue asignada a cada camino, basándose en esta la clasificación e incluye el prediseño de siete secciones transversales, diseño de siete estructuras de pavimento y prediseño de cuatro estructuras de drenaje (cunetas) que se muestran en tablas de resumen y mapas.		
10. Palabras clave Evaluación de vías, estructuras de pavimento, especificaciones técnicas, Limoncito	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 85
13. Preparado por: Ing. Alonso Ulate Ingeniero Civil  Fecha: 16 / 04 / 2012	Ing. Josué Quesada Ingeniero Civil  Fecha: 16 / 04 / 2012	14. Revisado por Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Externo LanammeUCR  Fecha: 10 / 04 / 2012
15. Revisado por: Ing. Jaime Allen Monge Coordinador Unidad de Gestión Municipal  Fecha: 16 / 04 / 2012	16. Aprobado por: Ing. Fabián Elizondo Arrieta, MBA Subcoordinador General PITRA  Fecha: 16 / 04 / 2012	17. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph. D. Coordinador General PITRA  Fecha: 16 / 04 / 2012

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	6
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. UBICACIÓN.....	9
3. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	10
4. METODOLOGÍA.....	12
5. INFORMACIÓN DE CAMPO.....	15
5.1. INVENTARIO DE VÍAS.....	15
5.1.1 CODIFICACIÓN DE VÍAS.....	16
5.1.2 FORMULARIOS Y RECORRIDO DEL INVENTARIO DE VÍAS.....	19
5.1.3 INVENTARIO DIGITAL Y FOTOGRÁFICO	23
5.2. SONDEOS A CIELO ABIERTO	23
5.2.1 ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD)	23
5.2.2 SONDEOS A CIELO ABIERTO, CBR EN SITIO Y MUESTREO DE MATERIALES.....	25
5.3. CONTEOS VEHICULARES.....	30
6. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	32
6.1. INVENTARIO DE VÍAS	32
6.2. SONDEOS A CIELO ABIERTO Y CBR EN SITIO	34
6.3. MATERIALES MUESTREADOS.....	36
6.3.1 MATERIAL GRANULAR DE SUPERFICIE DE RUEDO (LASTRE).....	37
6.3.2 MATERIAL GRANULAR DE TAMAÑO INTERMEDIO (BASE).....	42
6.3.2 MATERIAL GRANULAR GRUESO (SUBBASE).....	46
6.3.4 MATERIAL DE RELLENO GRANULAR GRUESO.....	50
6.3.5 SUELO (SUBRASANTE).....	51
6.4. CONTEOS VEHICULARES.....	52
6.4.1 TRANSITO PROMEDIO DIARIO Y CARGAS VEHICULARES.....	52
6.4.2 CRITERIOS PARA LA CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS.....	55
7. SOLUCION PROPUESTA	59



7.1.	PREDISEÑO DE SECCIONES TRANSVERSALES	59
7.2.	ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO	62
	7.2.1 CONSIDERACIONES GENERALES.....	63
	7.2.2 METODOLOGÍA DE DISEÑO	65
	7.2.3 SOLUCIÓN ÓPTIMA	65
	7.2.4 RESULTADOS DEL DISEÑO	66
	7.2.4 SOLUCIÓN ALTERNATIVA.....	74
7.3.	PREDISEÑO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE (CUNETAS)	77
8.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y PROCESO CONSTRUCTIVO	80
9.	SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG)	81
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	82
11.	BIBLIOGRAFIA	84
12.	ANEXOS	85





ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.	9
FIGURA 2. ESQUEMA METODOLÓGICO.	14
FIGURA 3. MAPA DE ZONIFICACIÓN DE LIMONCITO.....	17
FIGURA 4. LEVANTAMIENTO DE CAMINOS REALIZADO POR LA UTE-AYA.....	18
FIGURA 5. EJEMPLOS DE CODIFICACIÓN DE LAS VÍAS.	19
FIGURA 6. RECORRIDOS REALIZADOS PARA EL INVENTARIO DE VÍAS.....	20
FIGURA 7. ENSAYO DE DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD) EFECTUADO EN LIMONCITO.....	24
FIGURA 8. ACERCAMIENTO DEL MAPA DE DEFLECTOMETRÍA DE IMPACTO (FWD)...	25
FIGURA 9. SONDEOS A CIELO ABIERTO.	26
FIGURA 10. ACERCAMIENTO DEL MAPA DE SONDEOS.	27
FIGURA 11. MEDICIÓN A CIELO ABIERTO CON EL CONO DE PENETRACIÓN DINÁMICO.....	29
FIGURA 12. MEDICIÓN DE CBR EN SITIO CON EL ANILLO DE CARGA MANUAL.....	29
FIGURA 13. COLOCACIÓN DEL EQUIPO DE CONTEO VEHICULAR EN DIFERENTES PUNTOS DE LIMONCITO.	30
FIGURA 14. ACERCAMIENTO DEL MAPA DE CONTEOS.....	31
FIGURA 15. EJEMPLO DE TABLA DE RESUMEN DE INVENTARIO DE VÍAS.....	33
FIGURA 16. EJEMPLO DEL MAPA DE CONDICIÓN DE LA SUPERFICIE DE RUEDO.....	34
FIGURA 17. IMAGEN DE LA TABLA DE RESUMEN DE SONDEOS Y CBR EN SITIO.	35
FIGURA 18. IMAGEN DE LA TABLA DE CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DEL ANEXO X. ...	57
FIGURA 19. IMAGEN DEL MAPA DE CLASIFICACIÓN FUNCIONAL.	58
FIGURA 20. IMÁGENES DE LOS PREDISEÑOS DE SECCIONES TRANSVERSALES (ST-1, ST-2, ST4 Y ST-7).	61
FIGURA 21. IMAGEN DEL MAPA DE PREDISEÑOS DE SECCIONES TRANSVERSALES.	62
FIGURA 22. IMAGEN DEL MAPA DE ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO.....	75
FIGURA 23. EJEMPLO DE LAS TABLAS DE RESUMEN DE LA SOLUCIÓN PROPUESTA ADJUNTA EN EL ANEXO XIV.....	76



FIGURA 24. PREDISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE DRENAJE (CUNETAS).....78
 FIGURA 25. EJEMPLO DE LA TABLA RESUMEN DE PREDISEÑO DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EL ANEXO XIII.79

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. NOMBRE DE LAS ZONAS Y CÓDIGO ASIGNADO..... 16
 TABLA 2. MATERIAL DE SUPERFICIE DE RUEDO Y CÓDIGO ASIGNADO..... 17
 TABLA 3. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA LA CONDICIÓN VISUAL DE LA SUPERFICIE DE RUEDO.....21
 TABLA 4. CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN PARA LA CONDICIÓN VISUAL DE LAS ACERAS, CUNETAS Y CORDÓN Y CAÑO.....22
 TABLA 5. MUESTREO DE MATERIALES EXISTENTES EN LA ZONA.....28
 TABLA 6. ENSAYOS DE LABORATORIO REALIZADOS A LOS MATERIALES MUESTREADOS.....36
 TABLA 7. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR DE SUPERFICIE DE RUEDO (LASTRE).....40
 TABLA 8. EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR DE SUPERFICIE DE RUEDO.....41
 TABLA 9. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR DE TAMAÑO INTERMEDIO (BASE).....44
 TABLA 10. EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR DE TAMAÑO INTERMEDIO (BASE).45
 TABLA 11. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR GRUESO (SUBBASE).....48
 TABLA 12. EVALUACIÓN DE LAS MUESTRAS DE MATERIAL GRANULAR GRUESO (SUBBASE).49
 TABLA 13. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS MUESTRAS DE MATERIAL DE RELLENO GRANULAR.51
 TABLA 14. EVALUACIÓN DE LA MUESTRA DE MATERIAL DE RELLENO GRANULAR...51



TABLA 15. RESULTADOS OBTENIDOS PARA LAS MUESTRAS DE SUELO (SUBRASANTE).....	52
TABLA 16. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS CONTEOS VEHICULARES.....	53
TABLA 17. CARGAS VEHICULARES EN EJES EQUIVALENTES DE DISEÑO.....	55
TABLA 18. CLASIFICACIÓN FUNCIONAL DE LAS VÍAS.	56
TABLA 19. DESCRIPCIÓN DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO PROPUESTAS COMO SOLUCIÓN ÓPTIMA.	67
TABLA 20. SOLUCIONES ALTERNATIVAS PARA LAS SOLUCIONES	75
TABLA 21. RESUMEN DE LOS RUBROS INCLUIDOS EN LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL ANEXO XV.....	80





1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al informe de evaluación de la condición actual de las vías y diseño de las estructuras de pavimento del sector de Limoncito, provincia de Limón, en el marco del componente de Alcantarillado Sanitario del Proyecto Limón Ciudad Puerto y solicitud de la UTE-AYA para colaborar en la determinación de los términos de referencia del proyecto en cuanto al mejoramiento de las vías.

El estudio se realizó de acuerdo a lo especificado en el contrato “Servicios técnicos en ingeniería-Asesoría técnica sobre la rehabilitación/reconstrucción de rutas en Limoncito, provincia de Limón”, establecido con la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto. Se inició con una etapa previa de planificación donde se elaboró el organigrama, estructura de trabajo, actividades y programa de trabajo con tiempos de duración y secuencia para controlar el avance del proceso y posteriores resultados.

El estudio se desarrolló por medio de tres etapas secuenciales, se inició por la obtención de información de campo, luego se analizaron los datos y finalmente se establece una solución propuesta a manera de diseños preliminares como se indica más adelante. Secuencia que también se replica en el desarrollo de este documento.

2. UBICACIÓN

El estudio se ubicó en la zona de Limoncito, distrito Limón, cantón Limón, provincia de Limón, Costa Rica. Específicamente. En los vecindarios de La Colina, Envaco, Limoncito, Barrio Quinto, El Ceibón, Los Cocos y las cercanías de Los Lirios. La Figura 1 muestra el mapa de este sector.

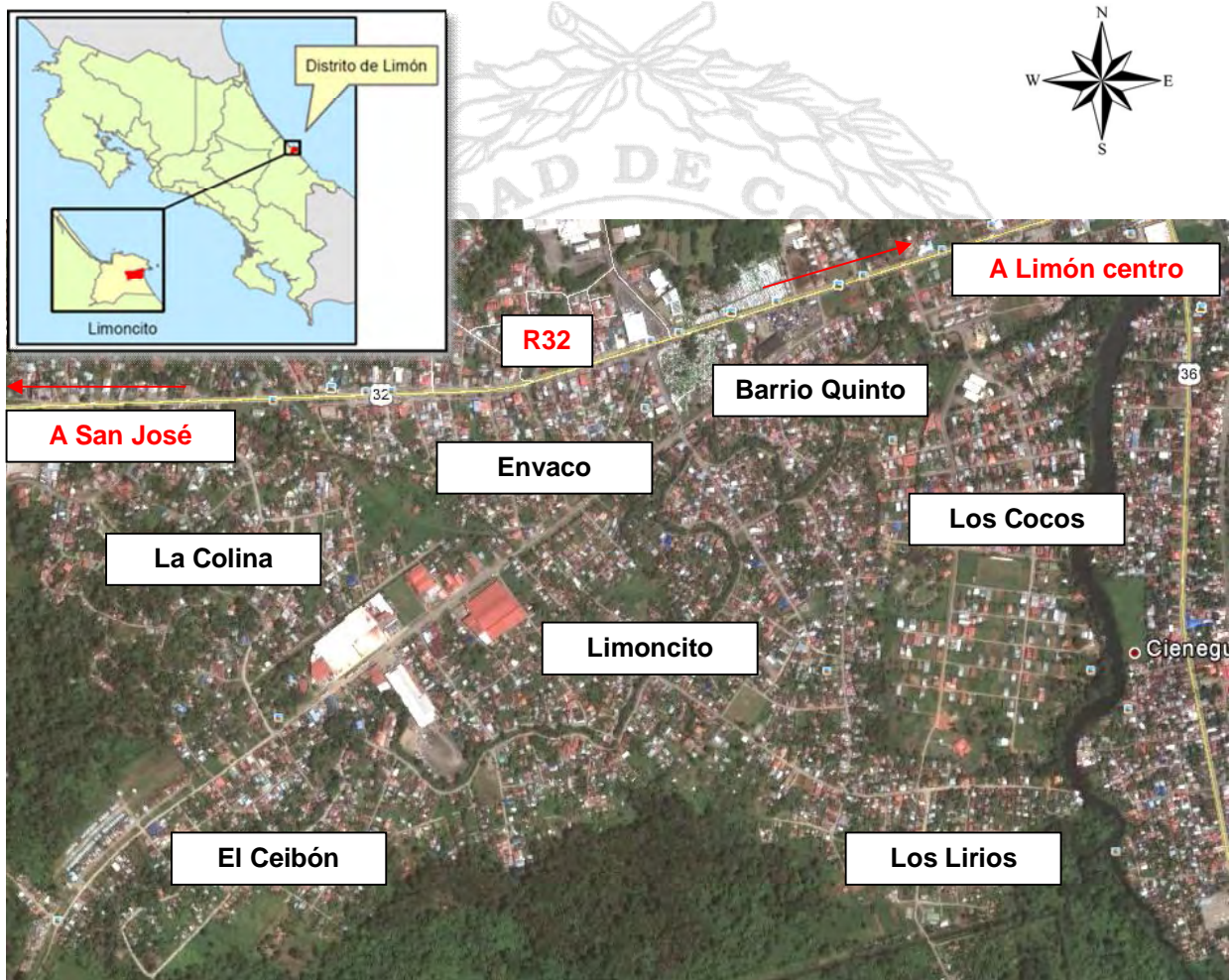


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



3. ALCANCE Y LIMITACIONES

Las restricciones que definen el rango de aplicación del presente estudio están asociadas con varios aspectos relacionados con las características propias de la zona, los ensayos de campo y laboratorio realizados, así como del tipo de soluciones propuestas como se detalla a continuación:

- El estudio se realizó para aproximadamente 39 km de caminos de la zona de Limoncito, Limón. Estas vías se planean intervenir con la construcción del alcantarillado sanitario para luego proceder con un mejoramiento general de las condiciones viales, peatonales y de drenaje pluvial, según indicación de la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto.
- El inventario de vías, ensayos de campo y el muestreo de materiales para analizar en el laboratorio se realizaron entre los meses de enero y febrero de 2012.
- La ubicación, cantidad y tipo de pruebas de campo, muestreo de materiales y ensayos de laboratorio realizados se ajustan al análisis de la zona del proyecto previamente realizado en conjunto y acordado con la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto en el contrato "Servicios técnicos en ingeniería-Asesoría técnica sobre la rehabilitación/reconstrucción de rutas en Limoncito, provincia de Limón".
- Las pruebas de campo y ensayos de laboratorio se realizaron siguiendo las normas y procedimientos ASTM o AASHTO aplicables a cada caso como se indica en cada uno de los informes adjuntos.
- Las soluciones propuestas son aplicables exclusivamente para la zona de estudio indicada en la ubicación de este informe.
- Las soluciones propuestas son diseños preliminares que constituyen una recomendación acerca de las condiciones mínimas que se deben seguir a la hora de generar el diseño de la solución final y posterior proceso constructivo. Lo anterior, se

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 10 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



expone con la intención de provocar una mejoría significativa e integral de las vías, facilidades peatonales y drenaje pluvial.

- Las soluciones propuestas se ajustan a las solicitudes de tránsito, cargas vehiculares y características de los materiales encontrados en el sitio o que sea necesario incorporar, de acuerdo a los resultados de los ensayos de campo y laboratorio según se indique. Las solicitudes propias de equipo y maquinaria de construcción que eventualmente necesite transitar por la zona debido a los trabajos de control de inundaciones y/o alcantarillado sanitario no están consideradas en los diseños y prediseños.
- La zona del vecindario Los Cocos que tiene superficie de rueda en losas de concreto, tendrá un tratamiento especial durante la construcción del alcantarillado sanitario. Las tuberías se tratarán de colocar por el espacio disponible entre aceras y espaldón según indicación de la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto. Por esta razón, no se plantea una solución en cuanto a estructura de pavimento ya que se mantendrá lo existente.
- Se asume que luego de planteado el diseño final, la fase constructiva se ejecutará de manera continua y sin interrupciones, cumpliendo con las especificaciones indicadas para los materiales y procesos constructivos así como la aplicación de buenas prácticas de ingeniería.
- Durante la fase de operación de este proyecto se podrían generar cambios en los patrones de tránsito vehicular debido a la mejoría generalizada que se pretende efectuar con la rehabilitación o reconstrucción de la red vial de Limoncito. Este comportamiento se pretende predecir por medio de proyecciones de crecimiento del tránsito que se detallan más adelante, sin embargo tal conducta deberá ser medida en el sitio para tomar las consideraciones del caso.



4. METODOLOGÍA

El estudio realizado se llevó a cabo siguiendo una secuencia lógica de tres etapas: (a) recolección de información de campo, seguida de (b) procesamiento de datos de campo y laboratorio, obtención de resultados y correspondiente análisis, para finalizar con (c) elaboración de la solución propuesta.

El proceso de recolección de información de campo se realizó por parte de personal profesional y técnico del LanammeUCR en materia de carreteras, quienes efectuaron varias visitas a la zona de Limoncito entre enero y febrero de 2012. Se realizó un inventario detallado de las vías, sus dimensiones y condiciones actuales. Además, se ejecutó el ensayo de deflectometría de impacto, se efectuaron mediciones de CBR en sitio y sondeos a cielo abierto para observar las estructuras de pavimento y tomar muestras de los materiales existentes. Finalmente, se realizaron conteos vehiculares automáticos para estimar las cargas inducidas por el tránsito en las estructuras de pavimento.

El procesamiento de información se llevó a cabo luego de terminadas cada una de las actividades de la etapa anterior. Esta etapa se basó en la categorización de los comportamientos e identificación de las características funcionales y estructurales de las vías. En el caso de los ensayos de campo fue necesario extraer y validar los datos de los equipos de medición utilizados. Los ensayos de laboratorio realizados a los materiales muestreados se realizaron siguiendo las normas y procedimientos correspondientes para cada caso. Seguidamente, se analizó la información obtenida tanto en el campo como en el laboratorio en busca de la solución más adecuada desde el punto de vista técnico y de acuerdo a los recursos disponibles en la zona. Se tomó como referencia la legislación, reglamento y especificaciones vigentes para cada aspecto del análisis, así como el criterio profesional experto del personal del LanammeUCR.

La solución propuesta corresponde con las condiciones mínimas que se deben respetar durante la etapa de diseño final y posterior proceso constructivo para garantizar la funcionalidad y durabilidad de la infraestructura. Los productos finales incluyen el prediseño

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 12 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



de secciones transversales y estructuras de drenaje (cunetas), así como el diseño preliminar de las estructuras de pavimento. Se establecen las especificaciones técnicas aplicables a los materiales y procesos constructivos para ser tomados como términos de referencia y criterios mínimos tanto para el diseño final como la etapa de construcción siguiente.

Finalmente, la información recabada durante el proceso de evaluación y los productos finales obtenidos se incluyen en una base de datos SIG (sistema de información geográfica) de manera que la información sea de fácil acceso y consulta.

La Figura 2 muestra el esquema que resume la metodología aplicada al estudio realizado en la zona de Limoncito.



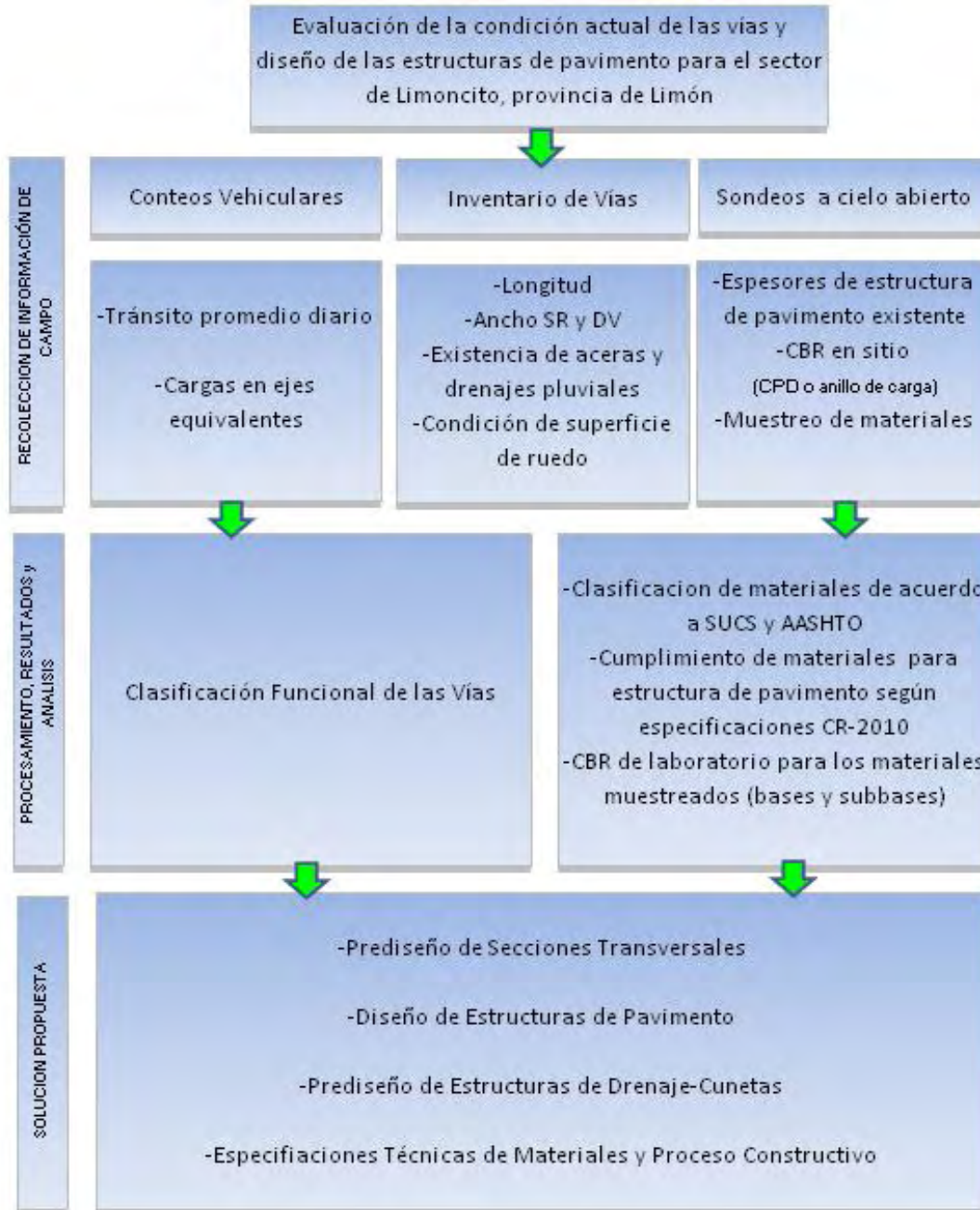


Figura 2. Esquema metodológico.



5. INFORMACIÓN DE CAMPO

La primera etapa del proceso de evaluación de la condición de las vías en la zona de Limoncito fue la recolección de la información de campo. Se buscó obtener la mayor cantidad de datos posible acerca de la condición actual de las vías y sus componentes desde el punto de vista funcional y estructural para proponer los diseños y prediseños que se indican más adelante.

Se inició con una gira de reconocimiento general del sector en acompañamiento de funcionarios de la UTE-AYA Proyecto Limón Ciudad Puerto y SENARA, encargados de la construcción del alcantarillado sanitario y control de inundaciones respectivamente, en el marco del Proyecto Limón Ciudad Puerto. Este recorrido permitió conocer las características ambientales y técnicas que envuelven el proyecto, para confirmar la ubicación, cantidad y tipo de pruebas de campo, muestreo de materiales existentes y ensayos de laboratorio a realizar.

Las condiciones funcionales se determinaron a partir del inventario de vías y los conteos vehiculares, mientras de las condiciones estructurales se determinaron a partir de los datos brindados los sondeos a cielo abierto como se indica a continuación de acuerdo al orden de ejecución.

5.1. Inventario de vías

Limoncito es una zona predominantemente habitacional ubicada en los alrededores de la ciudad de Limón. A diferencia del casco central del distrito, esta zona no fue planificada urbanísticamente y se ha desarrollado de acuerdo a un acelerado crecimiento demográfico. Por lo tanto, se encontró una red de aproximadamente 39 km de caminos dispuestos en variadas configuraciones geométricas y ubicados en zonas de riesgo por inundación debido a la cercanía con el Río Limoncito, el Estuario Cieneguita y la costa del Mar Caribe.

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 15 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

El inventario de vías se realizó para obtener información acerca de las condiciones geométricas y funcionales más significativas de los caminos encontrados a partir de un proceso que involucró cuatro actividades principales, las cuales se describen a continuación.

5.1.1 Codificación de vías

La codificación de las vías se realizó de acuerdo a los siguientes criterios:

- a) Zona: el sector de Limoncito se dividió en cinco zonas para facilitar el manejo de la información y seguir una secuencia de trabajo definida. A cada zona se le asignó un nombre y código característico de acuerdo a la Tabla 1 y Figura 3 que también se puede observar en el mapa del Anexo I.
- b) Material de la superficie de ruedo existente: para determinar el segundo componente de la codificación se utilizó como referencia inicial un levantamiento de los caminos realizado por la UTE-AYA donde se indica el material de superficie de ruedo existente de los caminos, el cual se muestra en la Figura 4. La Tabla 2 indica el código utilizado para cada material de superficie de ruedo existente.
- c) Consecutivo por zona: se utilizó un consecutivo numérico diferente para cada zona que va de uno en adelante y depende del material de superficie de ruedo. Además, existen casos en los que fue necesario agregar una letra del alfabeto al consecutivo para diferenciar caminos adyacentes.

Tabla 1. Nombre de las zonas y código asignado.

Nombre de la Zona	Código
Limoncito 1	LI1
Limoncito 2	LI2
La Colina 1	CO1
La Colina 2	CO2
Los Cocos-Lirios	CL1

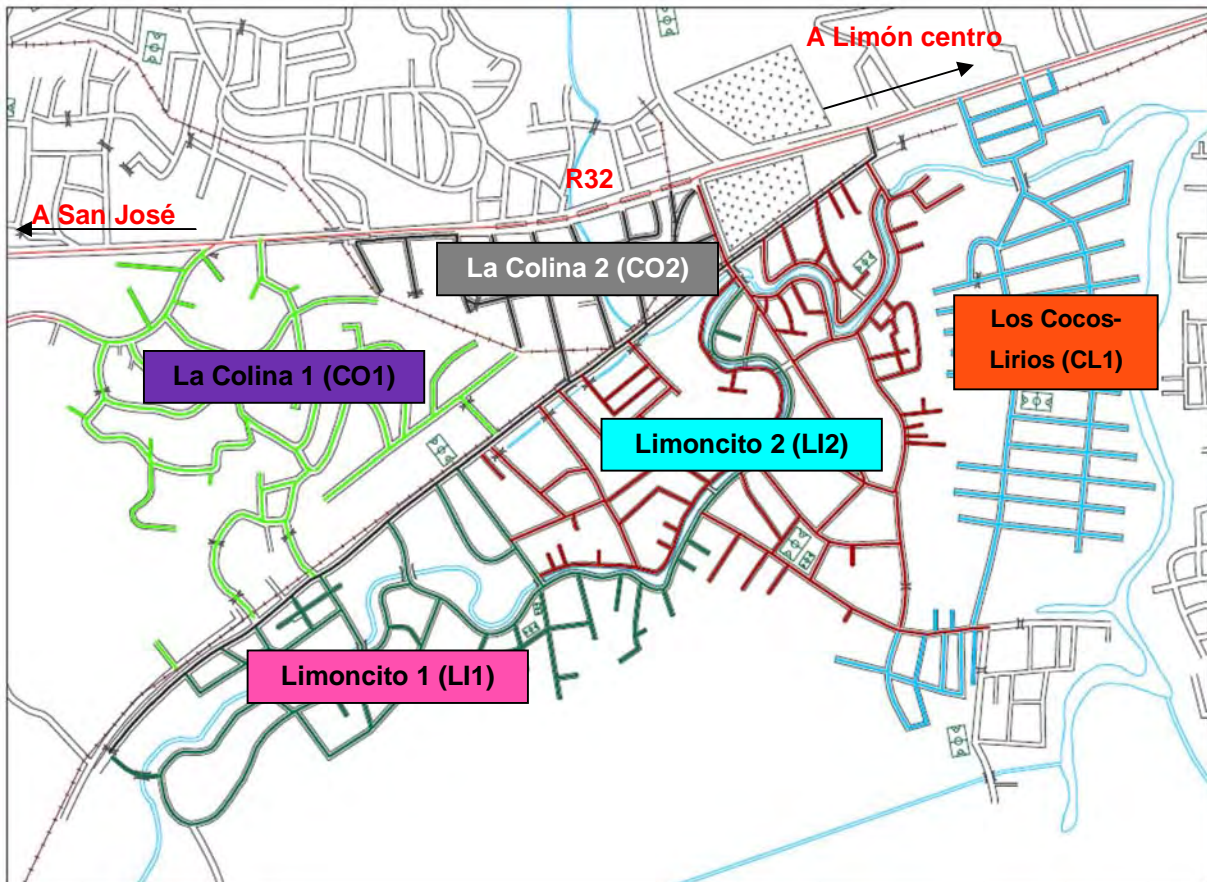


Figura 3. Mapa de zonificación de Limoncito.

Tabla 2. Material de superficie de ruedo y código asignado.

Material de superficie de ruedo	Código
Carpeta de mezcla asfáltica	AS
Tratamiento superficial bituminoso	TS
Material granular pétreo (lastre)	LA
Tierra	TI

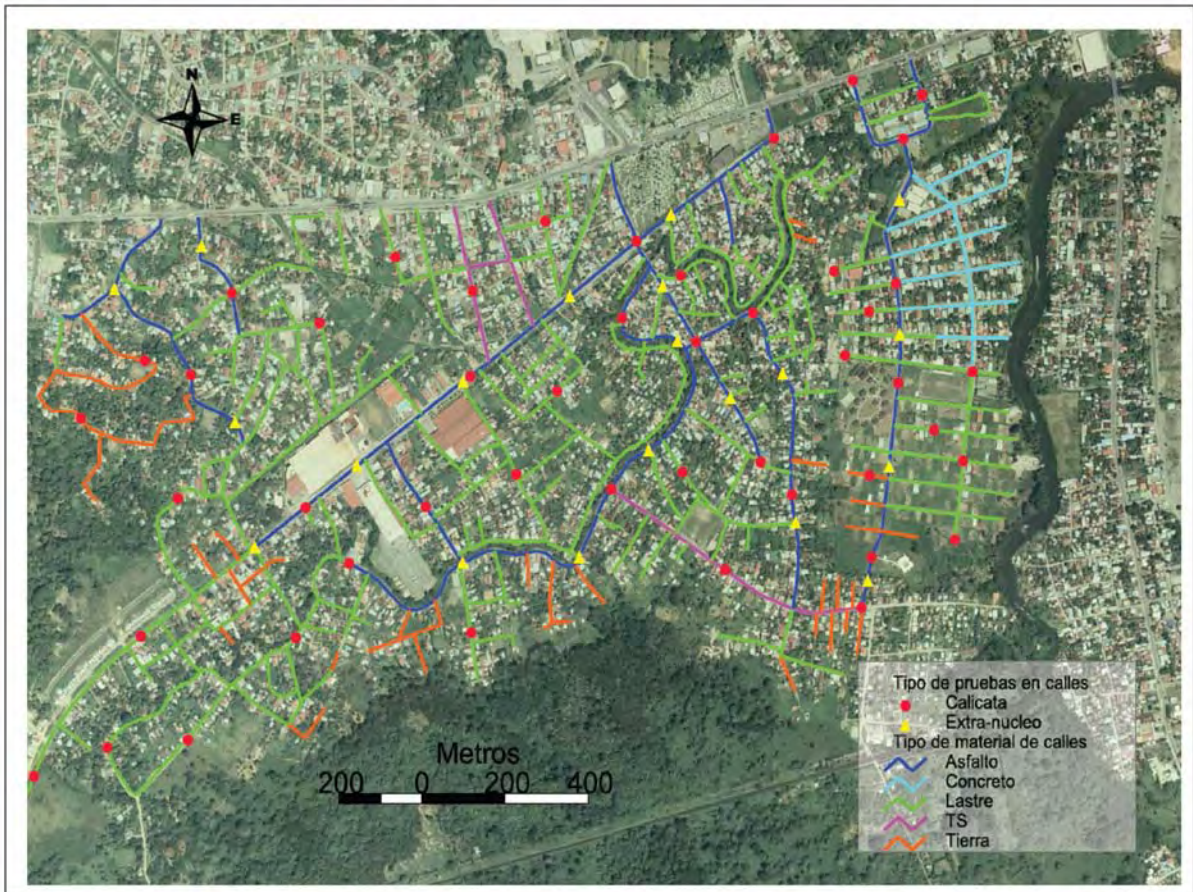


Figura 4. Levantamiento de caminos realizado por la UTE-AYA.

De esta manera, a cada camino se le asignó un código único de tres componentes seguidos por un guión, por ejemplo: LI2-LA-5a o CO1-TI-3. El primer código corresponde a un camino ubicado en la zona de Limoncito 2, que tiene superficie de ruedo en material granular (lastre) y que se le asignó el consecutivo 5a. El segundo código pertenece a un camino ubicado en la zona de La Colina 1 y que se le asignó el consecutivo 3 de los caminos con superficie de ruedo en tierra de esa zona. Estos ejemplos se muestran encerrados por un círculo rojo en la Figura 5.

Adicionalmente, como se puede observar en las Figura 5, cada camino fue señalado en los mapas de codificación de vías con una línea coloreada y una flecha en su punto medio, la cual indica el sentido de avance seguido durante el inventario y su toma de datos correspondiente (estacionamientos longitudinales, coordenadas y fotografías).

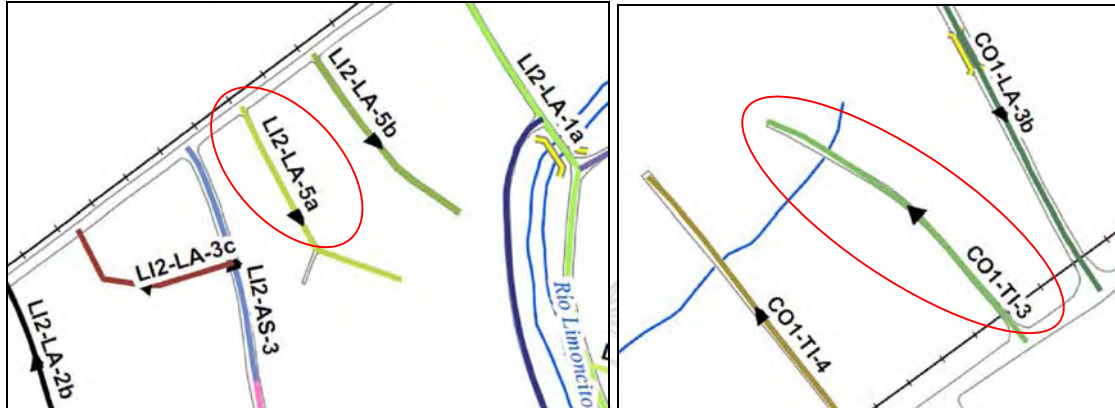


Figura 5. Ejemplos de codificación de las vías.

El Anexo I muestra los mapas de codificación para cada zona de Limoncito, donde se indica el código asignado a cada camino de acuerdo a los criterios ya mencionados y la dirección de recorrido seguida durante el inventario.

5.1.2 Formularios y recorrido del inventario de vías

Se elaboró un formulario para anotar las mediciones y condiciones observadas en el sitio para las vías que se codificaron en cada zona. Los formularios recopilan información acerca de las dimensiones (longitud, anchos de superficie de ruedo y derechos de vía), existencia de aceras y sus dimensiones, existencia de estructuras de drenaje pluvial y sus dimensiones, así como la condición de la superficie de ruedo.

Se recorrieron las vías formando tramos con condiciones homogéneas, de manera que en cada punto que se observó un cambio de condición se procedió a anotar los estacionamientos y dimensiones del caso. El recorrido se realizó de acuerdo al sentido de avance indicado en los mapas de codificación de caminos que se adjuntan en el Anexo I. Los recorridos se realizaron a pie por parte de dos grupos de trabajo entre el 16 y 20 de enero de 2012, como se observa en la Figura 6.

La condición de la superficie de ruedo, aceras y estructuras de drenaje se estableció a partir de una serie de criterios asociados al estado funcional y estructural de cada elemento y el

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 19 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

material que lo compone evaluado visualmente. Durante el recorrido de las vías se utilizaron los criterios de evaluación visual establecidos en las Tabla 3 y 4 para clasificar la condición de la superficie de rueda, aceras y estructuras de drenaje pluvial.



Figura 6. Recorridos realizados para el inventario de vías.

Tabla 3. Criterios de clasificación para la condición visual de la superficie de ruedo.

Elemento	Condición visual general y calificación			
	Bueno	Regular	Malo	Pésima
	1	2	3	4
Superficie Ruedo Asfalto-TSB-Concreto	<p>Superficie de ruedo sin grietas, huecos ni deformaciones.</p>	<p>Superficie de ruedo con algunas grietas, huecos y deformaciones localizadas. Se observa inicio de piel de lagarto, desnudamiento, pérdida de material y erosión de bordes localizada.</p>	<p>Superficie de ruedo con presencia de muchas grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto generalizado, desnudamiento en la mayor parte del área y erosión de bordes en gran parte de su longitud.</p>	<p>Superficie de ruedo en estado pésimo, presencia generalizada de grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto y pérdida de bordes generalizada.</p>
Superficie Ruedo-Lastre	<p>Material seleccionado, sin sobretamaño, preferiblemente de agregado triturado. No presenta baches, ni deformaciones, buena conformación y compactación (4-6% bombeo)</p>	<p>Material sin seleccionar (grava de río o "talcos" de tajo). Se observa material suelto con compactación regular. Se observan baches y deformaciones en zonas localizadas.</p>	<p>Material no seleccionado con mucho sobretamaño, suelto, sin compactación. Se observan deformaciones marcadas, muchos baches y amplios en grandes sectores de la calzada.</p>	<p>Superficie de ruedo severamente deteriorada, baches y huecos generalizados, muchas deformaciones. subrasante expuesta.</p>

Tabla 4. Criterios de clasificación para la condición visual de las aceras, cunetas y cordón y caño.

Elemento	Condición visual general y calificación		
	Bueno	Regular	Malo
	1	2	3
Aceras	Aceras de 1.20m de ancho, en buena condición superficial de concreto o asfalto. Sin grietas, ni huecos.	Aceras de menos de 1.20m de ancho, en regular condición superficial, de concreto o asfalto con grietas o huecos localizadas en algunas zonas.	Aceras de menos de 0.50m de ancho, en mala condición superficial, de concreto o asfalto con muchas grietas y huecos. Aceras de lastre o tierra por donde se dificulta el tránsito se dificulta.
Cuneta-Cordón Caño	Cuneta o cordón de caño, en concreto o asfalto en buena condición superficial, sin grietas ni huecos. Buena pendiente longitudinal (al menos 2%) y sección transversal. Conducen eficientemente las aguas pluviales.	Cuneta o cordón de caño, en concreto o asfalto en regular condición superficial, con algunas grietas y huecos. Poca pendiente longitudinal (menos de 2%) y/o sección transversal pequeña. No conduce eficientemente las aguas pluviales.	Cuneta o cordón de caño, en concreto o asfalto en mala condición superficial, con muchas grietas y huecos. Cuneta en tierra o lastre. Poca pendiente longitudinal (menor a 1%) y/o sección transversal pequeña. Las aguas pluviales se desbordan y se notan charcos y acumulaciones en la calzada.



5.1.3 Inventario digital y fotográfico

Las anotaciones realizadas en los formularios de inventario durante los recorridos de cada vía se procesaron en archivos digitales resumidos que incluyen las fotos seleccionadas y que constituyen una guía ilustrativa de las condiciones actuales de las vías para los elementos encontrados.

Los inventarios digitales permitieron calcular promedios ponderados de las condiciones anotadas para cada elemento de manera para asignar calificaciones globales y dimensiones promedio sobre todo en cuanto a los anchos de superficie de ruedo y derecho de vía, además de la condición superficial general de la superficie de ruedo de acuerdo a los criterios ya mencionados. El Anexo II muestra un ejemplo del inventario digital elaborado para el camino LI1-AS-1.

Se procesaron 163 inventarios digitales correspondientes a esa misma cantidad de caminos, los cuales se adjuntan en el archivo digital que se entrega con este informe y a los que además se pueden acceder en la base de datos SIG por medio de hipervínculos asociados a cada código de camino.

5.2. Sondeos a cielo abierto

La condición de los paquetes estructurales de los caminos y los materiales que los componen se evaluó por medio del ensayo de deflectometría de impacto, la excavación de sondeos a cielo abierto y la medición del Índice de Soporte de California (CBR) en sitio de acuerdo a lo que se detalla a continuación:

5.2.1 Ensayo de deflectometría de impacto (FWD)

Se realizó el ensayo que se muestra en la Figura 7 el 10 de enero de 2012 para medir la condición estructural de las vías pavimentadas. Esta prueba de campo permitió estimar con mayor exactitud los puntos en los cuales se realizarían los sondeos a cielo abierto

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 23 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

posteriormente, dependiendo del análisis de tramos con condiciones homogéneas en cuanto a la respuesta estructural indicada por el equipo.



Figura 7. Ensayo de deflectometría de impacto (FWD) efectuado en Limoncito.

El ensayo de deflectometría no se encontraba contemplado en la propuesta inicial del presente estudio pero se consideró que daría un valor agregado en cuanto a la confirmación de los sitios de sondeo y condición estructural de las vías pavimentadas (carpeta asfáltica, tratamiento superficial bituminoso y losa de concreto). La Figura 8 muestra a manera de ejemplo una imagen del Anexo III que contiene el mapa donde se indican las vías en las que se realizó la deflectometría y la condición estructural asociada.



Figura 8. Acercamiento del mapa de deflectometría de impacto (FWD).

5.2.2 Sondeos a cielo abierto, CBR en sitio y muestreo de materiales.

Se realizaron 24 sondeos a cielo abierto para observar los espesores de las capas de la estructura de pavimento en cada punto, realizar una descripción visual de los materiales y tomar las muestras para analizar en el laboratorio. Este proceso se llevó a cabo entre el 23 de enero y el 1 de febrero de 2012 en acompañamiento de funcionarios del AYA de Limón quienes indicaron la ubicación de tuberías de agua potable y aportaron su experiencia y conocimiento de las características de la zona. Los sondeos fueron rellenos con material

existente o nuevo, debidamente compactados y sellados en los casos que fue necesario como se observa en la Figura 9.



Figura 9. Sondeos a cielo abierto.

La Figura 10 muestra una imagen del mapa de ubicación de los sondeos en la red de caminos de Limoncito que se adjunta en el Anexo IV. Los sondeos fueron documentados por medio de fotografías y ubicados con GPS, información que se incluye en el archivo digital que acompaña este documento.

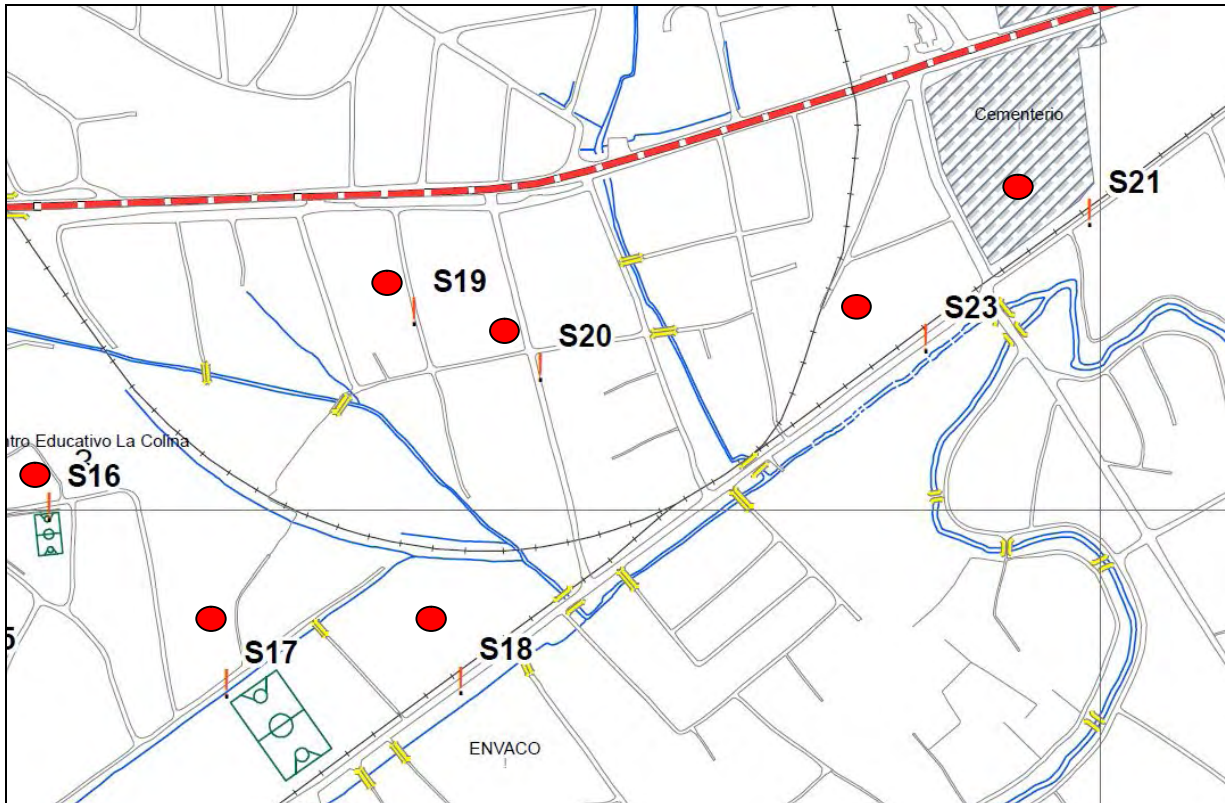


Figura 10. Acercamiento del mapa de sondeos.

La actividad consistió en la realizar perforaciones de 1m x 1m para los casos en que se necesitó extraer material, mientras que en los sondeos donde solamente se requería observar los espesores, describir los materiales y ejecutar la prueba de CBR en sitio se excavaron sondeos de 40cm x 40cm, en ambos casos con profundidades variables (máximo un metro) buscando llegar a los niveles de subrasante siempre y cuando fuera posible, ya que en algunos sitios se encontraron rellenos y bancos de arena que se extienden a una profundidad mayor de 1 o 2 metros desde la rasante.

El muestreo de materiales se realizó de acuerdo a lo indicado en la Tabla 5 donde se indica la cantidad de muestras y los sondeos de donde fueron recolectadas.

La medición de CBR en sitio se realizó por medio de dos instrumentos: el Cono de Penetración Dinámico (CPD) y el anillo de carga manual. En los lugares donde no fue posible utilizar el CPD se procedió a realizar la medición por medio del anillo de carga, siempre y cuando se encontrara material de suelo de subrasante. Las Figuras 11 y 12 muestran un ejemplo de estos ensayos realizados en el sitio.

Tabla 5. Muestreo de materiales existentes en la zona.

Tipo de muestreo	Cantidad de muestras	Sondeos
Suelo de subrasante	9	S2
		S4
		S7
		S11
		S12
		S13
		S17
		S18
		S24
Lastre de superficie de ruedo	5	S1
		S6
		S11
		S16
Base	3	S19
		S7
		S18
Subbase	3	S24
		S7
		S18
Material de relleno	1	S24
		S24



Figura 11. Medición a cielo abierto con el Cono de penetración dinámico.



Figura 12. Medición de CBR en sitio con el anillo de carga manual.

5.3. Conteos vehiculares

Se realizaron 12 conteos vehiculares automáticos que se ubicaron en diferentes puntos de la red de caminos de Limoncito como se observa en la Figura 13.



Figura 13. Colocación del equipo de conteo vehicular en diferentes puntos de Limoncito.

Se identificaron las vías de mayor tránsito vehicular durante las giras de reconocimiento y se definieron los puntos que se muestran en la Figura 14 a manera de ejemplo, ya que se adjunta el mapa de conteos en el Anexo V. Adicionalmente, se elaboró un formulario para cada conteo donde se indica la hora de inicio y final, ubicación GPS y fotografías correspondientes. Estos formularios se incluyen en el archivo digital que acompaña este informe.

Los conteos se realizaron entre el 6 y 10 de febrero de 2012. Se utilizaron equipos automáticos que permiten contar y clasificar el tránsito para estimar el tránsito promedio diario (TPD), para obtener posteriormente las cargas vehiculares en ejes equivalentes de diseño (ESALS) como se detalla más adelante.

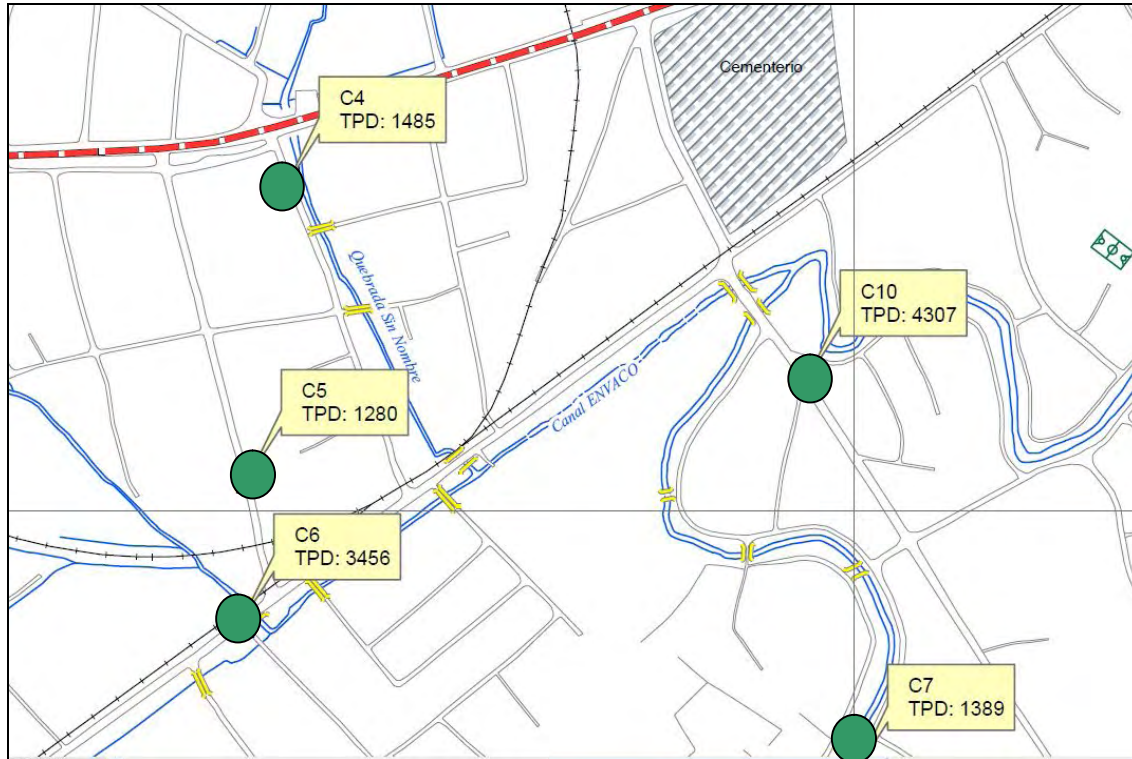


Figura 14. Acercamiento del mapa de conteos.



6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Luego de finalizada cada una de las actividades de la etapa de recolección de información de campo se inició con la generación de resultados y su correspondiente análisis. Se buscó procesar los datos para identificar comportamientos y establecer categorías que facilitarían la aplicación de soluciones.

La condición funcional de las vías se determinó a través de los resultados obtenidos en el inventario de vías en cuanto a las dimensiones y condiciones de la superficie ruedo.

La condición estructural fue evaluada por medio del ensayo de deflectometría de impacto (FWD) para las vías pavimentadas. Además, se realizaron los sondeos a cielo abierto para determinar los espesores de las estructuras de pavimento existente y se recolectaron muestras de los materiales para determinar sus características mecánicas para ser utilizados en las obras de rehabilitación o reconstrucción de las vías.

Finalmente, los resultados de tránsito promedio diario y cargas en ejes equivalentes obtenidos a partir de los conteos vehiculares en combinación con los anchos de derecho de vía medidos durante el inventario de las vías y la observación del funcionamiento de la red vial de Limoncito, fueron los criterios tomados en cuenta a la hora de establecer una clasificación funcional como se detalla más adelante.

Los resultados obtenidos para cada una de las actividades de recolección de datos de campo, ensayos de laboratorio y posterior análisis se describen a continuación.

6.1. Inventario de Vías

Los inventarios digitales que se procesaron para resumir la información de los recorridos por los caminos de Limoncito, constituyeron la fuente de información para elaborar las tablas de resumen de dimensiones promedio de superficie de ruedo, derecho de vía y condición general de la superficie de ruedo. Los datos que se muestran en estas tablas corresponden a

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 32 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

los promedios ponderados que se calculan en los archivos de inventario digital de cada camino, como se mencionó anteriormente. La Figura 15 muestra un ejemplo de las tablas que se pueden observar de manera completa en el Anexo VI para cada una de las cinco zonas definidas para Limoncito.

La información indicada en las tablas de resumen del inventario se complementa con el mapa de condición de la superficie de ruedo que se encuentra en el Anexo VII para cada uno de los caminos según la codificación establecida. Las calificaciones de la condición de la superficie de ruedo se representaron en colores que van desde verde para las vías en buena condición hasta negro para los caminos en pésima condición, lo cual se detalla en la simbología del mapa. La Figura 16 muestra un acercamiento a este mapa a manera de ejemplo.

Inventario de Vías en la zona de La Colina 1(CO1)						
Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
CO1-	AS-	1	13,93	8,02	329,00	2
CO1-	AS-	2	10,00	4,50	500,00	1
CO1-	AS-	3	12,06	6,73	269,00	4
CO1-	LA-	1	7,63	4,26	310,00	3
CO1-	LA-	2	11,65	6,15	122,00	2
CO1-	LA-	3A	9,45	5,95	427,00	3
CO1-	LA-	3B	10,50	6,53	145,00	3
CO1-	LA-	3C	7,69	4,41	390,00	2
CO1-	LA-	4	10,86	5,50	215,00	2
CO1-	LA-	5	8,78	4,40	180,00	2
CO1-	LA-	6A	16,20	3,73	554,00	4
CO1-	LA-	6B	3,51	3,14	116,00	2
CO1-	LA-	6C	6,50	3,40	108,00	4
CO1-	LA-	7	8,80	5,00	185,00	2
CO1-	LA-	8	6,36	3,82	340,00	3
CO1-	LA-	9A	7,87	4,78	114,00	3
CO1-	LA-	9B	6,55	3,30	65,00	4
CO1-	LA-	10	6,81	5,09	132,00	3
CO1-	LA-	11	5,90	3,00	100,00	4
CO1-	TI-	1	7,18	3,56	1100,00	3
CO1-	TI-	2	4,43	3,04	190,00	4
CO1-	TI-	3	6,00	2,50	120,00	4
CO1-	TI-	4	4,95	2,65	126,00	4
TOTAL					6137,00	

Figura 15. Ejemplo de tabla de resumen de inventario de vías.

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 33 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

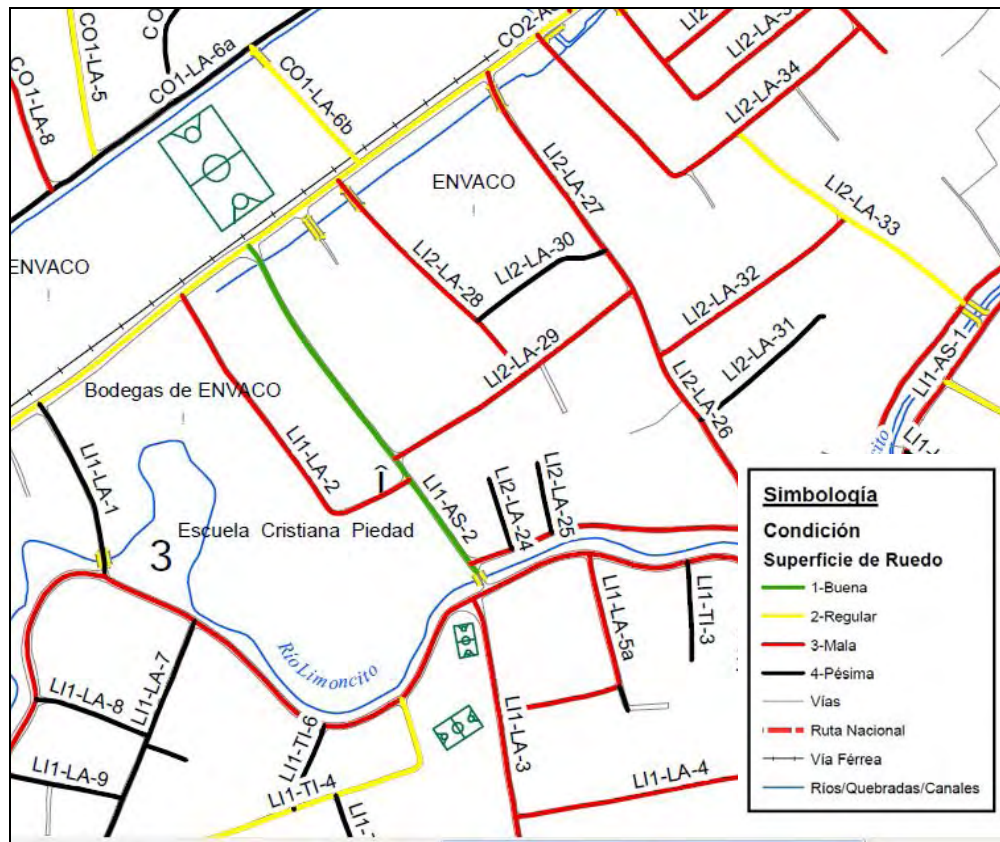


Figura 16. Ejemplo del mapa de condición de la superficie de ruedo.

6.2. Sondeos a cielo abierto y CBR en sitio

Los resultados de las mediciones de espesores y mediciones de CBR en sitio con el anillo de carga manual, se detallan en el informe I-0266-12 que se encuentra adjunto en el Anexo VIII. Los valores de CBR para el anillo de carga se obtuvieron luego de clasificar los materiales de subrasante según SUCS y aplicar la fórmula indicada en dicho informe. Adicionalmente, se incluye en el archivo digital las fotos tomadas durante la excavación de los sondeos.

Los resultados de las mediciones de CBR en sitio por medio del Cono de Penetración Dinámico (CPD) se indican en el informe I-0265-12 del Anexo VIII. Los valores de CBR que se calcularon se obtuvieron según la indicación de la norma ASTM D6951.

La Figura 17 muestra un ejemplo de la tabla de resumen de los datos obtenidos en los sondeos y las mediciones de CBR en sitio, donde se indica además el camino donde se realizó cada sondeo.

La tabla de resumen de sondeos y CBR en sitio indica los espesores de estructura de pavimento encontrados en el sitio y se les asigna un nombre diferente al indicado en el informe de sondeos a cielo abierto I-0266-12. La diferencia radica en que la tabla posee nombres de las capas que se adecúan de manera más precisa a la naturaleza real de los materiales encontrados a diferencia del informe, donde se utilizan términos más generales como: lastre, base de arena, base granular, subbase y otros, de manera nominal sin que esto indique que estos materiales cumplen con las especificaciones correspondientes.

Sondeo	Código del camino			CBR en sitio (%)		Estructura de pavimento existente (cm)								
	Zona	Material SR	Consecutivo	CPD	Anillo de carga	Carpeta Asáltica	Tratamiento Superficial Bituminoso	Superficie de ruedo granular (lastre)	Capa de material granular fino (base de arena)	Capa de material granular de tamaño intermedio (base)	Capa de material granular grueso (subbase)	Material de relleno granular grueso	Nivel Freático	Total
S1	CO2-	LA-	1	4,4				20	40				40	60
S2	LI1-	LA-	6	16,4				37						37
S3	LI1-	LA-	14	6,5				14	>73					>87
S4	LI1-	LA-	6	10,6				25				52		77
S5	LI1-	AS-	2			4,2				24,5	>56.8			28,7
S6	LI2-	LA-	26					23		12		>20		>55
S7	LI1-	AS-	1		2,2	9				20	27	21,2		77,2
S8	LI2-	TS-	1				5,5		43			>40	48,5	>88,5
S9	LI2-	AS-	2			9				23	15	>55		>102
S10	CL1-	AS-	1			7,8				10,2	6,5	22		46,5
S11	CL1-	LA-	5		10,1			30	30					60
S12	CL1-	CO-	1		11,3	9				15	40			64
S13	CO1-	LA-	2		2,9			43						43
S14	CO1-	LA-	1					25			18	>52		>95
S15	CO1-	LA-	7					32			17	>34	49	>83
S16	CO1-	LA-	4					32			25		57	57
S17	CO1-	LA-	6A		1,6			40				35		75
S18	CO2-	AS-	1		3,2	18,3				25	30	42		115,3
S19	CO2-	LA-	5					25				>40		>65
S20	CO2-	TS-	1			4				23	17	>40		>84
S21	CO2-	AS-	1			13,4				14	50	>40		>117,4
S22	LI2-	AS-	1			3,2				15	21	>56	39,2	>95,2
S23	CO2-	AS-	1			10,5				10	17	>50		>87,5
S24	CL1-	AS-	1		27,6	7				12	21	14		54

Figura 17. Ejemplo de la tabla de resumen de sondeos y CBR en sitio.

6.3. Materiales muestreados

Los materiales que fueron recolectados de acuerdo a la Tabla 5, se procesaron en el Laboratorio de Geotecnia del LanammeUCR. Se llevaron a cabo los ensayos de caracterización que se especifican en la Tabla 6.

Tabla 6. Ensayos de laboratorio realizados a los materiales muestreados.

Material muestreado	Ensayos realizados
Material granular de superficie de ruedo (Lastre)	1-Límites de Atterberg 2- Análisis granulométrico por mallas
Material granular de tamaño intermedio (Base)	1-Límites de Atterberg 2- Análisis granulométrico por mallas 3-Índice de soporte de California (CBR)
Material granular grueso (Subbase)	1-Límites de Atterberg 2- Análisis granulométrico por mallas 3-Índice de soporte de California (CBR)
Material de relleno granular grueso	1-Límites de Atterberg 2-Análisis granulométrico por mallas
Suelo (subrasante)	1-Gravedad específica 2-Límites de Atterberg 3- Análisis granulométrico vía húmeda



Los resultados obtenidos de las pruebas de laboratorio son mostrados en los informes: I-0171-12, I-0247-12 y I-0229-12 que se adjuntan en el Anexo IX de este documento. Los mismos indican las normas aplicadas a cada ensayo, la descripción de los especímenes, fechas, ubicación de los sondeos y los resultados finales obtenidos.

Además, se realizó una comparación entre los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio y la normativa vigente en el Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010, con el fin de evaluar si estos materiales cumplen con los requerimientos para ser considerados como materiales adecuados para la rehabilitación o construcción de las vías de Limoncito.

Los resultados de los ensayos y las evaluaciones ejecutadas para cada tipo de material, se detallan a continuación.

6.3.1 Material granular de superficie de ruedo (lastre)

Las muestras de material granular de superficie de ruedo (lastre) se obtuvieron en cinco puntos diferentes de la red vial de Limoncito y corresponden a los números siguientes: 256-12 (sondeo 1), 258-12 (sondeo 6), 263-12 (sondeo 11), 265-12 (sondeo 16) y 311-12 (sondeo 19).

La Tabla 7 muestra un resumen de los resultados obtenidos en los ensayos de Límites de Atterberg y la clasificación obtenida a partir del análisis granulométrico para SUCS y AASHTO.

Además, se compararon las características de los materiales de superficie de ruedo con los requerimientos indicados en la Tabla 703-7 del CR-2010. El resultado de esta comparación se muestra en la Tabla 8 de este informe y se comenta a continuación para cada muestra analizada.

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 37 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



- Muestra 256-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 1 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad por lo que no es adecuado para ser utilizado como material de superficie. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 25mm y en la de 19 mm existen sobretamaños, por lo que este material no cumple con la granulometría establecida. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de superficie.
- Muestra 258-12: Esta muestra fue recolectada en el sondeo 6 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad por lo que no es adecuado para ser utilizado como material de superficie. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 25mm y en la de 19 mm existen sobretamaños, por lo que este material no cumple con la granulometría establecida. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de superficie.
- Muestra 263-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 11 en la zona de Los Cocos. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad por lo que no es adecuado para ser utilizado como material de superficie. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 25mm y en la de 19 mm existen sobretamaños, por lo que este material no cumple con la granulometría

establecida. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de superficie.

- Muestra 265-12: Este material fue recolectado en el sondeo 16 en la zona de La Colina. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad por lo que no es adecuado para ser utilizado como material de superficie. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 25mm y en la de 19 mm existen sobretamaños, por lo que este material no cumple con la granulometría establecida. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de superficie.
- Muestra 311-12: Este espécimen se tomó en el sondeo 19 en la zona de La Colina. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad por lo que no es adecuado para ser utilizado como material de superficie. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 25mm, en la de 19 mm y en la malla de 4.75mm existen sobretamaños, por lo que este material no cumple con la granulometría establecida. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de superficie.

Tabla 7. Resultados obtenidos para las muestras de material granular de superficie de ruedo (lastre).

Muestra	Tipo	Sondeo	LL	LP	IP	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
M-0256-12	Lastre SR	1	NP	NP	NP	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0258-12	Lastre SR	6	NP	NP	NP	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0263-12	Lastre SR	11	NP	NP	NP	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0265-12	Lastre SR	16	NP	NP	NP	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0311-12	Lastre SR	19	NP	NP	NP	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a

Tabla 8. Evaluación de las muestras de material granular de superficie de ruedo.

Muestra	Índice de Plasticidad (entre 4-12)	Limite líquido máximo (35)	Granulometría			Cumplimiento especificación
			Abertura de la malla	% peso pasando		
				Requerimientos capa superficial	Valores de la muestra	
M-0256-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	75mm			NO CUMPLE
			25 mm	100	83	
			19 mm	97-100	76	
			4,75 mm	41-71 (7)	46	
			0,425mm	12-28 (5)	4	
			0,075mm	9-16 (4)	11	
M-0258-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	75mm			NO CUMPLE
			25 mm	100	80	
			19 mm	97-100	72	
			4,75 mm	41-71 (7)	42	
			0,425mm	12-28 (5)	16	
			0,075mm	9-16 (4)	5.7	
M-0263-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	75mm			NO CUMPLE
			25 mm	100	80	
			19 mm	97-100	72	
			4,75 mm	41-71 (7)	42	
			0,425mm	12-28 (5)	16	
			0,075mm	9-16 (4)	5.7	
M-265-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	75mm			NO CUMPLE
			25 mm	100	67	
			19 mm	97-100	61	
			4,75 mm	41-71 (7)	36	
			0,425mm	12-28 (5)	17	
			0,075mm	9-16 (4)	6.2	
M-0311-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	75mm			NO CUMPLE
			25 mm	100	67	
			19 mm	97-100	60	
			4,75 mm	41-71 (7)	33	
			0,425mm	12-28 (5)	13	
			0,075mm	9-16 (4)	5.5	



6.3.2 Material granular de tamaño intermedio (Base)

Las muestras recolectadas de este material se encontraron en una capa intermedia, ubicada entre la superficie de ruedo y el material granular grueso (subbase). Las muestras de este tipo poseen un granulometría más fina en relación con las subbases y además una capacidad de soporte (CBR) mayor.

Las muestras que se catalogaron como bases fueron identificadas con los siguientes números: 260-12 (sondeo 7), 303-12 (sondeo 18) y 307-12 (sondeo 24).

La Tabla 9 es un resumen de los resultados obtenidos para estas muestras en los ensayos de Límites de Atterberg, los resultados del ensayo para determinar el CBR y la clasificación obtenida a partir del análisis granulométrico para SUCS y AASHTO.

Se compararon las características de las muestras con los requerimientos indicados en la Tabla 703-6 del CR-2010 para bases. El resultado de esta comparación se muestra en la Tabla 10 y se comenta a continuación para cada muestra analizada.

- Muestra 260-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 7 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material posee un límite líquido y un índice de plasticidad adecuados para ser utilizado como material de base. En tanto que la prueba de CBR muestra que para un 90% del Proctor modificado se tiene un CBR de 28, mientras que para un 95% del Proctor modificado el CBR es de 71 (contenido de agua óptimo de 7.50% y densidad seca máxima estándar de 2228,0 kg/m³), por lo que este material no cumple con los parámetros de CBR indicados en el CR-2010. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que existen sobretamaños en la malla de 50mm, en la malla de 25mm y en la malla de 0.425mm por lo que no cumple con los requisitos para la granulometría de Base C; para la clasificación como Base D se tienen sobretamaños

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 42 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



en la malla de 25mm y en la malla de 19mm, por lo que no cumple con la granulometría para este tipo de base. Finalmente, para la especificación de granulometría para la Base E se tienen sobretamaños en la malla de 19mm y en la malla de 9.5mm incumpliendo así con la especificación para esta base. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para el material de base.

- Muestra 303-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 18 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no posee plasticidad por lo que no cumple con los parámetros de límites de plasticidad. En tanto que la prueba de CBR muestra que para un 90% del Proctor modificado se tiene un CBR de 32, mientras que para un 95% del Proctor modificado el CBR es de 83 (contenido de agua óptimo de 6.40% y densidad seca máxima estándar de 2208,0 kg/m³), por lo que este material únicamente cumple con los parámetros de CBR al llevarlo a una compactación del 95% del Proctor Modificado. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que existen sobretamaños en la malla de 50mm y en la malla de 0.425mm por lo que no cumple con los requisitos para la granulometría de Base C; para la clasificación como Base D se tienen sobretamaños en la malla de 25mm y en la malla de 19mm, por lo que no cumple con la granulometría para este tipo de base. Para la especificación de granulometría para la Base E se tienen sobretamaños en la malla de 19mm incumpliendo así con la especificación para esta base. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para el material de base.
- Muestra 307-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 24 en la zona de Los Cocos. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material cumple tanto en su

límite líquido como en su índice de plasticidad para ser utilizado como material de base. En tanto que la prueba de CBR muestra que para un 90% del Proctor modificado se tiene un CBR de 23, mientras que para un 95% del Proctor modificado el CBR es de 52 (contenido de agua óptimo de 7,0% y densidad seca máxima estándar de 2234,0 kg/m³) por lo que este material no cumple con los requisitos de CBR para material de base. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 0.425mm no se cumple con la especificación por sobretamaños con lo que no cumple con los requisitos para la granulometría de Base C; para la clasificación como Base D se tienen sobretamaños en la malla de 25mm y en la malla de 19mm, por lo que no cumple con la granulometría para este tipo de base. Para la especificación de granulometría para la Base E se tienen sobretamaños en la malla de 19mm y en la malla de 9,5mm incumpliendo así con la especificación para esta base. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para ser utilizado como material de base.

Tabla 9. Resultados obtenidos para las muestras de material granular de tamaño intermedio (base).

Muestra	Tipo	Sondeo	LL	LP	IP	CBR (90% Proctor modificado)	CBR (95% Proctor modificado)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
M-0260-12	Base	7	22	17	5	28	70	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0303-12	Base	18	NP	NP	NP	32	83	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0307-12	Base	24	20	15	5	23	52	Grava bien graduada con arcilla (GW-GC)	A-1-a

Tabla 10. Evaluación de las muestras de material granular de tamaño intermedio (base).

MUESTRA	CBR mínimo (80)		Índice de Plasticidad (entre 4-10)	Limite líquido máximo (35)	GRANULOMETRÍA					Cumplimiento de especificación
	90% Proctor mod.	95% Proctor mod.			Abertura de malla	% por peso pasando			Valores de la muestra	
						Req. Base C	Req. Base D	Req. Base E		
M-0260-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	63mm					NO CUMPLE
					50mm	100			86	
					37,5mm				77	
					25mm	80-100 (6)	100		67	
					19mm	64-94 (6)	86-100 (6)	100	61	
					12,5mm					
					9,5mm		51-82 (6)	62-90 (6)	47	
					4,75mm	40-69 (6)	36-64 (6)	46-74 (7)	36	
					0,425mm	31-54 (4)	12-26 (4)	12-26 (4)	14	
					0,075mm	4-7 (3)	4-7 (3)	4-7 (3)	5.6	
M-0303-12	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	63mm					NO CUMPLE
					50mm	100			93	
					37,5mm				88	
					25mm	80-100 (6)	100		78	
					19mm	64-94 (6)	86-100 (6)	100	71	
					12,5mm					
					9,5mm		51-82 (6)	62-90 (6)	59	
					4,75mm	40-69 (6)	36-64 (6)	46-74 (7)	50	
					0,425mm	31-54 (4)	12-26 (4)	12-26 (4)	20	
					0,075mm	4-7 (3)	4-7 (3)	4-7 (3)	7	

MUESTRA	CBR mínimo (80)		Índice de Plasticidad (entre 4-10)	Limite líquido máximo (35)	GRANULOMETRÍA					Cumplimiento de especificación
	90% Proctor mod.	95% Proctor mod.			Abertura de malla	% por peso pasando			Valores de la muestra	
						Req. Base C	Req. Base D	Req. Base E		
M-307-12	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	SI CUMPLE	63mm				100	NO CUMPLE
					50mm	100			99	
					37,5mm				98	
					25mm	80-100 (6)	100		84	
					19mm	64-94 (6)	86-100 (6)	100	71	
					12,5mm				58	
					9,5mm		51-82 (6)	62-90 (6)	52	
					4,75mm	40-69 (6)	36-64 (6)	46-74 (7)	39	
					0,425mm	31-54 (4)	12-26 (4)	12-26 (4)	15.7	
					0,075mm	4-7 (3)	4-7 (3)	4-7 (3)	6.9	

6.3.2 Material granular grueso (subbase)

Las muestras de material granular más grueso fueron nombradas como subbases. Se encontraron entre la capa catalogada como base y un relleno o el suelo de subrasante. Estos materiales generalmente poseen una distribución granulométrica con materiales de hasta 63mm de diámetro. Las muestras de este material fueron identificadas con los siguientes números: 261-12 (sondeo 7), 304-12 (sondeo 18) y 306-12 (sondeo 24).

La Tabla 11 es un resumen de los resultados obtenidos para estas muestras en los ensayos de Límites de Atterberg, los resultados del ensayo para determinar el CBR y la clasificación obtenida a partir del análisis granulométrico para SUCS y AASHTO.



Se compararon las características de las muestras con los requerimientos indicados en la Tabla 703-6 del CR-2010 para subbases. El resultado de esta comparación se muestra en la Tabla 12 y se comenta a continuación para cada muestra analizada.

- Muestra 261-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 7 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que posee un límite líquido y un índice de plasticidad adecuado para su uso como subbase. En tanto que el valor de CBR para un 90% del Proctor modificado es de 18, para un 95% del Proctor modificado el CBR es de 50; en vista de esto, este material sería adecuado como subbase únicamente al compactarse hasta el 95% del Proctor modificado (contenido de agua óptimo de 6.80% y densidad seca máxima estándar de 2212,0 kg/m³). En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que existen sobretamaños en la malla de 63mm y en la malla de 50mm para la clasificación de Subbase A; para la clasificación como subbase B se tienen sobretamaños en la malla de 50mm y en la malla de 37.5mm. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para las clasificaciones por granulometría.
- Muestra 304-12: Este espécimen fue recolectado en el sondeo 18 en la zona de Limoncito. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no posee plasticidad por lo tanto no es adecuado para su uso como subbase. En tanto que el valor de CBR para un 90% del Proctor modificado es de 25, para un 95% del Proctor modificado el CBR es de 78; en vista de esto, este material sería adecuado como subbase únicamente al compactarse hasta el 95% del Proctor modificado (contenido de agua óptimo de 6.60% y densidad seca máxima estándar de 2174,0 kg/m³). En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que existen sobretamaños en la malla de 63mm y en la malla de 50mm para la clasificación de

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 47 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

Subbase A; para la clasificación como subbase B se tienen sobretamaños en la malla de 50mm y en la malla de 37.5mm. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para las clasificaciones por granulometría.

- **Muestra 306-12:** Este espécimen fue recolectado en el sondeo 24 en la zona de Los Cocos. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como una grava bien graduada con limos (GW-GM), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-1-a. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no posee plasticidad por lo tanto no es adecuado para su uso como subbase. Además, la prueba de CBR muestra que para cumplir con el requerimiento del CR-2010 se necesita compactar a un 95% del Proctor modificado para alcanzar un CBR de 53 (contenido de agua óptimo de 8.20% y densidad seca máxima estándar de 2168,0 kg/m³). En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que existen sobretamaños en la malla de 63mm y en la malla de 0.425mm; además, sobretamaños en la malla de 50mm para la clasificación como subbase A; para la clasificación como Subbase B se tienen sobretamaños en la malla de 50mm y en la malla de 37.5mm. Por lo tanto, este material no cumple con las especificaciones dadas por el CR-2010 para las clasificaciones por granulometría.

Tabla 11. Resultados obtenidos para las muestras de material granular grueso (subbase).

Muestra	Tipo	Sondeo	LL	LP	IP	CBR (90% Proctor modificado)	CBR (95% Proctor modificado)	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
M-0261-12	Subbase	7	20	16	4	18	50	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0304-12	Subbase	18	NP	NP	NP	25	78	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a
M-0306-12	Subbase	24	NP	NP	NP	20	53	Grava bien graduada con limo (GW-GM)	A-1-a

Tabla 12. Evaluación de las muestras de material granular grueso (subbase).

Muestra	CBR mínimo (30)		Índice de Plasticidad (entre 4-10)	Limite líquido máximo (35)	GRANULOMETRÍA				Cumplimiento de especificación
	90% Proctor mod.	95% Proctor mod.			Abertura de malla	% por peso pasando		Valores de la muestra	
						Req. Subbase A	Req. Subbase B		
M-0261-12	NO CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	63mm	100		85	NO CUMPLE
					50mm	97-100	100	85	
					37,5mm		97-100	78	
					25mm	65-79 (6)		68	
					19mm			62	
					12,5mm	45-59(7)			
					9,5mm				
					4,75mm	28-42(6)	40-60(8)	38	
					0,425mm	9-17(4)		15	
					0,075mm	4-8(3)	4-12(4)	7	
M-0304-12	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	63mm	100		91	NO CUMPLE
					50mm	97-100	100	83	
					37,5mm		97-100	71	
					25mm	65-79 (6)		58	
					19mm			52	
					12,5mm	45-59(7)		46	
					9,5mm			42	
					4,75mm	28-42(6)	40-60(8)	36	
					0,425mm	9-17(4)		16.9	
					0,075mm	4-8(3)	4-12(4)	8.5	
M-0306-12	NO CUMPLE	SI CUMPLE	NO CUMPLE	NO CUMPLE	63mm	100		83	NO CUMPLE
					50mm	97-100	100	80	
					37,5mm		97-100	77	
					25mm	65-79 (6)		69	
					19mm			64	
					12,5mm	45-59(7)		57	
					9,5mm			53	
					4,75mm	28-42(6)	40-60(8)	46	
					0,425mm	9-17(4)		21.9	
					0,075mm	4-8(3)	4-12(4)	11.4	
Informe LM-PI-GM-05-2012			Fecha de emisión: 16 de abril de 2012				Página 49 de 85		

6.3.4 Material de relleno granular grueso

Durante la ejecución de los sondeos en la zona del proyecto se identificó la existencia de material de relleno granular grueso en varios puntos, por lo cual se procedió a recolectar una muestra para ser analizada en el laboratorio. El número con el que se identificó la muestra de este material es: 308-12 (sondeo 24).

De igual manera que para los demás materiales recolectados, la Tabla 13 muestra los resultados de los ensayos de caracterización en cuanto a Límites de Atterberg y la clasificación SUCS y AASHTO obtenida a partir del ensayo de análisis granulométrico.

La Tabla 14 corresponde a la comparación entre las características de la muestra de material de relleno granular y lo indicado en la tabla 703-5 del CR-2010. Además, a continuación se describe el análisis realizado.

- **Muestra 308-12:** Este material corresponde a un relleno que fue recolectado en el sondeo 24 en la zona de Los Cocos. Según los criterios de caracterización del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) este material se clasifica como un Limo de baja plasticidad (ML), o bien, según la clasificación AASHTO como un material A-5. Los resultados de los límites de Atterberg señalan que este material no tiene plasticidad. En cuanto al análisis granulométrico se puede observar que en la malla de 4.75mm y en la de 0.075 mm existe un exceso de finos, por lo que este material no cumple con la granulometría establecida. Se revisaron los requerimientos del CR-2010 para los materiales de relleno en un terraplén de carretera. Primero, se encontró que la muestra cumple la granulometría de material de préstamo sin clasificar ya que tiene un tamaño máximo menor a 600mm pero su clasificación AASHTO no es la indicada. Luego se evaluó con respecto a los requerimientos de material de préstamo selecto y se encontró que el material que pasa la malla de 4.75mm y 0.075mm sobrepasa lo indicado, lo cual indica que hay exceso de finos.

Tabla 13. Resultados obtenidos para las muestras de material de relleno granular.

Muestra	Tipo	Sondeo	LL	LP	IP	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
M-0308-12	Relleno	24	NP	NP	NP	Limo de baja plasticidad (ML)	A-5

Tabla 14. Evaluación de la muestra de material de relleno granular.

Muestra	Índice de Plasticidad (menor a 4)	Limite líquido máximo (30 max)	Granulometría			Cumplimiento especificación
			Abertura de la malla	% peso pasando		
				Requerimientos préstamo selecto	Valores de la muestra	
M-0308-12	SI CUMPLE	SI CUMPLE	75mm	100	100	NO CUMPLE
			25 mm	70-100	89	
			19 mm			
			4,75 mm	30-70	72	
			0,425mm			
			0,075mm	0-50	60.3	

6.3.5 Suelo (subrasante)

Las muestras de suelo recolectados durante la excavación de los sondeos a cielo abierto se caracterizaron en el laboratorio por medio de los ensayos de Límites de Atterberg y análisis granulométrico vía húmeda. Los resultados de estos ensayos se pueden observar en la Tabla 15.

Los suelos analizados muestran índices de plasticidad entre 41 y 5, lo cual indica que su susceptibilidad a hinchamiento o contracción ante cambios de humedad es bajo en la mayoría de casos. Sin embargo, la capacidad de soporte calculada a partir de las pruebas de CBR en

sitio fue muy variable y por lo tanto se asume entre 2 y 3%. Se establecen estos valores de manera conservadora para ser utilizados en el diseño de las estructuras de pavimento.

Tabla 15. Resultados obtenidos para las muestras de suelo (subrasante).

Muestra	Tipo	Sondeo	LL	LP	IP	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO
M-0257-12	Subrasante	2	41	24	17	Arcilla de baja plasticidad (CL)	A-7-6
M-0259-12	Subrasante	4	56	30	26	Arena arcillosa (SC)	A-7-5
M-0262-12	Subrasante	7	49	30	19	Arcilla de baja plasticidad (CL)	A-7-5
M-0264-12	Subrasante	11	43	28	15	Arena arcillosa (SC)	A-7-6
M-0266-12	Subrasante	13	72	31	41	Arcilla de alta plasticidad (CH)	A-7-5
M-0305-12	Subrasante	18	55	27	28	Arcilla de alta plasticidad (CH)	A-7-6
M-0309-12	Subrasante	24	24	20	5	Arena arcillosa (SC)	A-2-4
M-0310-12	Subrasante	12	24	20	5	Arena arcillosa (SC)	A-2-4
M-0312-12	Subrasante	17	47	27	21	Arcilla de baja plasticidad (CL)	A-7-6

6.4. Conteos vehiculares

6.4.1 Transito promedio diario y cargas vehiculares

Los datos actualizados del tránsito permiten conocer la demanda vehicular actual y estimar su crecimiento en un período de tiempo determinado. Esto constituye el insumo principal para realizar el cálculo de las cargas vehiculares a las cuales se verá sometida la estructura de pavimento durante su vida útil.

Para conocer el tránsito que circula en diferentes rutas del sector de Limoncito se realizaron 12 conteos vehiculares en sitios estratégicos de acuerdo a lo indicado en el mapa del Anexo V. En 11 sitios los conteos se realizaron por al menos nueve horas completas y continuas, sin embargo, uno de los conteos tuvo una duración de 24 horas (Conteo 10). Debido a que el dato necesario para poder estimar las cargas de tránsito a las que se somete un pavimento se requiere el valor del Tránsito Promedio Diario (24 horas), fue necesario utilizar la teoría de factores de expansión, específicamente los factores de expansión horaria FEH, para estimar el tránsito a 24 horas para conteos parciales (periodo inferior a 24 horas de conteo).

Se utilizaron contadores vehiculares automáticos, además como control cruzado se realizaron conteos manuales de al menos 1 hora en los diferentes sitios. Los resultados de estos conteos se observan en la Tabla 16.

Tabla 16. Resumen de resultados de los conteos vehiculares.

Conteo	Código del camino			Vehículos Contados	% Vehículos Pesados	TPD estimado
	Zona	Material SR	Consecutivo			
C1	CO1-	AS-	2	703	3.1%	1481
C2	LI1-	AS-	1	474	9.9%	879
C3	LI1-	AS-	2	715	1.3%	1329
C4	CO2-	TS-	2	706	2.1%	1485
C5	CO2-	TS-	1	706	4.8%	1281
C6	CO2-	AS-	1	1850	8.3%	3456
C7	LI1-	AS-	1	829	3.3%	1389
C8	LI2-	TS-	1	430	7.0%	733
C9	CL1-	AS-	1	981	2.4%	1852
C10	LI2-	AS-	1	4307	7.2%	4307
C11	LI2-	AS-	2	775	3.7%	1318
C12	CL1-	CO-	1	981	2.4%	981

Se puede observar que ocho de los 12 conteos realizados poseen un bajo tránsito de vehículos pesados (inferior al 5%), mientras que los conteos C2 y C6 poseen un alto tránsito de vehículos pesados, cercanos al 10%. En la mayoría de los conteos realizados los

vehículos pesados que se contabilizaron, son principalmente vehículos del tipo C2 o C2+ (vehículos de dos ejes). La calle en la que se localiza la empresa ENVACO (CO2-AS-1) presenta la particularidad importante, debido al transporte de mercadería, hay una importante cantidad de vehículos del tipo T3-S2 (tractocamión con tres ejes y un semirremolque con dos ejes), en esta se asocia un 1,2% del total a este tipo de vehículos, mientras que en las demás rutas en las que se realizaron los conteos la cantidad de estos fue nula.

Una vez que se cuenta con los valores del tránsito promedio diario se calcularon los ejes equivalentes (ESAL) correspondientes, ya que es un dato necesario para hacer diseños de nuevos pavimentos, reconstrucciones o rehabilitaciones. A continuación se presentan las ecuaciones utilizadas para realizar el cálculo de acuerdo con el Manual AASHTO 93:

$$ESAL_{dia} = \%tipodevehículo * TPDA * FC$$

$$ESAL_{diseño} = ESAL_{dis} * 365 * GF * DS * LDF$$

$$GF = \frac{(1+r)^y - 1}{r}$$

Donde:

ESAL: Ejes equivalentes.

FC: Factor Camión.

GF: Factor de crecimiento vehicular.

DS: Porcentaje de vehículos por carril.

LDF: Factor de distribución por carril.

r: Razón de crecimiento.

y: Cantidad de años

La Tabla 17 indica los resultados para cada conteo realizado en el sector de Limoncito a periodos de diseño de 10, 15 y 20 años. Los conteos donde se presenta un mayor porcentaje de vehículos pesados son también los que presentan una mayor cantidad de ejes equivalentes para los diferentes periodos de diseño, principalmente en las calles sobre las que se encuentran la Empresa ENVACO (CO2-AS-1), correspondiente al conteo C6 y la entrada principal a Limoncito (LI2-AS-1) donde se realizó el conteo C10.

Tabla 17. Cargas vehiculares en ejes equivalentes de diseño.

Conteo	Código del camino			ESALdiseño 10años	ESALdiseño 15años	ESALdiseño 20años
	Zona	Material SR	Consecutivo			
C1	CO1-	AS-	2	128.765,00	208.906,00	301.811,00
C2	LI1-	AS-	1	239.222,00	388.112,00	560.713,00
C3	LI1-	AS-	2	42.547,00	69.028,00	99.727,00
C4	CO2-	TS-	2	86.550,00	140.418,00	202.865,00
C5	CO2-	TS-	1	184.120,00	298.714,00	431.559,00
C6	CO2-	AS-	1	1.119.222,00	1.815.811,00	2.623.377,00
C7	LI1-	AS-	1	125.693,00	203.924,00	294.613,00
C8	LI2-	TS-	1	140.318,00	227.650,00	328.890,00
C9	CL1-	AS-	1	124.759,00	202.409,00	292.424,00
C10	LI2-	AS-	1	841.131,00	1.364.643,00	1.971.528,00
C11	LI2-	AS-	2	142.213,00	230.724,00	333.332,00
C12	CL1-	CO-	1	60.444,00	98.066,00	141.677,00

6.4.2 Criterios para la clasificación funcional de las vías

Luego de calcular las cargas vehiculares en ejes equivalentes de diseño (ESALS) se procedió a establecer un criterio para clasificar las vías del sector de Limoncito en categorías para facilitar el proceso de diseño de las estructuras de pavimento.

Se utilizó como criterio inicial las cargas vehiculares para las vías en las que se realizaron conteos, mientras que para el resto de la red vial de Limoncito se utilizó un criterio de

accesibilidad y funcionalidad general, el cual fue estimado a partir de la observación del comportamiento del tránsito en el sitio y de los datos del inventario de vías.

Se establecieron cinco categorías de acuerdo a las cargas vehiculares estimadas a 20 años, según lo indicado en la Tabla 17. Las categorías y criterios de clasificación se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Clasificación funcional de las vías.

Clasificación Funcional	ESAL_{diseño 20años} (miles)
Primaria Especial	Mayor a 500
Primaria General	250-500
Secundaria	150-250
Terciaria	Menor a 150
Acceso	Menor a 150 (acceso restringido)

Los criterios de clasificación se aplicaron a las vías en las cuales se ejecutaron conteos vehiculares, mientras que para el resto de la red vial de Limoncito se procedió a realizar un recorrido por parte de personal profesional del LanammeUCR por cada uno de los caminos para observar el comportamiento del tránsito y valorar los datos del inventario de vías anteriormente realizado, sobretodo en cuanto a las dimensiones del derecho de vía y longitud.

El resultado de la clasificación funcional se observa en las Figura 18 y 19, que corresponden imágenes de la tabla de clasificación funcional y el mapa de clasificación funcional que se adjuntan en el Anexo X.

Código del camino			Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo	
LI1-	AS-	1	PRIMARIA ESPECIAL
LI1-	AS-	2	SECUNDARIA
LI1-	LA-	1	TERCIARIA
LI1-	LA-	2	TERCIARIA
LI1-	LA-	3	TERCIARIA
LI1-	LA-	4	TERCIARIA
LI1-	LA-	5a	TERCIARIA
LI1-	LA-	5b	TERCIARIA
LI1-	LA-	6	PRIMARIA GENERAL/SECUNDARIA
LI1-	LA-	7	TERCIARIA
LI1-	LA-	8	TERCIARIA/ACCESO
LI1-	LA-	9	TERCIARIA
LI1-	LA-	10a	TERCIARIA
LI1-	LA-	10b	ACCESO
LI1-	LA-	11	TERCIARIA
LI1-	LA-	12	TERCIARIA/ACCESO
LI1-	LA-	13	TERCIARIA
LI1-	LA-	14	TERCIARIA
LI1-	LA-	15	ACCESO
LI1-	LA-	16	ACCESO
LI1-	TI-	1	ACCESO
LI1-	TI-	2	TERCIARIA
LI1-	TI-	3	ACCESO
LI1-	TI-	4	TERCIARIA
LI1-	TI-	5	ACCESO
LI1-	TI-	6	ACCESO
LI1-	TI-	7	ACCESO
LI1-	TI-	8	ACCESO
LI1-	TI-	9	TERCIARIA
LI1-	TI-	10	ACCESO/TERCIARIA
LI1-	TI-	11	ACCESO
LI1-	TI-	12	ACCESO

Figura 18. Imagen de la tabla de clasificación funcional del Anexo X.

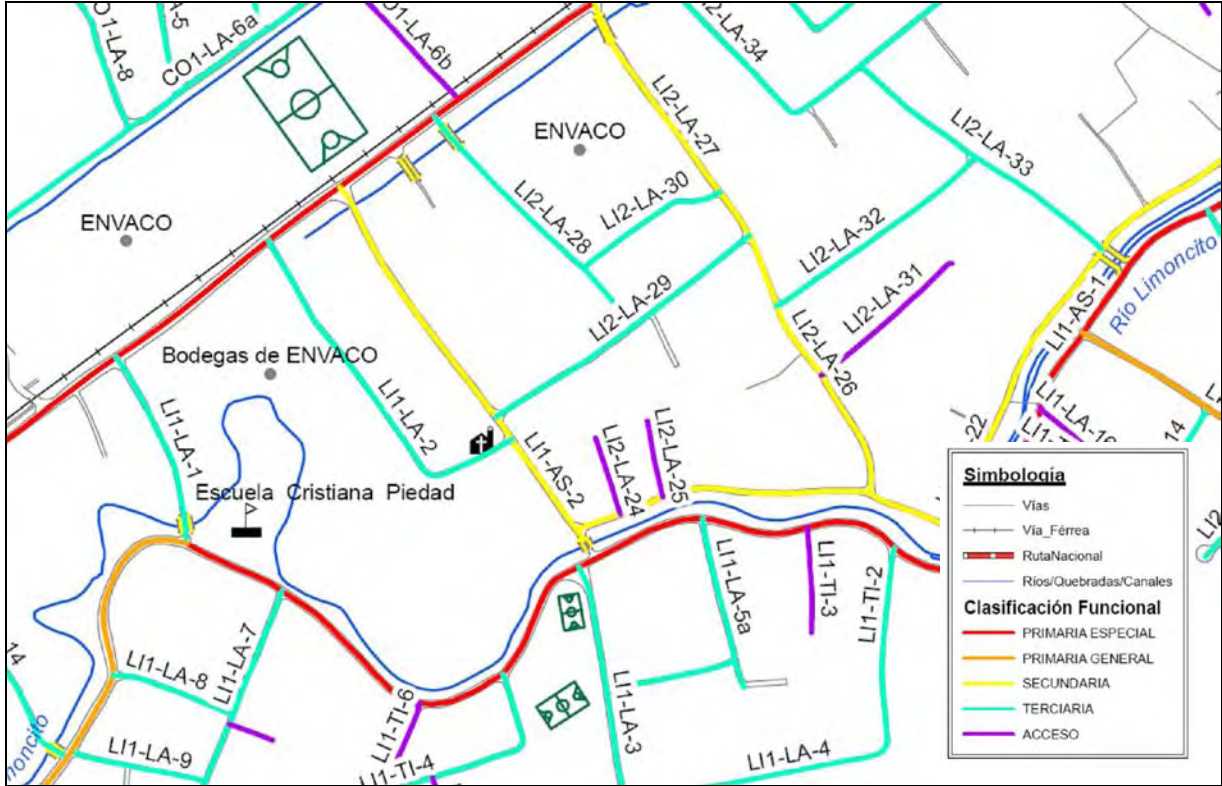


Figura 19. Imagen del mapa de clasificación funcional.



7. SOLUCIÓN PROPUESTA

El proceso de recolección de información de campo, posterior procesamiento, generación de resultados y análisis que se ha presentado hasta este punto, culmina con la propuesta de una solución para la reconstrucción o rehabilitación de las vías del sector de Limoncito.

La solución propuesta incluye prediseños para las secciones transversales y estructuras de drenaje (cunetas), así como diseños preliminares de las estructuras de pavimento. Estos tres elementos constituyen una guía general acerca de las condiciones mínimas que se deben respetar a la hora de generar el diseño de la solución final.

La solución propuesta aborda de manera integral los requerimientos del sector de Limoncito, desde un punto de vista funcional y estructural.

Las necesidades funcionales se atienden proponiendo secciones transversales que incluyen aceras, calzadas para la circulación de vehículos y estructuras de drenaje superficial (cunetas).

Por otro lado, los requerimientos estructurales se basan en las solicitudes del tránsito vehicular, condiciones ambientales y el aprovechamiento de los recursos y materiales disponibles en la zona.

7.1. Prediseño de secciones transversales

Las secciones transversales que se proponen a manera de prediseño se han elaborado considerando en primer lugar la necesidad de provocar un mejoramiento sustancial en la condición actual de las vías, la importancia de incluir facilidades peatonales y el requerimiento de favorecer el drenaje de las aguas de escorrentía pluvial debido a la incidencia de precipitaciones y la cercanía de cuerpos de agua importantes en la zona.

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 59 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



Las secciones transversales se presentan a manera de prediseños, debido a que se deberá realizar un proceso de diseño final que determine metro a metro la solución que se debe aplicar en cada camino. El diseño final debe incluir los planos constructivos que incluyan los diseños en planta, perfil y secciones transversales al menos cada 10m.

Se ha incluido como referencia para la generación de estos prediseños la legislación vigente y literatura técnica relacionada a las normas de diseño de urbanizaciones y control de fraccionamientos. Además, se integraron en el análisis las características del tránsito vehicular local, los datos resultantes del inventario de vías (ancho del derecho de vía promedio y longitud), clasificación funcional definida en el apartado anterior, topografía del terreno, entre otros.

Se presentan siete prediseños de secciones transversales (ST-1, ST-2,..., ST-7) que van desde la sección transversal más amplia, hasta la más reducida en cuanto al derecho de vía requerido. Esto permite asignar una o más secciones transversales para cada camino codificado como ya se mencionó y clasificado funcionalmente debido a que la zona tiene características geométricas muy heterogéneas.

Las secciones transversales propuestas se pueden observar a manera de ejemplo en la Figura 20 que corresponde a imágenes de los diagramas del Anexo XI. Estos diagramas constituyen una propuesta de solución desde un punto de vista geométrico solamente e incluyen una referencia para buscar las estructuras de pavimento y de drenaje (cunetas) asociadas para cada camino en las tablas indicadas.

Luego de elaborar los prediseños, se asignaron las secciones transversales para cada uno de los caminos de Limoncito, lo cual se puede observar en la Figura 21 que muestra una imagen del mapa de prediseños de secciones transversales que se adjunta en el Anexo XI. Adicionalmente, se puede revisar con detalle la sección transversal asociada a cada camino, en la tabla resumen de la solución propuesta que se encuentra en el Anexo XIV y que se muestra como ejemplo en la Figura 23.

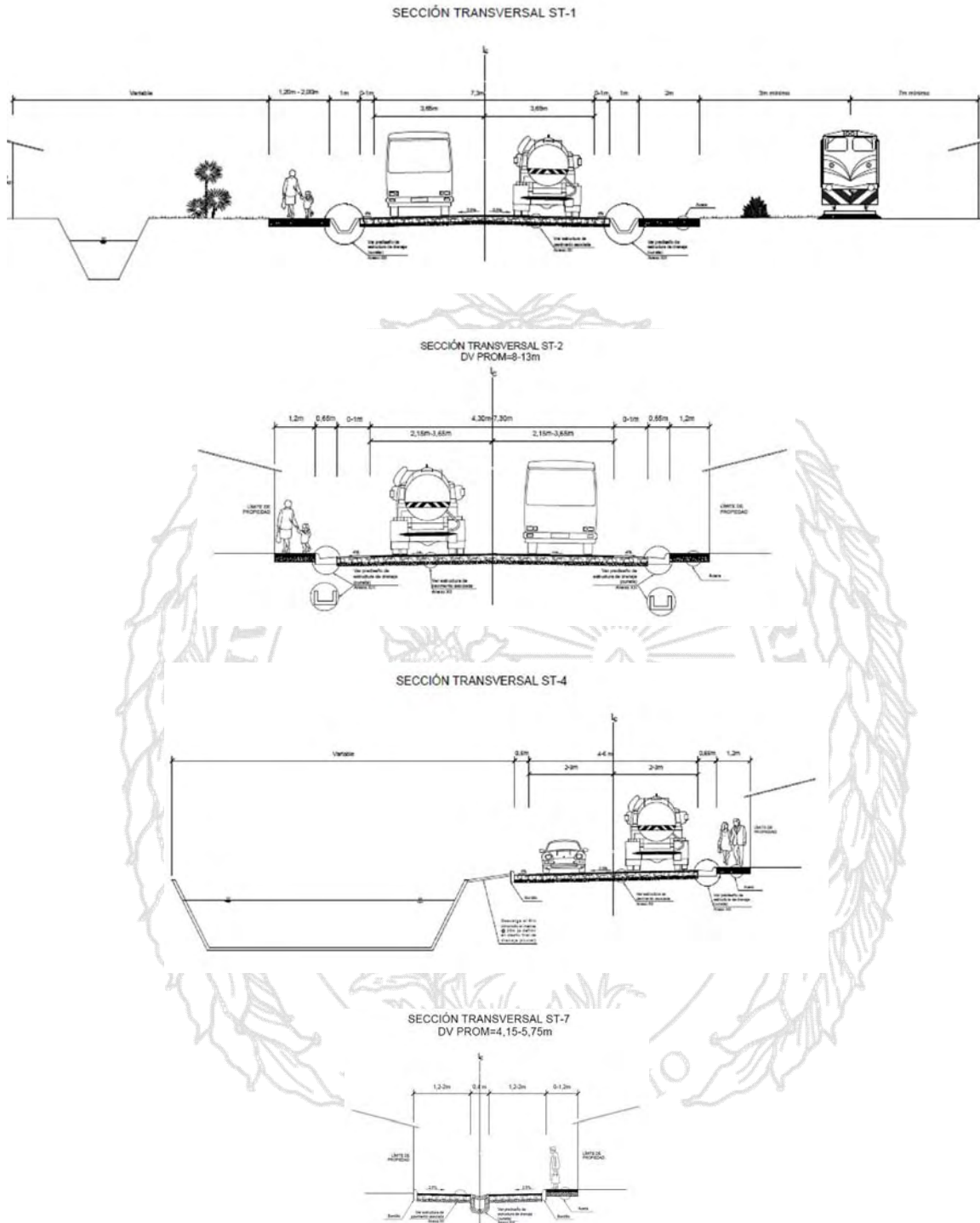


Figura 20. Imágenes de los prediseños de secciones transversales (ST-1, ST-2, ST4 Y ST-7).



Figura 21. Imagen del mapa de prediseños de secciones transversales.

7.2. Estructuras de pavimento

Las estructuras de pavimentos que se requiere acondicionar en las vías del sector de Limoncito se han diseñado para provocar una mejoría notable con respecto a las condiciones actuales. Los diseños de pavimentos se han planteado para favorecer la conservación de los caminos en buen estado el mayor tiempo posible ante las cargas del tránsito vehicular, materiales y recursos disponibles en la zona, condiciones ambientales e incidencia de inundaciones.

La solución propuesta en cuanto a las estructuras de pavimento se obtuvo luego de integrar al análisis cada uno de los aspectos que se describen a continuación.



7.2.1 Consideraciones generales

Las consideraciones generales que se han tomado en cuenta a la hora de elaborar el diseño de las estructuras de pavimento son las siguientes:

- El sector de Limoncito, se encuentra ubicado en el centro de la provincia de Limón donde se presenta una estación lluviosa de 10 meses al año, lo cual incide significativamente en la saturación de los suelos y su consecuente pérdida de capacidad mecánica para resistir las cargas del tránsito vehicular.
- El sector de Limoncito se encuentra ubicado en la cercanía de varios cuerpos de agua importantes entre los que se puede mencionar la Quebrada Chocolate, la Quebrada Sin Nombre, el Río Limoncito, el Estuario Cieneguita y el Mar Caribe. Esto la convierte en una zona de alta incidencia de inundaciones debido a su topografía prácticamente plana, falta de capacidad hidráulica y constantes obstrucciones de estos cauces por invasión y contaminación.
- Los materiales granulares de superficie de ruedo (lastre) muestreados en el sitio no cumplen con las especificaciones del CR-2010 de granulometría debido presencia de sobretamaños, falta de caras fracturadas y baja plasticidad. Esto indica que estos materiales no son ideales para ser utilizados en estructuras de pavimento, ya que rápidamente presentarán daños debido a las cargas vehiculares y efectos del clima.
- La mayoría de los materiales de bases y subbases muestreados presentan índices de plasticidad menores a 20 o son no plásticos, no cumplen con las especificaciones del CR-2010 en cuanto a granulometría para ser utilizados en estructuras de pavimento y además no suministran la capacidad de soporte requerida al 90% ni al 95% de compactación del Proctor Modificado.
- Las muestras de suelo de subrasante recolectadas fueron clasificadas como arcillas de baja plasticidad (CL/ A-7-6), arenas arcillosas (SC/A-7-5) y arcillas de alta plasticidad (CH/A-7-5 o A-7-6), además los valores de CBR se consideraron entre 2 y

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 63 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

3%, debido a la variabilidad que se presentó en los resultados de los ensayos de CBR en sitio.

- La condición estructural indicada por el ensayo de deflectometría de impacto constituye una referencia de la capacidad de consolidación de los materiales de la zona. Sin embargo, las condición estructural actual de de las vías reflejada por este ensayo no fue tomada en cuenta a la hora de calcular los nuevos diseños. Esto debido a que la red vial de Limoncito será intervenidas ampliamente para la colocación de tuberías de alcantarillado sanitario y por lo tanto se alterará significativamente las condiciones actuales al realizar las excavaciones correspondientes.
- El diseño de las estructuras de pavimento considera que el aporte estructural de las capas de material granular existentes (base y subbase) es mínimo, por lo tanto se integran al cálculo por medio de factores de reducción.
- El diseño de las estructuras de pavimento se ajusta a los niveles de rasante actual de los caminos de Limoncito, no se han considerado estos diseños como sobrecapas. Esto significa que se deberá excavar a una profundidad igual al espesor de las capas indicadas como material nuevo para luego proceder a construirlas y de esta manera mantener el nivel de rasante existente.
- Se tomó en cuenta la factibilidad constructiva de las estructuras de pavimento propuestas de manera que las técnicas, materiales y equipo conocidos en el mercado local puedan ser utilizados sin mayores complicaciones.
- Se asume que durante el proceso de construcción para la rehabilitación/reconstrucción de las vías se cumplirá con las especificaciones técnicas indicadas en este documento y las buenas prácticas de ingeniería durante el proceso constructivo.
- Se asume que la colocación de tuberías de alcantarillado sanitario o pluvial se realizará a una profundidad de al menos 1m para permitir que la estructura de pavimento disipe los esfuerzos de las cargas vehiculares.



- Las vías que tienen una superficie de ruedo de losas de concreto en la zona de Los Cocos-Lirios (CL1) no se incluyeron en el diseño de estructuras de pavimento, ya que la UTE-AYA indicó que la colocación de la tubería de alcantarillado pluvial en esta zona se realizará por los espaldones o aceras para evitar intervenir las calzadas.

7.2.2 Metodología de diseño

Los diseños de las estructuras de pavimento se elaboraron por medio de una metodología de diseño simplificado de pavimentos de bajo volumen que se ha desarrollado en el LanammeUCR, la cual se basa en los conceptos de diseño de pavimentos flexibles y rígidos indicados en el Manual AASHTO 93.

Los diseños se obtuvieron integrando los resultados obtenidos en los sondeos y los ensayos de laboratorio a una serie de gráficos y hojas de cálculo programadas con las metodologías ya indicadas. Se obtuvieron siete diseños de estructuras de pavimento (EP-1, EP-2, ..., EP-7) que se asignan a los caminos de la red vial de Limoncito de acuerdo a la clasificación funcional descrita anteriormente.

Finalmente, se elaboraron una serie de diagramas que indican de forma gráfica las capas que componen las estructuras de pavimento propuestas.

7.2.3 Solución óptima

Luego de analizar las condiciones del clima local, susceptibilidad a inundaciones y materiales disponibles en el sector de Limoncito, se ha escogido utilizar como elemento principal de la estructura de pavimento la base estabilizada con cemento debido a que constituye la solución óptima desde el punto de vista técnico para cumplir con las solicitudes del tránsito vehicular y condiciones de saturación de los suelos. Las razones por las que se escogió esta opción y demás detalles técnicos de importancia se describen a continuación.

- El cemento constituye una buena opción para mejorar materiales de base que tienen una baja capacidad mecánica, poca resistencia ante altos niveles de saturación



debido a las condiciones del clima y permitir el uso de materiales que no cumplen con las especificaciones técnicas para base granular. Los materiales de base y subbase encontrados en el sitio, se ajustan a estas condiciones ya que no cumplen con las especificaciones de CBR, están sometidos a altos niveles de saturación y no cumplen con las especificaciones de granulometría como ya se mencionó en la sección 6.3.1 y 6.3.2.

- Los agregados tipo gravas que presentan un porcentaje de partículas que pasan la malla No.200 menor a 35% y que tienen un índice de plasticidad (IP) menor a 20 son buenos candidatos para ser estabilizados con cemento. Los materiales de base y subbase encontrados en la zona de Limoncito cumplen con estas condiciones como se puede observar en las Tablas 9 y 11.
- La resistencia de bases estabilizadas con cemento tiende a aumentar bajo condiciones de alta saturación, como suele ocurrir en zonas de alto nivel freático o alta precipitación. El sector de Limoncito se adapta precisamente a estas características ambientales.
- Se propone la utilización de una base estabilizada con cemento con una resistencia a la compresión a 7 días de 25 kg/cm^2 . La designación correspondiente que se indica en el CR-2010 es BE-25 cuya dosificación deberá ser debidamente diseñada previo a efectuarse el proceso constructivo.

7.2.4 Resultados del diseño

Los resultados obtenidos luego de plantear la solución óptima incluyen el diseño de siete estructuras de pavimento cuyo cálculo se puede observar en las 11 tablas de diseño simplificado de pavimentos de bajo volumen que se adjuntan en el Anexo XII.

La descripción detallada de las soluciones propuestas se encuentra en la Tabla 19. Los diseños se asociaron a cada camino de acuerdo a su clasificación funcional como se puede observar en el mapa de estructuras de pavimento que se muestra en la Figura 22 y Anexo

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 66 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

XII, además se elaboraron los diagramas que se encuentran en el Anexo XII y las tablas de resumen de la solución propuesta que se observan en la Figura 23 y que encuentra en el Anexo XIV.

Tabla 19. Descripción de las estructuras de pavimento propuestas como solución óptima.

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Primaria Especial	EP-1	<p>-Estructura de pavimento diseñada exclusivamente para el camino CO-AS-1, que corresponde con la vía de mayor tránsito pesado de la zona de Limoncito.</p> <p>-Se propone una carpeta asfáltica (CA) de 10 cm y base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 20 cm. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (CA y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-Luego se tiene aproximadamente 45 cm de material granular de tamaño variable existente (BG/SB) y aproximadamente 40 cm de material granular de relleno existente (RE). En este caso se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (BG/SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Primaria Especial	EP-2	<p>-Estructura de pavimento que se diseño exclusivamente para el camino LI2-AS-1 que es una vía de alto tránsito por constituir el acceso principal a Limoncito centro.</p> <p>-Se propone una carpeta asfáltica (CA) de 7 cm y base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 20 cm. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (CA y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-Luego se tiene aproximadamente 12 cm de material granular grueso existente (SB) y relleno granular existente (RE) de aproximadamente 50 cm. En este caso se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Primaria Especial	EP-3	<p>-Estructura de pavimento exclusivamente diseñada para el camino LI1-AS-1, el cual se extiende paralelo al Río Limoncito y funciona como distribuidor de tránsito hacia los vecindarios de El Ceibón, Los Lirios y ENVACO.</p> <p>-Se propone una carpeta asfáltica (CA) de 6 cm de espesor y una base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 20 cm. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (CA y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-Luego se tiene aproximadamente 30 cm de material granular de tamaño variable existente (BG/SB) y un relleno granular grueso existente de aproximadamente 20 cm de espesor. En este caso se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (BG/SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Primaria General	EP-4	<p>-Estructura de pavimento que se diseño para cumplir con las solicitaciones de tránsito calculadas a partir de los conteos realizados en los caminos: LI2-AS-2, LI2-TS-1, CO1-AS-2, CO2-TS-1 Y CL1-AS-1. Estas vías distribuyen tránsito local liviano, son rutas de bus y de camiones repartidores. Sin embargo, esto no significa que esta estructura no haya sido asignada a otros caminos de la red vial de Limoncito, lo cual depende de la clasificación funcional asignada que se puede revisar en la tabla resumen de la solución propuesta adjunta en el Anexo XIV.</p> <p>-Se propone una carpeta asfáltica (CA) de 6 cm de espesor y una base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 18 cm de espesor. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (CA y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>- Luego se tiene una capa de entre 15 y 30 cm de materia granular variable (BG/SB) existente y una capa de relleno grueso existente (RE) cuyo espesor varía entre 0 y 40 cm de espesor, lo cual depende del camino a intervenir. En este caso se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (BG/SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Secundaria	EP-5	<p>-Estructura de pavimento que se diseño a partir de los datos de cargas vehiculares calculados para los caminos: LI1-AS-2 y CO2-TS-2, los cuales corresponden a caminos de travesía entre vías primarias y de recolección de tránsito local liviano. Se han asignado a otros caminos de la red vial de Limoncito de acuerdo a la clasificación funcional establecida, lo cual se puede observar en la tabla resumen de la solución propuesta adjunta en el Anexo XIV.</p> <p>-Se propone una estructura de pavimento compuesta por una carpeta asfáltica (CA) de 6 cm de espesor junto con una base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 15 cm de espesor. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (CA y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-Luego se tiene una capa de espesor variable de material granular combinado existente (BG/SB). No se indica un espesor aproximado de esta capa ya que se encontró mucha variabilidad de acuerdo a lo observado en los sondeos a cielo abierto realizados. En este caso se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (BG/SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Terciaria	EP-6	<p>-Estructura de pavimento diseñada a partir de los datos de cargas vehiculares obtenidos en el conteo realizado en el camino LI2-AS-2, ya que no se realizaron conteos en caminos terciarios. Este camino es de bajo tránsito local liviano y fue clasificado como secundario debido a su ubicación, pero que fue utilizado para estimar el diseño de los caminos terciarios luego de eliminar el aporte de las capas de materiales granulares existentes (BG/SB/RE). Las vías terciarias son caminos de circulación de vehículos livianos hacia las zonas habitacionales y los caminos asignados a esta categoría se pueden observar en la tabla resumen de la solución propuesta adjunta en el Anexo XIV.</p> <p>-Se propone una estructura de pavimento compuesta por una superficie de rudo asfáltica, específicamente un tratamiento superficial bituminoso de tres capas (TSB-3) y una base estabilizada con cemento BE-25 (BE) de 18 cm de es espesor. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (TSB-3 y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-El material granular o suelo de subrasante existente se deberá reconformar y compactar de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p>

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Acceso	EP-7	<p>-Estructura de pavimento que fue diseñada para las vías de acceso restringido por donde solamente circulan peatones y vehículos livianos. Funcionan como entradas a las viviendas y generalmente no tienen salida con anchos de derecho de vía menores a 6 metros y longitudes menores a 200m. Estas características complican la utilización de maquinaria convencional para construcción de carreteras por las limitaciones de espacio y cercanía de viviendas. Los caminos que fueron asignados a esta categoría se pueden observar en la tabla resumen de la solución propuesta adjunta en el Anexo XIV.</p> <p>-El diseño de esta estructura de pavimento se basó en la aplicación de los espesores mínimos requeridos para evitar la fractura de las losas de concreto debido al tránsito de vehículos livianos y eventual entrada de vehículos de carga liviana. Se propone la construcción de losas cortas con anchos de entre 1.2m y 2m y longitud máxima de 2m, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas. La estructura de pavimento está compuesta por una superficie de rodamiento en losas de concreto hidráulico (LC) de resistencia $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ con un espesor de 15 cm, seguida de una capa de base estabilizada con cemento portland BE-25 (BE) de 15 cm de espesor. Se deberá excavar y remover el material existente en una profundidad igual a la suma de estos espesores (LC y BE) para luego construir ambas capas de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV de manera que se conserve el nivel de rasante existente en el sitio, si así es confirmado por el diseñador final y la administración del proyecto.</p> <p>-El material granular o suelo de subrasante existente se deberá reconformar y compactar la capa de material granular (BG/SB) de acuerdo a lo indicado en especificaciones técnicas que acompañan este informe en el Anexo XV.</p> <p>- No se recomienda la utilización de mezcla asfáltica como superficie de ruedo colocada manualmente debido a las restricciones de espacio para usar la maquinaria adecuada. El resultado final no presentaría un buen desempeño ante las cargas vehiculares ni la humedad presente en el sitio.</p>



7.2.4 Solución alternativa

Las soluciones óptimas desde el punto de vista estructural que se ajustan a las consideraciones técnicas establecidas para la zona estudiada y se exponen en el apartado anterior.

Adicionalmente, se indica una opción alternativa para las vías terciarias y de acceso que podría ser aplicada si así lo considera el diseñador final, si se tienen restricciones ineludibles de índole constructiva y/o de presupuesto, siempre bajo las siguientes premisas:

- Las opciones alternativas no producen una mejoría significativa a largo plazo de las condiciones funcionales y estructurales actuales.
- Las opciones alternativas corresponden con propuestas basadas en los criterios mínimos indicados por las especificaciones del CR-2010 para caminos con superficie de ruedo granular.
- Se debe incorporar material nuevo para la superficie de ruedo granular y base granular para que cumplir con las especificaciones indicadas en el CR-2010 para este tipo de capas de la estructura de pavimento.
- El desempeño y vida útil de estas estructuras de pavimento está asociado con el control de calidad de los materiales y proceso constructivo. Además, al ser materiales granulares son elementos muy susceptibles a reducir sus propiedades mecánicas debido a las inclemencias del clima y exceso de humedad, por lo tanto debería de aplicarse mantenimiento periódico al menos dos veces al año y/o después de eventos pico en cuanto a precipitaciones se refiere.

La Tabla 20 resume las características de la solución alternativa.

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 74 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

Tabla 20. Soluciones alternativas para las soluciones

Clasificación Funcional	Estructura de pavimento	Descripción
Terciaria	EP-6 (alternativa)	-Se propone alternativamente una estructura de pavimento compuesta por una superficie de ruedo de material granular (LA) de al menos 12 cm de acuerdo con las especificaciones del CR-2010, luego se tiene una base granular (BG) de 20 cm en material nuevo o se podrá utilizar material existente en la zona luego de ser seleccionado para eliminar sobretamaños y agregar otro material que ayude a mejorar sus características mecánicas y de plasticidad para cumplir en ambos casos con lo indicado en el CR-2010.
Acceso	EP-7 (alternativa)	

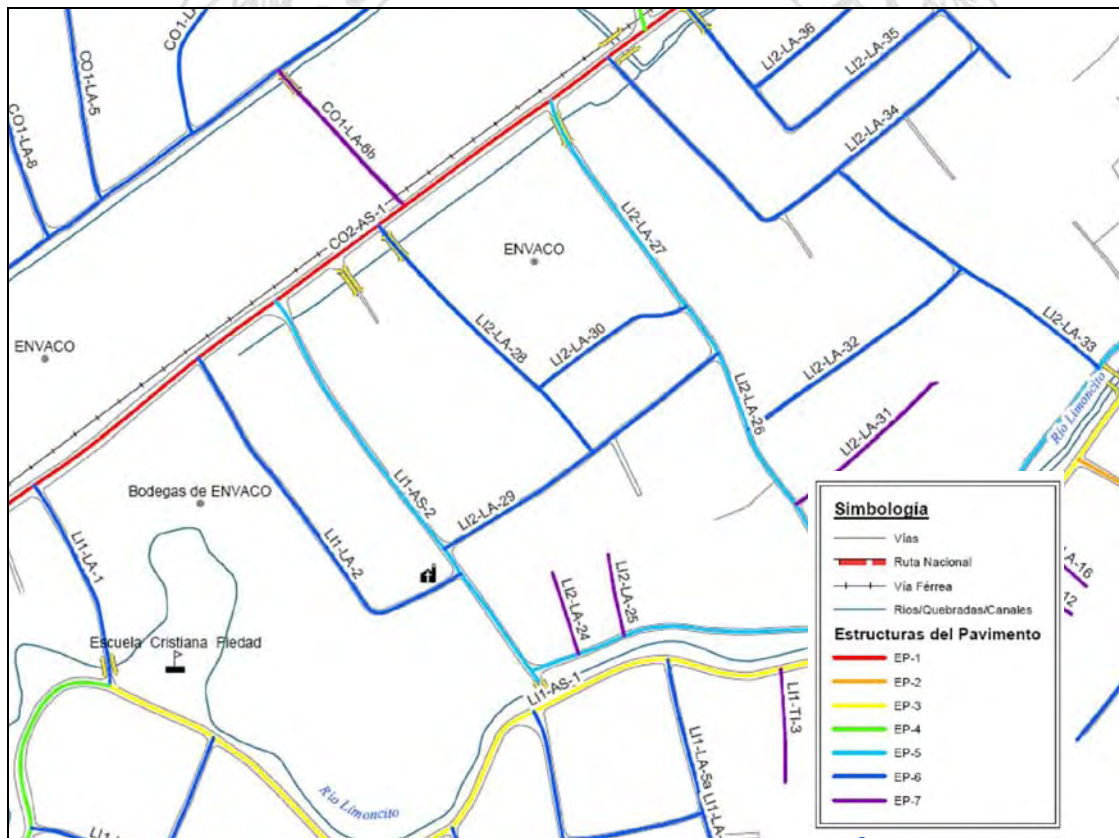


Figura 22. Imagen del mapa de estructuras de pavimento.

CODIGO CAMINO			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
ZONA	SR	No			
LI2-	AS-	1	PRIMARIA ESPECIAL	ST-2	EP-2
LI2-	AS-	2	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
LI2-	AS-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI2-	TS-	1	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
LI2-	LA-	1a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI2-	LA-	1b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	1c	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	2a	TERCIARIA	ST-4	EP-6
LI2-	LA-	2b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	3a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI2-	LA-	3b	ACCESO	ST-6	EP-7
LI2-	LA-	3c	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	4a	TERCIARIA	ST-4	EP-6
LI2-	LA-	4b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	4c	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	5a	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	5b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	6a	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	6b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	6c	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	7	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	8	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	9	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	10	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	11	SECUNDARIA/PRIMARIA ESPECIAL	ST-3/ST-2	EP-5/EP-2
LI2-	LA-	12a	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	12b	ACCESO	ST-6	EP-7
LI2-	LA-	13	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI2-	LA-	14	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	15	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	16	ACCESO	ST-7	EP-7
LI2-	LA-	17	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	18	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	19	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI2-	LA-	20	TERCIARIA	ST-6	EP-6

Figura 23. Ejemplo de las tablas de resumen de la solución propuesta adjunta en el Anexo XIV.



7.3. Prediseño de estructuras de drenaje (cunetas)

La solución propuesta se complementa con el prediseño de una serie de estructuras de drenaje (cunetas) que ofrecen una orientación acerca de las opciones disponibles para el manejo de las aguas pluviales desde el punto de vista superficial. La solución óptima para garantizar un adecuado drenaje de las aguas pluviales corresponde a un sistema formal con tragantes, tuberías, pozos, estaciones de bombeo si son necesarias y descargas a los cuerpos de agua más cercanos. Todo esto de acuerdo a un diseño debidamente calculado y repaldado.

Las cunetas propuestas se adaptan a las secciones transversales presentadas en la sección 7.1 y ofrecer la mayor capacidad hidráulica posible. El diseñador final del sistema de evacuación de aguas pluviales deberá verificar estos prediseños para garantizar la evacuación eficiente de las aguas pluviales lejos las estructuras de pavimento y así evitar acumulaciones superficiales, la saturación de los suelos y materiales que las componen.

Se proponen cuatro estructuras de drenaje (ED-1, ED-2, ED-3 y ED-4) cuyas dimensiones pueden observarse en la Figura 24 y en el Anexo XIII. También se incluye el detalle de los bordillos indicados en las secciones transversales. Las cunetas propuestas están diseñadas para ser construidas ya sea en sitio o prefabricadas, según las factibilidad constructiva pero cumpliendo siempre con las especificaciones del CR-2010. Además, se han asignado a cada camino de acuerdo a su clasificación funcional y se detalla en la tabla resumen de prediseño de estructura de drenaje (cunetas) que se encuentra en el Anexo XIII.

Finalmente, se realizó una verificación general de la capacidad hidráulica ofrecida por las cunetas propuestas para cada camino en comparación con los caudales máximo modelados de acuerdo a los cálculos realizados en el informe “Evaluación de los caudales superficiales en el poblado de Limoncito, Costa Rica, 2012” (LM-PI-ERV-004-12), que también está incluido como producto entregable del contrato “Servicios técnicos en ingeniería-Asesoría técnica sobre la rehabilitación/reconstrucción de rutas en Limoncito, provincia de Limón”. Primero, se utilizó la Formula de Manning para canales abiertos en el cálculo de los caudales

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 77 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------

a sección llena que las cunetas tienen la capacidad de transportar en cada camino. Luego se compararon con los caudales máximo modelados en el análisis de cuencas. Si el caudal que las cunetas pueden transportar es mayor que el caudal modelado, se indica que se da un flujo sin desborde, pero si se da la situación contraria se indica que se dan posibles desbordes.

La comparación de caudales se realiza como una guía ofrecida al diseñador final del sistema de drenaje para que identifique los caminos en los que se pueden presentar problemas de drenaje de manera que proponga una solución formal al problema por medio de un sistema completo de drenaje de aguas pluviales compuesto por tragantes, tuberías y sistemas de bombeo (si es necesario) o al menos descargas locales debidamente diseñadas a los cuerpos de agua más cercanos. La Tabla que se observa en la Figura 25 y se adjunta en el Anexo XIII que resume esta comparación para cada camino del sector de Limoncito.

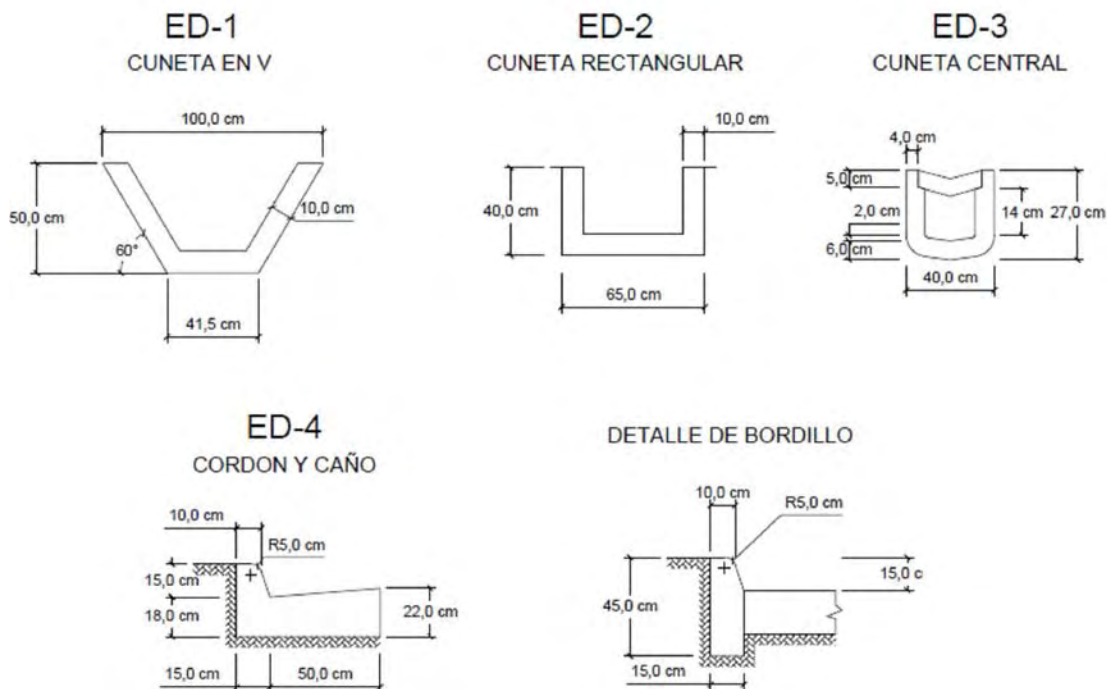


Figura 24. Prediseño de las estructuras de drenaje (cunetas).

CODIGO CAMINO			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cunetas (m ³ /seg)	Caudal Qmax Modelado (m ³ /seg)	Comparación
ZONA	SR	No					
CO2-	AS-	1	ED-1	2	0,928	0,6805	Flujo sin desbordes
CO2-	AS-	2	ED-4	2	0,010	0,0753	Posible desborde
CO2-	TS-	1	ED-4	2	0,010	0,319	Posible desborde
CO2-	TS-	2	ED-4	2	0,010	0,1676	Posible desborde
CO2-	TS-	3	ED-4	2	0,010	0,1161	Posible desborde
CO2-	LA-	1	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	2	ED-1	1	0,464	0,296	Flujo sin desbordes
CO2-	LA-	3	ED-1	1	0,464	0,296	Flujo sin desbordes
CO2-	LA-	4	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	5	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	6	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	7	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	8	ED-4	2	0,010	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	9	ED-3	2	0,179	0,296	Posible desborde
CO2-	LA-	10	ED-4	2	0,010	0,0881	Posible desborde

Figura 25. Ejemplo de la tabla resumen de prediseño de estructuras de drenaje el Anexo XIII.



8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE MATERIALES Y PROCESO CONSTRUCTIVO

Las especificaciones técnicas de los materiales y proceso constructivo que se deberán tener en cuenta a la hora de enfrentar la ejecución del proyecto de reconstrucción y rehabilitación de las vías del sector de Limoncito se basan en lo establecido en el Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010 y se adjuntan en el Anexo XV. Se establecen especificaciones para 18 rubros importantes que, sin ser excluyentes, podrían formar parte de los términos de referencia para la etapa constructiva. La Tabla 21 resume los rubros incluidos.

Tabla 21. Resumen de los rubros incluidos en las especificaciones técnicas del Anexo XV.

No. de rubro	Nombre
1	Términos técnicos de referencia
2	Montos para imprevistos
3	Remoción de estructuras y obstrucciones
4	Excavación no clasificada
5	Excavación de préstamo seleccionado para acabado caso 2
6	Excavación para estructuras
7	Base y subbase de agregado triturado
8	Agregados para base estabilizada
9	Base estabilizada con cemento
10	Pavimento de hormigón asfáltico en caliente
11	Tratamiento superficial bituminoso TSB-3
12	Pavimento de concreto hidráulico
13	Material de lastrado
14	Concreto hidráulico para estructuras de drenaje
15	Tuberías de alcantarillado
16	Aceras peatonales
17	Cordón y cuneta de concreto de cemento hidráulico
18	Control de calidad



9. SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICO (SIG)

Se generó una base de datos o sistema de información geográfica (SIG) que contiene toda la información recolectada y muchos de los resultados obtenidos durante el desarrollo de este estudio, el cual se incluye en el archivo digital que se entrega junto con este informe.

El sistema SIG-Limoncito permite desplegar la información levantada en campo y recopilada en oficina con el objetivo de poder ser actualizada y consultada. Además, la información se encuentra geo-referenciada en un mismo sistema de coordenadas (CRTM05). Los archivos son diferenciados por símbolos, etiquetas, escalas y colores. De esta manera es posible ubicarse por medio del nombre de las calles o alguna referencia y así realizar una lectura sobre la situación de determinada zona. También, cada archivo o capa espacial mediante una tabla de atributos ofrece información adicional. El SIG-Limoncito sirvió para generar los mapas que se adjuntan en este informe.

Cada capa y tema fue procesado creándose una base de datos, la cual consta de archivos tipo *shapefile*, los cuales contienen el tipo de proyección utilizado (CRTM05) y las tablas de atributos, entre otros. También se crearon archivos *.lyr*, los cuales contienen la simbología y estilo de cada capa de información con los cuales se creó cada uno de los mapas anteriormente mencionados.

Entre los objetivos fundamentales que pretende este sistema de información geográfica son:

- Hacer entrega a las instituciones interesadas, de la información espacial recopilada para el diseño de vías.
- Crear un historial de datos de la zona, con el propósito de ser compartido, utilizado para diseño y actualizado a través del tiempo.
- Consultar la información de manera digital o en planos.



10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las conclusiones y recomendaciones aplicables al estudio realizado y las soluciones propuestas son las siguientes:

- Las soluciones propuestas constituyen criterios mínimos que se deben respetar a la hora de generar los diseños finales y se ajustan a las condiciones ambientales observadas, factibilidad constructiva, espacio disponible, volúmenes de tránsito, cargas vehiculares y características de los materiales de la estructura de pavimento existentes de acuerdo a los resultados de los ensayos de campo y laboratorio realizados.
- Se recomienda tomar varias muestras adicionales de los materiales granulares existentes catalogados de forma nominal como bases y subbase para efectuar los ensayos de laboratorio con los cuales se diseña la mezcla de la base estabilizada con cemento, de manera que se pueda establecer la óptima dosificación de agregado, agua, cemento y la energía de compactación requerida. Esto ayuda a garantizar el mínimo costo y un buen desempeño de la base estabilizada.
- Se recomienda que la fase constructiva sea planificada de tal forma que se minimice el efecto del tránsito de maquinaria y vehículos pesados ya que esto puede causar un deterioro prematuro de las obras recién construidas, lo cual implica que los trabajos asociados a las intervenciones de cauces del componente de control de inundaciones y los trabajos de construcción del alcantarillado sanitario se realicen previo a las obras de reconstrucción de las vías.
- Se recomienda que el proceso constructivo particular de las vías se realice siguiendo una secuencia de menor a mayor jerarquía en la clasificación funcional lo cual significa intervenir en primer lugar las vías de acceso, luego las terciarias y secundarias para terminar con las primarias. Además, se deberá planificar las rutas

Informe LM-PI-GM-05-2012	Fecha de emisión: 16 de abril de 2012	Página 82 de 85
--------------------------	---------------------------------------	-----------------



de circulación de la maquinaria de construcción y acarreo de materiales, de manera que las vías que las integren sean intervenidas al final del proyecto.

- Se recomienda que primero se construyan las aceras y obras de drenaje pluvial (cunetas, tragantes, tuberías, pozos y otros) y luego las calzadas de acuerdo a los espesores propuestos en las estructuras de pavimento. Si eventualmente se producen trastornos en el proceso de ejecución del proyecto o limitaciones financieras, se deberá mantener este criterio de intervención en cada camino.
- Se recomienda que el diseño final del proyecto de rehabilitación/reconstrucción de la red vial de Limoncito incluya el diseño y suministro los elementos de seguridad y señalización vertical y horizontal requeridos para dar una solución integral ya que durante el inventario de vías se detectó una ausencia prácticamente total de estos elementos.
- Se recomienda diseñar y construir un sistema de evacuación pluvial que cuente con tragantes, tuberías, pozos y descargas, ya que esta es la solución óptima para garantizar el adecuado drenaje de las aguas pluviales.

11. BIBLIOGRAFIA

1. American Association of State Highway and Transportation Officials, "AASHTO, GUIDE FOR Design of pavement structures 1993." Washington, DC 2001.
2. American Association of State Highway and Transportation Officials, "Guidelines for Geometric Design of very Low-Volumen Local Roads (ADT \leq 400)". Washington, DC 2001.
3. Arce, M. "Bases estabilizadas con cemento- Algunos comentarios sobre sus ventajas e inconvenientes". Boletín Técnico N°19. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. San José, Costa Rica (2011).
4. Baesso, Dalcio Pickler; Gonçalves, Francisco de Assis. Caminos rurales: técnicas adecuadas de mantenimiento. Florianópolis: DER, 2003.
5. Costa Rica. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010) *Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes CR-2010*, San José.
6. Costa Rica. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (1966). *Normas y Diseños para la construcción de carreteras*, San José.
7. Garber, N; Hoel, L. (2005). Ingeniería de Tránsito y de Carreteras. México: Thomson.
8. Ulloa, Á; Badilla, G; Allen, J; Sibaja, D(2007). Encuesta de Carga. Unidad de Investigación. Proyecto #PI-01-PIIVI-2007. Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales. San José, Costa Rica: LanammeUCR.
9. Zárate, M. Diseño de Pavimentos Flexibles Primera parte. Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (2011).
10. Zárate, M. Diseño de Pavimentos Flexibles Segunda parte. Asociación Mexicana del Asfalto, A.C. (2011).

12. ANEXOS

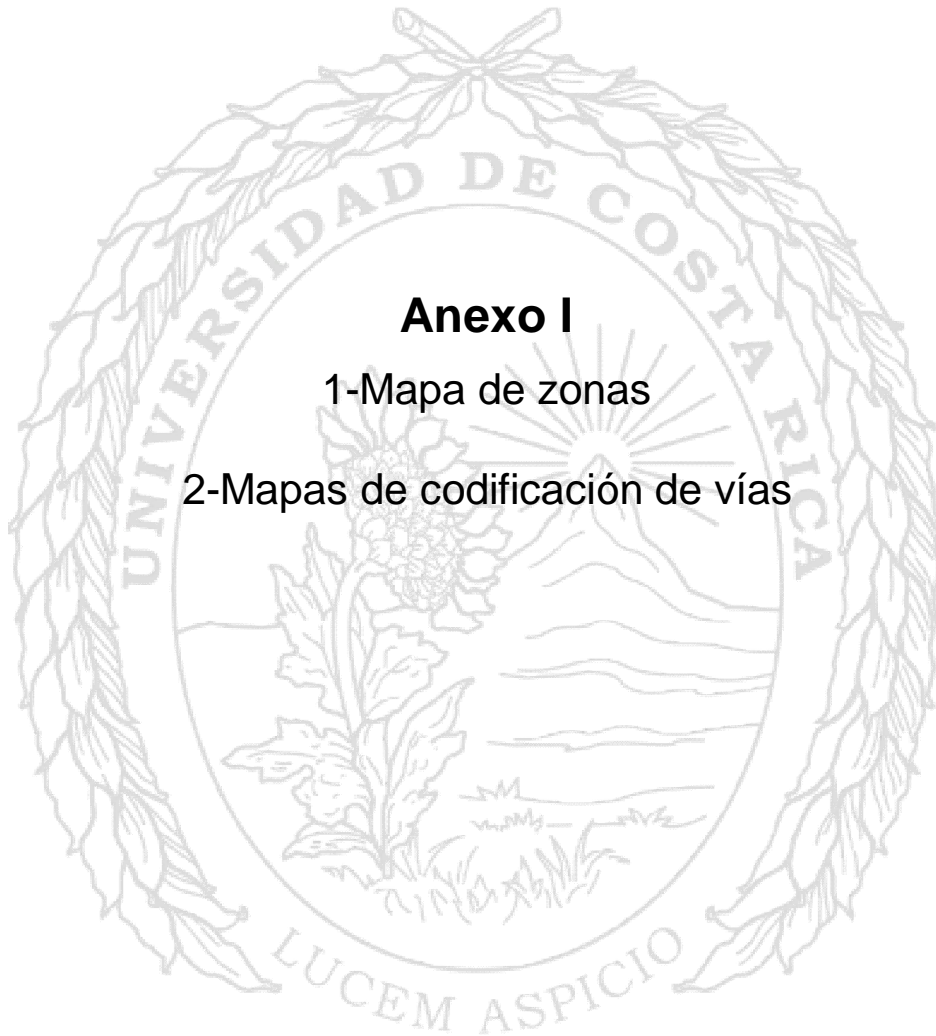
Anexo I	1-Mapa de zonas 2-Mapas de codificación de vías
Anexo II	1-Formulario de inventario 2-Inventario digital
Anexo III	1-Mapa de condición estructural de las vías-Ensayo de deflectometría 2-Informe de ensayo de deflectometría (I-0045-12)
Anexo IV	Mapa de sondeos
Anexo V	Mapa de conteos vehiculares
Anexo VI	Tablas resumen del inventario de vías
Anexo VII	Mapa de condición de superficie de ruedo
Anexo VIII	1-Tabla resumen de sondeos y CBR en sitio 2-Informe de sondeos a cielo abierto y CBR en sitio (I-0266-12) 3-Informe de CBR en sitio con el CPD (I-0265-12)
Anexo IX	1- Informes de caracterización de los materiales muestreados (I-0171-12, I-0229-12 y I-0247-12)
Anexo X	1- Tabla resumen de clasificación funcional 2- Mapa de clasificación funcional de vías
Anexo XI	1- Diagramas de prediseño de secciones transversales 2- Mapas de prediseño de secciones transversales
Anexo XII	1- Diagramas de estructuras de pavimento 2- Mapas de estructuras de pavimento 3- Tablas de diseño simplificado de pavimentos de bajo volumen
Anexo XIII	1-Tabla resumen de prediseño de estructuras de drenaje (cunetas) 2-Diagramas de prediseño de estructuras de drenaje (cunetas)
Anexo XIV	Tablas de resumen de la solución propuesta
Anexo XV	Especificaciones técnicas de materiales y proceso constructivo



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

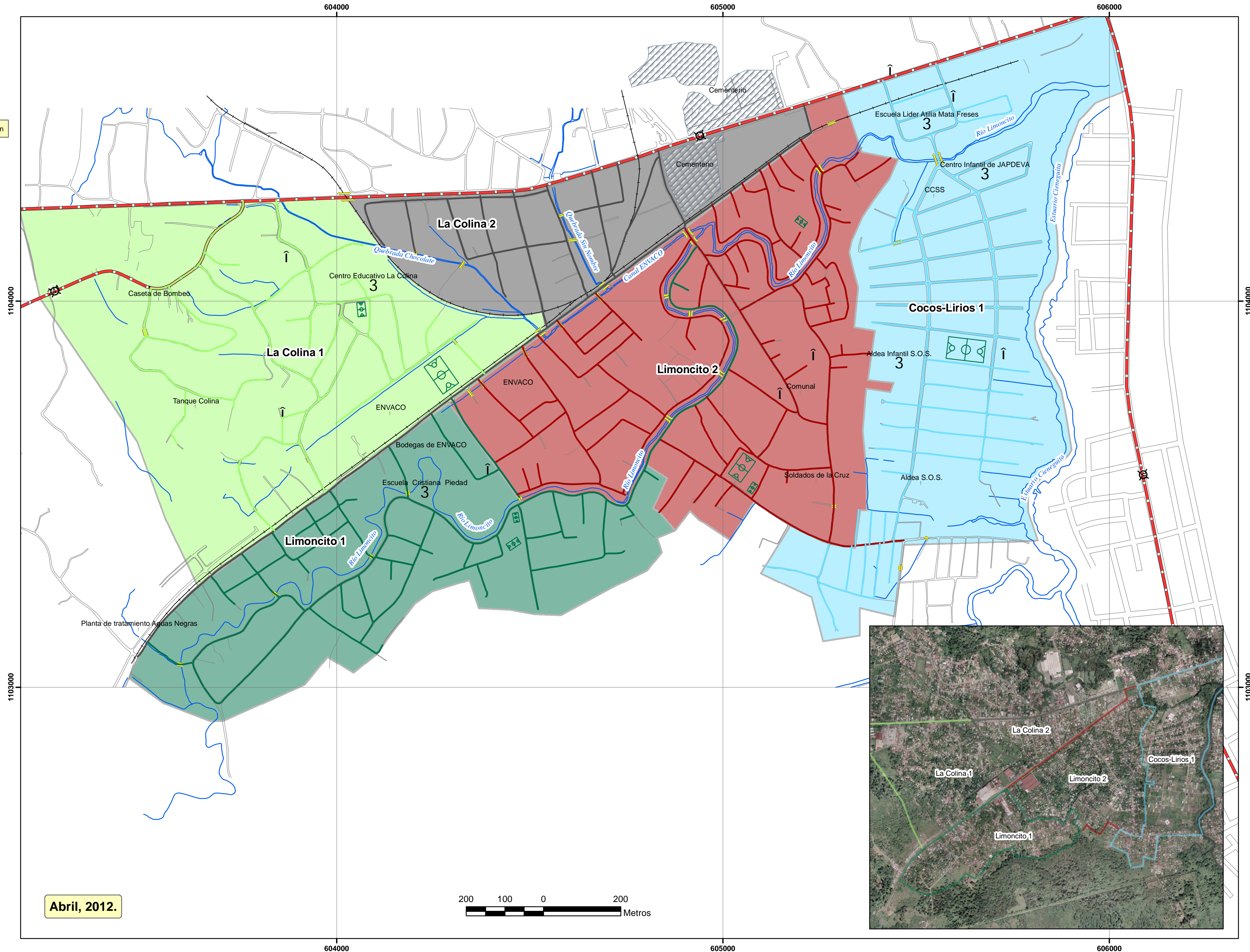


Anexo I

1-Mapa de zonas

2-Mapas de codificación de vías

Ubicación Geográfica



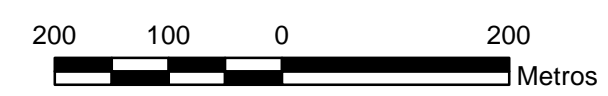
Simbología

- +— Vía Férrea
- +— Ruta Nacional
- Vías
- Ríos/Quebradas/Canales

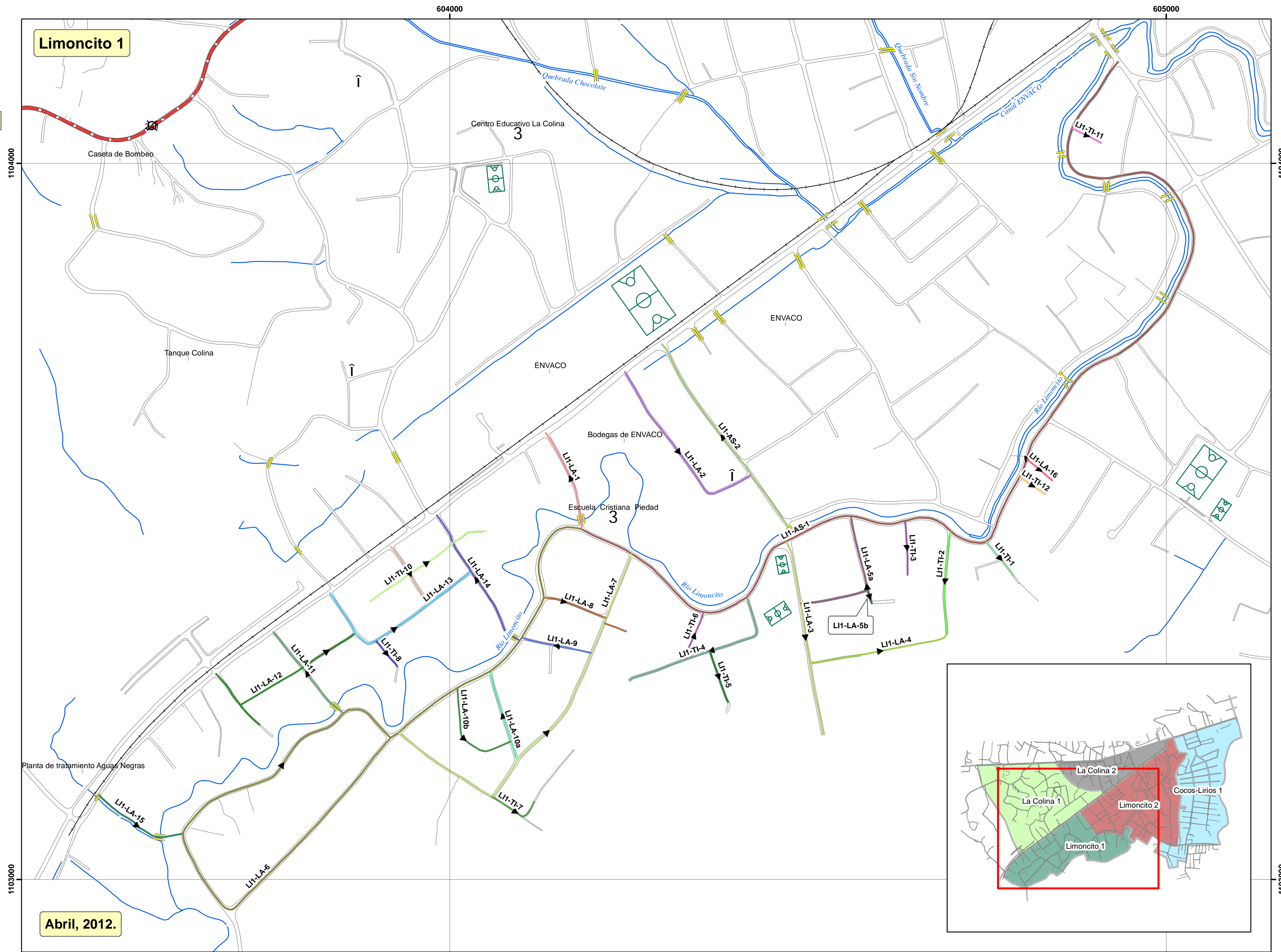
Zonas

- La Colina 1
- La Colina 2
- Limoncito 1
- Limoncito 2
- Cocos-Lirios 1

Abril, 2012.

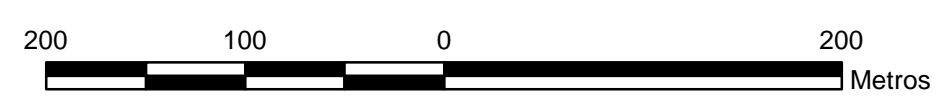
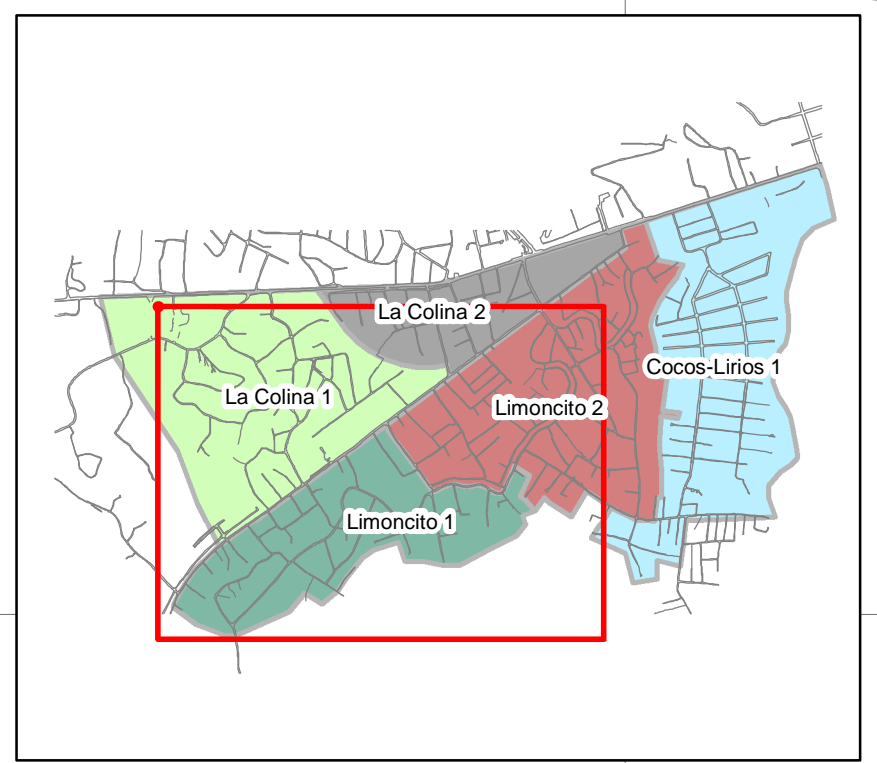


Ubicación Geográfica

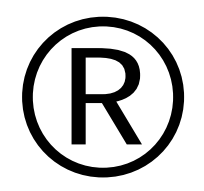
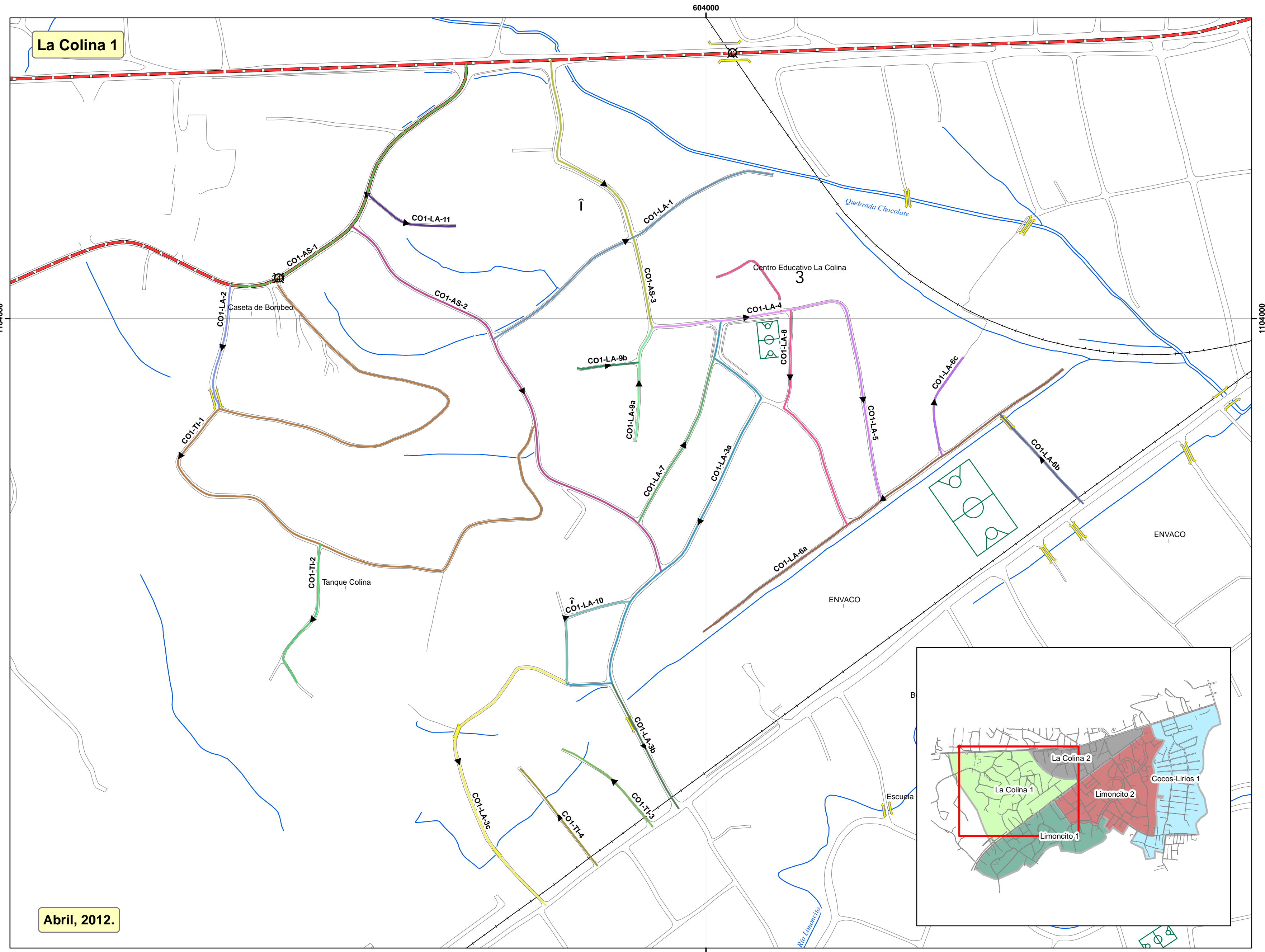


Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales



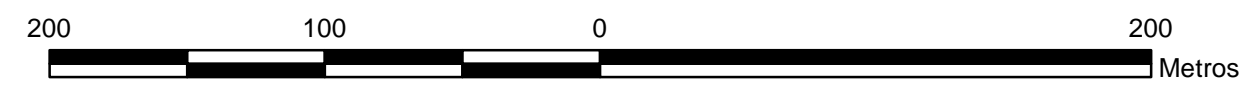
Ubicación Geográfica



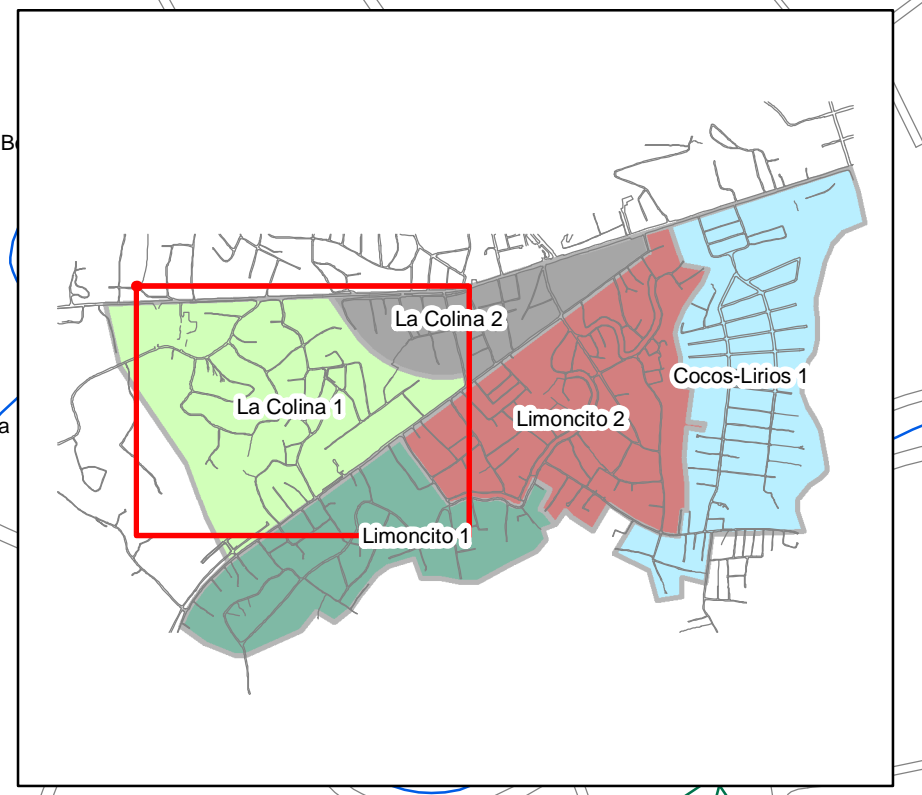
Simbología

- Vías
- Vía Férrea
- Ruta Nacional
- Ríos/Quebradas/Canales

Abril, 2012.



NOTA: Sistema de Coordenadas CRTM05.



Cocos Lirios 1

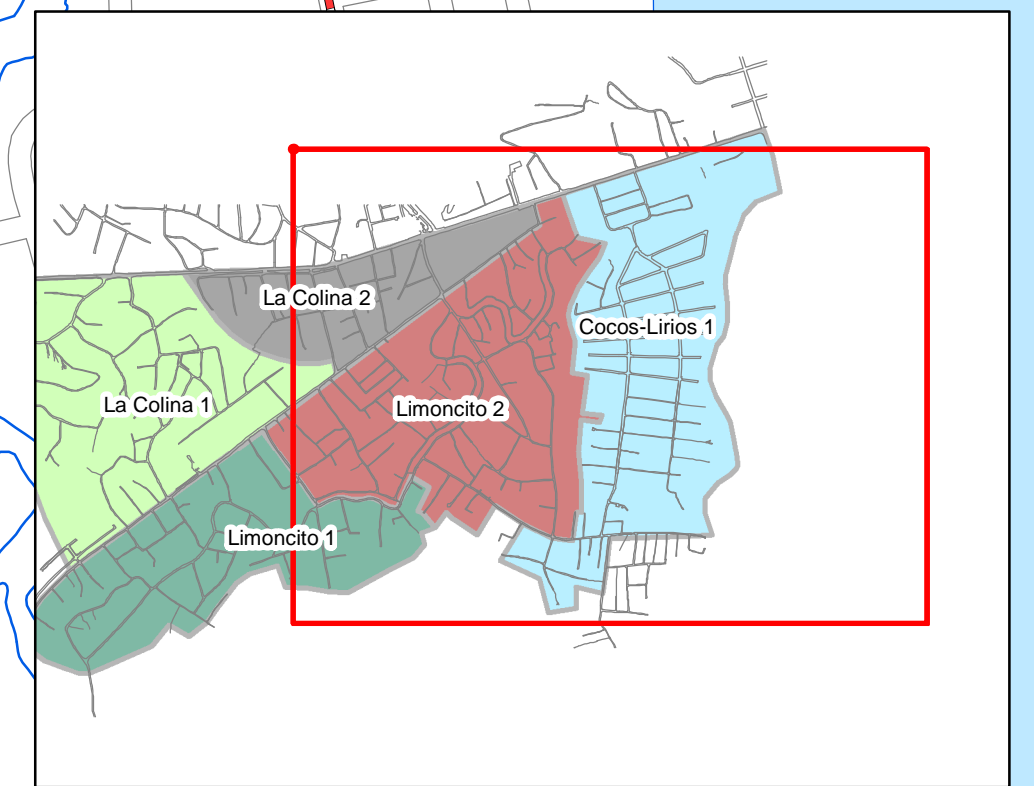
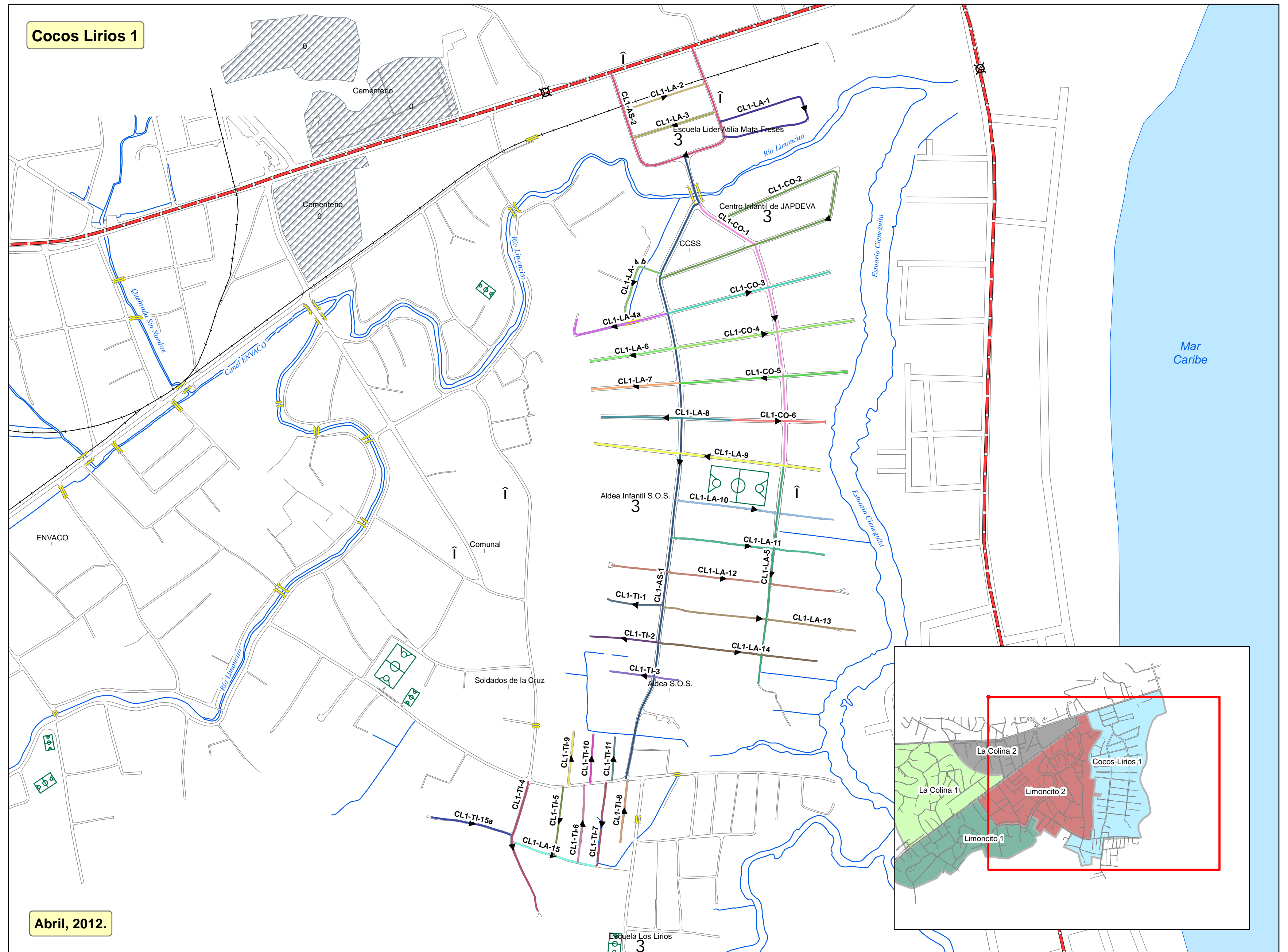
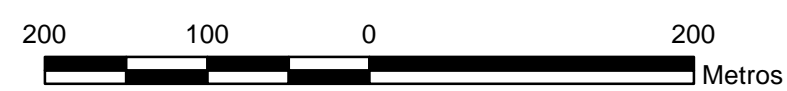
Ubicación Geográfica



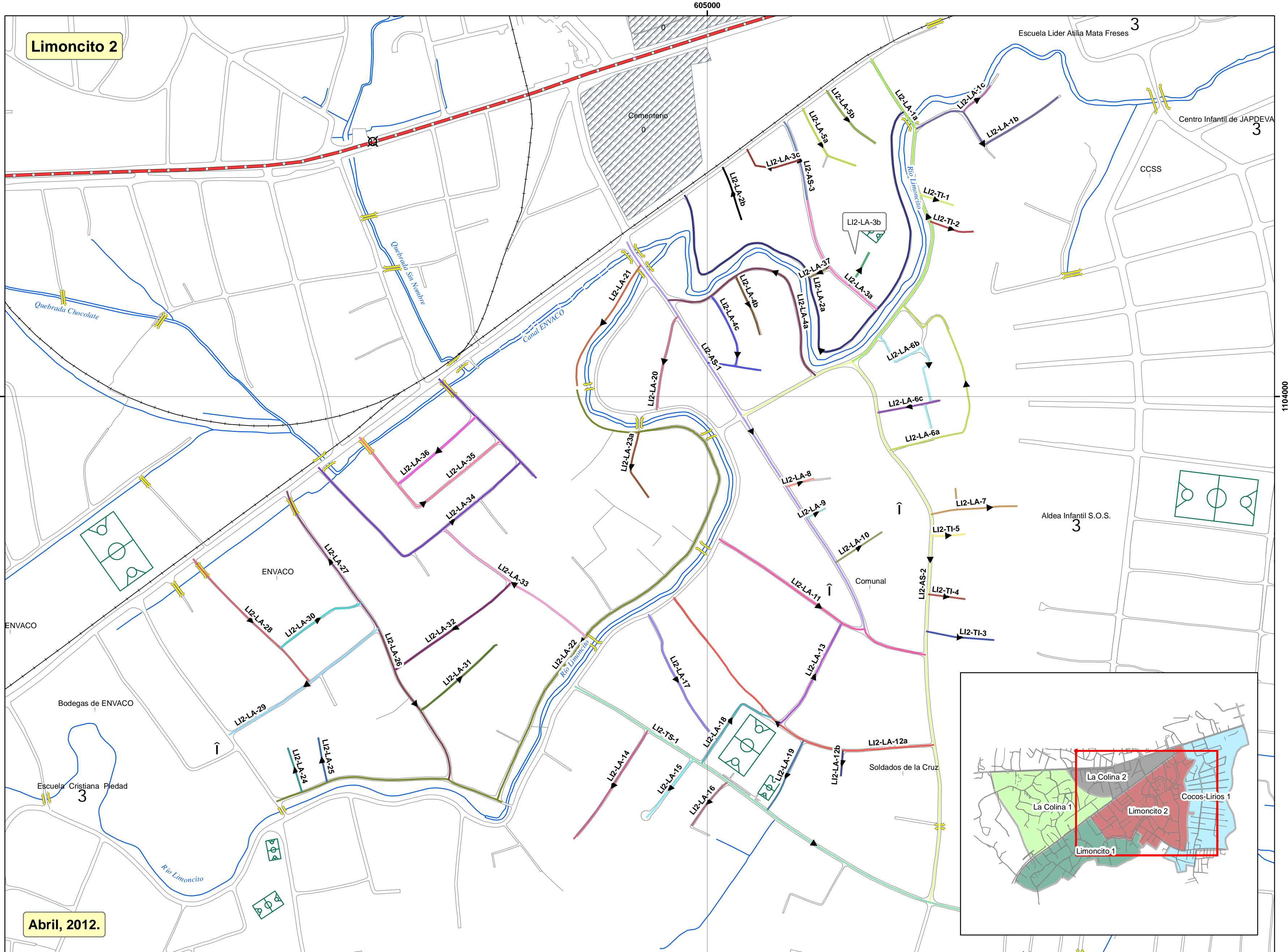
Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Abril, 2012.



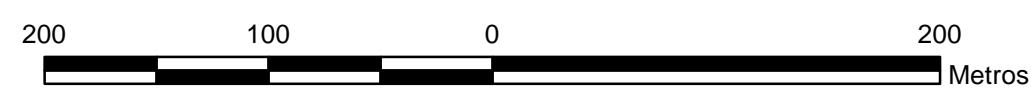
Ubicación Geográfica



Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Abril, 2012.





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Anexo II

1-Formulario de inventario

2-Inventario digital

DESCRIPCIÓN DE VIAS PROYECTO AYA-LanameUCR

1. IDENTIFICACIÓN		2. DIMENSIONES GENERALES		3. CONDICION SR VISUAL GENERAL	
ZONA UCR:	LI1	LONGITUD (m):	1586.0	3	Superficie de ruedo con presencia de muchas grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto generalizado, desnudamiento en la mayor parte del área y erosión de bordes en gran parte de su longitud.
CODIGO UCR:	LI1-AS-1	ANCHO PROM SR (m):	5.2		
CODIGO MOPT:		ANCHO PROM DV (m):	8.6		

4. UBICACIÓN									
DE:	CRUCE:	LI2-AS-1	Latitud N:	9°59'2.9"	A:	CRUCE:	LI1-LA-6	Latitud N:	9°58'41.8"
		LI1-CO-2	Longitud W:	83°2'34.6"			LI1-LA-1	Longitud W:	83°2'58.9"

5. DETALLES														
EST	LONGITUD TRAMO (m)	SR		DV	ACERAS			CUNETAS o CORDON Y CANO			NIVEL PROP		OTROS ELEMENTOS	FOTOS
		ANCHO (m)	CONDICION	ANCHO(m)	LADO	ANCHO PROM (m)	CONDICION	LADO	ANCHO PROM (m)	CONDICION	LI	LD		
0+000.0														
	7.80	6.70	2	14.00	IZQ	1.5	1	IZQ	0.9	1	AN	N/A		1
0+007.8														
	17.20	6.70	2	14.00	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		
0+025.0														
	52.00	4.50	2	14.00	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		
0+077.0														
	14.30	5.00	3	8.60	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		2
0+091.3														
	16.70	5.00	3	8.60	IZQ	0.95	2	NINGUNO			PE	N/A		3
0+108.0														
	36.00	5.00	3	8.60	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		
0+144.0														
	87.00	5.30	2	7.00	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		4
0+231.0														
	8.00	4.20	3	8.70	IZQ	1.5	1	NINGUNO			AN	N/A		
0+239.0														
	47.00	4.20	3	8.70	NINGUNO			NINGUNO			AN	N/A		5
0+286.0														
	57.00	3.70	2	6.50	IZQ	1.5	2	IZQ	0.1	2	PD	N/A		6
0+343.0														
	97.00	4.75	2	7.20	IZQ	1.5	2	IZQ	0.1	2	AN	N/A	ALCANTARILLA 0+437	7
0+440.0														
	110.00	4.60	4	8.50	IZQ	1.5	1	IZQ	0.1	2	AN	N/A		8
0+550.0														
	180.00	5.75	3	8.90	IZQ	1.5	1	IZQ	0.1	2	PE	N/A	ENT IZQ 0+730	9-10
0+730.0														

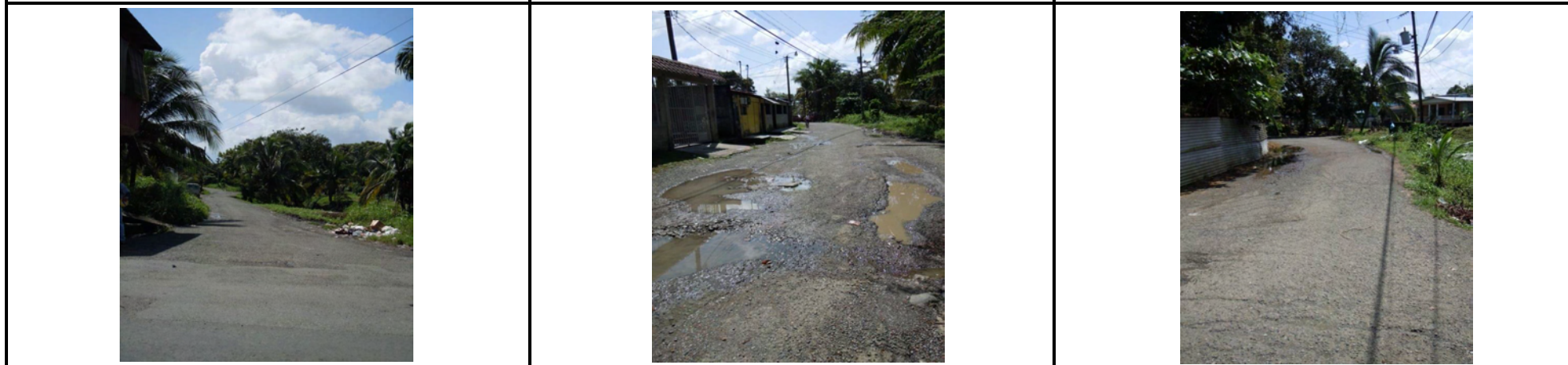
6. OBSERVACIONES GENERALES

ESTE CAMINO SE ENCUENTRA PARALELO AL RÍO LIMONCITO Y FUE EVALUADO EN DIRECCIÓN CONTRARIA AL FLUJO DEL CAUCE

1. IDENTIFICACIÓN		2. DIMENSIONES GENERALES		3. CONDICION SR VISUAL GENERAL	
ZONA UCR:	LI1	LONGITUD (m):	1586.0	3	Superficie de ruedo con presencia de muchas grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto generalizado, desnudamiento en la mayor parte del área y erosión de bordes en gran parte de su longitud.
CODIGO UCR:	LI1-AS-1	ANCHO PROM SR (m):	5.2		
CODIGO MOPT:	7-1-770	ANCHO PROM DV (m):	8.6		

4. UBICACIÓN					
DE:	CRUCE:	LI2-AS-1	Latitud N:	9°59'2,9"	A:
		LI1-CO-2	Longitud W:	83°2'34,6"	CRUCE:
					LI1-LA-6
					LI1-LA-1
					Latitud N:
					9°58'41,8"
					Longitud W:
					83°2'58,9"

6. FOTOS



1. IDENTIFICACIÓN		2. DIMENSIONES GENERALES		3. CONDICION SR VISUAL GENERAL	
ZONA UCR:	LI1	LONGITUD (m):	1586.0	3	Superficie de ruede con presencia de muchas grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto generalizado, desnudamiento en la mayor parte del área y erosión de bordes en gran parte de su longitud.
CODIGO UCR:	LI1-AS-1	ANCHO PROM SR (m):	5.2		
CODIGO MOPT:	7-1-770	ANCHO PROM DV (m):	8.6		

4. UBICACIÓN					
DE:	CRUCE:	LI2-AS-1	Latitud N:	9°59'2,9"	A:
		LI1-CO-2	Longitud W:	83°2'34,6"	CRUCE:
					LI1-LA-6
					LI1-LA-1
					Latitud N:
					9°58'41,8"
					Longitud W:
					83°2'58,9"

6. FOTOS



FOTO 10	FOTO 11	FOTO 12
---------	---------	---------



1. IDENTIFICACIÓN		2. DIMENSIONES GENERALES		3. CONDICION SR VISUAL GENERAL	
ZONA UCR:	LI1	LONGITUD (m):	1586.0	3	Superficie de ruedo con presencia de muchas grietas, huecos y deformaciones. Se observa piel de lagarto generalizado, desnudamiento en la mayor parte del área y erosión de bordes en gran parte de su longitud.
CODIGO UCR:	LI1-AS-1	ANCHO PROM SR (m):	5.2		
CODIGO MOPT:	7-1-770	ANCHO PROM DV (m):	8.6		

4. UBICACIÓN					
DE:	CRUCE:	LI2-AS-1	Latitud N:	9°59'2,9"	A:
		LI1-CO-2	Longitud W:	83°2'34,6"	
					CRUCE:
					LI1-LA-6
					Latitud N:
					9°58'41,8"
					Longitud W:
					83°2'58,9"

6. FOTOS





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Anexo III

1-Mapa de condición estructural de las vías-Ensayo de
deflectometría

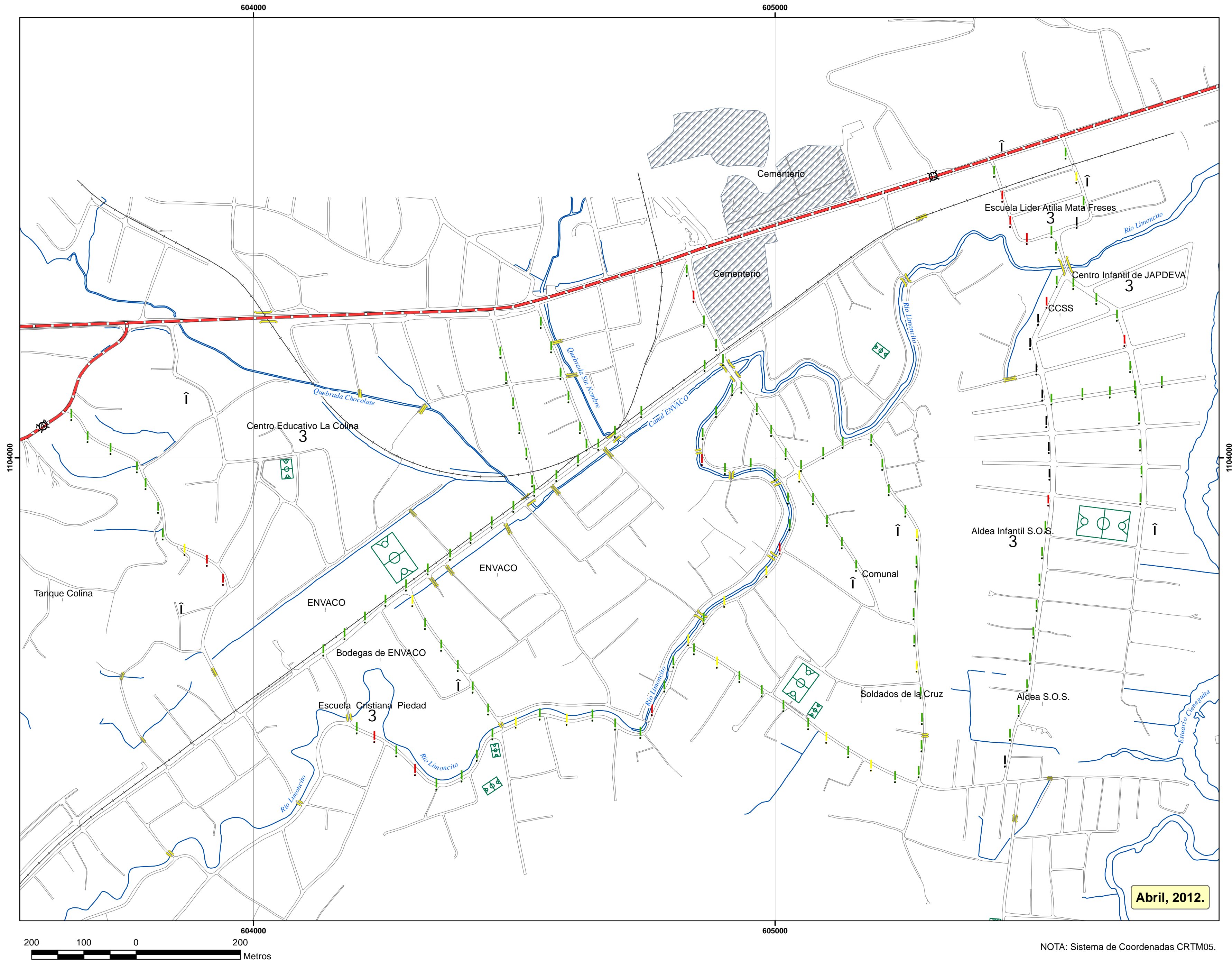
2-Informe de ensayo de deflectometría (I-0045-12)

Proyecto AyA-LanammeUCR-Limoncito

Mapa de Condición Estructural de las Vías.

Ensayo de Deflectometría.

Ubicación Geográfica



Simbología

FWD

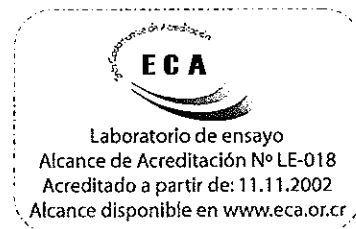
Sensor01 (mm⁻²)

- ! < - 76,5 Bueno
- ! 76,6 - 88,5 Regular
- ! 88,6 - 115,7 Malo
- ! 115,8 - > Pésimo

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0045-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST- 0016 -12

1. Información del cliente:

Nombre: Proyecto Municipal.
Ing. Sharline López

Proyecto: Limoncito (Limón), AyA.

Domicilio: San Pedro de Montes de Oca. 400 mts al norte del Centro Comercial Muñoz & Nanne, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME). Universidad de Costa Rica, Finca 2.

2. Método de ensayo:

Determinación de la deflectometría de Impacto. Procedimiento de ensayo según ASTM 4694 (**)

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo no acreditado.

3. Información del muestreo o evaluación:

No. de identificación de la muestra: No aplica

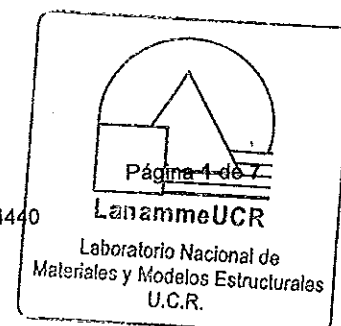
Descripción:

La evaluación se realizó sobre las Rutas principales de Limoncito. La longitud total evaluada es de aproximadamente 8 km.

Se realizaron mediciones cada 50 metros para todas las rutas evaluadas. La numeración de las calles es la que se indica en el mapa adjunto.

Equipo utilizado: DYNATEST 8081 FWD TEST SYSTEM
Diámetro del plato de carga: 300 mm

Nota: Se adjunta CD con los datos y tablas.



No. de informe: I-0045-12

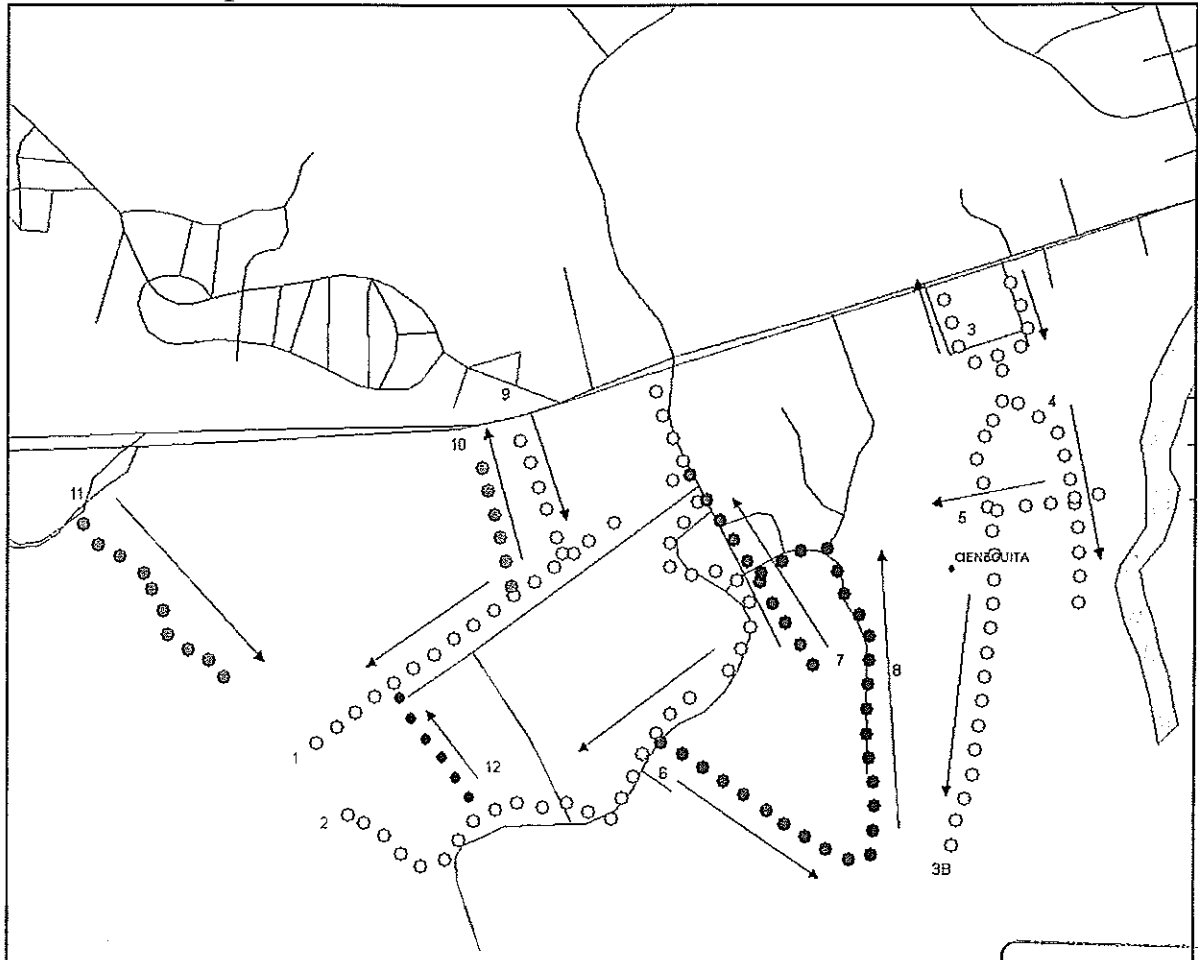
Realizado por: Christian Molina, Técnico LanammeUCR
Richard Vásquez, Técnico LanammeUCR

Fecha de realización del ensayo: 2012-01-10

Condiciones Ambientales: Despejadas.

4. Resultados:

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Mapa N° 1: Resultado de la evaluación de FWD en Limoncito.



No. de informe: I-0045-12

Tabla N°1: Configuración de los Geófonos
(distancia en mm)

No	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
X:	0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800
Y:	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla N°2: Deflexiones medidas en el sitio
Prueba realizada sobre carpeta asfáltica, Ciudad de Limoncito
Fecha de realización de la prueba: 10 de Enero 2012.

Calle N°	Estación	Localización		Temp. Pav. (°C)	Temp. Aire (°C)	Presión KPa	DEFLEXION mm * E -02								
		Latitud °Norte	Longitud °Oeste				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
1	0	9.98610	-83.04380	44.1	36.4	567.0	36.1	29.9	20.4	14.8	12.1	9.2	7.6	6.3	5.3
1	50	9.98565	-83.04368	46.2	36.3	574.0	95.3	75.4	58.0	39.6	28.2	16.6	12.3	10.3	9.4
1	100	9.98522	-83.04350	45.5	36.0	565.0	52.1	40.4	30.0	20.6	15.5	11.1	8.9	7.4	6.0
1	150	9.98481	-83.04329	45.7	36.0	563.0	59.5	48.5	37.5	25.1	18.5	11.7	8.8	6.9	5.8
1	201	9.98445	-83.04349	44.4	36.1	565.0	41.2	25.3	15.1	9.4	7.5	6.0	5.0	4.2	3.3
1	350	9.98365	-83.04460	44.1	36.0	592.0	47.1	25.8	11.8	6.4	5.2	4.6	4.4	3.9	3.6
1	411	9.98331	-83.04506	43.3	36.1	612.0	51.1	28.9	15.1	7.4	5.1	4.0	3.8	3.4	3.0
1	451	9.98309	-83.04535	44.5	36.1	566.0	56.1	35.9	20.0	10.2	6.3	5.1	4.7	4.2	3.8
1	500	9.98282	-83.04571	43.9	36.1	579.0	49.3	30.7	19.0	9.2	5.4	4.0	3.6	3.3	3.0
1	550	9.98255	-83.04609	43.7	36.1	583.0	54.9	27.6	16.9	9.3	6.4	5.2	4.8	4.2	3.7
1	600	9.98230	-83.04647	44.2	36.1	571.0	49.2	31.4	20.7	13.4	10.2	5.8	3.1	2.7	2.7
1	650	9.98202	-83.04684	41.1	36.1	568.0	34.8	23.7	16.0	9.2	6.3	4.4	3.8	3.4	3.1
1	700	9.98175	-83.04722	45.3	36.1	565.0	37.5	24.6	17.5	10.6	6.5	3.6	3.1	2.7	2.4
1	750	9.98148	-83.04759	46.6	36.1	564.0	38.1	27.2	18.8	11.4	7.4	4.3	3.6	3.1	2.9
1	800	9.98119	-83.04795	45.5	36.1	568.0	26.2	15.6	7.6	4.1	3.2	2.6	2.3	2.0	1.8
1	850	9.98094	-83.04834	47.0	36.0	576.0	45.8	27.0	15.6	9.3	7.3	5.8	5.1	4.4	3.9
1	902	9.98066	-83.04872	45.4	36.0	565.0	34.0	20.6	11.9	6.9	5.2	4.8	4.4	4.0	3.7
1	950	9.98040	-83.04908	44.4	36.0	589.0	52.8	23.9	16.2	10.4	7.7	5.9	5.1	4.5	3.8
1	1000	9.98011	-83.04944	46.1	36.0	571.0	40.7	25.4	17.1	10.3	7.6	6.1	5.3	4.5	4.0
1	1050	9.97982	-83.04980	43.2	35.9	579.0	63.8	46.5	34.6	23.7	17.1	10.8	7.8	6.0	4.9
1	1100	9.97954	-83.05017	43.2	35.9	569.0	68.0	47.5	35.8	26.0	19.8	13.1	10.1	8.0	6.6
2	0	9.98403	-83.04301	45.2	36.3	573.0	50.7	39.0	30.5	21.8	16.5	11.7	9.8	7.5	6.4
2	51	9.98365	-83.04329	42.1	36.3	573.0	64.7	48.3	38.7	29.2	23.2	16.7	13.3	10.8	9.1
2	100	9.98327	-83.04353	45.6	36.2	586.0	63.2	48.4	39.2	29.0	22.4	15.3	12.2	10.1	7.9
2	150	9.98282	-83.04354	50.8	36.1	562.0	93.9	72.1	56.6	40.3	29.8	20.4	16.3	13.8	11.4
2	200	9.98266	-83.04314	37.8	36.1	570.0	73.8	55.9	45.9	33.9	26.2	18.1	14.3	11.3	9.5
2	250	9.98274	-83.04269	39.0	36.0	569.0	39.3	33.4	29.3	23.9	19.5	13.8	10.9	8.7	7.3
2	300	9.98255	-83.04227	33.1	35.7	565.0	44.9	37.4	31.9	25.1	20.4	13.8	10.7	8.9	7.6
2	350	9.98215	-83.04204	38.2	35.5	563.0	56.0	47.2	41.4	32.5	25.7	16.7	11.8	9.1	7.1
2	400	9.98169	-83.04201	47.8	35.5	575.0	54.8	42.6	35.1	27.0	21.2	14.7	11.3	9.0	7.5
2	450	9.98128	-83.04219	38.1	35.6	569.0	90.3	71.5	57.8	42.7	31.0	19.1	14.3	11.5	9.4
2	500	9.98088	-83.04242	44.3	35.6	565.0	76.8	60.0	49.0	36.3	27.4	18.0	13.9	11.1	9.2
2	600	9.98036	-83.04316	46.0	35.6	570.0	80.0	57.7	43.4	32.0	25.1	17.2	13.3	10.8	8.9
2	650	9.98007	-83.04352	46.3	35.5	566.0	72.0	53.9	42.1	30.5	23.1	15.8	12.4	10.4	8.9
2	700	9.97970	-83.04379	46.8	35.5	569.0	83.0	62.7	50.0	36.5	27.7	18.6	14.3	11.6	9.7
2	750	9.97932	-83.04405	48.8	35.5	562.0	64.2	47.4	36.6	25.9	19.4	14.1	11.1	9.3	8.0
2	800	9.97890	-83.04421	41.1	35.6	558.0	62.4	42.6	29.7	21.0	16.7	12.4	9.9	8.1	7.0
2	850	9.97849	-83.04443	36.8	35.6	575.0	96.4	66.7	48.4	33.1	25.5	17.5	13.3	10.5	8.9
2	900	9.97810	-83.04463	48.9	35.5	568.0	62.7	57.1	46.2	34.6	26.4	17.9	13.8	10.8	9.4
2	950	9.97824	-83.04507	52.4	35.6	569.0	69.7	48.1	35.0	25.5	20.5	15.4	12.3	10.3	9.0

No. de informe: I-0045-12

Calle N°	Estación	Localización		Temp. Pav. (°C)	Temp. Aire (°C)	Presión KPa	DEFLEXION mm * E -02								
		Latitud °Norte	Longitud °Oeste				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
2	1000	9.97840	-83.04547	51.0	35.5	568.0	64.1	43.4	32.2	22.2	16.9	12.4	10.1	8.2	7.0
2	1050	9.97833	-83.04592	48.6	35.7	566.0	87.3	72.7	61.4	47.3	36.5	24.5	18.3	14.5	11.9
2	1100	9.97842	-83.04639	48.7	35.7	567.0	65.8	44.1	31.9	21.4	16.2	12.1	10.0	8.4	7.3
2	1150	9.97828	-83.04681	49.7	35.7	563.0	78.8	62.3	48.0	33.8	26.1	18.6	14.8	12.2	10.4
2	1200	9.97808	-83.04722	40.7	35.7	565.0	62.3	43.3	33.5	24.1	18.8	14.0	11.3	9.4	7.8
2	1251	9.97771	-83.04749	47.0	35.7	561.0	57.2	39.1	28.1	19.9	16.4	12.4	9.8	8.1	6.8
2	1300	9.97735	-83.04776	47.6	35.7	573.0	54.2	40.4	31.9	23.1	17.8	12.3	9.5	7.8	6.7
2	1350	9.97721	-83.04820	48.1	35.7	576.0	67.9	47.2	35.0	24.1	18.6	13.5	10.4	8.5	7.3
2	1400	9.97746	-83.04857	46.7	35.7	561.0	95.0	68.8	53.7	39.2	30.3	20.1	15.0	12.5	10.6
2	1450	9.97779	-83.04890	46.3	35.6	564.0	73.1	55.9	43.3	30.8	23.7	16.8	13.4	10.9	9.2
2	1500	9.97804	-83.04928	44.9	35.6	571.0	98.8	76.2	56.4	37.8	27.4	17.9	13.9	11.4	9.8
2	1537	9.97819	-83.04959	45.2	35.5	591.0	76.1	59.7	47.3	34.1	25.6	17.6	13.4	10.8	8.9
3	0	9.98811	-83.03717	45.7	35.5	567.0	49.8	34.7	24.6	16.9	13.4	10.5	9.0	7.6	6.7
3	50	9.98769	-83.03698	46.5	35.5	562.0	78.2	57.2	48.6	34.6	25.5	19.0	14.7	11.7	9.3
3	100	9.98726	-83.03686	36.9	35.4	570.0	57.8	42.2	31.4	22.2	18.0	13.9	11.6	9.6	8.0
3	150	9.98691	-83.03698	43.9	35.1	579.0	128.2	104.6	80.7	57.3	42.3	28.8	21.9	16.8	13.5
3	201	9.98675	-83.03742	44.1	35.2	587.0	74.6	55.0	38.4	24.6	18.0	12.5	9.5	7.5	5.9
3	250	9.98663	-83.03785	45.4	35.2	572.0	107.5	79.6	60.3	41.4	31.0	22.1	17.2	13.4	10.7
3	300	9.98693	-83.03814	44.7	35.2	566.0	97.7	77.3	61.6	44.7	32.9	21.2	15.8	12.2	9.8
3	351	9.98737	-83.03828	45.2	35.2	573.0	90.4	71.4	58.3	43.0	32.0	21.4	16.3	12.8	10.5
3	400	9.98780	-83.03842	46.2	35.1	565.0	55.3	34.3	23.9	16.4	12.3	9.0	7.2	6.0	5.0
3b	0	9.98648	-83.03734	47.7	34.9	566.0	56.4	41.2	32.5	22.9	16.2	10.6	8.5	6.9	5.8
3b	70	9.98589	-83.03733	44.0	35.0	572.0	68.6	49.2	34.8	22.4	15.8	10.3	8.0	6.5	5.3
3b	115	9.98553	-83.03751	42.9	35.1	576.0	113.0	82.8	60.5	41.7	30.7	19.7	14.4	11.5	9.2
3b	150	9.98523	-83.03766	38.3	35.2	557.0	180.7	127.8	84.4	33.4	13.0	10.2	8.4	6.7	5.8
3b	200	9.98481	-83.03780	48.7	35.1	566.0	131.9	100.5	73.8	50.6	36.5	21.8	14.4	10.9	8.8
3b	250	9.98437	-83.03769	47.2	35.2	568.0	143.3	110.1	84.7	55.3	37.2	20.5	14.3	11.1	9.0
3b	300	9.98392	-83.03759	49.2	35.2	539.0	225.5	166.4	116.3	64.6	35.8	15.4	10.6	8.9	8.1
3b	350	9.98346	-83.03752	48.1	35.4	531.0	234.4	179.4	123.1	64.6	38.8	18.8	13.1	10.6	8.8
3b	400	9.98301	-83.03748	36.7	35.6	559.0	185.6	135.3	99.8	61.8	38.0	18.5	12.0	9.7	7.7
3b	450	9.98255	-83.03747	38.0	35.7	563.0	192.8	152.1	112.8	69.3	43.4	21.0	13.5	10.5	8.5
3b	500	9.98210	-83.03749	47.0	35.8	568.0	103.6	78.5	57.3	36.3	24.9	14.0	9.5	6.9	5.7
3b	550	9.98164	-83.03754	48.9	36.0	566.0	69.7	49.6	36.3	22.9	15.9	10.1	7.2	5.5	4.4
3b	600	9.98119	-83.03760	48.4	36.1	567.0	61.0	46.6	36.7	26.5	19.6	12.4	8.7	6.5	5.1
3b	650	9.98073	-83.03765	46.0	36.2	569.0	61.3	46.0	35.2	23.8	17.2	10.5	7.5	5.6	4.7
3b	700	9.98028	-83.03770	46.3	36.3	564.0	70.5	56.5	43.7	30.9	22.5	14.0	9.5	7.1	5.7
3b	750	9.97981	-83.03776	46.6	36.3	563.0	55.1	38.3	26.9	18.1	13.7	9.5	6.7	5.0	4.0
3b	800	9.97936	-83.03782	46.5	36.4	563.0	59.0	47.9	38.8	29.1	22.2	14.5	10.0	7.4	5.8
3b	850	9.97890	-83.03787	46.1	36.5	571.0	54.9	43.4	34.6	26.0	19.8	13.4	10.0	7.1	5.8
3b	900	9.97846	-83.03802	46.0	36.7	566.0	69.4	53.0	42.8	32.8	26.1	17.7	12.7	9.3	7.1
3b	950	9.97804	-83.03817	46.3	36.6	564.0	62.0	46.9	36.5	26.2	20.2	13.7	10.2	7.6	6.1
3b	1000	9.97758	-83.03826	46.9	36.7	568.0	118.8	92.4	69.7	46.2	32.0	19.5	13.3	11.8	7.9
4	0	9.98585	-83.03704	44.0	36.3	565.0	36.6	32.2	29.1	25.1	21.0	15.6	11.6	8.5	6.2
4	51	9.98559	-83.03664	28.5	36.5	568.0	45.3	39.4	36.4	32.1	27.9	20.5	14.5	10.0	7.3
4	102	9.98530	-83.03628	45.7	36.4	566.0	44.8	39.5	35.1	29.3	24.4	17.1	11.9	8.7	6.8
4	152	9.98486	-83.03615	45.8	36.4	564.0	112.0	95.6	82.4	65.4	48.7	30.2	21.1	15.0	11.3
4	202	9.98441	-83.03605	45.5	36.4	567.0	30.9	30.4	29.4	26.1	22.7	16.7	11.8	8.4	6.2
4	251	9.98397	-83.03596	46.5	36.5	559.0	55.3	50.1	45.5	38.6	31.6	21.1	13.2	8.8	6.9
4	300	9.98352	-83.03590	45.8	36.5	560.0	34.7	33.8	32.7	29.3	25.6	19.0	14.4	10.8	7.9
4	352	9.98305	-83.03588	33.6	36.5	557.0	41.7	38.5	36.2	32.4	27.8	20.3	14.1	9.6	6.4
4	401	9.98260	-83.03586	46.0	36.6	572.0	36.3	34.3	32.2	29.0	25.7	19.6	14.5	10.2	6.9
4	453	9.98212	-83.03588	43.8	36.7	574.0	57.9	51.8	45.5	37.4	29.8	20.0	14.1	9.8	6.9

No. de informe: I-0045-12

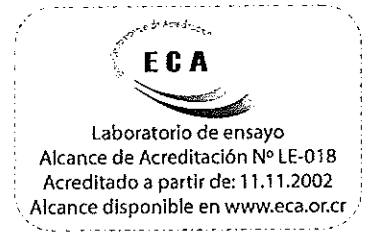
Calle N°	Estación	Localización		Temp. Pav. (°C)	Temp. Aire (°C)	Presión KPa	DEFLEXION mm * E -02								
		Latitud °Norte	Longitud °Oeste				D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9
5	0	9.98415	-83.03550	44.0	36.8	569.0	25.9	23.5	22.9	19.5	18.3	12.7	9.3	6.6	4.9
5	51	9.98407	-83.03597	44.0	36.8	557.0	34.9	33.6	32.6	29.7	26.2	19.3	12.5	7.4	5.2
5	101	9.98397	-83.03641	45.8	36.9	565.0	35.5	33.0	30.9	27.9	24.6	18.8	14.2	10.6	7.7
5	153	9.98394	-83.03689	44.6	37.0	573.0	47.6	43.6	41.0	35.7	29.9	20.9	14.2	9.2	6.9
5	212	9.98385	-83.03743	42.8	37.0	563.0	43.8	38.6	35.4	30.9	26.5	18.1	12.8	8.1	6.1
6	0	9.97954	-83.04369	46.3	35.0	568.0	60.6	44.4	34.7	25.8	20.4	14.7	11.3	8.9	7.3
6	50	9.97931	-83.04329	40.8	35.0	574.0	80.2	67.8	53.9	39.7	29.5	20.0	15.5	12.4	10.1
6	100	9.97906	-83.04290	47.2	35.0	573.0	68.4	53.0	41.6	30.5	24.0	16.9	13.2	10.7	8.7
6	150	9.97881	-83.04251	45.7	35.0	568.0	64.5	53.6	45.8	36.4	29.2	20.6	15.6	12.3	9.9
6	200	9.97855	-83.04213	44.4	35.2	566.0	58.5	44.5	35.6	27.9	23.4	17.1	13.3	10.6	8.4
6	258	9.97824	-83.04170	47.7	35.2	568.0	57.0	46.9	38.8	29.3	22.9	15.7	11.9	9.5	7.4
6	301	9.97800	-83.04138	48.5	35.3	572.0	82.0	62.6	50.3	37.3	28.5	17.8	12.7	9.3	7.1
6	350	9.97775	-83.04100	47.4	35.0	568.0	74.4	58.3	45.8	34.0	26.6	19.1	15.0	12.0	9.8
6	400	9.97752	-83.04060	47.0	35.0	596.0	80.9	61.7	47.2	35.0	26.6	18.1	13.5	10.6	9.0
6	450	9.97732	-83.04018	46.3	35.2	578.0	70.8	56.7	47.0	35.8	27.5	18.9	14.4	11.2	9.0
7	0	9.98098	-83.04085	44.8	36.0	564.0	67.1	44.2	32.7	23.0	18.4	14.5	12.2	10.1	8.5
7	50	9.98137	-83.04110	45.0	36.0	567.0	53.8	39.2	26.7	18.0	15.0	12.2	10.1	8.5	7.1
7	101	9.98176	-83.04136	45.8	36.1	561.0	64.3	47.6	38.0	29.8	25.2	19.4	15.3	12.1	9.8
7	150	9.98214	-83.04160	47.1	36.2	558.0	56.7	37.8	27.6	21.5	18.3	14.3	11.8	9.5	7.7
7	200	9.98253	-83.04184	47.0	36.3	575.0	78.1	52.5	38.3	26.9	21.4	16.1	12.8	10.3	8.4
7	250	9.98292	-83.04208	45.3	36.3	560.0	68.3	40.0	29.2	20.4	16.3	12.0	9.6	7.7	6.3
7	301	9.98332	-83.04233	46.8	36.3	573.0	62.2	35.7	30.2	21.2	15.3	10.9	9.2	7.3	6.3
7	350	9.98370	-83.04258	48.0	36.3	564.0	73.8	44.8	28.8	19.5	14.8	10.8	9.0	7.7	6.7
7	401	9.98407	-83.04285	47.1	36.3	571.0	70.3	50.2	31.0	19.3	12.8	9.4	7.9	6.9	5.7
7	463	9.98455	-83.04317	50.2	36.3	559.0	55.9	41.3	30.9	20.5	14.3	8.8	6.6	5.1	4.1
8	0	9.97740	-83.03977	45.5	35.4	565.0	33.4	25.8	19.9	13.9	10.5	7.7	6.5	5.4	4.6
8	50	9.97785	-83.03972	43.4	35.5	572.0	42.8	32.8	26.1	19.5	15.4	11.2	8.9	7.2	5.9
8	100	9.97832	-83.03971	44.8	35.5	563.0	62.1	50.2	39.1	26.2	17.8	39.0	8.2	6.2	5.1
8	150	9.97877	-83.03973	45.6	35.7	560.0	73.9	50.8	36.5	24.3	17.9	11.7	8.4	6.3	5.3
8	200	9.97923	-83.03980	44.2	35.8	582.0	77.4	54.3	39.3	26.2	18.7	11.7	8.5	6.3	5.0
8	250	9.97968	-83.03984	44.3	35.8	564.0	55.4	41.6	33.1	23.4	17.1	10.5	7.6	5.7	4.5
8	300	9.98014	-83.03985	42.2	35.9	567.0	73.8	53.5	36.9	22.8	15.7	9.9	7.8	6.0	5.0
8	352	9.98062	-83.03982	43.3	35.8	562.0	66.7	45.5	35.2	24.5	18.0	11.7	8.8	6.8	5.5
8	400	9.98105	-83.03980	47.1	35.9	565.0	73.8	55.6	43.0	30.1	22.1	14.2	10.2	7.9	6.4
8	450	9.98151	-83.03979	43.8	35.9	574.0	83.6	57.0	40.3	27.0	19.4	12.4	9.1	6.9	5.7
8	500	9.98192	-83.03999	46.0	35.9	568.0	59.8	41.7	30.9	21.2	16.4	10.9	7.9	6.0	5.0
8	550	9.98229	-83.04028	44.4	36.0	569.0	59.6	44.2	34.5	24.0	17.4	10.9	8.0	6.2	4.9
8	600	9.98273	-83.04039	43.9	35.9	569.0	58.0	41.6	30.0	19.7	14.5	10.2	7.8	6.3	5.2
8	651	9.98316	-83.04058	47.7	35.9	568.0	39.0	32.3	24.6	16.9	12.9	9.3	7.5	6.2	5.2
8	709	9.98311	-83.04108	28.5	35.8	565.0	42.1	33.8	26.7	19.5	15.4	11.5	9.6	8.3	7.2
8	752	9.98293	-83.04142	45.5	35.7	561.0	68.2	49.8	37.2	27.6	22.9	18.0	14.8	12.4	10.4
8	800	9.98271	-83.04181	46.9	35.7	571.0	71.2	52.0	36.3	22.6	17.1	13.2	10.9	9.1	8.0
9	0	9.98520	-83.04635	43.9	36.6	571.0	54.1	34.9	25.9	17.7	13.4	9.4	7.6	6.5	5.7
9	50	9.98478	-83.04617	44.9	36.5	583.0	46.6	33.9	23.8	16.7	13.7	10.7	7.7	6.5	5.4
9	103	9.98432	-83.04601	44.8	36.4	567.0	51.4	38.9	29.1	20.3	15.5	11.1	8.8	6.9	5.8
9	151	9.98391	-83.04587	37.3	36.3	572.0	51.2	38.1	28.9	20.3	15.5	11.3	9.4	7.9	6.9
9	212	9.98338	-83.04567	40.1	36.1	573.0	54.4	34.4	22.6	15.0	10.5	7.8	7.1	6.2	5.4
9	246	9.98308	-83.04556	45.0	36.2	567.0	43.2	29.3	21.8	13.9	9.8	7.0	6.0	5.3	4.6
10	0	9.98246	-83.04651	45.2	36.2	564.0	76.3	50.0	38.2	28.3	22.1	16.5	13.6	11.6	9.4
10	53	9.98294	-83.04661	41.7	36.2	576.0	42.2	29.4	20.3	12.3	8.7	5.8	5.0	4.5	4.1
10	102	9.98338	-83.04673	43.9	36.2	574.0	45.4	29.2	19.0	11.6	8.8	6.7	5.9	5.1	4.5
10	150	9.98381	-83.04684	37.1	36.2	574.0	53.6	36.4	24.0	15.0	11.8	9.5	8.1	6.9	6.0
10	200	9.98425	-83.04696	43.5	36.2	561.0	53.5	36.2	26.7	19.5	15.9	12.2	9.8	8.6	7.6
10	250	9.98469	-83.04706	42.9	36.3	579.0	57.6	39.5	28.0	18.8	14.6	10.8	8.8	7.4	6.4

No. de informe: I-0045-12

Calle N°	Estación	Localización		Temp. Pav. (°C)	Temp. Aire (°C)	Presión KPa	DEFLEXION								
		Latitud °Norte	Longitud °Oeste				mm * E -02								
		D1	D2				D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9		
11	0	9.98363	-83.05456	34.4	35.8	563.0	58.6	39.3	28.5	19.9	15.2	10.5	8.1	6.4	5.4
11	51	9.98325	-83.05428	37.4	35.7	560.0	58.9	42.6	32.3	22.1	15.9	10.6	8.1	6.5	5.6
11	101	9.98304	-83.05388	39.4	35.5	570.0	50.9	34.4	25.0	17.7	13.9	10.3	8.1	6.2	5.0
11	165	9.98272	-83.05342	42.6	35.3	564.0	37.2	25.8	19.2	13.2	10.2	7.7	6.3	5.2	4.3
11	200	9.98243	-83.05327	28.9	35.2	569.0	45.6	29.9	21.0	13.2	9.1	5.2	3.3	2.3	1.7
11	251	9.98202	-83.05305	32.2	35.1	569.0	39.7	23.0	14.1	6.8	3.9	2.8	2.2	1.6	1.2
11	301	9.98156	-83.05297	33.7	34.9	567.0	47.3	35.4	27.8	19.6	14.3	8.9	6.5	5.1	4.3
11	356	9.98129	-83.05259	39.1	34.8	563.0	82.6	61.7	47.0	32.0	23.0	15.0	11.8	9.5	7.9
11	402	9.98110	-83.05220	28.7	34.7	574.0	94.7	70.3	52.6	35.5	25.5	16.4	12.7	10.3	9.0
11	450	9.98077	-83.05192	35.4	34.6	567.0	91.2	68.9	53.8	37.7	28.2	17.8	13.4	10.9	9.3
12	0	9.97851	-83.04729	44.4	35.6	535.0	45.7	33.2	23.2	16.8	13.7	10.5	8.7	7.2	6.2
12	50	9.97889	-83.04756	42.3	35.7	561.0	49.0	37.2	27.5	20.7	16.4	12.5	10.5	8.9	7.9
12	100	9.97926	-83.04782	44.5	35.7	574.0	46.2	34.1	23.3	15.5	12.3	9.7	8.3	7.0	6.1
12	150	9.97962	-83.04811	45.4	35.7	568.0	45.6	32.4	22.4	14.8	11.8	9.2	7.7	6.6	5.7
12	200	9.97999	-83.04839	45.6	35.7	570.0	53.9	38.7	27.9	19.6	16.1	12.0	10.0	8.2	7.3
12	250	9.98039	-83.04861	45.9	35.7	567.0	78.9	63.6	51.3	38.8	31.0	22.7	17.2	13.6	11.4



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica

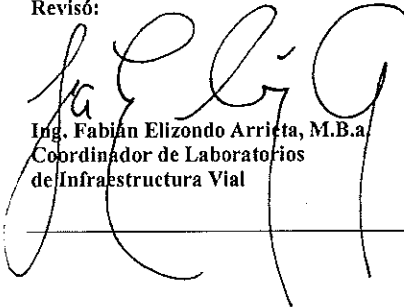


No. de informe: I-0045-12

Aclaraciones:

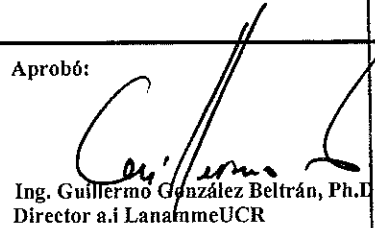
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:

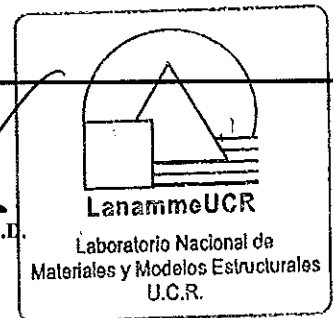


Ing. Fabián Elizondo Arrieta, M.B.a
Coordinador de Laboratorios
de Infraestructura Vial

Aprobó:



Ing. Guillermo González Beltrán, Ph.D.
Director a.i LanammeUCR

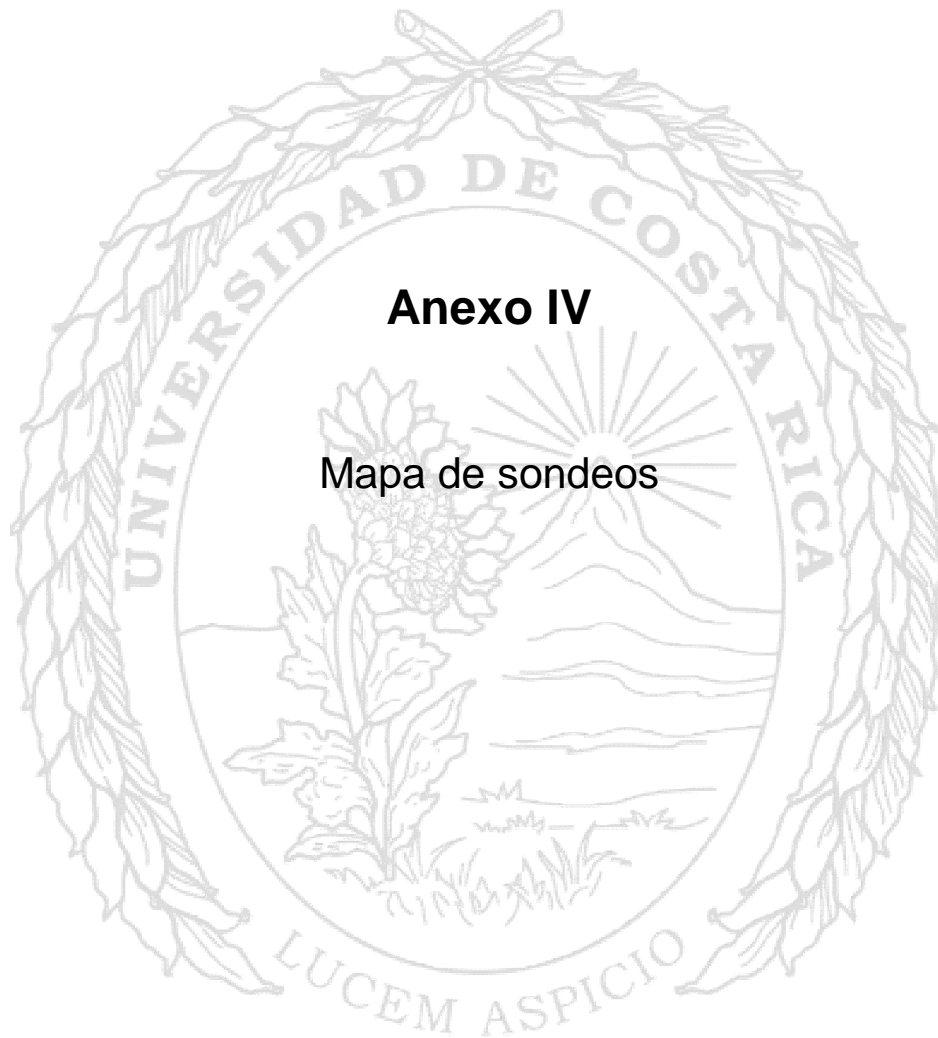




Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



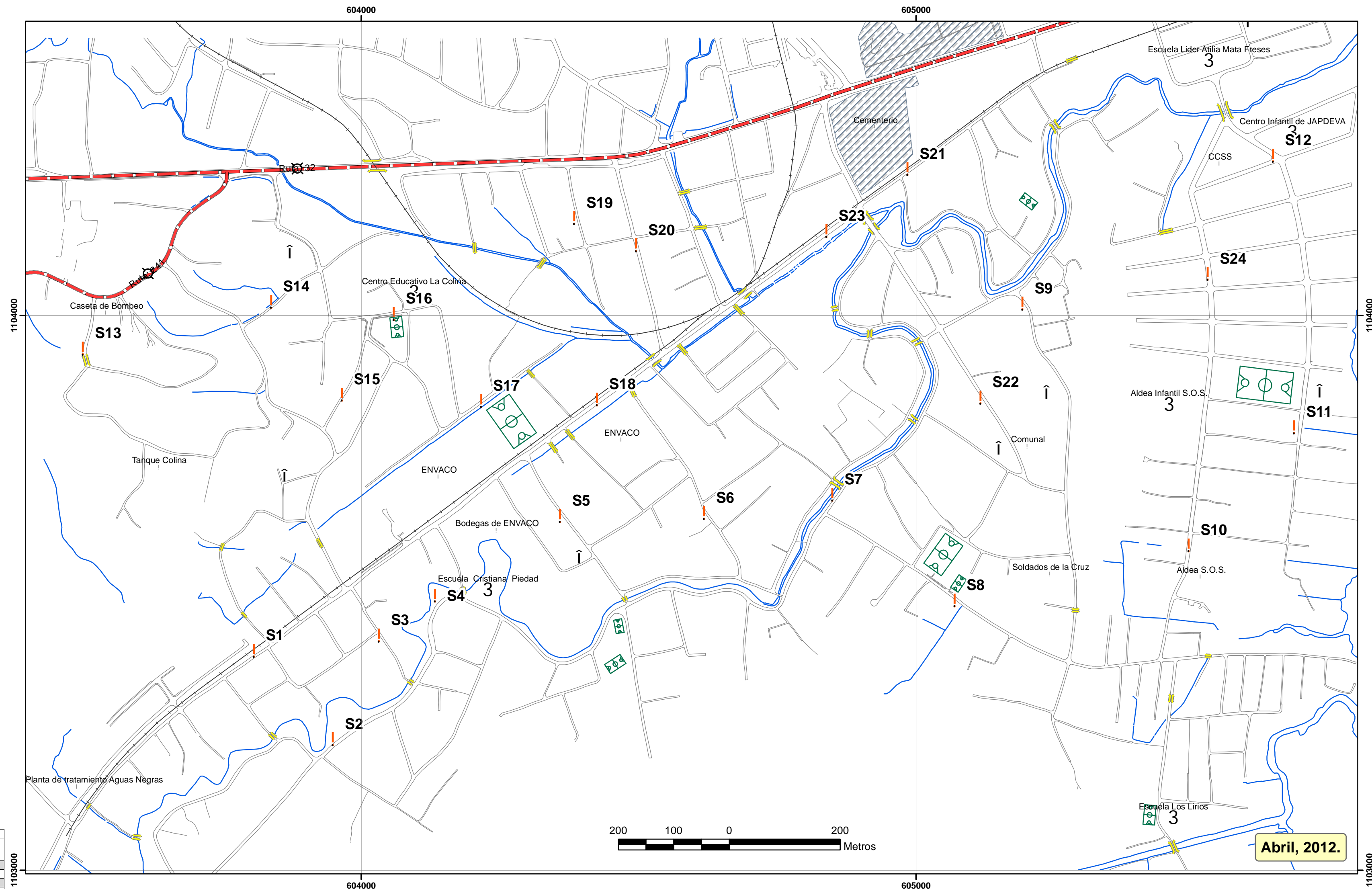
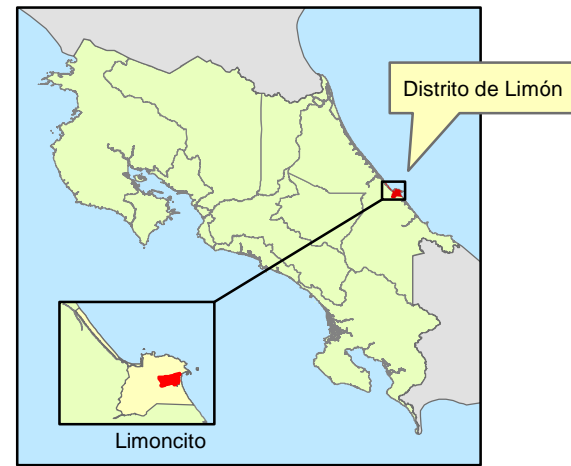
PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Anexo IV

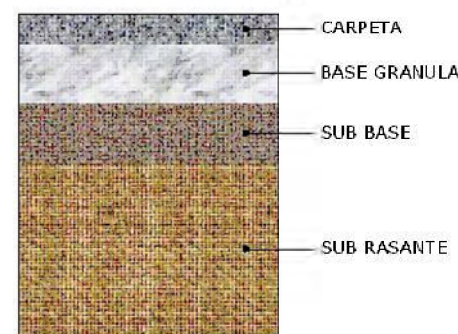
Mapa de sondeos

Ubicación Geográfica



SONDEO	CA	TSB	ESTRUCTURA PAVIMENTO EXISTENTE (cm)				OTRO MATERIAL	NIVEL NF	TOTAL
			SUPERFICIE RUEDO GRANULAR	BASE ARENA	BASE GRANULAR	SUBBASE			
S1			20	70				90	90
S2			37					NO	37
S3			14	>73				NO	>87
S4			25				52	NO	77
S5	4.2				40.3	>56.8		NO	>101.3
S6			23		12		>20	NO	>55
S7	9				20	27	21.2	NO	77.2
S8		5.5		43			>40	48.5	>88.5
S9	9				23	15	>55	NO	>102
S10	7.8				10.2	6.5	22	NO	46.5
S11			30	30				NO	60
S12	9				15	40		NO	64
S13			43					NO	43
S14			25			18	>52	NO	>95
S15			32			17	>34	49	>83
S16			32			25		57	57
S17			40				35	NO	75
S18	18.3				25	30	42	NO	115.3
S19			25				>40	NO	>65
S20	4				23	17	>40	NO	>84
S21	13.4				14	50	>40	NO	>117.4
S22	3.2				15	21	>56	39.2	>95.2
S23	10.5				10	17	>50	NO	>87.5
S24	7				12	21	14	NO	54

PERFIL DEL PAVIMENTO



Simbología

- ! Sondeos
- Vías
- Vía Férrea
- Ruta Nacional
- Ríos/Quebradas/Canales



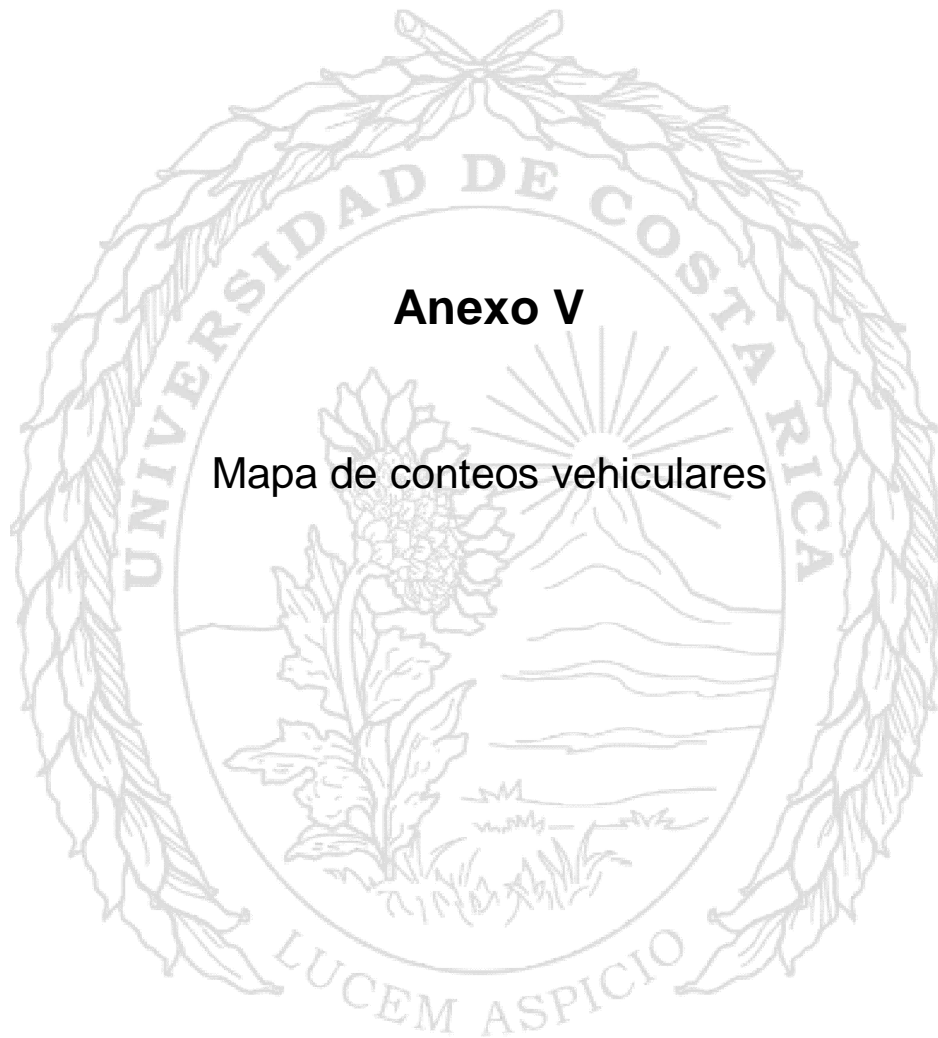
Sondeo a cielo abierto.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



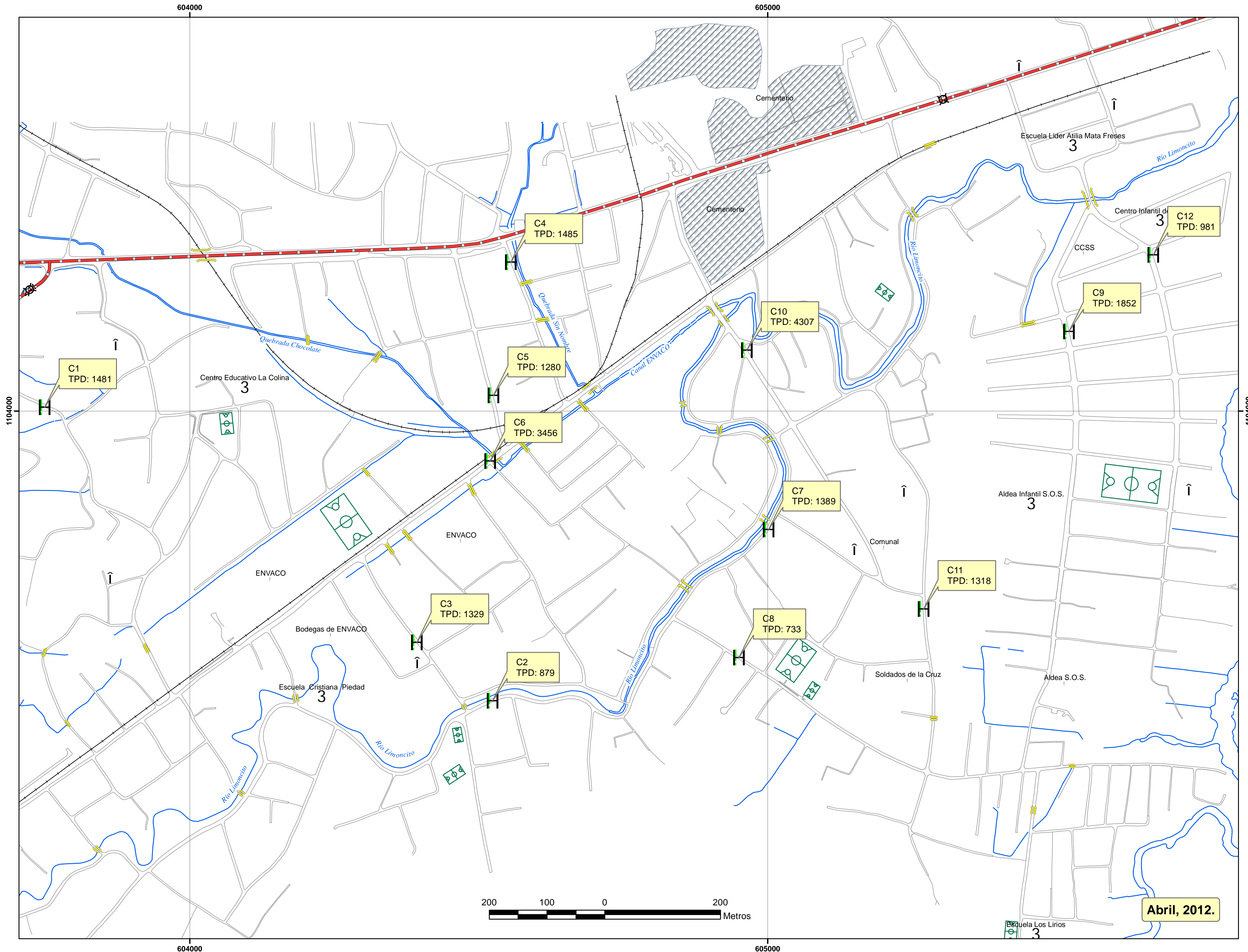
PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE



Anexo V

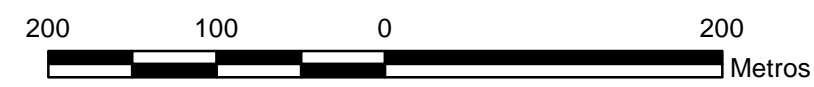
Mapa de conteos vehiculares

Ubicación Geográfica



Simbología

- Conteos
- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales



Abril, 2012.



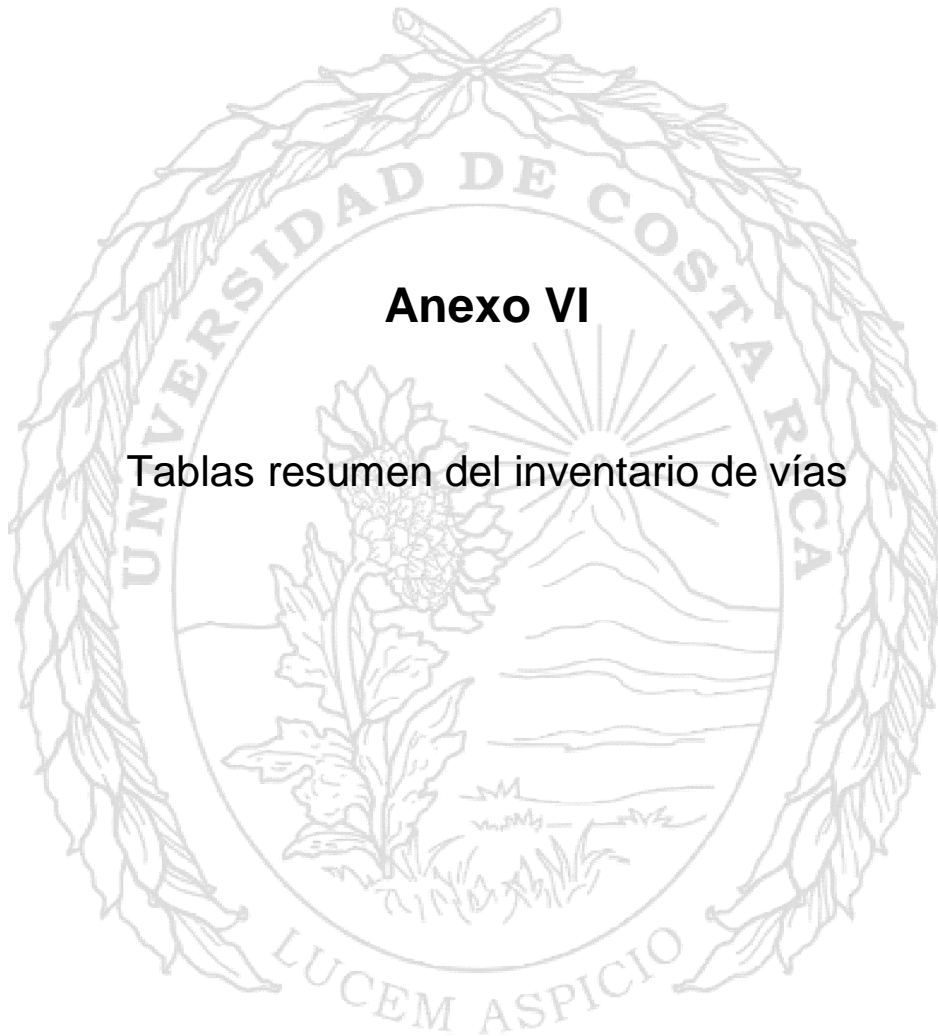
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo VI

Tablas resumen del inventario de vías



Inventario de Vías en la zona de Limoncito 1 (LI1)						
Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
LI1-	AS-	1	8.62	5.23	1586.00	3
LI1-	AS-	2	9.59	4.61	310.00	1
LI1-	LA-	1	6.71	4.39	120.00	4
LI1-	LA-	2	5.37	4.59	262.00	3
LI1-	LA-	3	7.52	5.20	276.00	3
LI1-	LA-	4	6.12	4.67	195.00	3
LI1-	LA-	5a	7.23	4.83	197.00	3
LI1-	LA-	5b	6.90	4.10	20.00	4
LI1-	LA-	6	9.30	6.06	1276.00	3
LI1-	LA-	7	7.33	3.88	518.00	4
LI1-	LA-	8	5.65	3.88	131.00	4
LI1-	LA-	9	5.49	4.49	137.00	4
LI1-	LA-	10a	8.72	5.24	123.00	4
LI1-	LA-	10b	3.62	2.74	137.00	3
LI1-	LA-	11	4.85	4.59	130.00	4
LI1-	LA-	12	6.18	4.49	302.00	4
LI1-	LA-	13	6.76	4.26	263.00	3
LI1-	LA-	14	7.48	4.64	191.00	4
LI1-	LA-	15	5.70	3.42	129.00	4
LI1-	LA-	16	5.00	4.50	41.00	4
LI1-	TI-	1	4.50	3.10	56.00	4
LI1-	TI-	2	5.84	4.00	147.00	4
LI1-	TI-	3	4.04	2.77	56.00	4
LI1-	TI-	4	6.98	4.93	241.00	2
LI1-	TI-	5	4.65	2.93	73.00	4
LI1-	TI-	6	4.60	3.00	66.00	4
LI1-	TI-	7	8.85	3.16	175.00	4
LI1-	TI-	8	3.80	3.50	46.00	3
LI1-	TI-	9	7.90	5.29	92.00	3
LI1-	TI-	10	5.02	4.18	160.00	4
LI1-	TI-	11	4.00	2.50	45.00	3
LI1-	TI-	12	3.00	2.00	40.00	4

TOTAL

7541.00

Inventario de Vías en la zona de Limoncito 2 (LI2)						
Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
LI2-	AS-	1	10.33	6.87	585.00	2
LI2-	AS-	2	9.08	5.28	878.00	2
LI2-	AS-	3	7.78	5.54	187.00	4
LI2-	TS-	1	9.49	4.68	680.00	2
LI2-	LA-	1a	7.70	5.46	427.00	3
LI2-	LA-	1b	4.79	4.26	108.30	2
LI2-	LA-	1c	4.64	3.93	140.00	3
LI2-	LA-	2a	6.45	4.07	662.00	3
LI2-	LA-	2b	3.95	3.35	69.00	4
LI2-	LA-	3a	7.12	6.05	76.00	4
LI2-	LA-	3b	7.83	2.84	60.00	3
LI2-	LA-	3c	2.89	2.89	70.00	4
LI2-	LA-	4a	7.13	4.59	288.00	3
LI2-	LA-	4b	2.49	2.49	79.00	3
LI2-	LA-	4c	7.20	4.91	152.00	3
LI2-	LA-	5a	3.70	3.70	67.00	3
LI2-	LA-	5b	4.40	3.80	83.00	4
LI2-	LA-	6a	5.56	4.06	303.00	4
LI2-	LA-	6b	4.07	3.37	203.00	4
LI2-	LA-	6c	4.40	3.70	59.00	4
LI2-	LA-	7	5.45	5.45	123.00	4
LI2-	LA-	8	5.52	4.25	34.00	4
LI2-	LA-	9	4.00	3.50	39.00	4
LI2-	LA-	10	5.68	3.91	55.00	4
LI2-	LA-	11	7.83	5.38	294.00	2
LI2-	LA-	12a	6.12	4.18	407.00	3
LI2-	LA-	12b	5.75	3.40	50.00	4
LI2-	LA-	13	7.34	4.80	145.00	4
LI2-	LA-	14	7.37	4.77	147.00	3
LI2-	LA-	15	6.88	4.75	111.00	3
LI2-	LA-	16	6.14	3.90	66.00	3
LI2-	LA-	17	5.74	3.92	177.00	3
LI2-	LA-	18	6.50	4.07	102.00	3
LI2-	LA-	19	7.00	4.65	96.00	3
LI2-	LA-	20	6.24	4.36	120.00	4
LI2-	LA-	21	5.52	2.81	130.00	4
LI2-	LA-	22	8.31	4.77	917.00	3
LI2-	LA-	23a	4.17	2.83	71.00	4
LI2-	LA-	24	4.50	2.85	57.00	4
LI2-	LA-	25	3.50	3.50	56.00	4
LI2-	LA-	26	7.69	4.39	206.00	3
LI2-	LA-	27	7.22	4.79	210.00	3
LI2-	LA-	28	6.67	3.26	192.00	3
LI2-	LA-	29	6.65	4.36	220.00	3
LI2-	LA-	30	6.35	3.59	112.00	4
LI2-	LA-	31	4.93	3.22	125.00	4
LI2-	LA-	32	4.66	3.55	177.00	3
LI2-	LA-	33	6.06	3.94	215.00	2
LI2-	LA-	34	6.89	3.91	486.00	3
LI2-	LA-	35	6.06	4.06	238.00	3
LI2-	LA-	36	6.55	3.54	124.00	3
LI2-	LA-	37	6.30	4.40	20.00	3
LI2-	TI-	1	4.24	3.88	41.00	4
LI2-	TI-	2	2.30	2.30	90.00	2
LI2-	TI-	3	4.30	4.30	85.00	4
LI2-	TI-	4	3.00	3.00	42.00	4
LI2-	TI-	5	4.55	4.35	42.50	4

TOTAL

10998.80

Inventario de Vías en la zona de La Colina 1(CO1)						
Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
CO1-	AS-	1	13.93	8.02	329.00	2
CO1-	AS-	2	10.00	4.50	500.00	1
CO1-	AS-	3	12.06	6.73	269.00	4
CO1-	LA-	1	7.63	4.26	310.00	3
CO1-	LA-	2	11.65	6.15	122.00	2
CO1-	LA-	3A	9.45	5.95	427.00	3
CO1-	LA-	3B	10.50	6.53	145.00	3
CO1-	LA-	3C	7.69	4.41	390.00	2
CO1-	LA-	4	10.86	5.50	215.00	2
CO1-	LA-	5	8.78	4.40	180.00	2
CO1-	LA-	6A	16.20	3.73	554.00	4
CO1-	LA-	6B	3.51	3.14	116.00	2
CO1-	LA-	6C	6.50	3.40	108.00	4
CO1-	LA-	7	8.80	5.00	185.00	2
CO1-	LA-	8	6.36	3.82	340.00	3
CO1-	LA-	9A	7.87	4.78	114.00	3
CO1-	LA-	9B	6.55	3.30	65.00	4
CO1-	LA-	10	6.81	5.09	132.00	3
CO1-	LA-	11	5.90	3.00	100.00	4
CO1-	TI-	1	7.18	3.56	1100.00	3
CO1-	TI-	2	4.43	3.04	190.00	4
CO1-	TI-	3	6.00	2.50	120.00	4
CO1-	TI-	4	4.95	2.65	126.00	4
TOTAL					6137.00	

Inventario de Vías en la zona de La Colina 2(CO2)

Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
CO2-	AS-	1	28.54	6.93	1654.00	2
CO2-	AS-	2	13.36	8.67	195.00	2
CO2-	TS-	1	13.30	5.38	336.00	3
CO2-	TS-	2	8.52	4.94	290.00	2
CO2-	TS-	3	11.58	5.30	95.00	4
CO2-	LA-	1	9.92	5.66	666.00	3
CO2-	LA-	2	12.14	5.80	117.00	2
CO2-	LA-	3	8.50	5.70	127.00	3
CO2-	LA-	4	10.34	6.33	235.00	3
CO2-	LA-	5	12.70	4.82	270.00	2
CO2-	LA-	6	9.60	4.40	79.00	3
CO2-	LA-	7	8.57	4.98	263.00	3
CO2-	LA-	8	9.52	3.72	320.00	3
CO2-	LA-	9	7.10	4.55	244.00	4
CO2-	LA-	10	13.91	9.60	475.00	4
TOTAL					5366.00	

Inventario de Vías en la zona de Los Cocos-Lirios (CL1)						
Código del camino			Dimensiones (m)			Condición general de la SR
Zona	Material SR	Consecutivo	Ancho promedio DV	Ancho promedio SR	Longitud	
CL1-	AS-	1	13.90	7.83	1022.00	2
CL1-	AS-	2	12.32	6.28	450.00	2
CL1-	CO-	1	15.02	9.00	482.00	2
CL1-	CO-	2	11.00	6.40	589.00	2
CL1-	CO-	3	11.10	6.30	280.00	2
CL1-	CO-	4	11.40	6.50	274.00	2
CL1-	CO-	5	11.20	6.40	270.00	1
CL1-	CO-	6	11.00	6.37	139.00	2
CL1-	LA-	1	4.78	3.82	198.00	3
CL1-	LA-	2	7.38	4.45	138.60	3
CL1-	LA-	3	10.41	6.00	140.00	3
CL1-	LA-	4A	7.64	5.59	180.00	2
CL1-	LA-	4B	7.69	3.69	134.00	4
CL1-	LA-	5	12.55	6.28	441.00	3
CL1-	LA-	6	11.14	6.64	150.00	2
CL1-	LA-	7	10.60	6.47	145.00	3
CL1-	LA-	8	10.62	5.80	270.00	4
CL1-	LA-	9	11.17	6.42	393.00	2
CL1-	LA-	10	9.17	5.04	257.00	4
CL1-	LA-	11	8.90	4.81	305.00	3
CL1-	LA-	12	9.53	4.59	440.00	3
CL1-	LA-	13	6.67	3.60	269.00	4
CL1-	LA-	14	7.27	4.50	276.00	4
CL1-	LA-	15	8.50	4.51	146.00	4
CL1-	TI-	1	8.18	2.70	100.00	4
CL1-	TI-	2	7.55	3.40	88.00	4
CL1-	TI-	3	7.10	3.49	108.00	4
CL1-	TI-	4	7.47	5.55	233.00	4
CL1-	TI-	5	6.75	4.00	114.00	4
CL1-	TI-	6	6.00	4.40	126.00	4
CL1-	TI-	7	6.00	2.96	112.00	4
CL1-	TI-	8	5.79	3.76	110.00	4
CL1-	TI-	9	6.60	4.10	85.00	2
CL1-	TI-	10	4.86	2.98	85.00	4
CL1-	TI-	11	4.05	3.43	70.00	4
CL1-	TI-	15a	8.50	4.37	140.00	3

TOTAL

8759.60



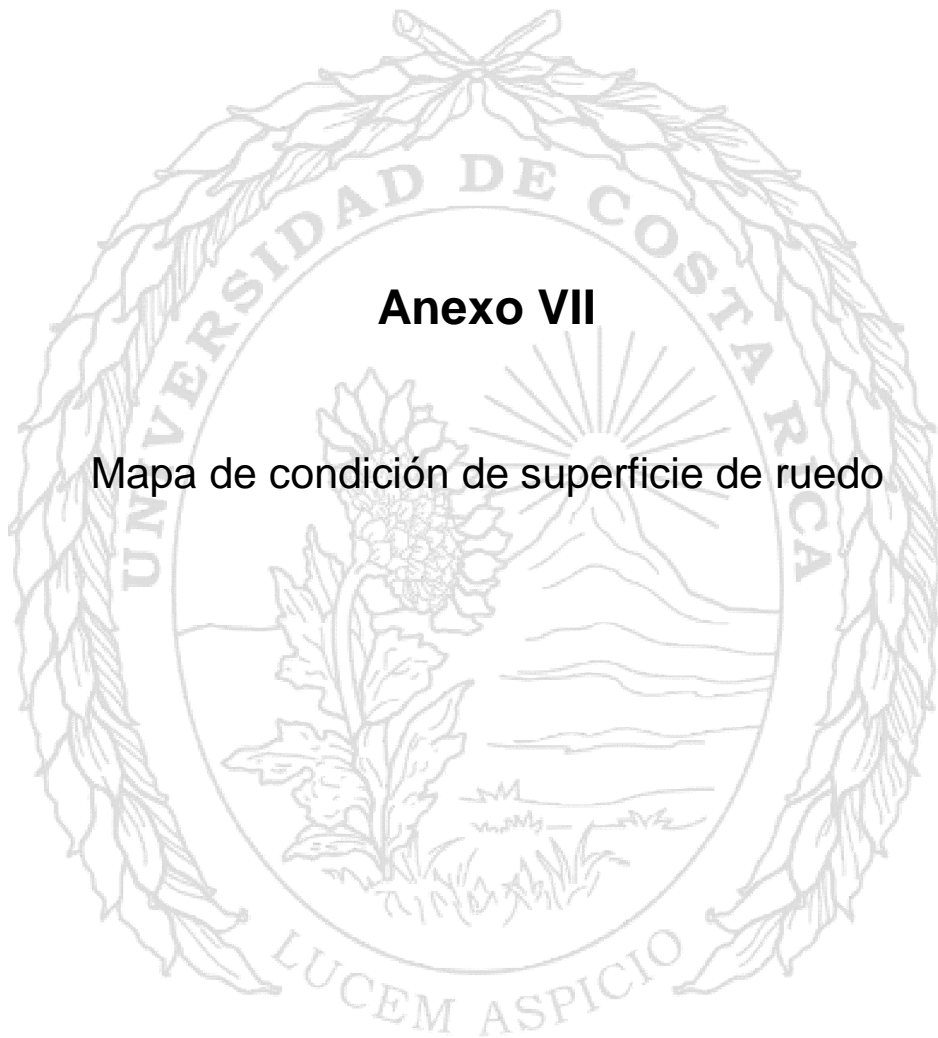
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



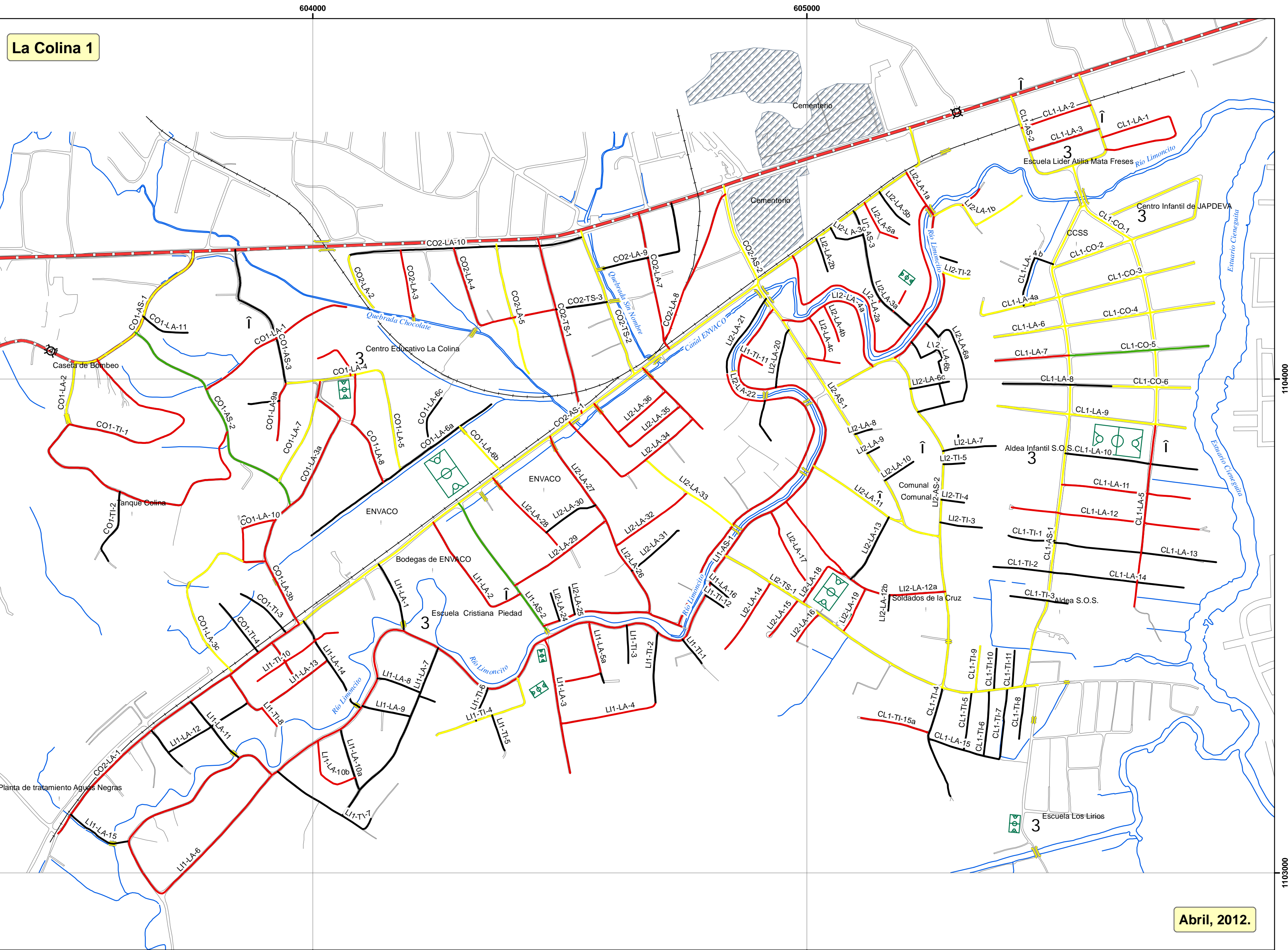
PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo VII

Mapa de condición de superficie de ruedo



Ubicación Geográfica



La Colina 1



Simbología

Condición Superficie de Ruedo

- 1-Buena
- 2-Regular
- 3-Mala
- 4-Pésima
- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Abril, 2012.





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo VIII

- 1-Tabla resumen de sondeos y CBR en sitio
- 2-Informe de sondeos a cielo abierto y CBR en sitio (I-0266-12)
- 3-Informe de CBR en sitio con el CPD (I-0265-12)

Tabla de resumen de sondeos y CBR en sitio

Sondeo	Código del camino			CBR en sitio (%)		Estructura de pavimento existente (cm)								Total
	Zona	Material SR	Consecutivo	CPD	Anillo de carga	Carpeta Asáltica	Tratamiento Superficial Bituminoso	Superficie de ruedo granular (lastre)	Capa de material granular fino (base de arena)	Capa de material granular de tamaño intermedio (base)	Capa de material granular grueso (subbase)	Material de relleno granular grueso	Nivel Freático	
S1	CO2-	LA-	1	4.4				20	40				40	60
S2	LI1-	LA-	6	16.4				37						37
S3	LI1-	LA-	14	6.5				14	>73					>87
S4	LI1-	LA-	6	10.6				25				52		77
S5	LI1-	AS-	2			4.2				24.5	>56.8			28.7
S6	LI2-	LA-	26					23		12		>20		>55
S7	LI1-	AS-	1		2.2	9				20	27	21.2		77.2
S8	LI2-	TS-	1				5.5		43			>40	48.5	>88.5
S9	LI2-	AS-	2			9				23	15	>55		>102
S10	CL1-	AS-	1			7.8				10.2	6.5	22		46.5
S11	CL1-	LA-	5		10.1			30	30					60
S12	CL1-	CO-	1		11.3	9 (Losa de concreto)				15	40			55
S13	CO1-	LA-	2		2.9			43						43
S14	CO1-	LA-	1					25			18	>52		>95
S15	CO1-	LA-	7					32			17	>34	49	>83
S16	CO1-	LA-	4					32			25		57	57
S17	CO1-	LA-	6A		1.6			40				35		75
S18	CO2-	AS-	1		3.2	18.3				25	30	42		115.3
S19	CO2-	LA-	5					25				>40		>65
S20	CO2-	TS-	1			4				23	17	>40		>84
S21	CO2-	AS-	1			13.4				14	50	>40		>117.4
S22	LI2-	AS-	1			3.2				15	21	>56	39.2	>95.2
S23	CO2-	AS-	1			10.5				10	17	>50		>87.5
S24	CL1-	AS-	1		27.6	7				12	21	14		54



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0265-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0054 -12

Informe Parcial

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal
Ing. Alonso Ulate

Proyecto: AyA Limoncito

Domicilio: San Pedro de Montes de Oca. 400 m. al norte del Centro Comercial Muñoz & Nanne, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME). Universidad de Costa Rica, Finca 2.

2. Método de ensayo:

Cono de penetración dinámico. Procedimiento de ensayo según ASTM D 6951 (*).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

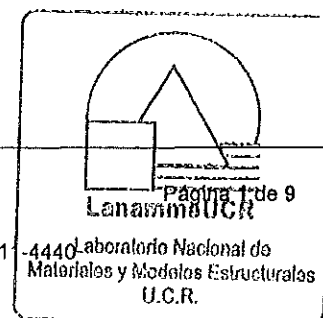
(**) Ensayo no acreditado.

3. Información del muestreo o evaluación:

No. de identificación de la muestra: No aplica

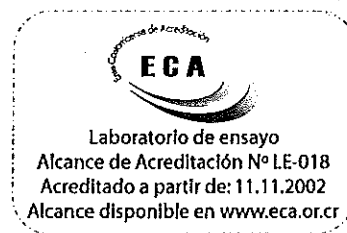
Descripción:

La evaluación se realizó en los puntos de sondeo donde fue posible realizar la prueba con el Cono de Penetración Dinámico. De los 24 puntos de sondeos se evaluaron solamente los sondeos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 17, 18, 20, 24





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0265-12

La fórmula que utiliza el equipo para correlacionar el CPD con el CBR es la siguiente (Referencia: Departamento de la Armada de Estados Unidos, Departamento de la Fuerza Aérea-Field Manual Appendix J):

$$\text{CBR} = 288 / \text{DCP}^{1.12}$$

Donde:

CBR: valor del CBR

DCP: Penetración por golpe (mm) para el mazo de 8 kg.

Equipo utilizado: DYNATEST 3031 LWD TEST SYSTEM (Diámetro del plato de carga: 300 mm)

Cono de Penetración Dinámico:

- Diámetro de la punta de penetración: 20 mm
- Altura de la caída: 57.4 cm
- Peso de la masa: 8 kg

Nota: Se adjunta un CD con la información. Debido a la cantidad de datos del CPD se adjuntan las tablas en el CD.

Realizado por:

Marco Vargas, Técnico LanammeUCR

Sergio Castillo, Técnico LanammeUCR

Fecha de realización del ensayo:

2012-01-23 al 2012-02-1.

Condiciones Ambientales:

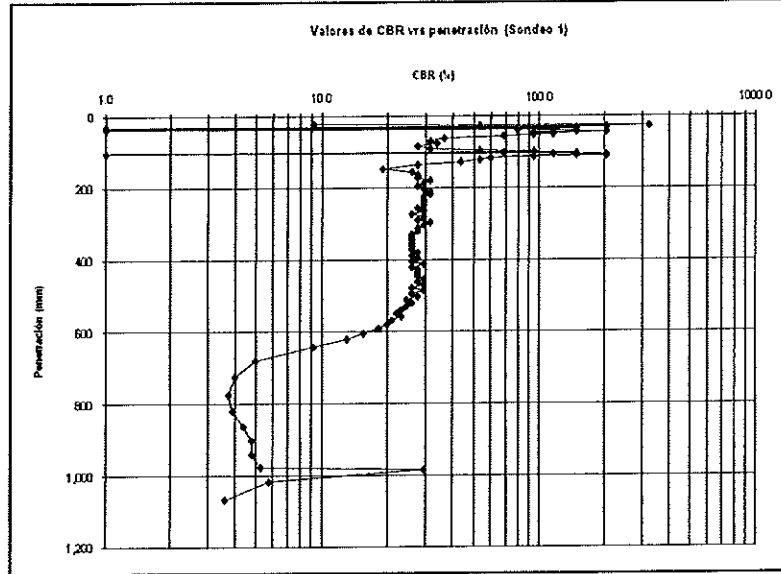
Despejado.

4. Resultados:

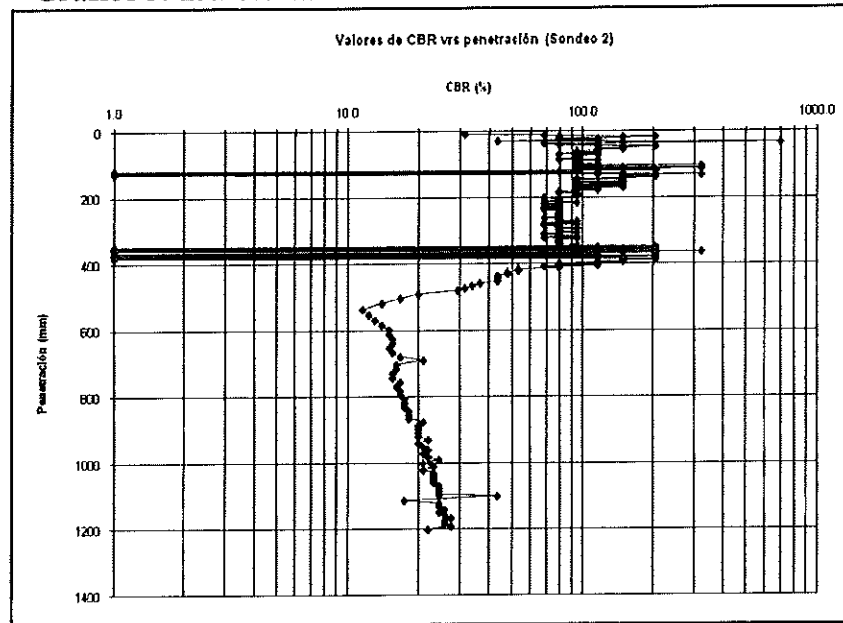


No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°1. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 1

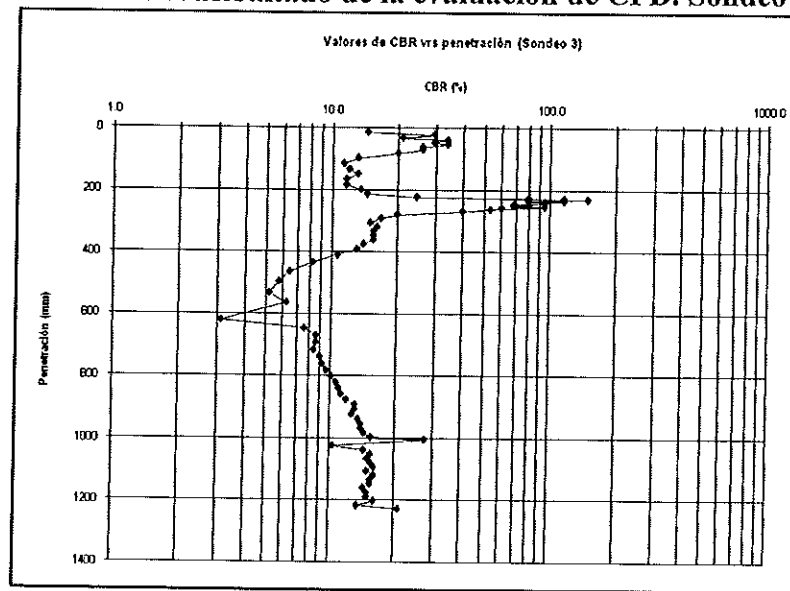


Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°2. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 2

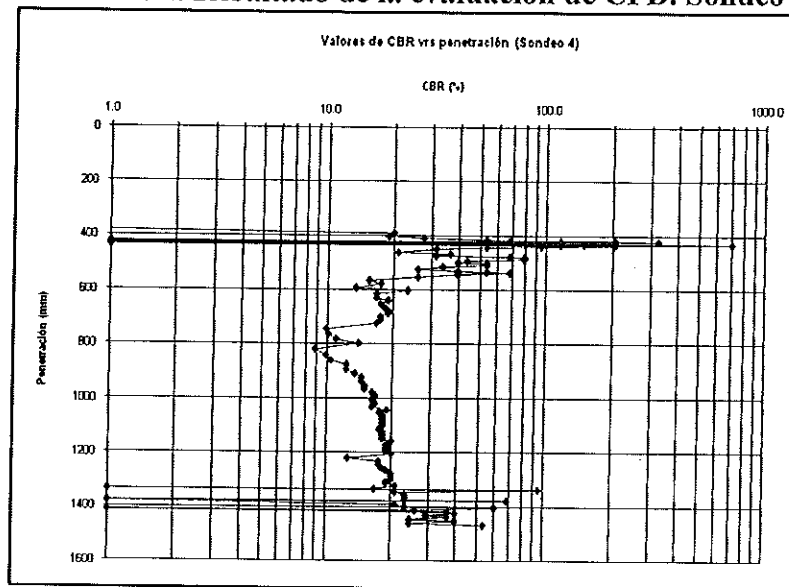


No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°3. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 3

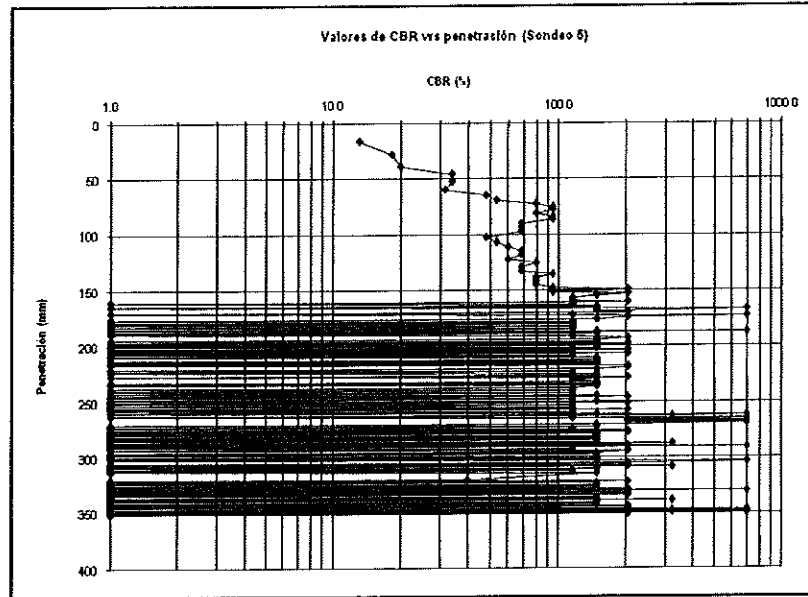


Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°4. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 4

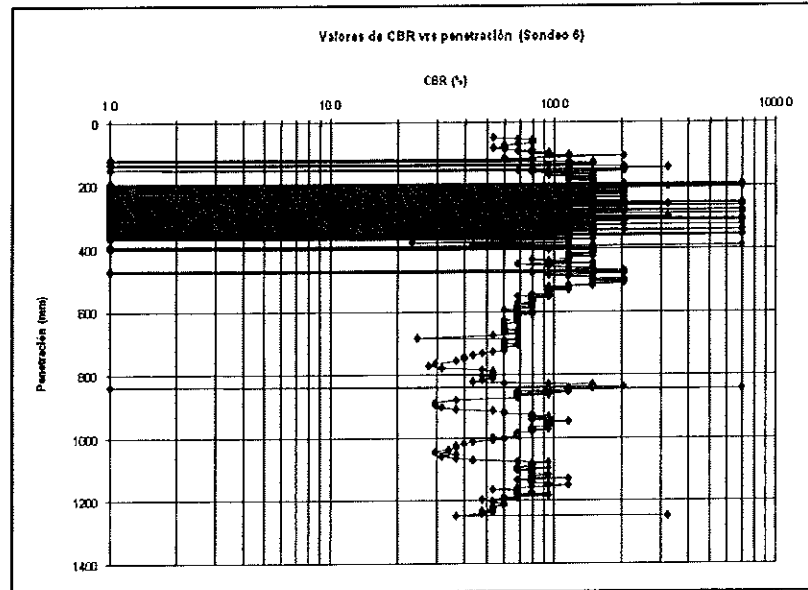


No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°5. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 5

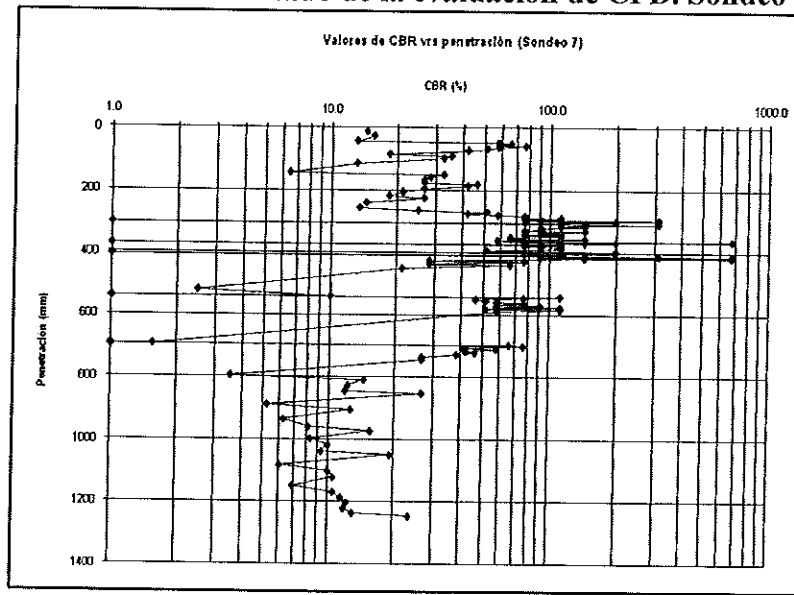


Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°6. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 6

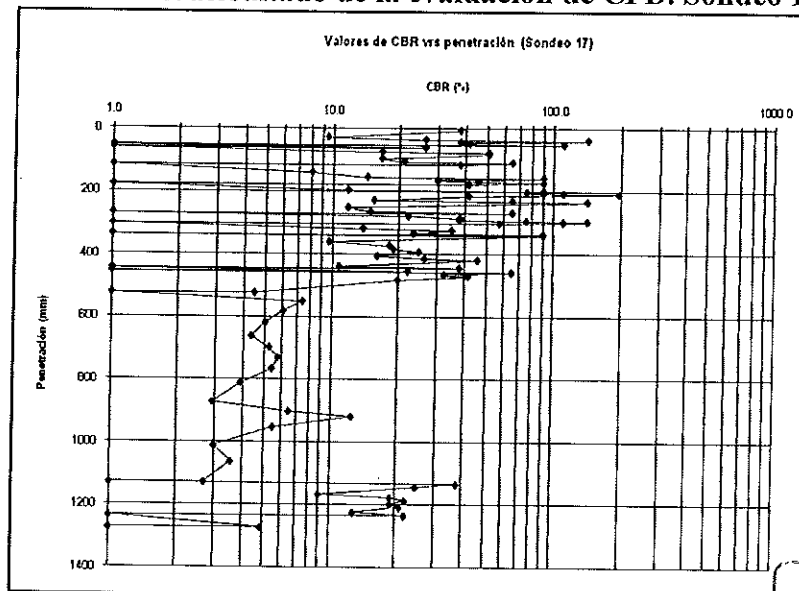


No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°7. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 7

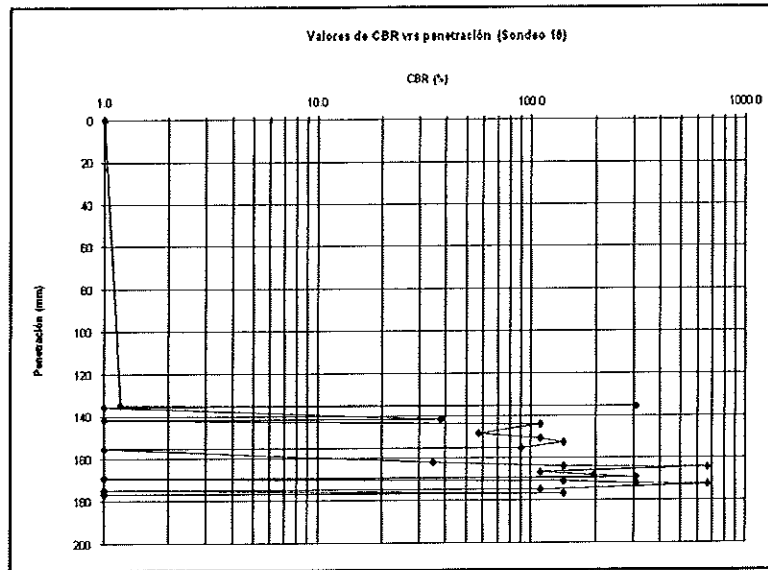


Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°8. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 17

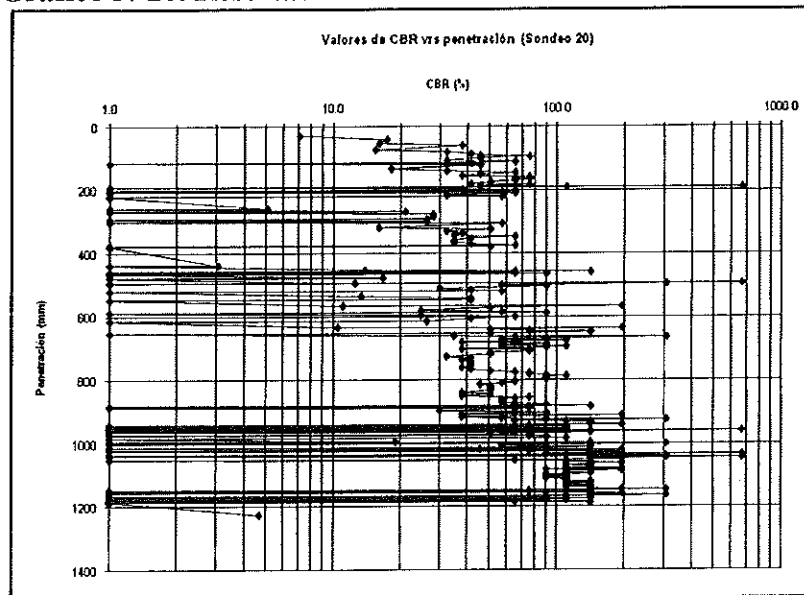


No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°9. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 18

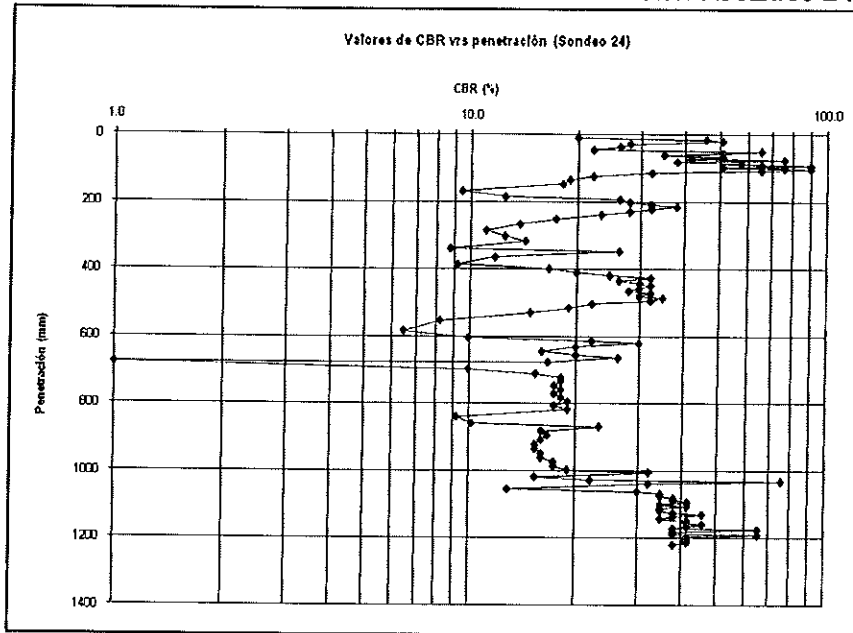


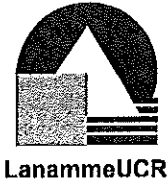
Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°10. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 20



No. de informe: I-0265-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Gráfico N°11. Resultado de la evaluación de CPD. Sondeo 24





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



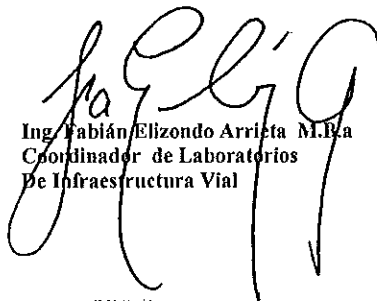
Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación Nº LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0265-12

Aclaraciones:

- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.
- Este informe reemplaza al I-0136-12, debido a que se modificó los Gráficos de CPD de los Sondeos.

Revisó:

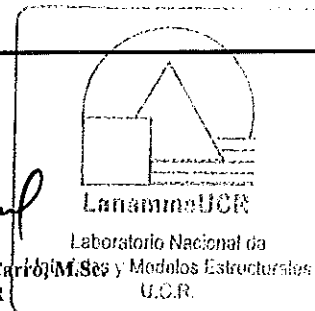


Ing. Fabián Elizondo Arrieta M.B.a
Coordinador de Laboratorios
De Infraestructura Vial

Aprobó:

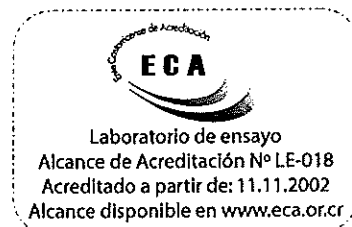


Ing. Alejandro Navas Carrero M.Sc.
Director LanammeUCR





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0266-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0054 -12

Informe Parcial

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal.
Ing. Jaime Allen / Ing. Alonso Ulate

Proyecto: AyA, Limoncito (sondeos)

Domicilio: San Pedro de Montes de Oca. 400 m al norte del Centro Comercial Muñoz & Nanne, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LANAMME). Universidad de Costa Rica, Finca 2.

2. Método de ensayo:

Determinación de espesores de capas mediante la realización de "cielos abiertos" y determinación de CRB en sitio (**)

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo no acreditado.

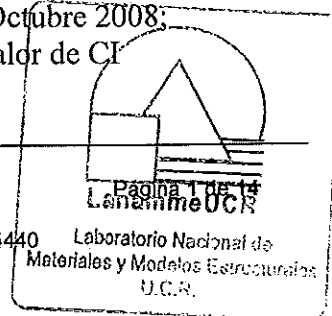
3. Información del muestreo o evaluación:

No. de identificación de la muestra: No aplica

Descripción:

Se realizaron 24 sondeos a cielo abierto en la ciudad de Limoncito (en Limón) definidos por la Unidad de Gestión Municipal. En cada cielo abierto, se determinaron espesores de las principales capas encontradas y adicionalmente se realizó la prueba de CBR en sitio en algunos de los puntos. Adicionalmente, en los cielos abiertos indicados por el cliente se recogieron muestras de material de la capa de subrasante, de la base y de la subbase para ser analizadas en el laboratorio.

El Penetrómetro registra la resistencia a la penetración o el Índice del Cono (CI) en psi; por lo tanto en las tablas se registra el valor del CI. En el estudio de la US Army Corps of Engineers "Predicting California Bearing Ratio from Trafficability Cone Index Values" de Octubre 2008; se presenta la siguiente ecuación para determinar el CBR en sitio a partir de los valor de CI para diferentes tipos de suelos:



No. de informe: I-0266-12

$$CBR = a*(CI)^b$$

Donde: a y b estan definidas en la Tabla N°1 para cada tipo de suelo.

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 1: Coeficientes y exponentes para la predicción del CBR a partir de los valores del CI.

Tipo de suelo	Clasificación SUCS	Coeficientes y Exponentes		
		a	b	R2
Todos los suelos		0.2985	0.5358	0.4715
Arcilla, alta plasticidad	CH	0.1264	0.6979	0.8516
Arcilla, baja plasticidad	CL	0.1266	0.6986	0.8701
Limo, alta plasticidad	MH	0.0820	0.7174	0.7715
Limo, baja plasticidad	ML	0.1111	0.7390	0.5193
Grano grueso	SM+GP	1.1392	0.4896	0.3495
Grano fino	CH, CL, MH, ML	0.1305	0.6776	0.7724
Alta plasticidad	CH+MH	0.1460	0.6432	0.7741
Baja plasticidad	CL+ML	0.1281	0.6984	0.7962

Nota: Se incluye un CD con la información correspondiente a estos sondeos y fotografías del mismo.

Realizado por:

Sergio Castillo, Técnico LanammeUCR
Dennis Madrigal, Técnico LanammeUCR
Marco Vargas, Técnico LanammeUCR
Richard Vásquez, Técnico LanammeUCR

Fecha de realización del ensayo:

2012-01-23 al 2012-02-01

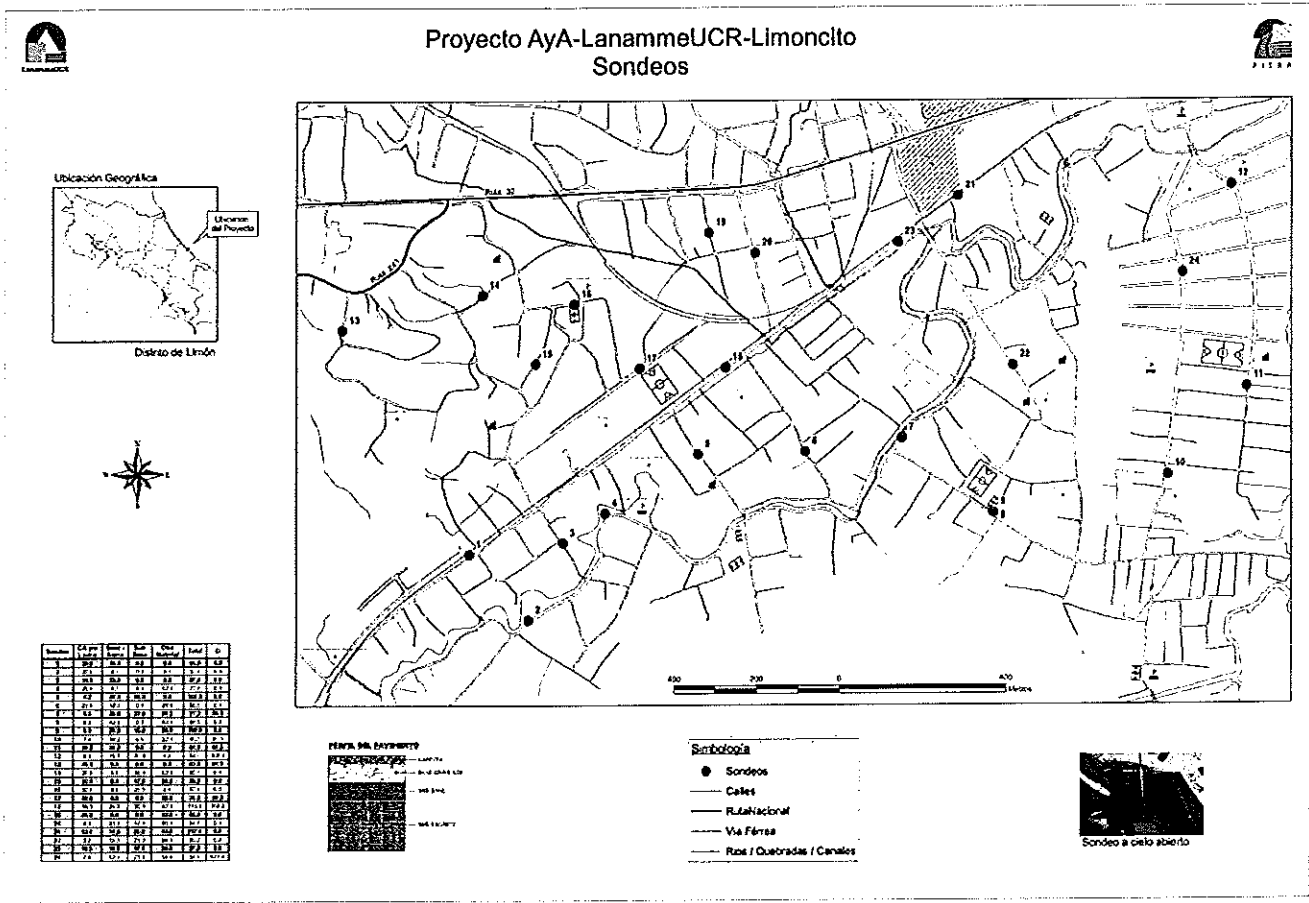
Condiciones Ambientales:

Despejadas y nubladas

No. de informe: I-0266-12

4. Resultados:

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Mapa N° 1: Ubicación de sondeos realizados en Limoncito



No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Tabla N° 2: Coordenadas obtenidas en el campo

Sondeo	Latitud	Longitud
1	9°58'38,70"N	83°03'11,39"W
2	9°58'33,49"N	83°03'06,72"W
3	9°58'39,57"N	83°03'03,98"W
4	9°58'41,91"N	83°03'00,66"W
5	9°58'46,56"N	83°02'53,24"W
6	9°58'46,71"N	83°02'44,72"W
7	9°58'47,76"N	83°02'37,12"W
8	9°58'41,82"N	83°02'29,89"W
9	9°58'58,97"N	83°02'25,79"W
10	9°58'44,73"N	83°02'16,05"W
11	9°58'51,64"N	83°02'09,79"W
12	9°59'07,58"N	83°02'10,99"W
13	9°58'56,46"N	83°03'21,45"W
14	9°58'59,17"N	83°03'10,31"W
15	9°58'53,72"N	83°03'06,14"W
16	9°58'58,43"N	83°03'03,05"W
17	9°58'53,32"N	83°02'57,89"W
18	9°58'53,39"N	83°02'51,03"W
19	9°59'04,04"N	83°02'52,36"W
20	9°59'02,42"N	83°02'48,69"W
21	9°59'06,85"N	83°02'32,62"W
22	9°58'53,43"N	83°02'28,34"W
23	9°59'03,23"N	83°02'37,42"W
24	9°59'00,66"N	83°02'14,87"W

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3a: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo # 1 (cm)</i>	<i>Sondeo # 2 (cm)</i>	<i>Sondeo # 3 (cm)</i>	<i>Sondeo # 4 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	20.0	37.0	14.0	25.0
BASE / ARENA	70.0	-	73.0	-
SUBBASE	-	-	-	-
OTRO MATERIAL	-	-	-	52.0
TOTAL	90.0	37.0	87.0	77.0

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3b: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo # 5 (cm)</i>	<i>Sondeo # 6 (cm)</i>	<i>Sondeo # 7 (cm)</i>	<i>Sondeo # 8 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	4.2	23.0	9.0	5.5
BASE / ARENA	40.3	12.0	20.0	43.0
SUBBASE	56.8	-	27.0	-
OTRO MATERIAL	-	20.0	21.2	40.0
TOTAL	101.3	55.0	77.2	88.5
CI (Indice del Cono)	-	-	58.3	-

Nota: Sondeo 8, Tratamiento Superficial en 2 capas una de 3 cm y otra de 2,5 cm

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3c: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo # 9 (cm)</i>	<i>Sondeo # 10 (cm)</i>	<i>Sondeo # 11 (cm)</i>	<i>Sondeo # 12 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	9	7.8	30	9
BASE / ARENA	23	10.2	30	15
SUBBASE	15	6.5	-	40
OTRO MATERIAL	55	22	-	-
TOTAL	102.0	46.5	60.0	64.0
CI (Índice del Cono)	-	91.3	86.5	109.4

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3d: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo #13 (cm)</i>	<i>Sondeo # 14 (cm)</i>	<i>Sondeo # 15 (cm)</i>	<i>Sondeo # 16(cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	43	25	32	32
BASE / ARENA	-	-	-	-
SUBBASE	-	18	17	25
OTRO MATERIAL	-	52	34	-
TOTAL	43.0	95.0	83.0	57.0
CI (Índice del Cono)	91.1	-	-	-

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3e: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo # 17 (cm)</i>	<i>Sondeo # 18 (cm)</i>	<i>Sondeo # 19 (cm)</i>	<i>Sondeo # 20 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	40.0	18.3	25.0	4.0
BASE / ARENA	-	25.0	-	23.0
SUBBASE	-	30.0	-	17.0
OTRO MATERIAL	35.0	42.0	40.0	40.0
TOTAL	75.0	115.3	65.0	84.0
CI (Indice del Cono)	39.3	104.4	-	-

Nota: Sondeo 18, 2 capas de carpeta asfáltica (una de 5,6 cm y otra de 12,7 cm)

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 3f: Sondeos de espesores y CBR en sitio

	<i>Sondeo # 21 (cm)</i>	<i>Sondeo # 22 (cm)</i>	<i>Sondeo # 23 (cm)</i>	<i>Sondeo # 24 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	13.4	3.2	10.5	7.0
BASE / ARENA	14.0	15.0	10.0	12.0
SUBBASE	50.0	21.0	17.0	21.0
OTRO MATERIAL	40.0	56.0	50.0	14.0
TOTAL	117.4	95.2	87.5	54.0
CI (Indice del Cono)	-	-	-	671.4

Nota: sondeo 24, la punta del Penetrómetro penetró 1/2 en promedio (se multiplica por un factor de 4 el CI)

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 4a: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 1 (cm)</i>	<i>Sondeo # 2 (cm)</i>	<i>Sondeo # 3 (cm)</i>	<i>Sondeo # 4 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	<i>Lastre, Gris</i>	<i>Lastre, compacta</i>	<i>Lastre</i>	<i>Lastre, Muy compacto</i>
BASE / ARENA	<i>Arena: Negra, Suelta.</i>	-	<i>Arena negra, suelta</i>	-
SUBBASE	-	-	-	-
OTRO MATERIAL	-	-	-	<i>Relleno, Gris, Muy compacto</i>
SUBRASANTE	<i>Negra, se llegó al nivel freático.</i>	<i>Gris oscuro, húmeda, Med Compacta</i>	-	<i>Gris, compacta, húmeda</i>

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 4b: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 5 (cm)</i>	<i>Sondeo # 6 (cm)</i>	<i>Sondeo # 7 (cm)</i>	<i>Sondeo # 8 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	<i>Carpeta asfáltica</i>	<i>Lastre, Gris, compacto</i>	<i>Carpeta asfáltica, hay segregación, baches y hundimientos</i>	<i>Tratamiento Superficial: Segregación Hundimientos</i>
BASE	<i>Base Granular, Gris, compacta</i>	<i>Granular, Gris claro, compacta</i>	<i>Base Granular, Gris, compacta</i>	<i>Base granular, Gris oscuro, Med. Compacta</i>
SUBBASE	<i>Subbase Granular, Gris, compacta</i>	-	<i>Granular, Gris oscuro</i>	-
OTRO MATERIAL	-	<i>Relleno Granular, Gris oscuro, med. Compacto</i>	<i>Relleno: material Arenoso</i>	<i>Arena, se llegó al nivel freático</i>
SUBRASANTE	-	-	<i>Gris oscuro, Húmeda, suave</i>	-

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla Nº 4c: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 9 (cm)</i>	<i>Sondeo # 10 (cm)</i>	<i>Sondeo # 11 (cm)</i>	<i>Sondeo # 12 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	<i>Carpeta asfáltica, Segregación, Huecos, baches</i>	<i>Carpeta asfáltica, segregación, huecos, baches</i>	<i>Lastre</i>	<i>Losa de Concreto en mal estado</i>
BASE / ARENA	<i>Base Granular, Gris, compacta</i>	<i>Base granular, Gris, med compacta</i>	<i>Cama de Arena</i>	<i>Café claro, Base Granular, med compacta</i>
SUBBASE	<i>Granular, Gris, Med compacta</i>	<i>Gris, med compacta</i>	-	<i>Gris claro, Med compacta</i>
OTRO MATERIAL	<i>Relleno granular - cama de arena- Relleno granular</i>	<i>Relleno, granular, Med. Compacta</i>	-	-
SUBRASANTE	-	<i>Gris oscuro, húmeda, suave</i>	<i>Gris oscuro, húmeda, suave</i>	<i>Gris, suave, húmeda</i>

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Tabla N° 4d: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 13 (cm)</i>	<i>Sondeo # 14(cm)</i>	<i>Sondeo # 15 (cm)</i>	<i>Sondeo # 16 (cm)</i>
LASTRE	<i>Lastre, Granular, Compacta</i>	<i>Lastre, Gris, Med. Compacta</i>	<i>Lastre, Gris, Med. Compacta</i>	<i>Lastre, Gris, Med. Compacta</i>
BASE	-	-	-	-
SUBBASE	-	<i>Granular, Gris, compacta</i>	<i>Granular, Gris, med compacta</i>	<i>Granular, med compacta</i>
OTRO MATERIAL	-	<i>Arena compacta</i>	<i>Arena, Med compacta, se llegó al Nivel Freático</i>	-
SUBRASANTE	<i>Café claro, húmeda, Compacta</i>	-	-	<i>Gris oscuro, se llegó a nivel freático</i>

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 4e: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 17 (cm)</i>	<i>Sondeo #18 (cm)</i>	<i>Sondeo # 19 (cm)</i>	<i>Sondeo # 20 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA Y/O LASTRE	<i>Lastre, Compacta</i>	<i>Carpeta asfáltica</i>	<i>Lastre, Med. Compacta</i>	<i>Carpeta asfáltica, Huecos, Agrietamiento Severo</i>
BASE / ARENA	-	<i>Base Granular, Gris, Muy Compacta</i>	-	<i>Gris, Base Granular, Med Compacta</i>
SUBBASE	-	<i>Gris claro, Compacta</i>	-	<i>Gris, med compacta</i>
OTRO MATERIAL	<i>Arena, Med compacta</i>	<i>Relleno, compacta</i>	<i>Relleno arenoso, material suelto</i>	<i>Relleno, Gris, Med. Compacta</i>
SUBRASANTE	<i>Húmeda, Compacta</i>	<i>Gris, compacta, húmeda</i>	-	-

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.

No. de informe: I-0266-12

Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Tabla N° 4f: Descripción visual (realizada por los técnicos de campo)

	<i>Sondeo # 21 (cm)</i>	<i>Sondeo #22 (cm)</i>	<i>Sondeo # 23 (cm)</i>	<i>Sondeo # 24 (cm)</i>
CAPA ASFÁLTICA	<i>Carpeta Asfáltica, Segregación</i>	<i>Carpeta Asfáltica, Segregación</i>	<i>Carpeta Asfáltica, Agrietamiento severo</i>	<i>Carpeta asfáltica, hay baches</i>
BASE	<i>Gris, Base granular, med compacta</i>	<i>Gris oscuro, Base granular, med compacta</i>	<i>Gris, Base Granular, med compacta</i>	<i>Base Granular, Gris, Med Compacta</i>
SUBBASE	<i>Gris claro, Med compacta</i>	<i>Gris, Med compacta</i>	<i>Gris, Med compacta</i>	<i>Gris Oscuro, Med Compacta</i>
OTRO MATERIAL	<i>Arena, suelta</i>	<i>Relleno: granular color Gris, Med. Compacto / Arena. Se llegó al Nivel Fredático</i>	<i>Relleno: Gris, Med compacta</i>	<i>Arena, suelta</i>
SUBRASANTE	-	-	-	<i>Café Oscuro, Med Compacta, Húmeda</i>

Nota: La descripción visual es realizada por los técnicos y no existe procedimiento de laboratorio.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



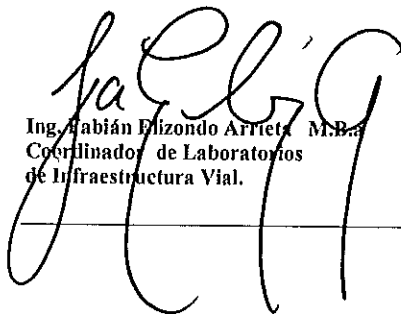
Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0266-12

Aclaraciones:


- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.
- Este informe reemplaza al I-0107-12, se le cambio el Mapa de Ubicación.

Revisó:

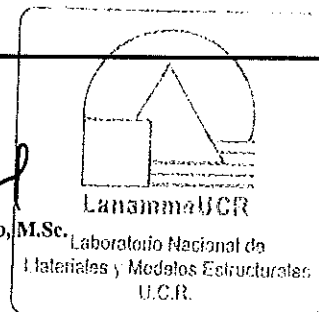


Ing. Fabián Elizondo Arrieta, M.Sc.
Coordinador de Laboratorios
de Infraestructura Vial.

Aprobó:



Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



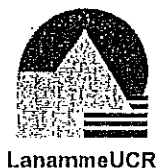
PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo IX

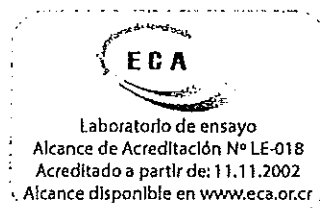
Informes de caracterización de los materiales muestreados

(I-0171-12, I-0229-12 y I-0247-12)





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0171-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR, Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0122 -12

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de gestión municipal.

Proyecto: Limoncito.

Domicilio: San Pedro, Montes de Oca.

2. Método de ensayo:

IT-GC-04 (ASTM D- 854) (*)

Procedimiento para determinar la gravedad específica del suelo mediante un picnómetro con agua.

IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*)

Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.

IT-GC-07 (AASHTO T 180) (*)

Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 kg y una caída de 457 mm.

IT-GC-08 (AASHTO T 193) (*)

Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

IT-GC-01 (ASTM D 422) (**)

Método de ensayo para el análisis del tamaño de partículas de suelo – Vía húmeda.

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

(**) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

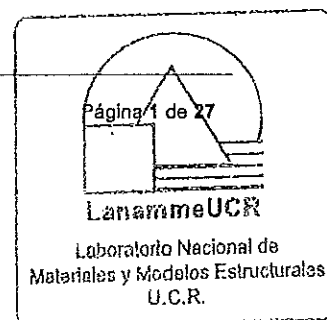
3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

No. de identificación:

0256-12

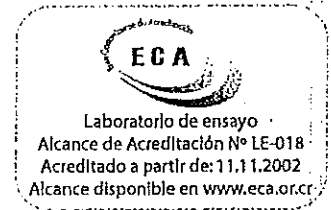
Descripción:

8 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito.A&A Excavación 1, Sondeo 1. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica

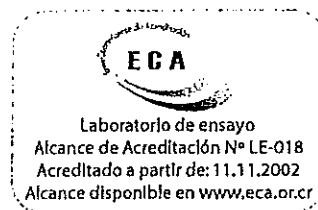


No. de informe: I-0171-12

- 0257-12: 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Limoncito A&A Excavación 2, Sondeo 2. Material combinado de suelo cohesivo limo arcilloso color café claro (caoba) en forma de bloques semicompactos con material lastroso de río (50% aprox).
- 0258-12: 8 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 5, Sondeo 6. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0259-12: 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 20, Sondeo 17. Suelo limoso color verdusco claro con vetas colorada y amarillenta, material alterado en bloques semicompactos.
- 0260-12: 6 Sacos con material de base, identificados como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Agregado de río color gris de partícula redondeada, medianamente compacta, no evidencia contaminación orgánica.
- 0261-12: 6 Sacos con material de subbase, identificados como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Agregado de río color gris, medianamente compacto, no evidencia contaminación orgánica.
- 0262-12: 1 Saco con material de subrasante, identificado como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Suelo limoso arcilloso "alterado" color grisáceo claro con vetas rojidad presenta partículas de río medianas redondeadas.
- 0263-12: 6 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 10, Sondeo 11. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0264-12: 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Limoncito A&A Excavación 10, Sondeo 11. Material descompuesto limo arcilloso negruzco poco compacto, olor fangoso, contaminado con material arenoso, materia vegetal con raíces finas y medianas.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica

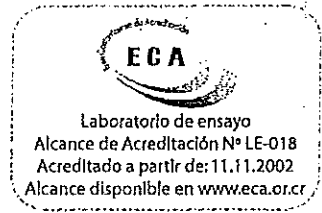


No. de informe: I-0171-12

- 0265-12 4 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 12, Sondeo 16. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0266-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Limoncito A&A Excavación 15, Sondeo 13. Suelo arcilloso color café claro amarillento, con forma de bloques compactos.
- 0303-12 5 Sacos con material de base, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris y blanco de partículas grandes redondeadas, contaminado con asfalto.
- 0304-12 6 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris.
- 0305-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 16, Sondeo 18. Suelo arcillo limoso color café grisáceo amarillento en forma de bloques compactos contaminado con material de río con roca compacta de tamaño máximo de hasta 38,10 mm.
- 0306-12 5 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris.
- 0307-12 4 Sacos con material de base, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris medianamente compacto aparentemente bien graduado, contaminado con mezcla asfáltica, no evidencia contaminación orgánica.
- 0308-12 4 Sacos con material de relleno, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris combinado con partículas de coral y conchas marinas, donde es predominante el material marino.
- 0309-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 17, Sondeo 24. Suelo limoso arenoso color gris claro en forma de bloques compactos de plasticidad muy baja o nula, presenta aisladas partículas gruesas de roca de río de hasta 19,05 mm de tamaño máximo.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0171-12

- 0310-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 18, Sondeo 12. Suelo limoso arcillo arenoso color gris oscuro en forma de bloques semicompactos con buena presencia de material arenoso de río con partículas de hasta 25,4 mm de tamaño máximo.
- 0311-12 4 Sacos con lastre, identificados como: Excavación 19, Sondeo 19. Agregado de río color gris.
- 0312-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 20, Sondeo 17. Suelo limo arcilloso color café oscuro (caoba) en forma de bloques poco compactos, presenta vetas arcillosas verduzcas y amarillentas, ligeramente descompuesto con rastros de arena de río.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo.

Fecha de recepción :

0256-12 a 0266-12 2012/01/27
 0303-12 a 311-12 2012/02/03

Fecha de realización del ensayo:

2012/02/07 – 2012/02/27

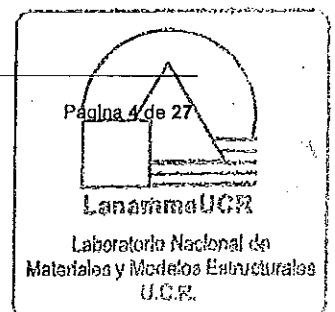
4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

0256-12 a 0257-12 2012/01/23
 0258-12 a 0262-12 2012/01/24
 0263-12 a 0264-12 2012/01/25
 0265-12 a 0266-12 2012/01/26
 0303-12 a 0309-12 2012/01/30
 0310-12 a 0312-12 2012/01/31

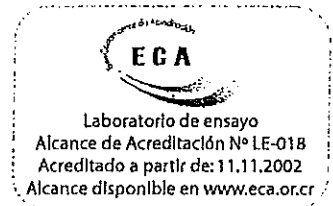
Ubicación:

0256-12 Contiguo a Licorera el Trébol, Limoncito.
 0257-12 Contiguo a Pulpería el Ceibon.
 0258-12 No indicado.
 0259-12 100m Oeste de la Iglesia Cristiana Jetsemani.
 0260-12 No indicado.
 0261-12 No indicado.
 0262-12 No indicado.
 0263-12 Costado Sur Oeste de la Plaza de Fútbol.
 0264-12 Costado Sur Oeste de la Plaza de Fútbol.
 0265-12 Frente a Pulpería Osama Terrorismo.
 0266-12 No indicado.
 0303-12 Frente a Bar-Restaurante 1+1.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica.



No. de informe: I-0171-12

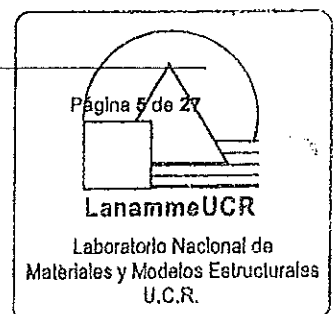
- 0304-12 Frente a Bar-Restaurante 1+1.
- 0305-12 Frente a Bar-Restaurante 1+1.
- 0306-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de Limón.
- 0307-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de Limón.
- 0308-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de Limón.
- 0309-12 Contiguo a Pulpería Obregón, Limoncito de Limón.
- 0310-12 Contiguo a Ebais Los Cocos, Limoncito de Limón.
- 0311-12 No indicado.
- 0312-12 Frente a Cancha de Envaco, Limoncito de Limón.

Procedimiento de muestreo:

La ubicación de los sondeos ha sido determinada por la Unidad de Gestión Municipal. El muestreo consiste en un sondeo a cielo abierto de 40 cm x 40 cm, en la estructura del pavimento, de donde se extraen las diferentes capas hasta llegar a la subrasante. De ahí se extrae la muestra, y se transporta al laboratorio para la respectiva ejecución de los ensayos.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.



No. de informe: I-0171-12

5. Resultados:

Tabla 1. Gravedad específica del suelo mediante un picnómetro con agua

MUESTRA	MÉTODO	G_T	G_s
0257-12	A	2,717	2,716
0259-12	A	2,666	2,664
0262-12	A	2,648	2,646
0264-11	A	2,655	2,653
0266-12	A	2,747	2,745
0305-12	A	2,762	2,761
0309-12	A	2,708	2,706
0310-12	A	2,768	2,766
0312-12	A	2,715	2,714

Tabla 2. Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo

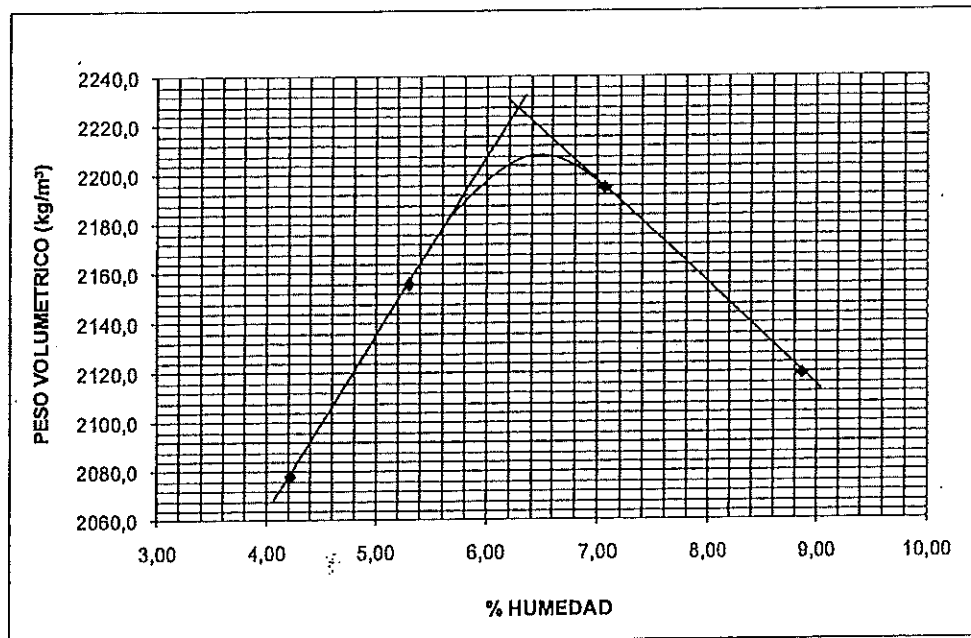
MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
0256-12	NP	NP	NP
0257-12	41	24	17
0263-12	NP	NP	NP
0264-12	43	28	15
0265-12	NP	NP	NP
0266-12	72	31	41
0303-12	NP	NP	NP
0304-12	NP	NP	NP
0305-12	55	27	28
0306-12	NP	NP	NP
0307-12	20	15	5
0308-12	NP	NP	NP
0309-12	24	20	5
0310-12	24	20	5
0311-12	NP	NP	NP
0312-12	47	27	21
0258-12	NP	NP	NP

No. de informe: I-0171-12

Tabla 3. Resultados próctor modificado: muestra 0303-12

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,40%
Densidad seca máxima estándar	2208,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	—
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 1. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0303-12

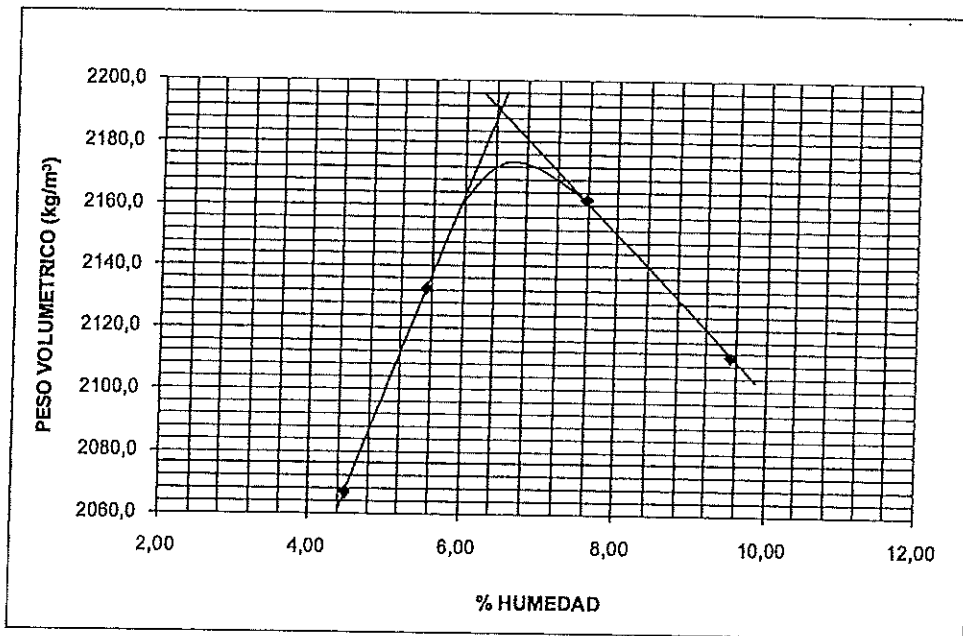


No. de informe: I-0171-12

Tabla 4. Resultados próctor modificado: muestra 0304-12

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,60%
Densidad seca máxima estándar	2174,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretarraje	No

Gráfico 2. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0304-12

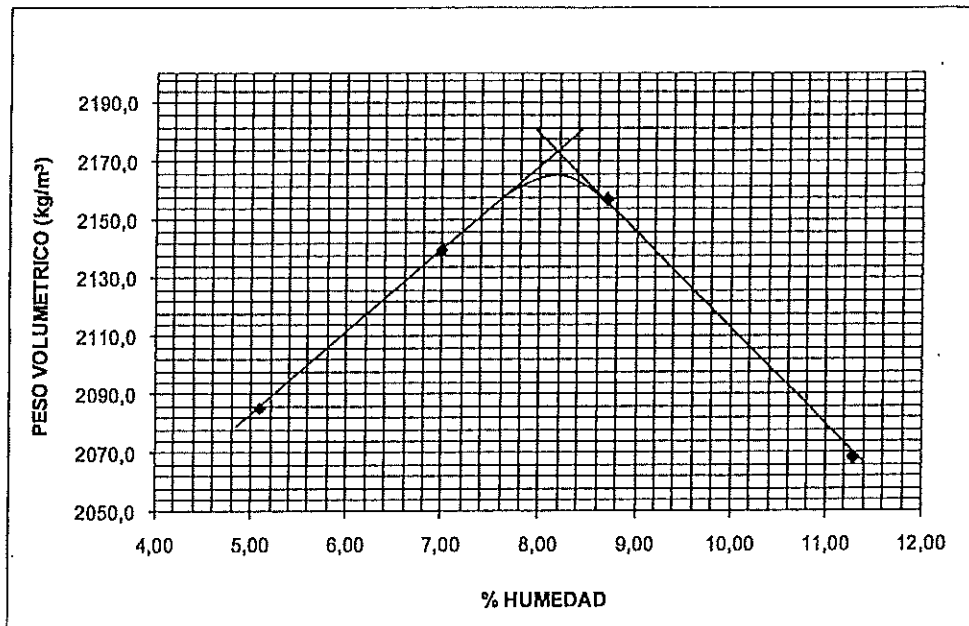


No. de informe: I-0171-12

Tabla 5. Resultados próctor modificado: muestra 0306-12

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al horno
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	8,20%
Densidad seca máxima estándar	2168,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 3. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0306-12

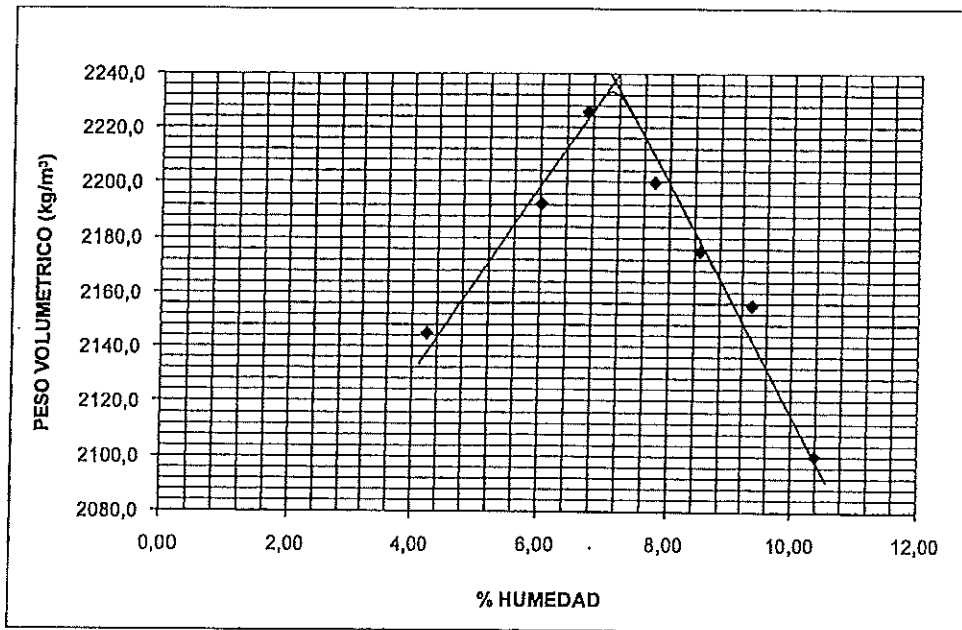


No. de informe: I-0171-12

Tabla 6 Resultados próctor modificado: muestra 0307-12

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,00%
Densidad seca máxima estándar	2234,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 4. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0307-12



No. de informe: I-0171-12

Tabla 7. Resultados de CBR: muestra 0303-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	24	2161	97,9	5,77
25	34	2039	92,3	8,21
10	35	1919	86,9	5,98

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	86 horas
24	0,043	0,0687	0,0858	0,0944
34	0,206	0,206	0,214	0,223
35	0,129	0,129	0,163	0,172

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	24	34	35
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	6,74	10,5	2,03
0,050	23,3	19,2	3,78
0,075	43,4	25,8	5,42
0,100	61,9	31,5	6,89
0,125	79,7	36,7	8,16
0,150	96,1	40,8	9,31
0,200	124	48,8	11,4
0,300	167	62,3	15,1
0,400	201	74,3	18,5
0,500	231	84,7	21,5

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,9	87,9	118	107,8	128
25	92,3	44,7	46,5	44,7	46,5
10	86,9	9,78	10,9	9,78	10,9

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0260-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0171-12

Gráfico 5. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0303-12

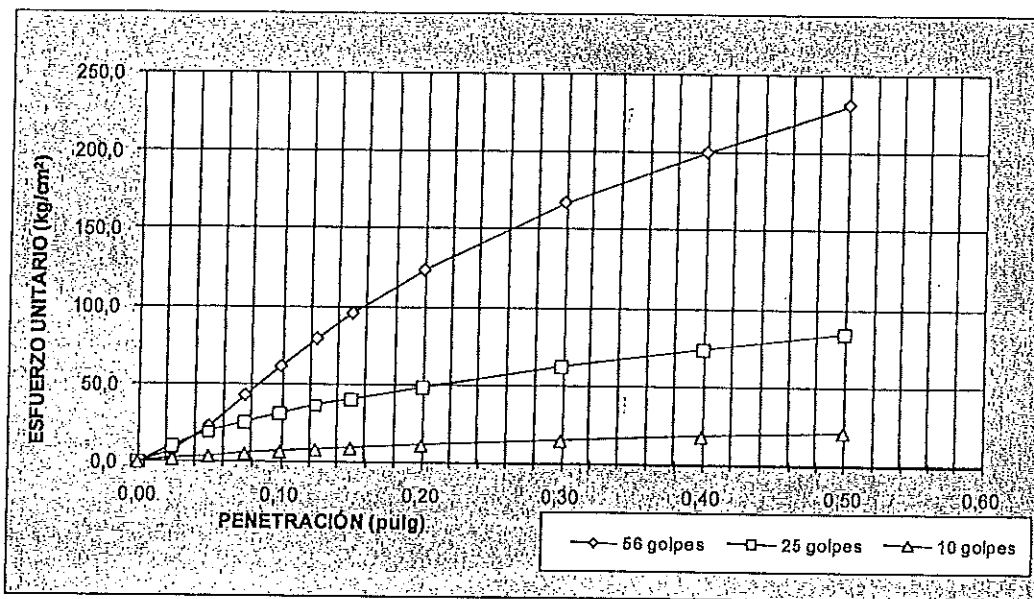
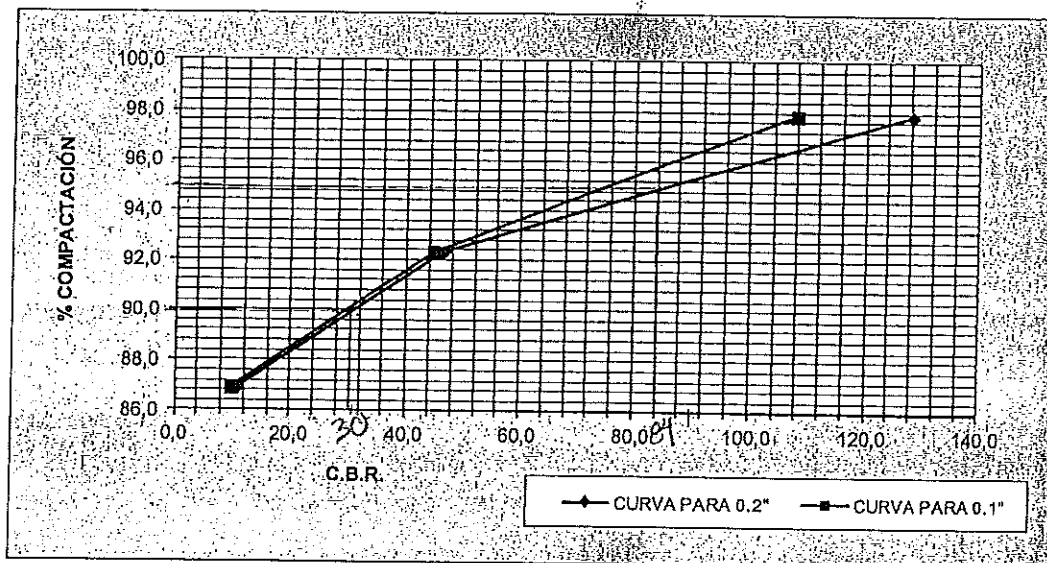


Gráfico 6. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0303-12



No. de informe: I-0171-12

Tabla 8. Resultados de CBR: muestra 0304-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	21	2126	97,8	6,42
25	22	1998	91,9	6,49
10	23	1869	86,0	6,49

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
21	0,120	0,129	0,137	0,137
22	0,137	0,137	0,146	0,146
23	0,086	0,086	0,094	0,094

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	21	22	23
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	16,57	5,5	1,51
0,050	39,4	9,5	2,67
0,075	58,8	13,1	3,79
0,100	75,7	18,2	4,68
0,125	90,9	19,7	5,55
0,150	104,0	22,8	6,27
0,200	128	28,8	7,61
0,300	184	38,7	10,0
0,400	193	47,3	12,3
0,500	219	55,8	14,8

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,8	108	122
25	91,9	23,0	27,4
10	86,0	6,65	7,25

No. de informe: I-0171-12

Gráfico 7. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0304-12

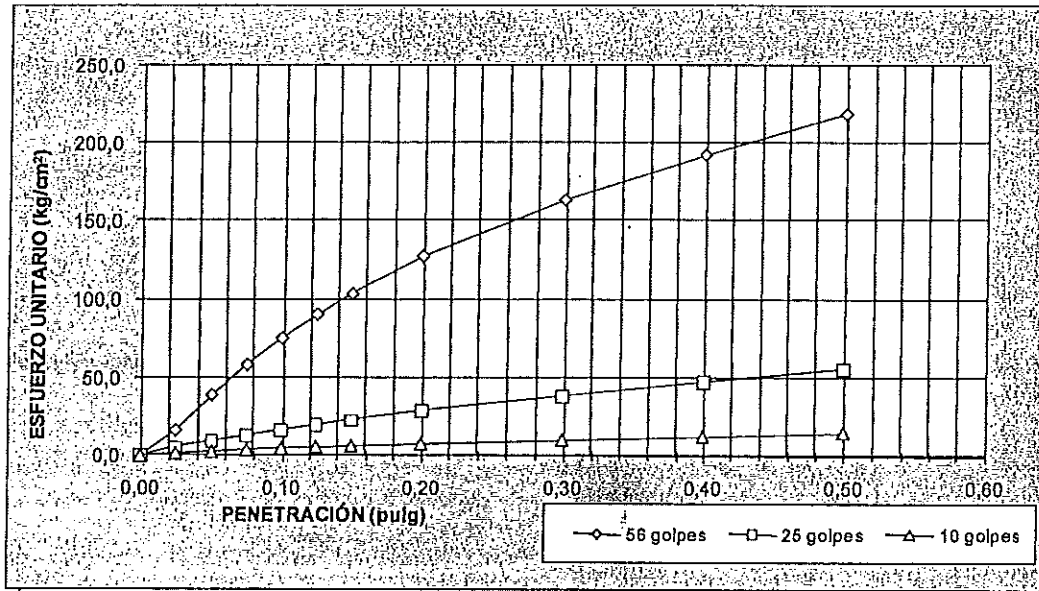
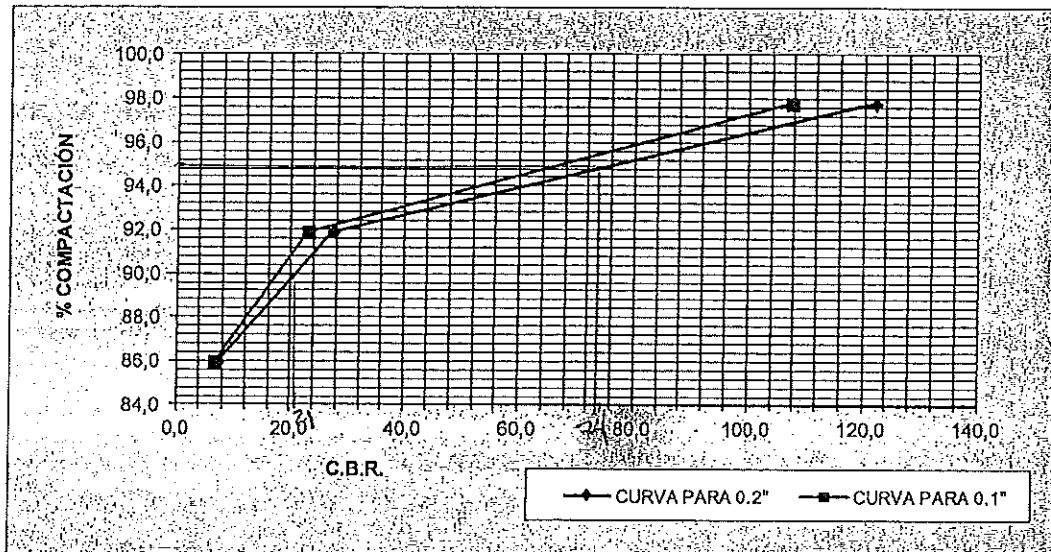


Gráfico 8. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0304-12



No. de informe: I-0171-12

Tabla 9. Resultados de CBR: muestra 0306-12

SIMBOLOGÍA	
δs	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	30	2123	97,9	7,45
25	31	2048	94,5	7,83
10	33	1975	91,1	7,95

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
30	-0,086	-0,077	-0,077	-0,077
31	-0,017	-0,017	-0,017	-0,017
33	0,017	0,026	0,026	0,026

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	30	31	33
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	1,97	2,85	2,62
0,050	6,9	8,18	6,04
0,075	15,2	14,8	9,57
0,100	26,1	21,8	13,2
0,125	38,0	28,9	16,9
0,150	49,9	35,3	20,4
0,200	72	46,7	27,2
0,300	112	65,6	39,2
0,400	145	83,0	50,3
0,500	172	100	61,6

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,9	37,0	68,9	64,9	84,4
25	94,5	31,0	44,5	31,0	44,5
10	91	18,7	25,9	18,7	25,9

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0260-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0171-12

Gráfico 9. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0306-12

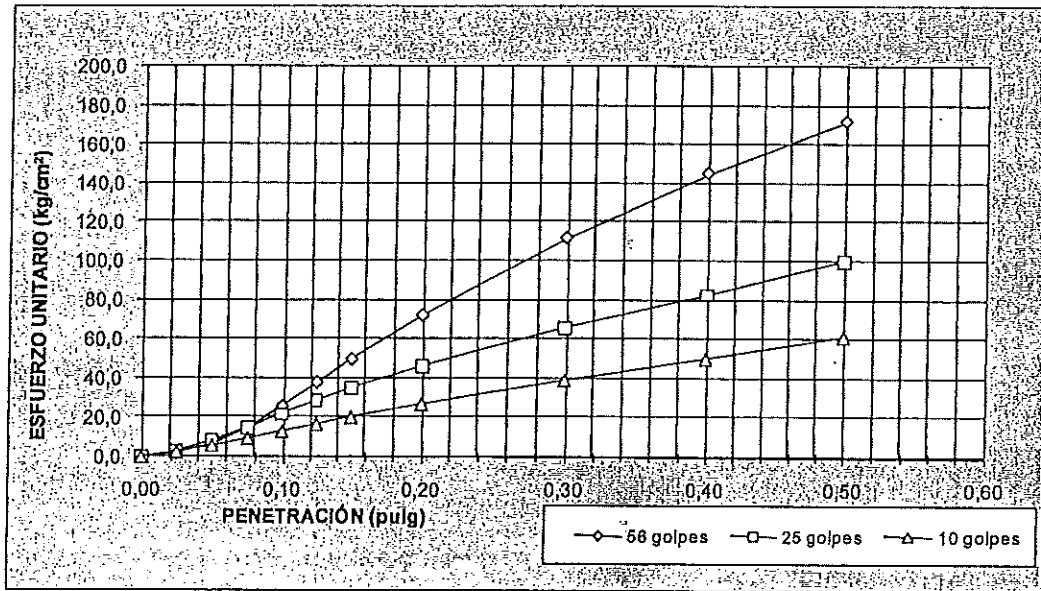
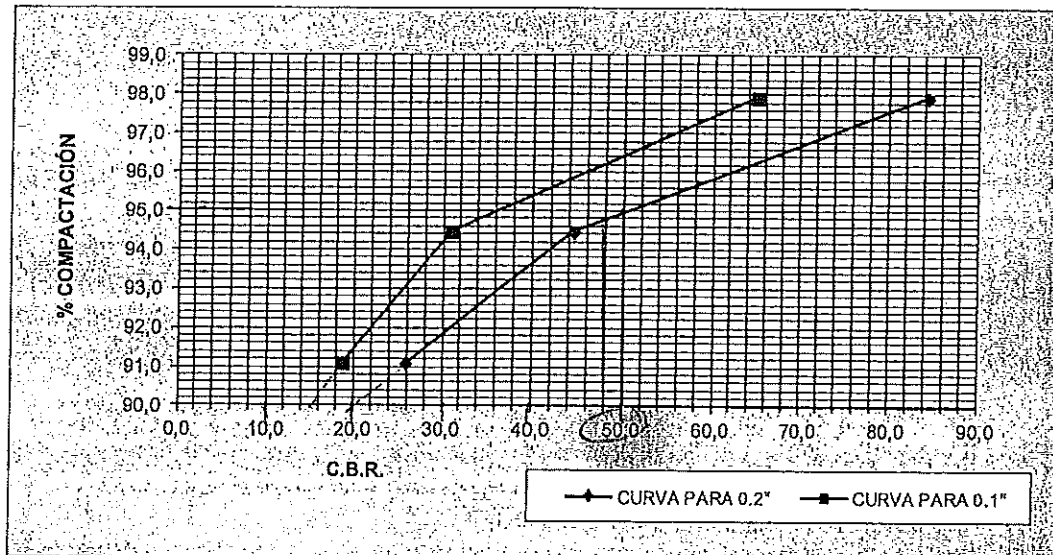


Gráfico 10. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0306-12



No. de informe: I-0171-12

Tabla 10. Resultados de CBR: muestra 0307-12

SIMBOLOGÍA				
δ s	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δ s (kg/m³)	C (%)	W (%)
56	36	2210	98,9	6,38
25	38	2136	95,6	7,04
10	56	1980	88,6	6,92

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
36	0,017	-	-	0,017
38	0,009	-	-	0,009
56	0,077	-	-	0,077

PENETRACIÓN (pulg)	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	36 (kgf/cm²)	38 (kgf/cm²)	56 (kgf/cm²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	2,65	5,28	3,00
0,050	9,03	11,53	5,84
0,075	20,6	19,3	8,16
0,100	35,3	28,0	10,2
0,125	51,4	36,4	12,5
0,150	68,1	44,5	14,0
0,200	105	59,8	17,9
0,300	174	86,3	23,7
0,400	235	112	30,5
0,500	287	136	36,9

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,9	50,1	100	98,1	134
25	95,6	39,7	57,0	39,7	57,0
10	88,6	14,5	17,0	14,5	17,0

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0260-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0171-12

Gráfico 11. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0307-12

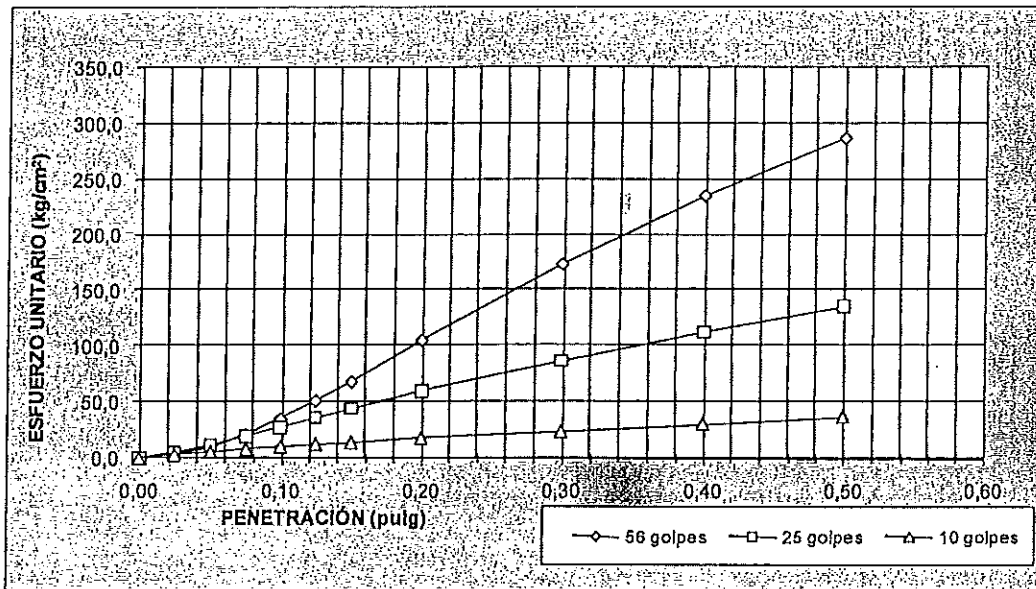
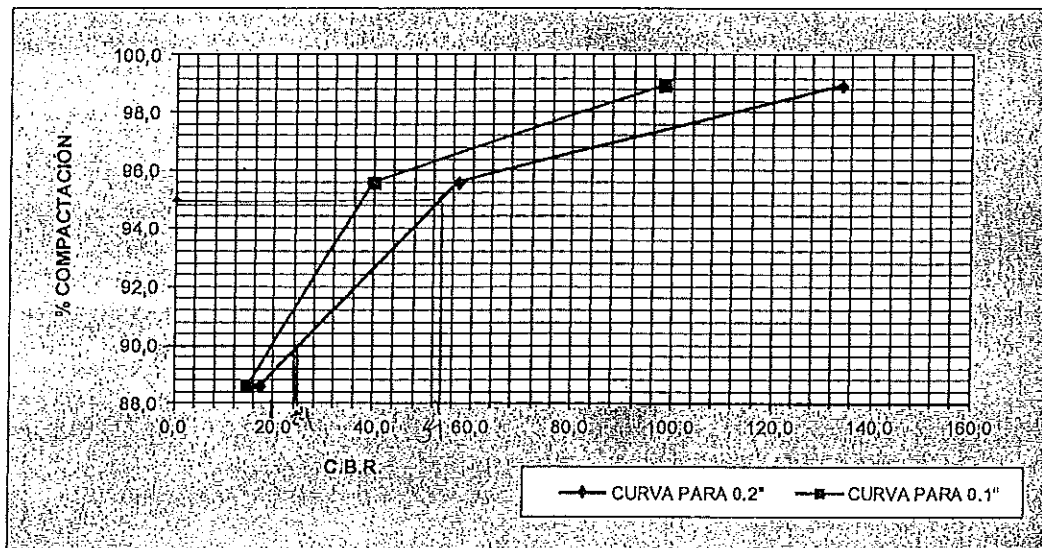


Gráfico 12. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0307-12

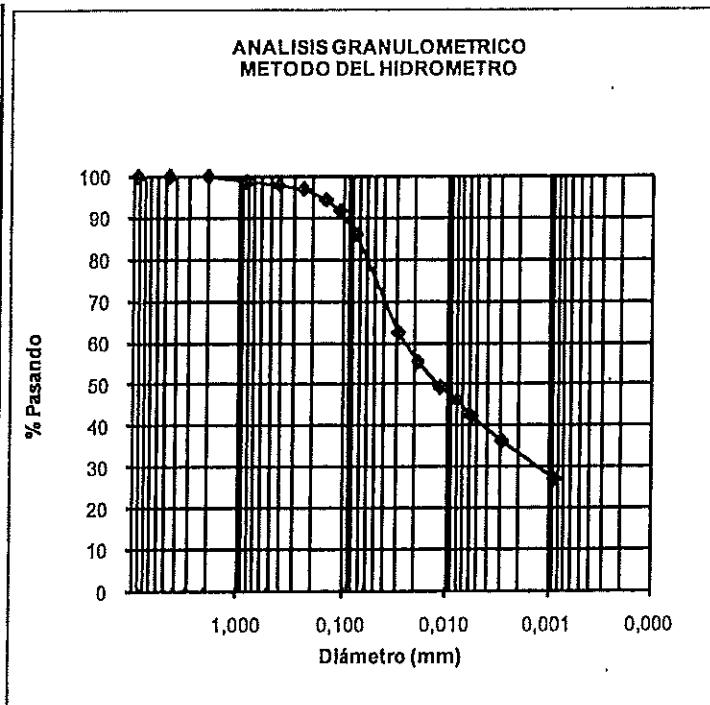


No. de informe: I-0171-12

Tabla 11. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0257-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
N° 4	100	4,75
N° 10	100	2,00
N° 20	98,7	0,850
N° 40	98,1	0,425
N° 60	97,0	0,250
N° 100	94,5	0,150
N° 140	91,7	0,106
N° 200	85,9	0,075
	62,4	0,029
	55,3	0,019
	49,3	0,011
	46,5	0,008
	42,6	0,006
	36,2	0,003
	27,0	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

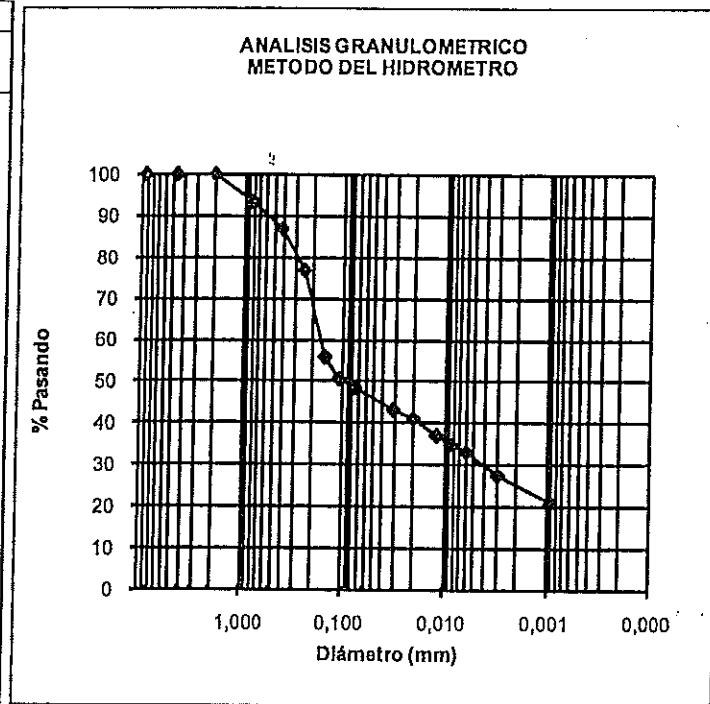


No. de informe: I-0171-12⁴

Tabla 12. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0259-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	93,4	0,850
Nº 40	86,8	0,425
Nº 60	76,7	0,250
Nº 100	58,0	0,150
Nº 140	50,5	0,106
Nº 200	48,5	0,075
	43,1	0,032
	41,1	0,020
	37,1	0,012
	35,1	0,008
	33,1	0,006
	27,4	0,003
	21,2	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

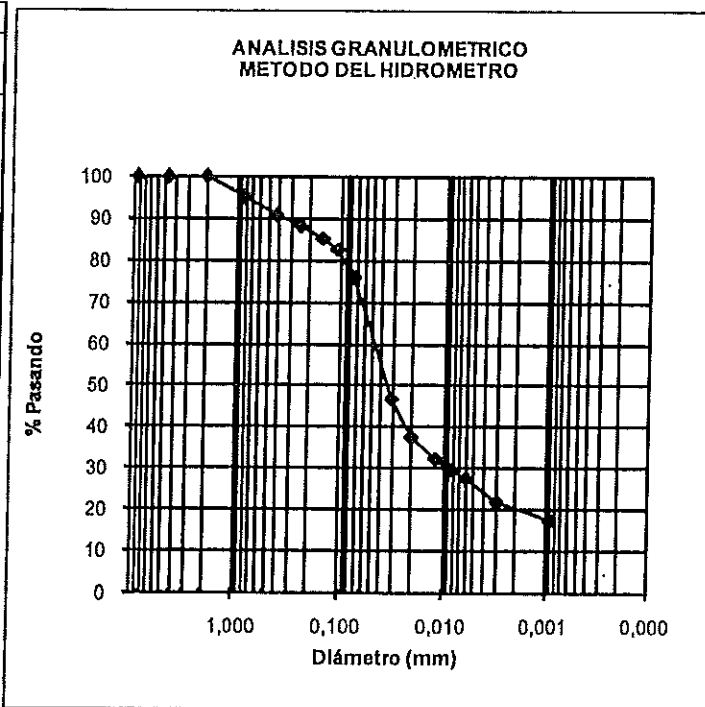


No. de informe: I-0171-12

Tabla 13. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0262-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	95,1	0,850
Nº 40	90,8	0,425
Nº 60	88,3	0,250
Nº 100	85,4	0,150
Nº 140	82,7	0,106
Nº 200	76,1	0,075
	46,9	0,031
	37,6	0,020
	32,5	0,012
	29,6	0,008
	27,4	0,006
	21,7	0,003
	17,4	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas



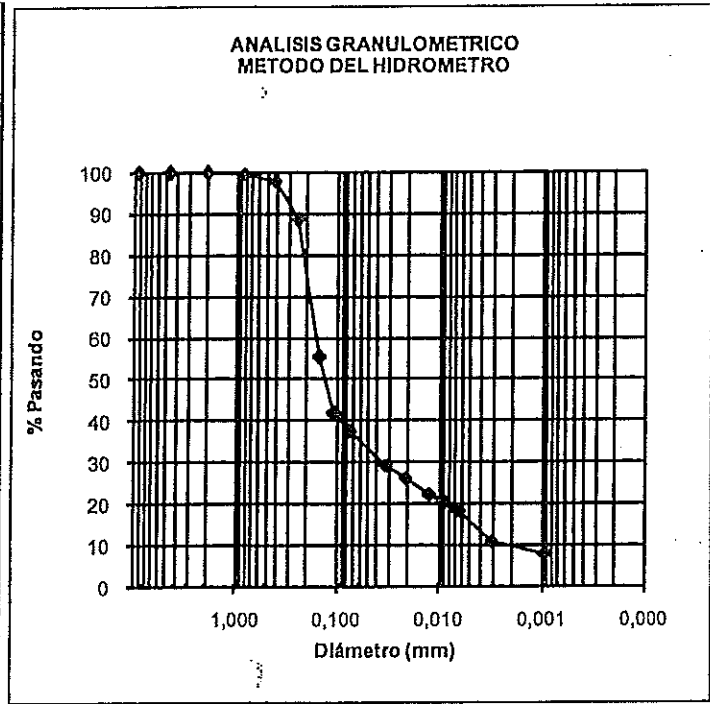
No. de informe: I-0171-12

Tabla 14. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0264-12

Dispositivo de dispersión: Batidora

Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
N° 4	100	4,75
N° 10	100	2,00
N° 20	99,8	0,850
N° 40	98,0	0,425
N° 60	88,7	0,250
N° 100	55,3	0,150
N° 140	42,0	0,106
N° 200	37,6	0,075
	29,4	0,033
	26,4	0,021
	22,5	0,012
	20,5	0,009
	18,6	0,006
	11,1	0,003
	8,01	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

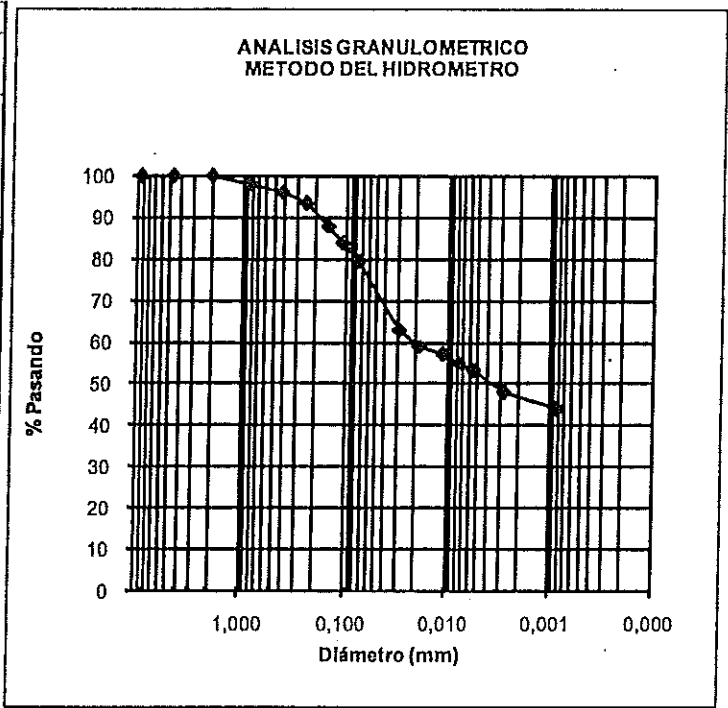


No. de Informe: I-0171-12

Tabla 15. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0266-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	98,0	0,850
Nº 40	95,9	0,425
Nº 60	93,3	0,250
Nº 100	88,0	0,150
Nº 140	83,9	0,106
Nº 200	79,3	0,075
	63,1	0,029
	59,1	0,018
	57,1	0,011
	55,2	0,008
	53,4	0,005
	48,0	0,003
	44,0	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

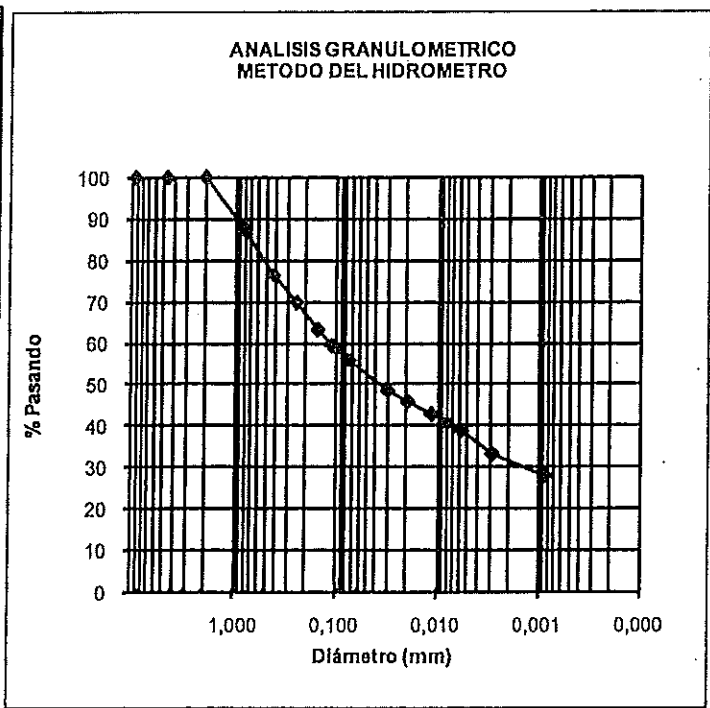


No. de informe: I-0171-12

Tabla 16. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0305-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	87,6	0,850
Nº 40	76,6	0,425
Nº 60	69,9	0,250
Nº 100	63,4	0,150
Nº 140	59,4	0,106
Nº 200	56,1	0,075
	48,7	0,030
	45,7	0,019
	42,8	0,011
	40,8	0,008
	38,8	0,006
	33,2	0,003
	28,0	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

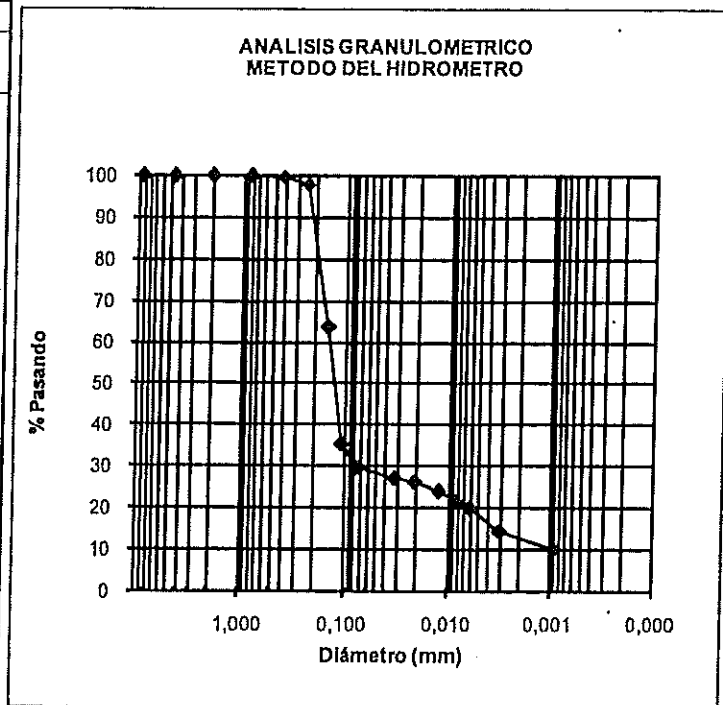


No. de informe: I-0171-12

Tabla 17. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0309-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
N° 4	100	4,75
N° 10	100	2,00
N° 20	99,9	0,850
N° 40	99,8	0,425
N° 60	97,9	0,250
N° 100	63,6	0,150
N° 140	35,4	0,106
N° 200	29,5	0,075
	27,0	0,033
	26,0	0,021
	24,1	0,012
	22,1	0,009
	20,2	0,006
	14,6	0,003
	10,3	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

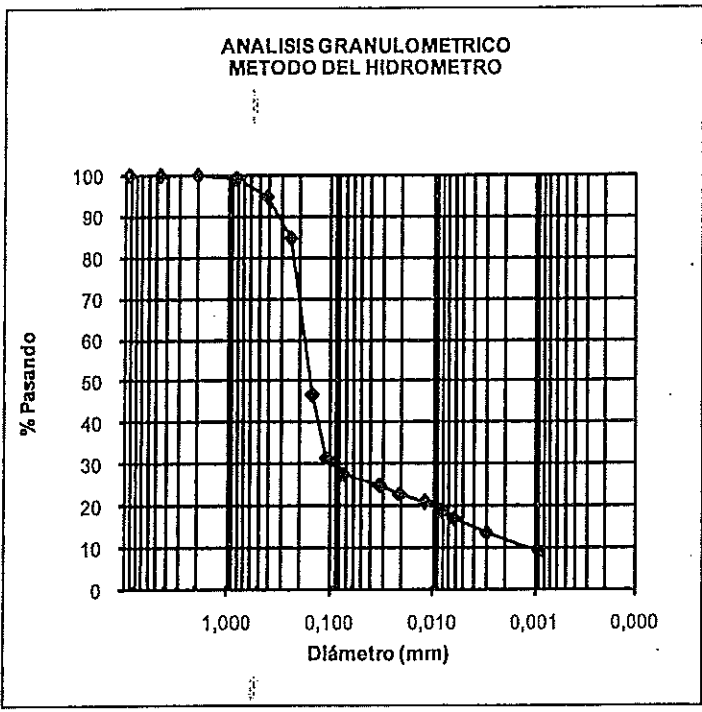


No. de informe: I-0171-12

Tabla 18. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0310-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	99,1	0,850
Nº 40	94,7	0,425
Nº 60	84,8	0,250
Nº 100	46,7	0,150
Nº 140	31,7	0,106
Nº 200	27,4	0,075
	24,7	0,033
	22,8	0,021
	20,9	0,012
	18,9	0,009
	17,0	0,006
	13,5	0,003
	9,16	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas

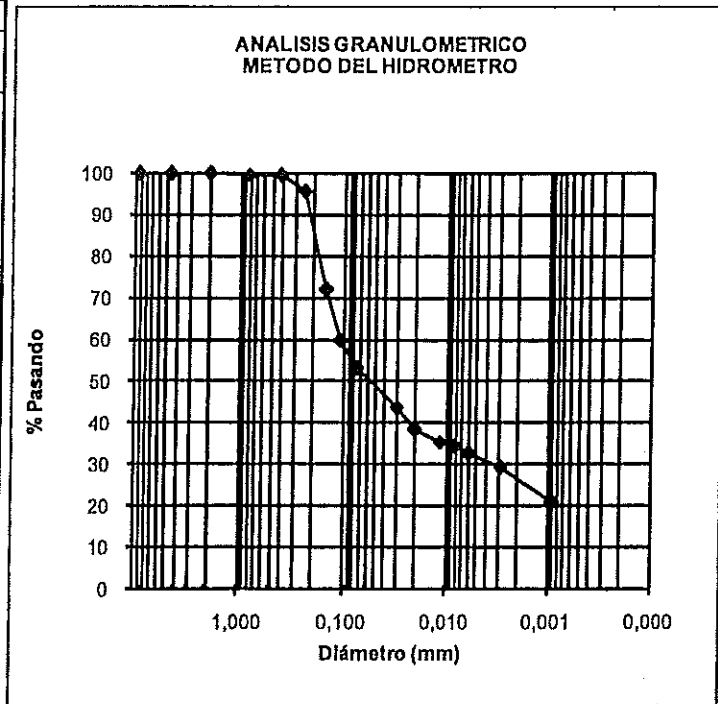


No. de informe: I-0171-12

Tabla 19. Resultados del análisis granulométrico (vía húmeda): muestra 0312-12

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100	2,00
Nº 20	99,8	0,850
Nº 40	99,6	0,425
Nº 60	95,5	0,250
Nº 100	71,9	0,150
Nº 140	59,7	0,106
Nº 200	53,3	0,075
	43,6	0,031
	38,5	0,020
	35,6	0,012
	34,6	0,008
	32,7	0,006
	29,2	0,003
	20,9	0,001

Tiempo de dispersión: 16 horas



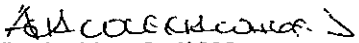
Nota:

-Se recomienda la repetición de los ensayos de CBR para las muestras 303-12, 306-12 y 307-12, debido a que presentan valores de CBR mayores para la penetración de 0,2 pulg. (5,08 mm) que para la penetración de 0,1 pulg. (2,54 mm), según norma.


Aclaraciones:

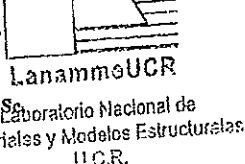
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandi, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR



LanammeUCR
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales
U.C.R.

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

100

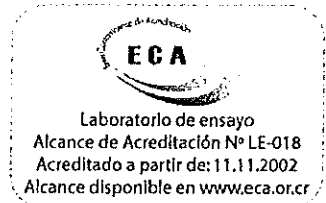
100

100

100



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0229-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0122 -12

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de gestión municipal.
Proyecto: Limoncito.
Domicilio: San Pedro, Montes de Oca.

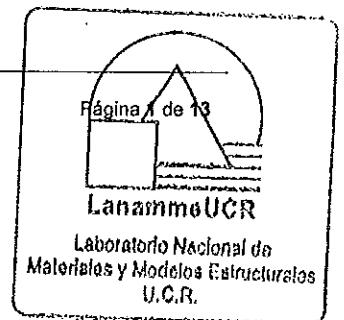
2. Método de ensayo:

IT-GC-08 (AASHTO T 193) (*)
Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0261-12	6 Sacos con material de subbase, identificados como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Agregado de río color gris, medianamente compacto, no evidencia contaminación orgánica.
0303-12	5 Sacos con material de base, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris y blanco de partículas grandes redondeadas, contaminado con asfalto.
0304-12	6 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris.
0306-12	5 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris.



No. de informe: I-0229-12

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados de CBR: muestra 0261-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	55	2182	98,7	6,38
25	56	2091	94,5	6,50
10	57	1944	87,9	6,88

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
55	0,000	-	-	0,000
56	0,034	-	-	0,043
57	0,026	-	-	0,026

PENETRACIÓN (pulg)	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	55	56	57
	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	14,52	4,30	2,36
0,050	41,2	7,85	3,61
0,075	58,5	13,8	4,58
0,100	74,2	20,0	5,48
0,125	88,5	26,0	6,30
0,150	102,3	31,2	7,04
0,200	126	40,7	8,35
0,300	160	56,5	11,0
0,400	187	70,7	13,3
0,500	212	82,8	15,6

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,7	105,4	120	112,7	123,2
25	94,5	28,4	38,8	28,4	38,8
10	87,9	7,79	7,95	7,79	7,95

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0261-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0229-12

Gráfico 1. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0261-12

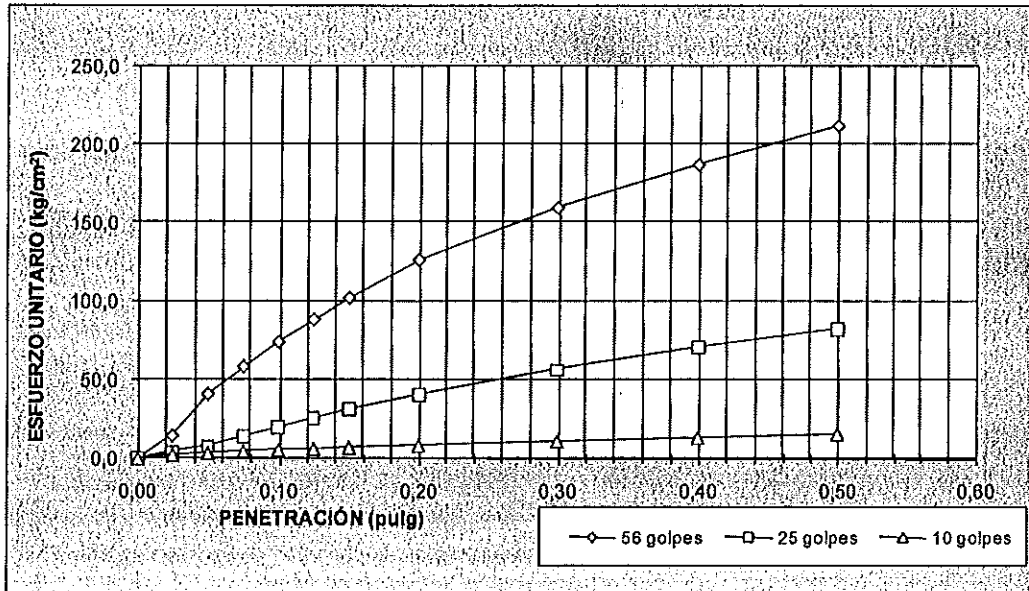
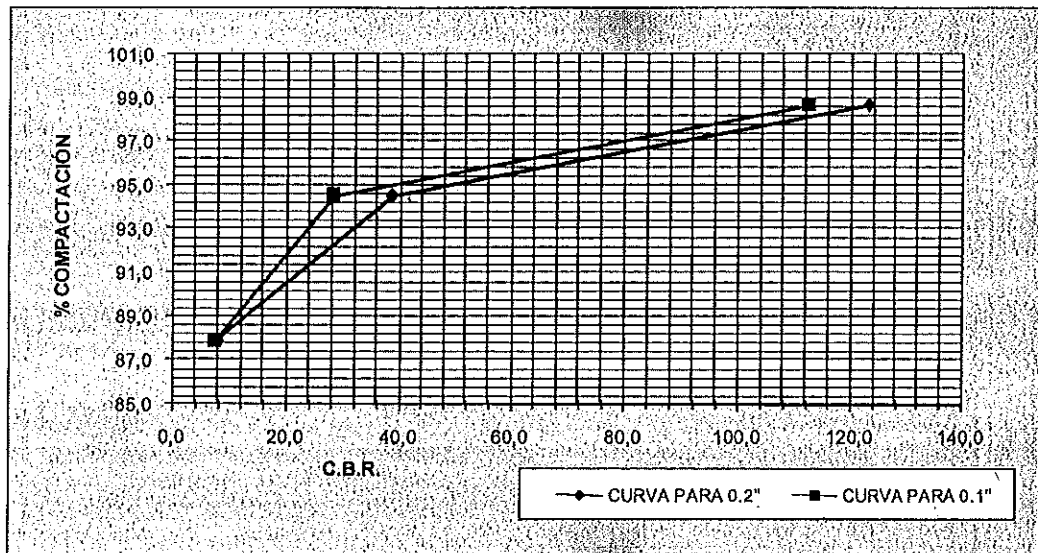


Gráfico 2. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0261-12



No. de informe: I-0229-12

Tabla 2. Resultados de CBR: muestra 0303-12

SIMBOLOGÍA	
δs	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	32	2097	95,0	5,90
25	36	2005	90,8	5,52
10	38	1887	85,5	6,08

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
32	0,129	-	-	0,146
36	0,103	-	-	0,112
38	0,146	-	-	0,154

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	32	36	38
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	13,86	8,20	3,44
0,050	32,2	14,42	5,34
0,075	43,5	19,2	6,72
0,100	53,6	23,4	7,71
0,125	63,0	27,3	8,51
0,150	71,3	30,8	9,30
0,200	87	37,1	10,66
0,300	111	48,7	13,4
0,400	132	58,6	16,0
0,500	153	67,0	18,4

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg
56	95,0	76,2	82,6
25	90,8	33,3	35,4
10	85,5	10,95	10,15

No. de informe: I-0229-12

Gráfico 3. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0303-12

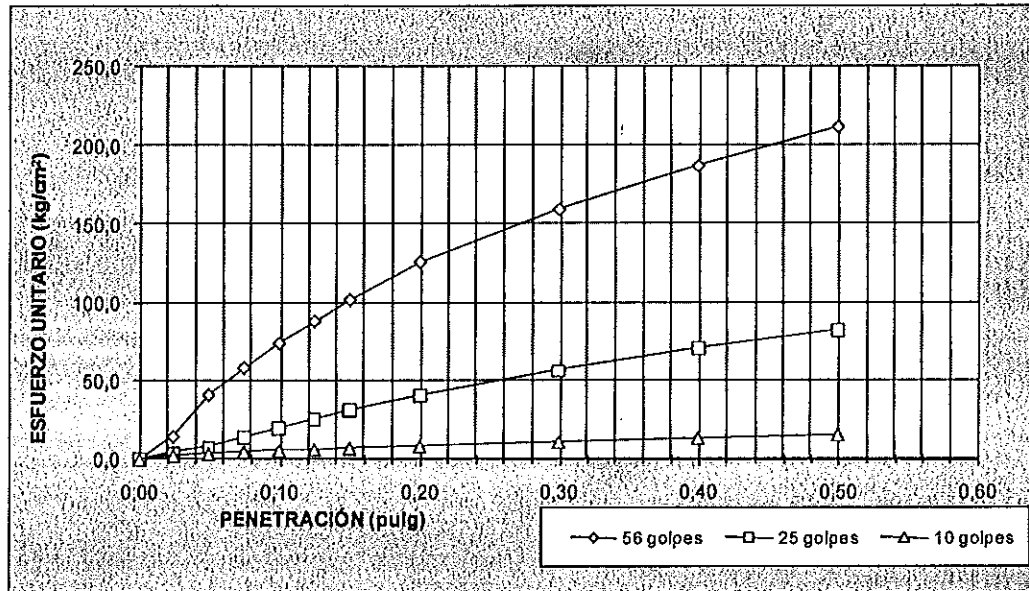
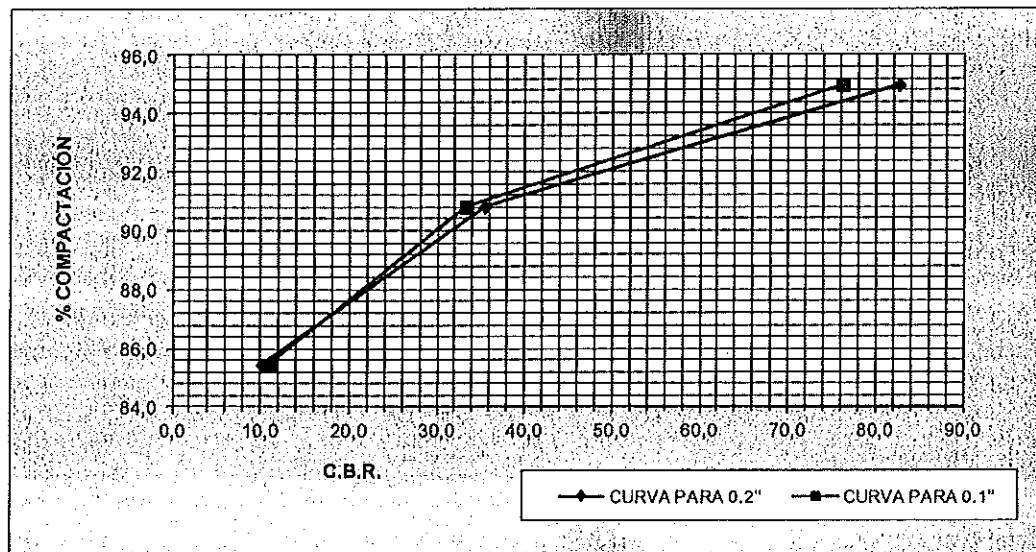


Gráfico 4. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0303-12



No. de informe: I-0229-12

Tabla 4. Resultados de CBR: muestra 0304-12

SIMBOLOGÍA	
δs	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	27	2099	96,6	5,70
25	28	1978	91,0	5,91
10	29	1805	83,0	5,69

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
27	0,103	-	-	0,112
28	0,077	-	-	0,077
29	0,146	-	-	0,172

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	27	28	29
	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	15,92	5,29	0,98
0,050	38,2	9,56	1,48
0,075	52,6	13,6	1,86
0,100	64,4	17,3	2,19
0,125	74,6	20,8	2,46
0,150	82,7	24,0	2,75
0,200	97	29,6	3,24
0,300	120	38,8	4,2
0,400	137	45,4	5,3
0,500	148	48,5	6,6

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO	
		0,1 pulg	0,2 pulg
56	96,6	91,5	92
25	91,0	24,6	28,2
10	83,0	3,10	3,09

No. de informe: I-0229-12

Gráfico 7. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0304-12

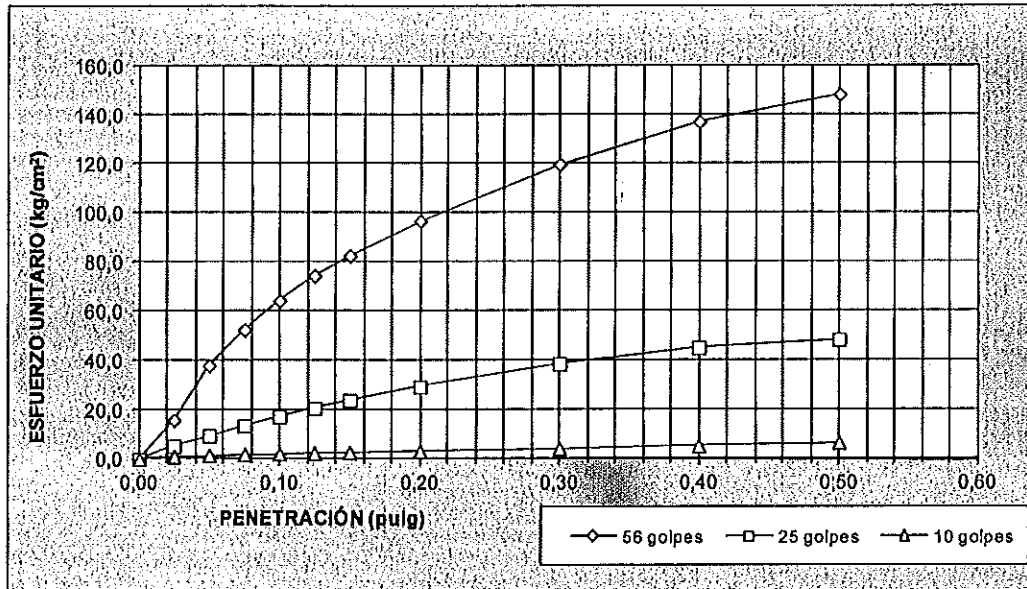
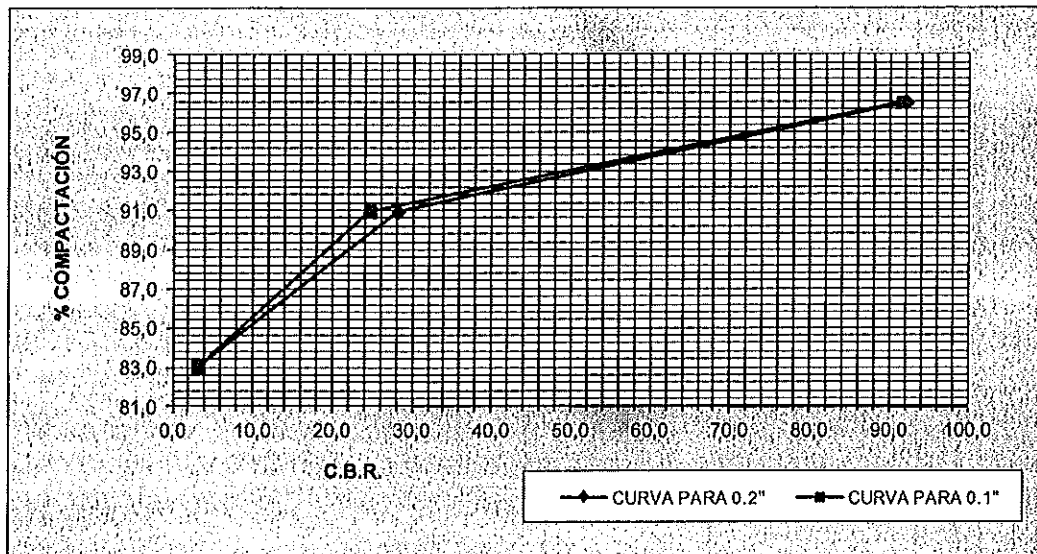


Gráfico 8. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0304-12



No. de informe: I-0229-12

Tabla 5. Resultados de CBR: muestra 0306-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	37	2124	98,0	8,12
25	39	2031	93,7	7,26
10	42	1940	89,5	7,72

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
37	-	-	-0,120	-0,120
39	-	-	-0,275	-0,275
42	-	-	0,017	0,017

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	37	39	42
	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
(pulg)			
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	1,81	2,29	3,34
0,050	6,0	6,48	6,02
0,075	13,1	12,3	8,46
0,100	22,6	17,6	10,7
0,125	34,7	23,5	12,9
0,150	46,7	29,2	14,9
0,200	70	39,4	18,6
0,300	112	56,1	25,0
0,400	147	70,1	29,9
0,500	173	81,9	33,3

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,0	32,1	67,1	71,0	88,4
25	93,7	25,1	37,5	25,1	37,5
10	89,5	15,2	17,8	15,2	17,8

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0306-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0229-12

Gráfico 9. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0306-12

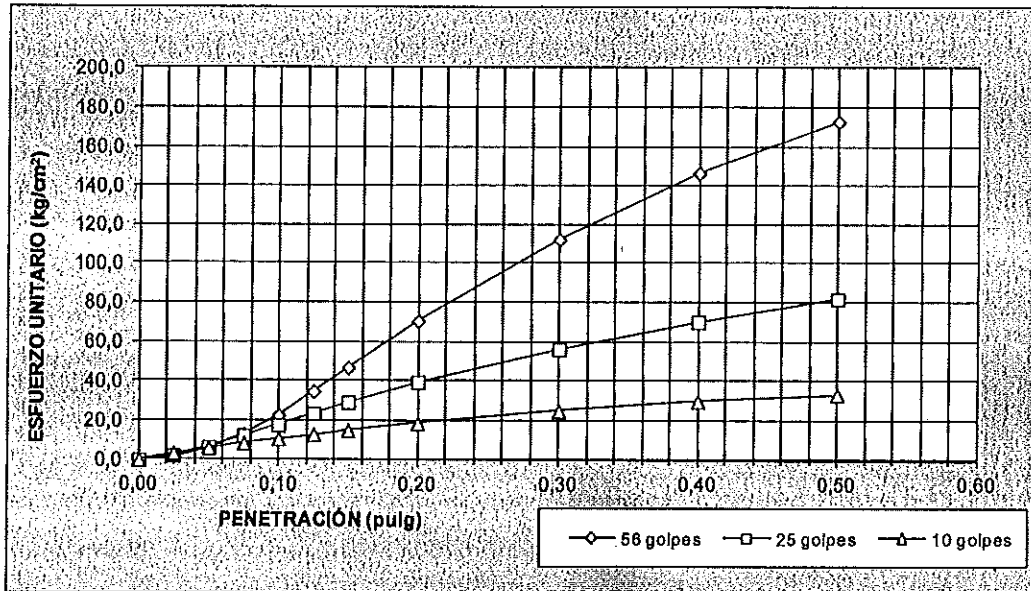
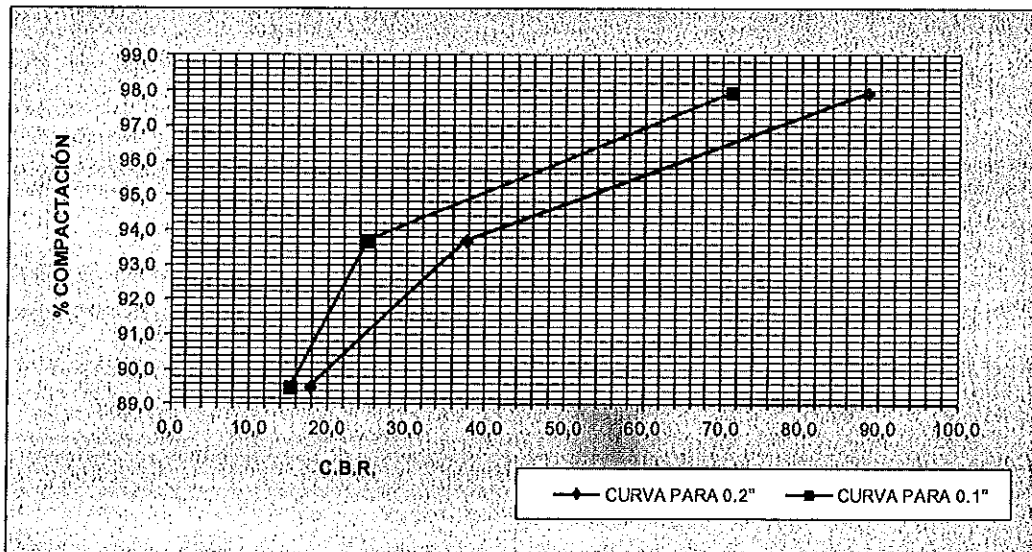


Gráfico 10. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0306-12



No. de informe: I-0229-12

Tabla 5. Resultados de CBR: muestra 0307-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	44	2210	98,9	6,59
25	60	2135	95,5	6,74
10	69	1992	89,2	6,82

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
44	-	-	0,043	0,043
60	-	-	0,017	0,017
69	-	-	0,043	0,051

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	44	60	69
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	4,28	5,27	4,17
0,050	14,8	10,83	7,38
0,075	31,4	18,0	9,73
0,100	50,1	26,1	11,8
0,125	70,8	34,6	13,8
0,150	91,9	43,4	15,5
0,200	130	58,2	18,7
0,300	191	86,0	24,5
0,400	241	109,1	30,6
0,500	288	129,3	36,5

No. GOLPES	C (%)	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
		0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	98,9	71,2	124	120,7	143
25	95,5	37,1	55,5	37,1	55
10	89,2	16,8	17,8	16,8	18

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0307-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0229-12

Gráfico 9. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0307-12

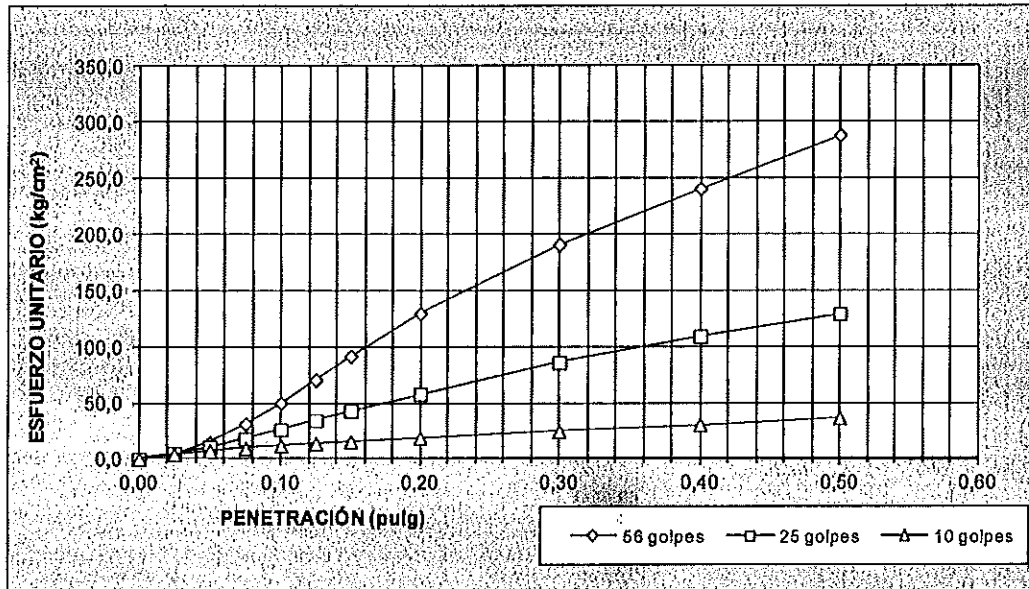
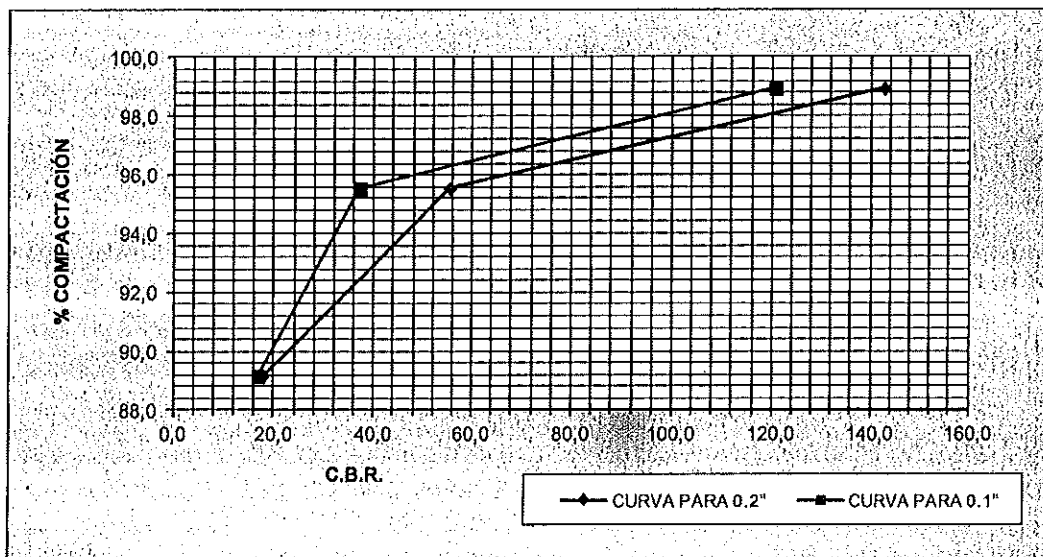


Gráfico 10. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0307-12





LanammeUCR

Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0229-12

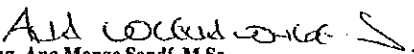
Nota:

-Los resultados de CBR son producto de la repetición de los respectivos ensayos según indicaciones de la norma.

Aclaraciones:

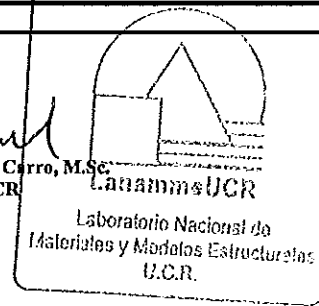
- Este informe complementa los informes I-171-12 y el informe I-247-12.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

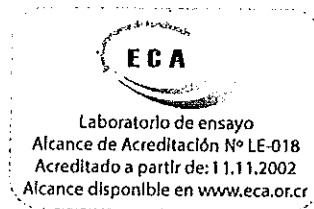
Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

Informe de Ensayo

RC-80 v.04 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

Informe parcial

ST-0122 -12

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de gestión municipal.
Proyecto: Limoncito.
Domicilio: San Pedro, Montes de Oca.

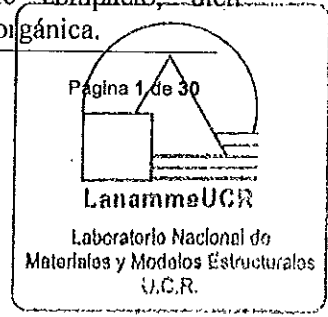
2. Método de ensayo:

- IT-CA-01 (ASTM C 702) (*)
 Procedimiento para reducir muestras de agregado a tamaños de ensayo.
- IT-CA-02 (ASTM C 136) (*)
 Procedimiento para el análisis por mallas de agregado fino y grueso.
- IT-CA-03 (ASTM C 117) (*)
 Método para determinar el material más fino que 0,075 mm por lavado en malla de 0,075 mm.
- IT-GC-05 (ASTM D 4318) (*)
 Procedimiento para determinar el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo.
- IT-GC-07 (AASHTO T 180) (*)
 Método estándar de ensayo para la relación densidad-humedad de suelos usando un mazo de 4,54 kg y una caída de 457 mm.
- IT-GC-08 (AASHTO T 193) (*)
 Método estándar de ensayo para determinar el índice de soporte de California (CBR).

(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr

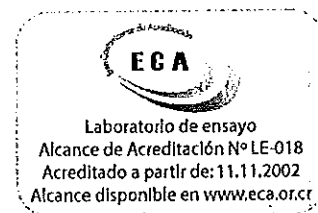
3. Información de la(s) muestra(s) o espécimen(es) de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0256-12	8 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 1, Sondeo 1. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica

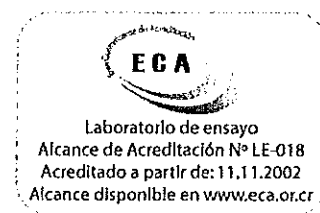


No. de informe: I-0247-12

- 0258-12 8 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 5, Sondeo 6. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0259-12 1 Bolsa con material de subrasante, identificada como: Excavación 6, Sondeo 4. Suelo limoso color verduzco claro con vetas coloradas y amarillentas, material alterado en bloques semicompactos.
- 0260-12 6 Sacos con material de base, identificados como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Agregado de río color gris de partícula redondeada, medianamente compacta, no evidencia contaminación orgánica.
- 0261-12 6 Sacos con material de subbase, identificados como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Agregado de río color gris, medianamente compacto, no evidencia contaminación orgánica.
- 0262-12 1 Saco con material de subrasante, identificado como: Limoncito A&A Excavación 7, Sondeo 7. Suelo limoso arcilloso "alterado" color grisáceo claro con vetas rojizas presenta partículas de río medianas redondeadas.
- 0263-12 6 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 10, Sondeo 11. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0265-12 4 Sacos con lastre, identificados como: Limoncito A&A Excavación 12, Sondeo 16. Agregado de río color gris, de partícula redondeada, medianamente compacto, bien graduado, no aparenta contaminación orgánica.
- 0303-12 5 Sacos con material de base, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris y blanco de partículas grandes redondeadas, contaminado con asfalto.
- 0304-12 6 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 16, Sondeo 18. Agregado de río color gris.



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
 Alcance de Acreditación N° LE-018
 Acreditado a partir de: 11.11.2002
 Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0247-12

- 0306-12 5 Sacos con material de subbase, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris.
- 0307-12 4 Sacos con material de base, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris medianamente compacto aparentemente bien graduado, contaminado con mezcla asfáltica, no evidencia contaminación orgánica.
- 0308-12 4 Sacos con material de relleno, identificados como: Excavación 17, Sondeo 24. Agregado de río color gris combinado con partículas de coral y conchas marinas, donde es predominante el material marino.
- 0311-12 4 Sacos con lastre, identificados como: Excavación 19, Sondeo 19. Agregado de río color gris.

Aportadas por:

Sr. Sergio Castillo.

Fecha de recepción :

0256-12 a 0265-12 2012/01/27
 0303-12 a 311-12 2012/02/03

Fecha de realización del ensayo:

2012/01/30 – 2012/02/17

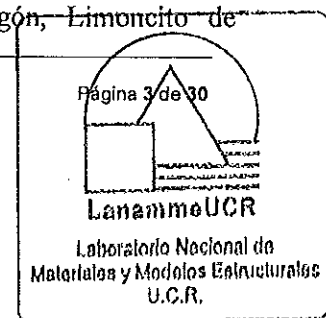
4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

0256-12 2012/01/23
 0258-12 a 0262-12 2012/01/24
 0263-12 2012/01/25
 0265-12 2012/01/26
 0303-12 a 0308-12 2012/01/30
 0311-12 2012/01/31

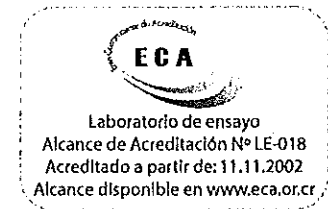
Ubicación:

0256-12 Contiguo a Licorera el Trébol, Limoncito.
 0258-12 No indicado.
 0259-12 100m Oeste de la Iglesia Cristiana Jetsemaní.
 0260-12 No indicado.
 0261-12 No indicado.
 0262-12 No indicado.
 0263-12 Costado Sur Oeste de la Plaza de Fútbol.
 0265-12 Frente a Pulpería Osama Terrorismo.
 0303-12 Frente a Bar-Restaurante 1+1.
 0304-12 Frente a Bar-Restaurante 1+1.
 0306-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

Limón.
0307-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de
Limón.
0308-12 Contiguo a pulpería Obregón, Limoncito de
Limón.
0311-12 No indicado.

Procedimiento de muestreo:

La ubicación de los sondeos ha sido determinada por la Unidad de Gestión Municipal. El muestreo consiste en un sondeo a cielo abierto de 40 cm x 40 cm, en la estructura del pavimento, de donde se extraen las diferentes capas hasta llegar a la subrasante. De ahí se extrae la muestra, y se transporta al laboratorio para la respectiva ejecución de los ensayos.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.

No. de informe: I-0247-12

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0256-12

MASA INICIAL: 20498 g MASA FINAL: 18354 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63,0	0,00	0,00	0,00	100
2"	50,0	943	4,60	4,60	95
1 1/2"	37,5	783	3,82	8,42	92
1"	25,0	1822	8,89	17,3	83
3/4"	19,0	1309	6,39	23,7	76
1/2"	12,5	2280	11,0	34,7	65
3/8"	9,50	1338	6,53	41,2	59
N° 4	4,75	2545	12,4	53,7	46
N° 8	2,36	1540	7,51	61,2	39
N° 10	2,00	290	1,41	62,6	37
N° 16	1,18	844	4,12	66,7	33
N° 20	0,850	622	3,04	69,7	30
N° 30	0,600	622	3,03	72,8	27
N° 40	0,425	646	3,15	75,9	24
N° 50	0,300	703	3,43	79,4	21
N° 60	0,250	309	1,51	80,9	19
N°100	0,150	836	4,08	84,9	15
N°200	0,075	873	4,26	89,2	11
% PASANDO LA MALLA N° 200					25,5



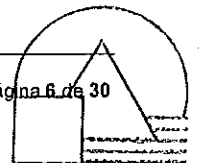
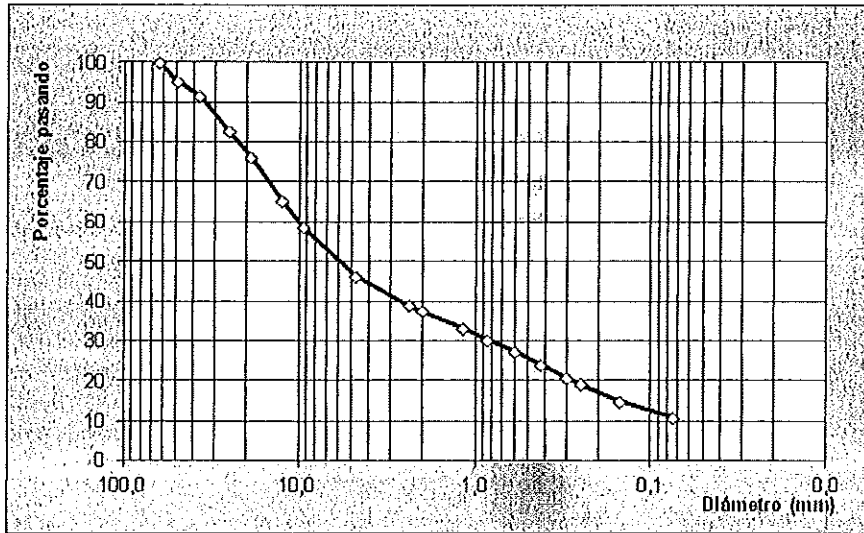
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 1: Curva granulométrica: muestra 0256-12

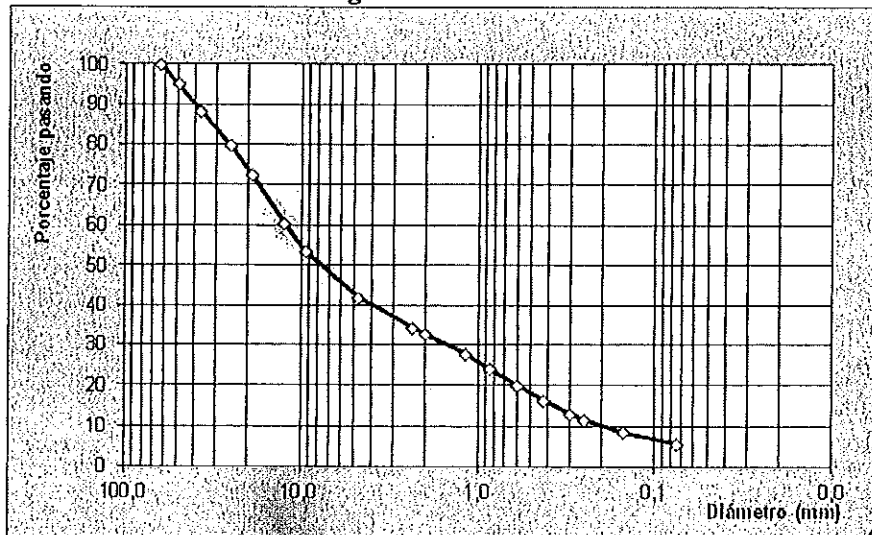


No. de informe: I-0247-12

Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0258-12

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63,0	0,00	0,00	0,00	100
2"	50,0	1020	4,89	4,89	95
1 1/2"	37,5	1401	6,72	11,6	88
1"	25,0	1790	8,59	20,2	80
3/4"	19,0	1526	7,32	27,5	72
1/2"	12,5	2450	11,8	39,3	61
3/8"	9,50	1486	7,13	46,4	54
N° 4	4,75	2406	11,5	57,9	42
N° 8	2,36	1621	7,78	65,7	34
N° 10	2,00	337	1,62	67,3	33
N° 16	1,18	1056	5,07	72,4	28
N° 20	0,850	777	3,73	76,1	24
N° 30	0,600	792	3,80	79,9	20
N° 40	0,425	763	3,66	83,6	16
N° 50	0,300	698	3,35	86,9	13
N° 60	0,250	283	1,36	88,3	12
N°100	0,150	667	3,20	91,5	8,5
N°200	0,075	580	2,78	94,3	5,7
% PASANDO LA MALLA N° 200					13,9

Gráfico 2: Curva granulométrica: muestra 0258-12



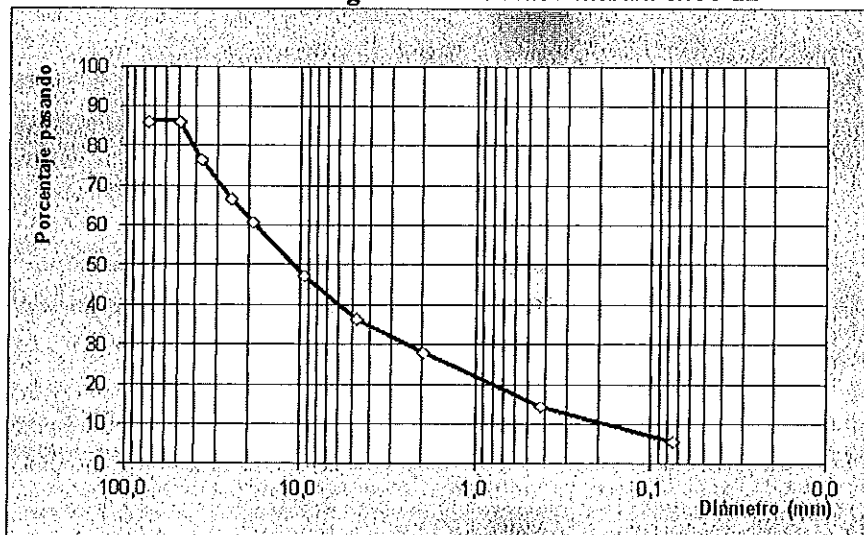
No. de informe: I-0247-12

Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0260-12

MASA INICIAL: 65333 g MASA FINAL: 61709 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75,0	0,00	0,00	13,77	86
2"	50,0	8994	13,8	13,8	86
1 1/2"	37,5	6311	9,66	23,4	77
1"	25,0	6469	9,90	33,3	67
3/4"	19,0	3648	5,58	38,9	61
3/8"	9,50	8966	13,7	52,6	47
N° 4	4,75	7217	11,0	63,7	36
N° 10	2,00	5298	8,11	71,8	28
N° 40	0,425	9019	13,8	85,6	14
N° 200	0,075	5731	8,77	94,4	5,6
% PASANDO LA MALLA N° 200					15,0

Gráfico 3: Curva granulométrica: muestra 0260-12



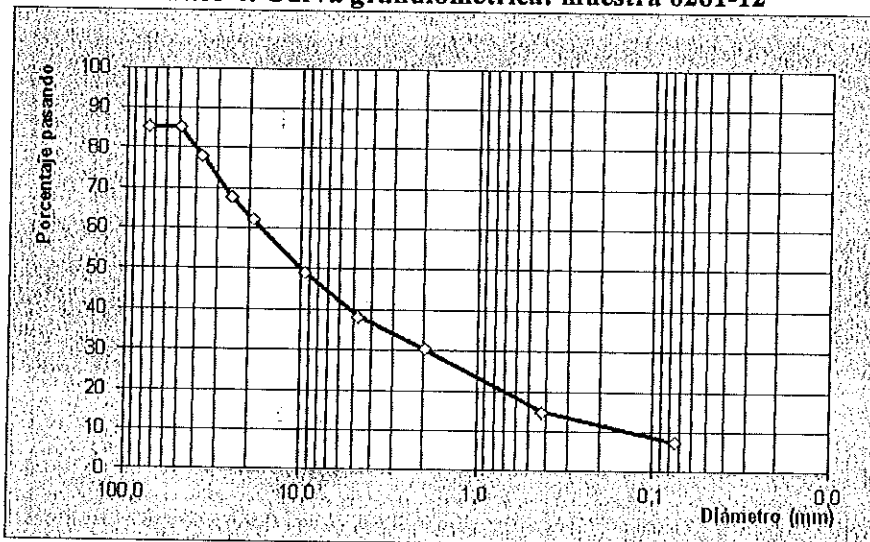
No. de informe: I-0247-12

Tabla 4. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0261-12

MASA INICIAL: 68322 g MASA FINAL: 81844 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75,0	0,00	0,00	14,78	85
2"	50,0	10098	14,8	14,8	85
1 1/2"	37,5	4754	6,96	21,7	78
1"	25,0	7221	10,6	32,3	68
3/4"	19,0	3671	5,37	37,7	62
3/8"	9,50	9030	13,2	50,9	49
N° 4	4,75	7376	10,8	61,7	38
N° 10	2,00	5323	7,79	69,5	31
N° 40	0,425	10600	15,51	85,0	15
N°200	0,075	5169	7,57	92,6	7
% PASANDO LA MALLA N° 200					19,3

Gráfico 4: Curva granulométrica: muestra 0261-12



No. de informe: I-0247-12

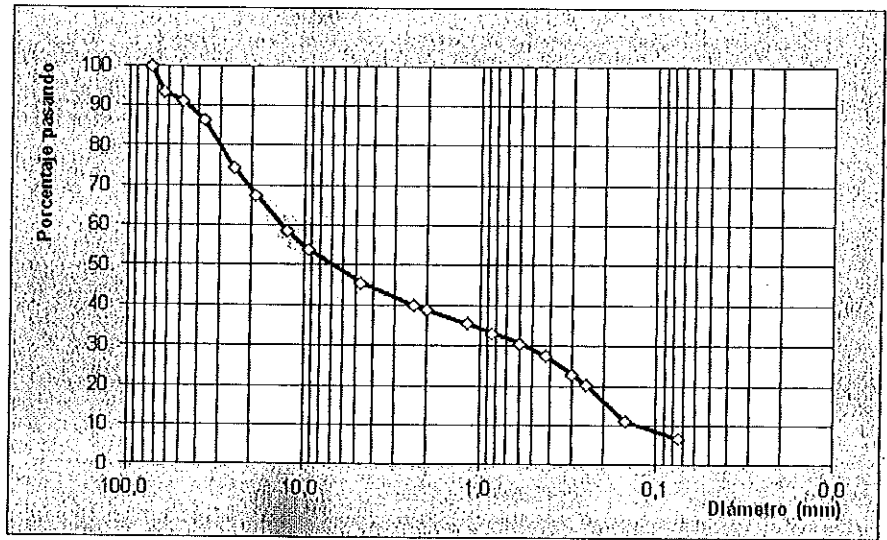
Tabla 5. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0263-12

MASA INICIAL: 31650 g MASA FINAL: 29565 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100
2 1/2"	63,0	2105	6,7	6,7	93
2"	50,0	642	2,0	8,7	91
1 1/2"	37,5	1546	4,9	13,6	86
1"	25,0	3846	12,2	25,7	74
3/4"	19,0	2145	6,8	32,5	68
1/2"	12,5	2796	8,8	41,3	59
3/8"	9,50	1486	4,7	46,0	54
N° 4	4,75	2654	8,4	54,4	46
N° 8	2,36	1760,4	5,6	60,0	40
N° 10	2,00	359,7	1,1	61,1	39
N° 16	1,18	1036,6	3,3	64,4	36
N° 20	0,850	747,3	2,4	66,7	33,3
N° 30	0,600	829,8	2,6	69,4	30,6
N° 40	0,425	983,0	3,1	72,5	27,5
N° 50	0,300	1424,9	4,5	77,0	23,0
N° 60	0,250	895,3	2,8	79,8	20,2
N°100	0,150	2853,9	9,0	88,8	11,2
N°200	0,075	1405,7	4,4	93,3	6,7
% PASANDO LA MALLA N° 200					59,6

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 5: Curva granulométrica: muestra 0263-12



No. de informe: I-0247-12

Tabla 6. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0265-12

MASA INICIAL: 59546 g MASA FINAL: 55929 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3 1/2"	90,0	0,00	0,00	0,00	100
3"	75,0	2872	4,8	4,8	95
2 1/2"	63,0	565	0,9	5,8	94
2"	50,0	4258	7,2	12,9	87
1 1/2"	37,5	5075	8,5	21,4	79
1"	25,0	7024	11,8	33,2	67
3/4"	19,0	3680	6,2	39,4	61
1/2"	12,5	5945	10,0	49,4	51
3/8"	9,50	3137	5,3	54,7	45
N° 4	4,75	5758	9,7	64,3	36
N° 8	2,36	3564,8	6,0	70,3	30
N° 10	2,00	719,9	1,2	71,5	28
N° 16	1,18	2047,1	3,4	75,0	25
N° 20	0,850	1301,2	2,2	77,2	22,8
N° 30	0,600	1515,9	2,5	79,7	20,3
N° 40	0,425	1966,4	3,3	83,0	17,0
N° 50	0,300	1971,3	3,3	86,3	13,7
N° 60	0,250	1026,0	1,7	88,0	12,0
N°100	0,150	1913,2	3,2	91,3	8,7
N°200	0,075	1537,2	2,6	93,8	6,2
% PASANDO LA MALLA N° 200					17,7

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 6: Curva granulométrica: muestra 0265-12

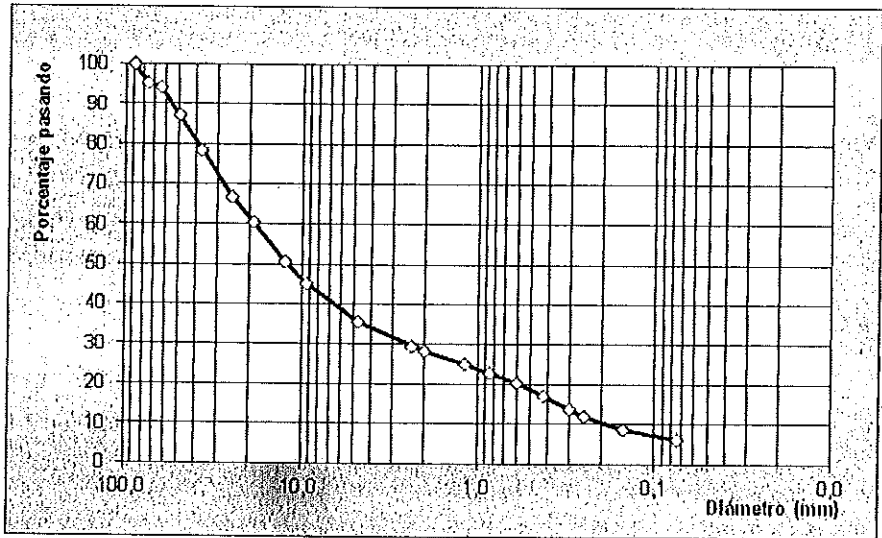


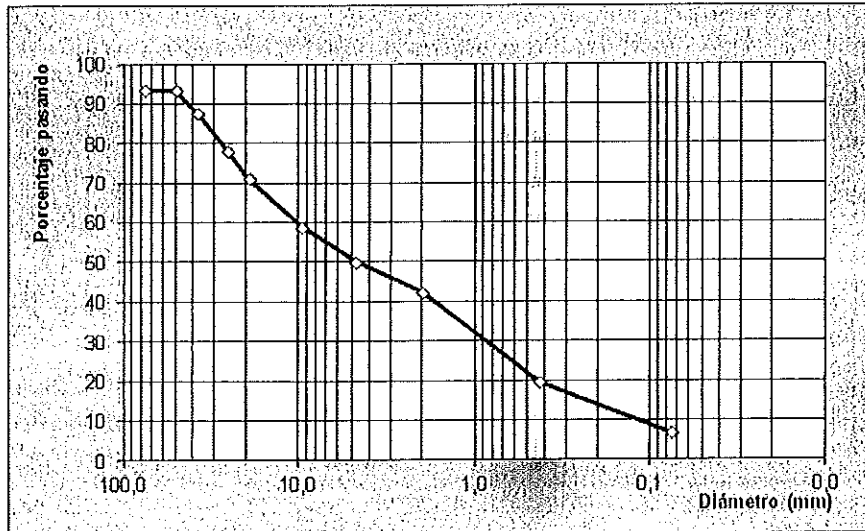
Tabla 7. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0303-12

MASA INICIAL: 33495 g MASA FINAL: 31313 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75,0	0,00	0,00	6,63	93
2"	50,0	2219	6,6	6,6	93
1 1/2"	37,5	1945	5,81	12,4	88
1"	25,0	3191	9,53	22,0	78
3/4"	19,0	2350	7,01	29,0	71
3/8"	9,50	4074	12,2	41,1	59
N° 4	4,75	2983	8,9	50,0	50
N° 10	2,00	2537	7,57	57,6	42
N° 40	0,425	7646	22,8	80,4	20
N° 200	0,075	4259	12,71	93,2	7
% LAVADO POR LA MALLA N° 200					14,2

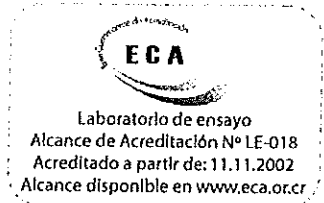
No. de informe: I-0247-12

Gráfico 7: Curva granulométrica: muestra 0303-12





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

Tabla 8. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0304-12

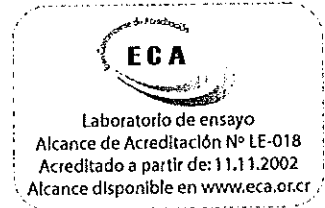
MASA INICIAL: 71062 g MASA FINAL: 65185 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
4 1/2"	112,0	0,00	0,00	4,39	96
4"	100,0	2052,00	2,89	4,39	96
3 1/2"	90,0	1066,40	1,50	1,50	98
3"	75,0	1847	2,6	4,1	96
2 1/2"	63,0	3195	4,5	8,6	91
2"	50,0	6180	8,7	17,3	83
1 1/2"	37,5	8075	11,4	28,7	71
1"	25,0	9623	13,5	42,2	58
3/4"	19,0	4245	6,0	48,2	52
1/2"	12,5	4428	6,2	54,4	46
3/8"	9,50	2502	3,5	57,9	42
N° 4	4,75	4415	6,2	64,1	36
N° 8	2,36	2806,8	3,9	68,1	32
N° 10	2,00	691,7	1,0	69,1	31
N° 16	1,18	2563,7	3,6	72,7	27
N° 20	0,850	2234,5	3,1	75,8	24,2
N° 30	0,600	2567,8	3,6	79,4	20,6
N° 40	0,425	2640,1	3,7	83,1	16,9
N° 50	0,300	2319,0	3,3	86,4	13,6
N° 60	0,250	809,8	1,1	87,5	12,5
N° 100	0,150	1600,6	2,3	89,8	10,2
N° 200	0,075	1205,9	1,7	91,5	8,5
% LAVADO POR LA MALLA N° 200					16,8



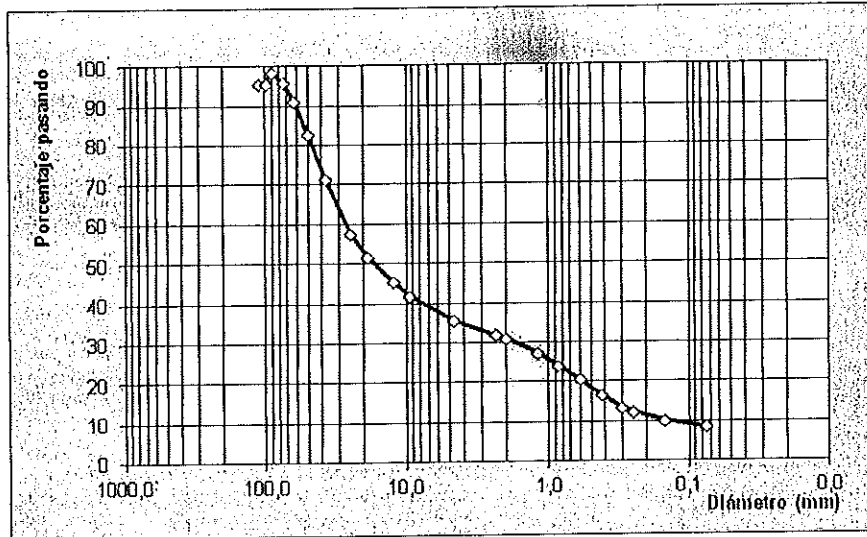


Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

Gráfico 8: Curva granulométrica: muestra 0304-12



No. de informe: I-0247-12

Tabla 9. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0306-12

MASA INICIAL: 82847 g MASA FINAL: 73537 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
5"	125,0	0,00	0,00	13,07	87
4 1/2"	112,0	5619	6,78	13,07	87
4"	100,0	0,00	0,00	6,28	94
3 1/2"	90,0	5206	6,28	6,28	94
3"	75,0	3612	4,4	10,6	89
2 1/2"	63,0	4866	5,9	16,5	83
2"	50,0	2712	3,3	19,8	80
1 1/2"	37,5	2845	3,4	23,2	77
1"	25,0	6315	7,6	30,8	69
3/4"	19,0	4151	5,0	35,9	64
1/2"	12,5	5798	7,0	42,9	57
3/8"	9,50	3192	3,9	46,7	53
N° 4	4,75	5996	7,2	53,9	46
N° 8	2,36	5397,1	6,5	60,5	40
N° 10	2,00	1130,5	1,4	61,8	38
N° 16	1,18	3757,1	4,5	66,4	34
N° 20	0,850	3155,6	3,8	70,2	29,8
N° 30	0,600	3484,2	4,2	74,4	25,6
N° 40	0,425	3123,0	3,8	78,1	21,9
N° 50	0,300	2808,6	3,4	81,5	18,5
N° 60	0,250	1137,1	1,4	82,9	17,1
N°100	0,150	2998,9	3,6	86,5	13,5
N°200	0,075	1747,0	2,1	88,6	11,4
% LAVADO POR LA MALLA N° 200					11,7

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 9: Curva granulométrica: muestra 0306-12

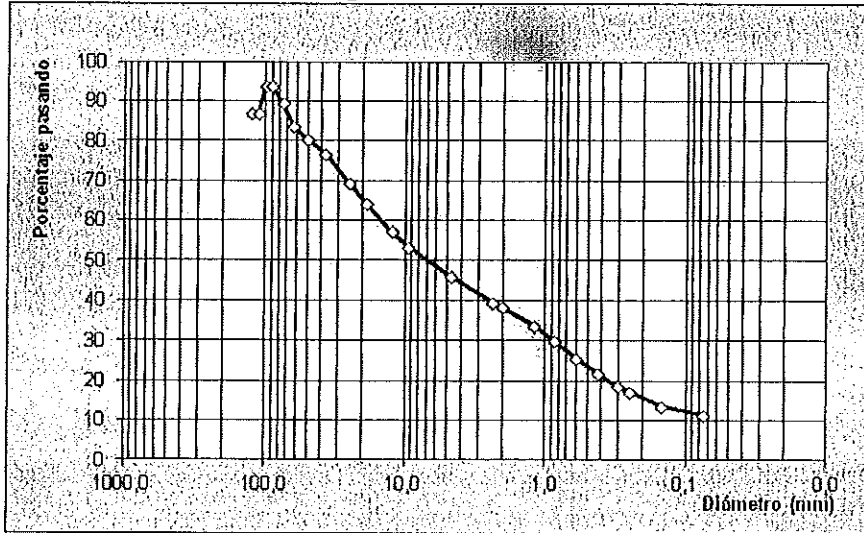


Tabla 10. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0307-12

MASA INICIAL: 32651 g MASA FINAL: 30414 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2 1/2"	63,0	0,00	0,00	0,00	100
2"	50,0	360	1,1	1,1	99
1 1/2"	37,5	190	0,6	1,7	98
1"	25,0	4741	14,5	16,2	84
3/4"	19,0	4075	12,5	28,7	71
1/2"	12,5	4242	13,0	41,7	58
3/8"	9,50	2074	6,4	48,0	52
Nº 4	4,75	4096	12,5	60,6	39
Nº 8	2,36	2775,8	8,5	69,1	31
Nº 10	2,00	550,6	1,7	70,8	29
Nº 16	1,18	1568,3	4,8	75,6	24
Nº 20	0,850	1002,6	3,1	78,6	21,4
Nº 30	0,600	990,5	3,0	81,7	18,3
Nº 40	0,425	866,0	2,7	84,3	15,7
Nº 50	0,300	805,0	2,5	86,8	13,2
Nº 60	0,250	350,8	1,1	87,9	12,1
Nº100	0,150	965,6	3,0	90,8	9,2
Nº200	0,075	734,6	2,2	93,1	6,9
% LAVADO POR LA MALLA Nº 200					19,1



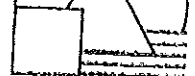
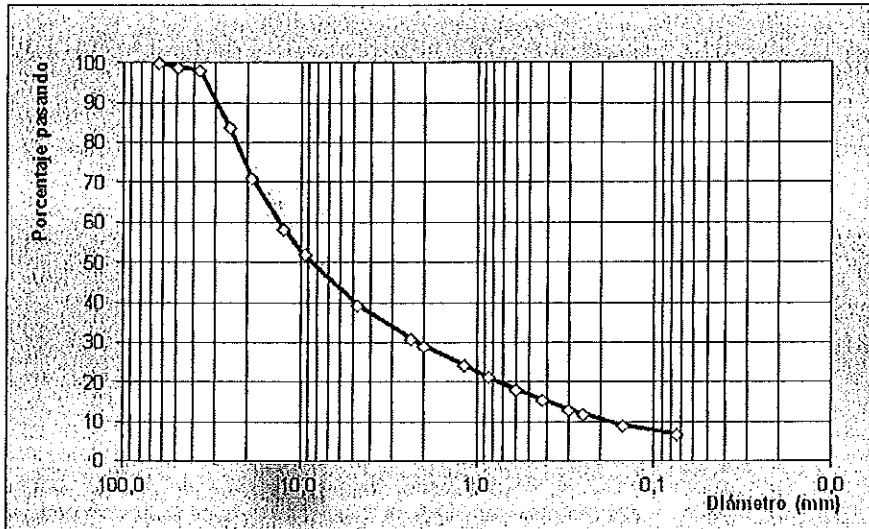
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



Laboratorio de ensayo
Alcance de Acreditación N° LE-018
Acreditado a partir de: 11.11.2002
Alcance disponible en www.eca.or.cr

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 10: Curva granulométrica: muestra 0307-12



No. de informe: I-0247-12

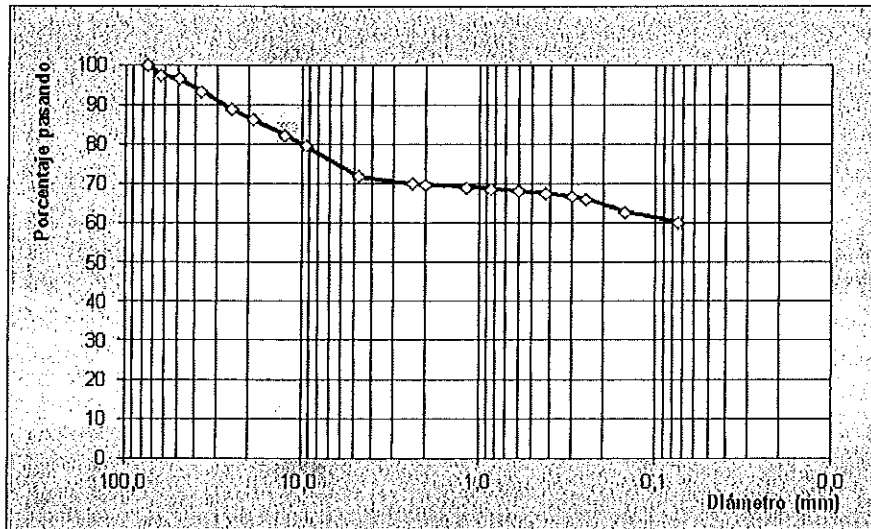
Tabla 11. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0308-12

MASA INICIAL: 52989 g MASA FINAL: 21122 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
3"	75,0	0,00	0,00	0,00	100
2 1/2"	63,0	1317	2,5	2,5	98
2"	50,0	462	0,9	3,4	97
1 1/2"	37,5	1680	3,2	6,5	93
1"	25,0	2440	4,6	11,1	89
3/4"	19,0	1336	2,5	13,7	86
1/2"	12,5	2131	4,0	17,7	82
3/8"	9,50	1424	2,7	20,4	80
N° 4	4,75	4091	7,7	28,1	72
N° 8	2,36	1036	2,0	30,0	70
N° 10	2,00	87	0,2	30,2	70
N° 16	1,18	315	0,6	30,8	69
N° 20	0,850	258	0,5	31,3	68,7
N° 30	0,600	289	0,5	31,8	68,2
N° 40	0,425	305	0,6	32,4	67,6
N° 50	0,300	440	0,8	33,2	66,8
N° 60	0,250	311	0,6	33,8	66,2
N°100	0,150	1776	3,4	37,2	62,8
N°200	0,075	1322	2,5	39,7	60,3
% LAVADO POR LA MALLA N° 200					18,8

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 11: Curva granulométrica: muestra 0308-12



No. de informe: I-0247-12

Tabla 12. Resultados del análisis granulométrico: muestra 0311-12

MASA INICIAL: 67255 g MASA FINAL: 63635 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
4"	100	0,00	0,00	0,00	100
3 1/2"	90,0	1568	2,33	2,33	98
3"	75,0	3595	5,35	7,68	92
2 1/2"	63,0	2657	3,95	11,6	88
2"	50,0	2471	3,67	15,3	85
1 1/2"	37,5	4512	6,71	22,0	78
1"	25,0	7179	10,7	32,7	67
3/4"	19,0	4741	7,05	39,7	60
1/2"	12,5	7348	10,9	50,7	49
3/8"	9,50	3850	5,72	56,4	44
N° 4	4,75	7446	11,1	67,5	33
N° 8	2,36	4295	6,39	73,8	26
N° 10	2,00	954	1,42	75,3	25
N° 16	1,18	2603	3,87	79,1	21
N° 20	0,850	1642	2,44	81,6	18
N° 30	0,600	1757	2,61	84,2	16
N° 40	0,425	1884	2,80	87,0	13
N° 50	0,300	1614	2,40	89,4	11
N° 60	0,250	780	1,16	90,5	9,5
N° 100	0,150	1437	2,14	92,7	7,3
N° 200	0,075	1203	1,79	94,5	5,5
% LAVADO POR LA MALLA N° 200					16,9

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 12: Curva granulométrica: muestra 0311-12

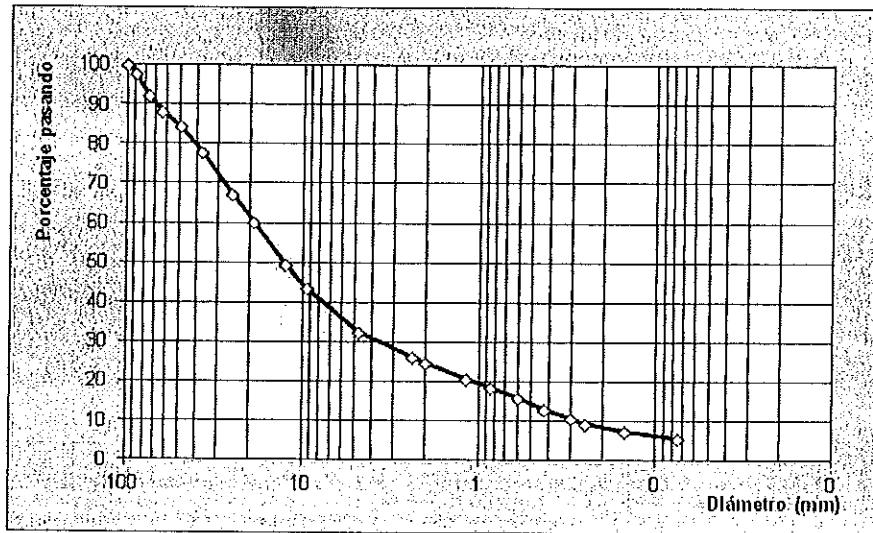


Tabla 13 Resultados de Límites Atterberg

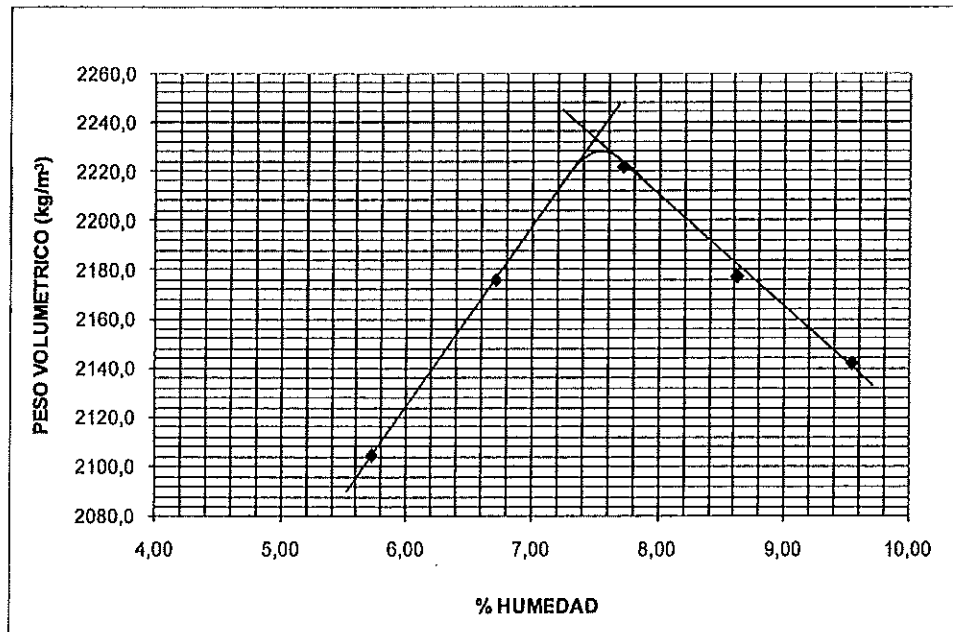
MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0259-12	56	30	26
0260-12	22	17	5
0261-12	20	16	4
0262-12	49	30	19

No. de informe: I-0247-12

Tabla 14. Resultados próctor modificado: muestra 0260-12

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,50%
Densidad seca máxima estándar	2228,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 13. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0260-12

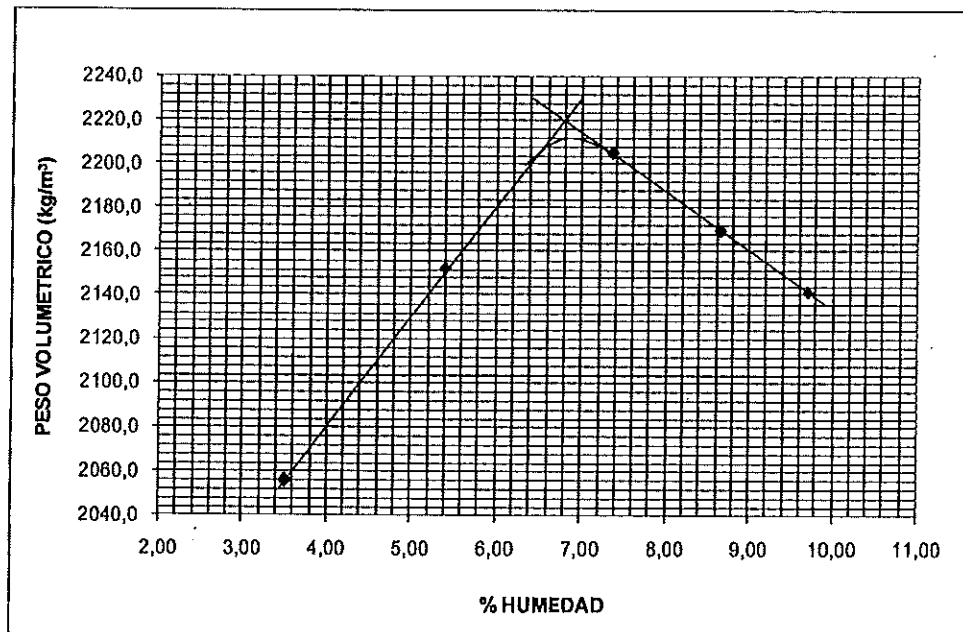


No. de informe: I-0247-12

Tabla 15. Resultados próctor modificado: muestra 0261-12

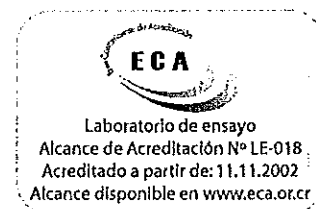
RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	6,80%
Densidad seca máxima estándar	2212,0 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

Gráfico 14. Peso volumétrico contra humedad: muestra 0261-12





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
 Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

Tabla 16. Resultados de CBR: muestra 0260-12

SIMBOLOGÍA	
δ s	Densidad seca
C	Porcentaje de compactación
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen
*	No se tomaron lecturas de deformación

GOLPES	MOLDE	δ s (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	21	2181	97,9	7,02
25	23	2088	93,7	7,48
10	34	1978	88,8	7,81

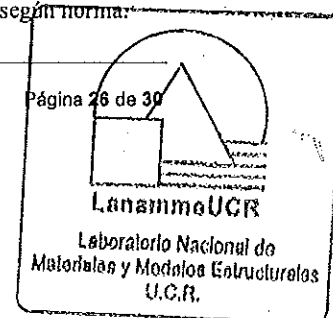
MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
21	-	-	0,0945	0,0945
23	-	-	0,0258	0,0258
34	-	-	0,0515	0,0515

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN		
	MOLDES		
	21	23	34
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	1,80	3,07	2,21
0,050	5,9	9,5	5,79
0,075	13,8	17,9	8,9
0,100	25,2	26,3	11,8
0,125	38,4	34,3	14,3
0,150	52,8	41,6	16,8
0,200	81	55,9	21,3
0,300	135	79,7	29,4
0,400	181	102	36,9
0,500	220	122	45,1

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	97,9	35,8	77,5	80,8	108,4
25	93,7	37,3	53,2	37,3	53,2
10	88,8	16,7	20,2	16,7	20,2

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0260-12 fueron corregidos por curvatura, según norma:



No. de informe: I-0247-12

Gráfico 15. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0260-12

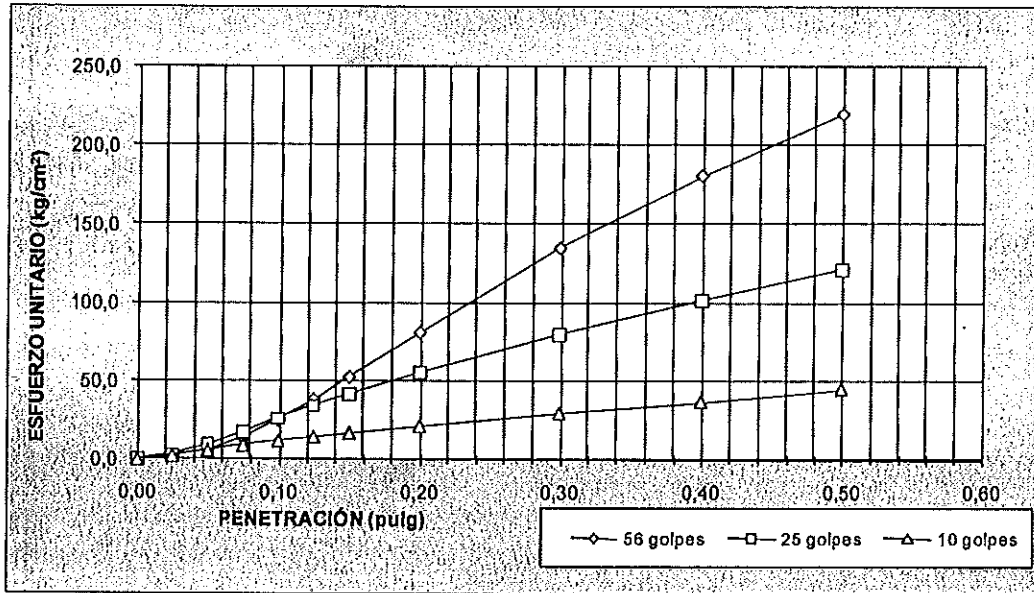
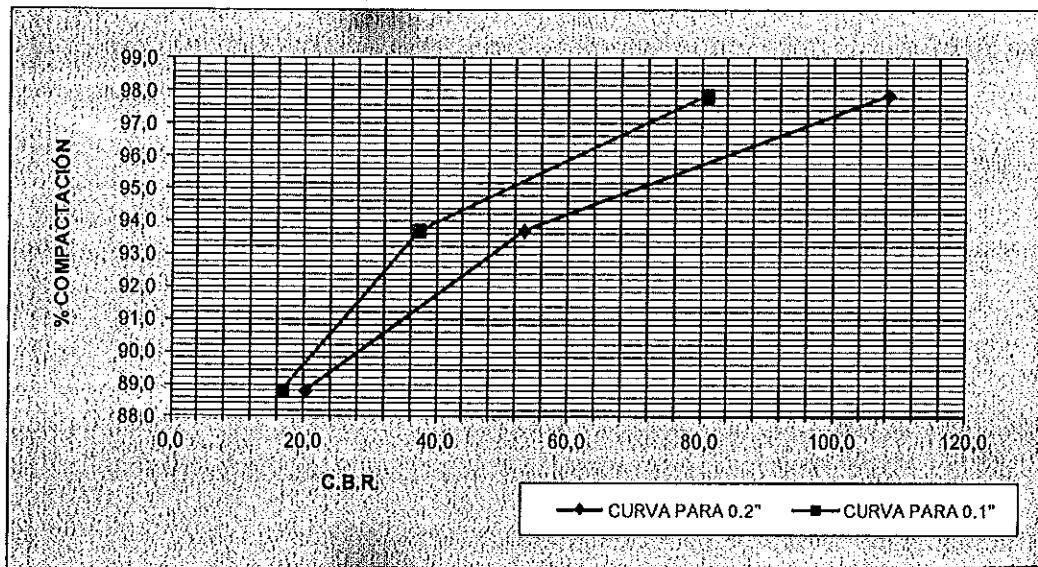


Gráfico 16. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0260-12



No. de informe: I-0247-12

Tabla 17. Resultados de CBR: muestra 0261-12

SIMBOLOGÍA				
δs	Densidad seca			
C	Porcentaje de compactación			
W	Porcentaje de humedad en cada espécimen			
*	No se tomaron lecturas de deformación			

GOLPES	MOLDE	δs (kg/m ³)	C (%)	W (%)
56	22	2200	99,5	6,40
25	24	2076	93,8	6,84
10	35	1972	89,1	6,83

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
22	-	-	0,137	0,137
24	-	-	0,112	0,112
35	-	-	0,069	0,077

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	22 (kgf/cm ²)	24 (kgf/cm ²)	35 (kgf/cm ²)
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,000	0,00	0,00	0,00
0,025	6,46	9,23	3,31
0,050	16,4	16,8	5,37
0,075	27,8	22,8	6,9
0,100	42,2	28,2	8,4
0,125	58,8	33,4	9,8
0,150	74,8	37,7	10,9
0,200	105	46,4	13,3
0,300	155	61,6	18,2
0,400	192	75	22,1
0,500	226	87	26,7

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	99,5	60,0	100	88,2	115
25	93,8	40,1	44,2	40,1	44
10	89,1	12,0	12,6	12,0	13

Nota:

-Los valores de CBR para el molde de 56 golpes en la muestra 0261-12 fueron corregidos por curvatura, según norma.

No. de informe: I-0247-12

Gráfico 17. Esfuerzo unitario contra penetración: muestra 0261-12

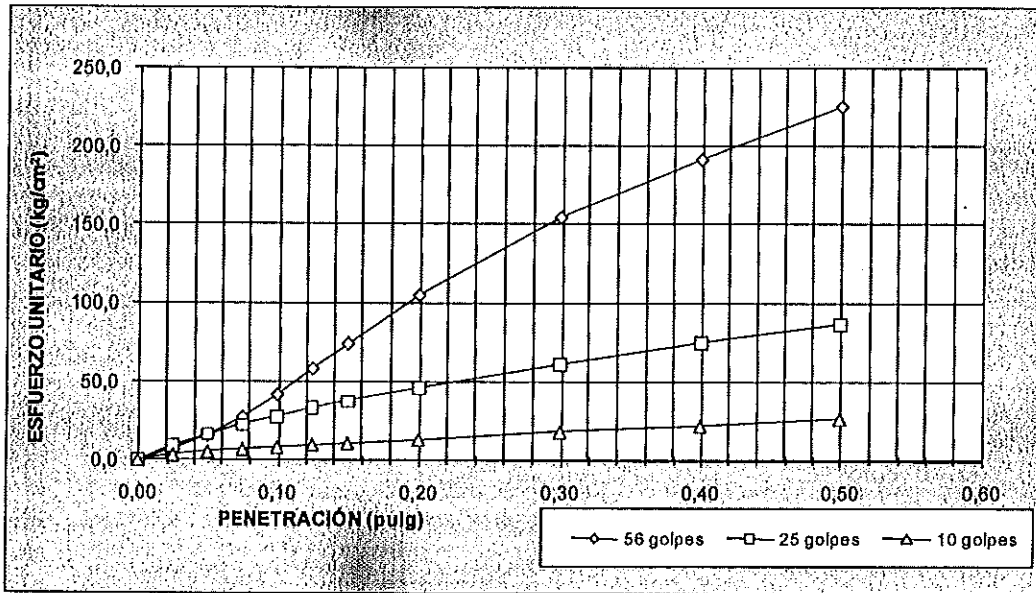
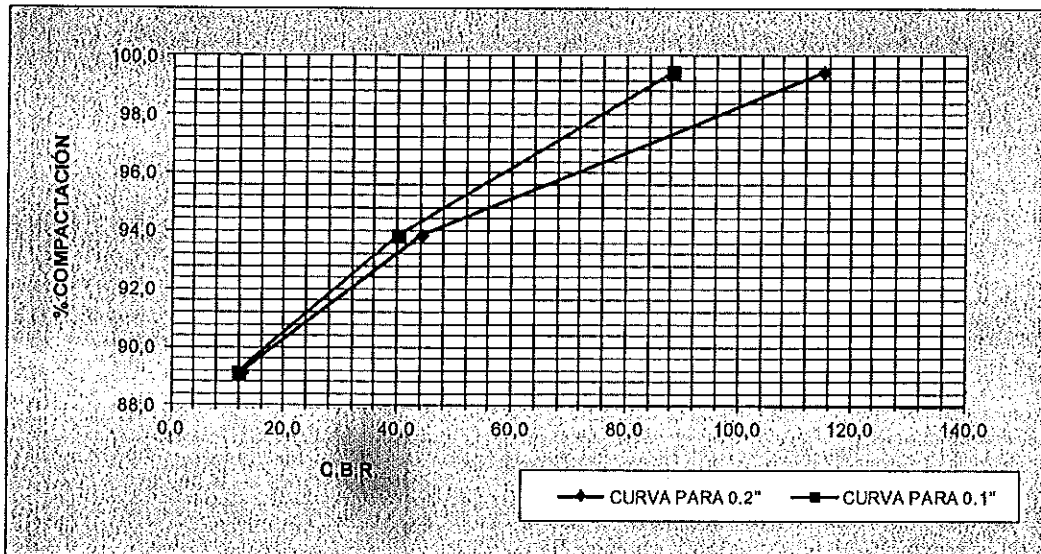
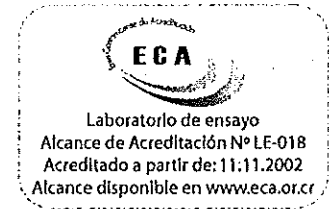


Gráfico 18. Porcentaje de compactación contra CBR: muestra 0261-12





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0247-12

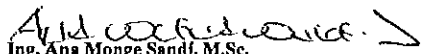
Nota:

-Se recomienda la repetición de los ensayos de CBR para las muestras 0260-12 y 0261-12, debido a que presentan valores de CBR mayores para la penetración de 0,2pulg. (5,08 mm) que para la penetración de 0,1 pulg. (2,54 mm).


Aclaraciones:

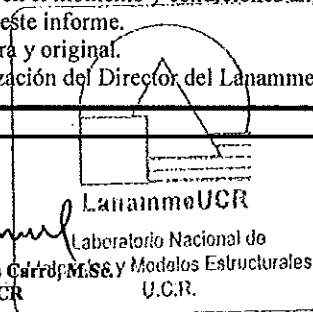
- El presente informe anula y sustituye el informe I-0134-12.
- El presente informe de ensayo sólo ampara las mediciones reportadas en el momento y condiciones ambientales y de uso en que se realizó esta prueba, para la(s) muestra(s) indicada(s) en este informe.
- Este informe de resultados tiene validez únicamente en su forma íntegra y original.
- No se permite la reproducción parcial de este documento sin la autorización del Director del LanammeUCR.

Revisó:


Ing. Ana Monge Sandí, M.Sc.
Coordinadora de Laboratorios
de Infraestructura Civil

Aprobó:


Ing. Alejandro Navas Carrón, M.Sc. y Modelos Estructurales
Director LanammeUCR





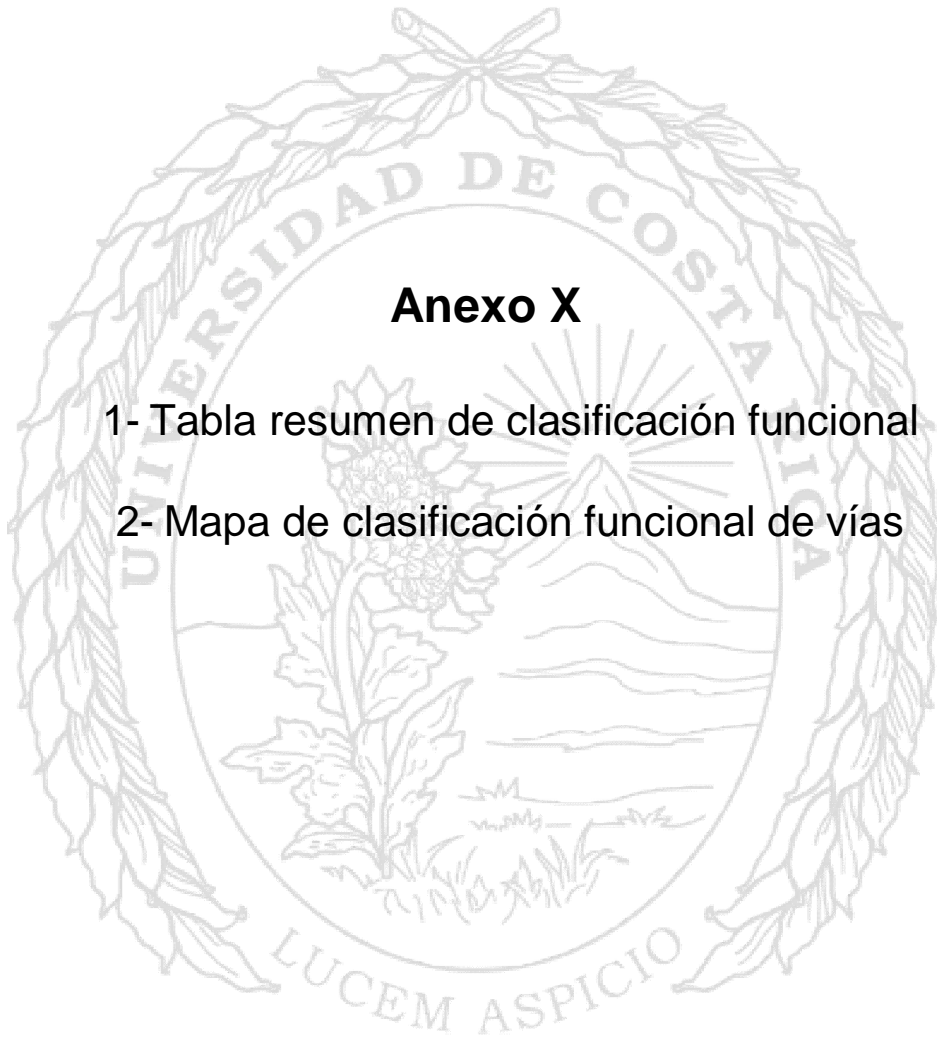
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo X

- 1- Tabla resumen de clasificación funcional
- 2- Mapa de clasificación funcional de vías



Código del camino			Longitud	Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo		
LI1-	AS-	1	1586.00	PRIMARIA ESPECIAL
LI1-	AS-	2	310.00	SECUNDARIA
LI1-	LA-	1	120.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	2	262.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	3	276.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	4	195.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	5a	197.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	5b	20.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	6	1276.00	PRIMARIA GENERAL/SECUNDARIA
LI1-	LA-	7	518.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	8	131.00	TERCIARIA/ACCESO
LI1-	LA-	9	137.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	10a	123.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	10b	137.00	ACCESO
LI1-	LA-	11	130.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	12	302.00	TERCIARIA/ACCESO
LI1-	LA-	13	263.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	14	191.00	TERCIARIA
LI1-	LA-	15	129.00	ACCESO
LI1-	LA-	16	41.00	ACCESO
LI1-	TI-	1	56.00	ACCESO
LI1-	TI-	2	147.00	TERCIARIA
LI1-	TI-	3	56.00	ACCESO
LI1-	TI-	4	241.00	TERCIARIA
LI1-	TI-	5	73.00	ACCESO
LI1-	TI-	6	66.00	ACCESO
LI1-	TI-	7	175.00	ACCESO
LI1-	TI-	8	46.00	ACCESO
LI1-	TI-	9	92.00	TERCIARIA
LI1-	TI-	10	160.00	ACCESO/TERCIARIA
LI1-	TI-	11	45.00	ACCESO
LI1-	TI-	12	40.00	ACCESO

TOTAL 7541.00

Código del camino			Longitud	Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo		
L12-	AS-	1	585.00	PRIMARIA ESPECIAL
L12-	AS-	2	878.00	PRIMARIA GENERAL
L12-	AS-	3	187.00	TERCIARIA
L12-	TS-	1	680.00	PRIMARIA GENERAL
L12-	LA-	1a	427.00	TERCIARIA
L12-	LA-	1b	108.30	ACCESO
L12-	LA-	1c	140.00	ACCESO
L12-	LA-	2a	662.00	TERCIARIA
L12-	LA-	2b	69.00	ACCESO
L12-	LA-	3a	76.00	TERCIARIA
L12-	LA-	3b	60.00	ACCESO
L12-	LA-	3c	70.00	ACCESO
L12-	LA-	4a	288.00	TERCIARIA
L12-	LA-	4b	79.00	ACCESO
L12-	LA-	4c	152.00	ACCESO
L12-	LA-	5a	67.00	ACCESO
L12-	LA-	5b	83.00	ACCESO
L12-	LA-	6a	303.00	ACCESO
L12-	LA-	6b	203.00	ACCESO
L12-	LA-	6c	59.00	ACCESO
L12-	LA-	7	123.00	ACCESO
L12-	LA-	8	34.00	ACCESO
L12-	LA-	9	39.00	ACCESO
L12-	LA-	10	55.00	ACCESO
L12-	LA-	11	294.00	SECUNDARIA/PRIMARIA ESPECIAL
L12-	LA-	12a	407.00	TERCIARIA
L12-	LA-	12b	50.00	ACCESO
L12-	LA-	13	145.00	TERCIARIA
L12-	LA-	14	147.00	TERCIARIA
L12-	LA-	15	111.00	TERCIARIA
L12-	LA-	16	66.00	ACCESO
L12-	LA-	17	177.00	TERCIARIA
L12-	LA-	18	102.00	TERCIARIA
L12-	LA-	19	96.00	TERCIARIA
L12-	LA-	20	120.00	TERCIARIA
L12-	LA-	21	130.00	SECUNDARIA
L12-	LA-	22	917.00	SECUNDARIA
L12-	LA-	23a	71.00	ACCESO
L12-	LA-	24	57.00	ACCESO
L12-	LA-	25	56.00	ACCESO
L12-	LA-	26	206.00	SECUNDARIA
L12-	LA-	27	210.00	SECUNDARIA
L12-	LA-	28	192.00	TERCIARIA
L12-	LA-	29	220.00	TERCIARIA
L12-	LA-	30	112.00	TERCIARIA
L12-	LA-	31	125.00	ACCESO
L12-	LA-	32	177.00	TERCIARIA
L12-	LA-	33	215.00	TERCIARIA
L12-	LA-	34	486.00	TERCIARIA
L12-	LA-	35	238.00	TERCIARIA
L12-	LA-	36	124.00	TERCIARIA
L12-	LA-	37	20.00	TERCIARIA
L12-	TI-	1	41.00	ACCESO
L12-	TI-	2	90.00	ACCESO
L12-	TI-	3	85.00	ACCESO
L12-	TI-	4	42.00	ACCESO
L12-	TI-	5	42.50	ACCESO

TOTAL 10998.80

Código del camino			Longitud	Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo		
CO1-	AS-	1	329.00	PRIMARIA ESPECIAL
CO1-	AS-	2	500.00	PRIMARIA GENERAL
CO1-	AS-	3	269.00	SECUNDARIA
CO1-	LA-	1	310.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	2	122.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	3A	427.00	SECUNDARIA/PRIMARIA GENERAL/TERCIARIA
CO1-	LA-	3B	145.00	PRIMARIA GENERAL
CO1-	LA-	3C	390.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	4	215.00	SECUNDARIA/TERCIARIA
CO1-	LA-	5	180.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	6A	554.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	6B	116.00	ACCESO
CO1-	LA-	6C	108.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	7	185.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	8	340.00	TERCIARIA
CO1-	LA-	9A	114.00	ACCESO
CO1-	LA-	9B	65.00	ACCESO
CO1-	LA-	10	132.00	ACCESO
CO1-	LA-	11	100.00	ACCESO
CO1-	TI-	1	1100.00	TERCIARIA
CO1-	TI-	2	190.00	ACCESO
CO1-	TI-	3	120.00	ACCESO
CO1-	TI-	4	126.00	ACCESO

TOTAL 6137.00

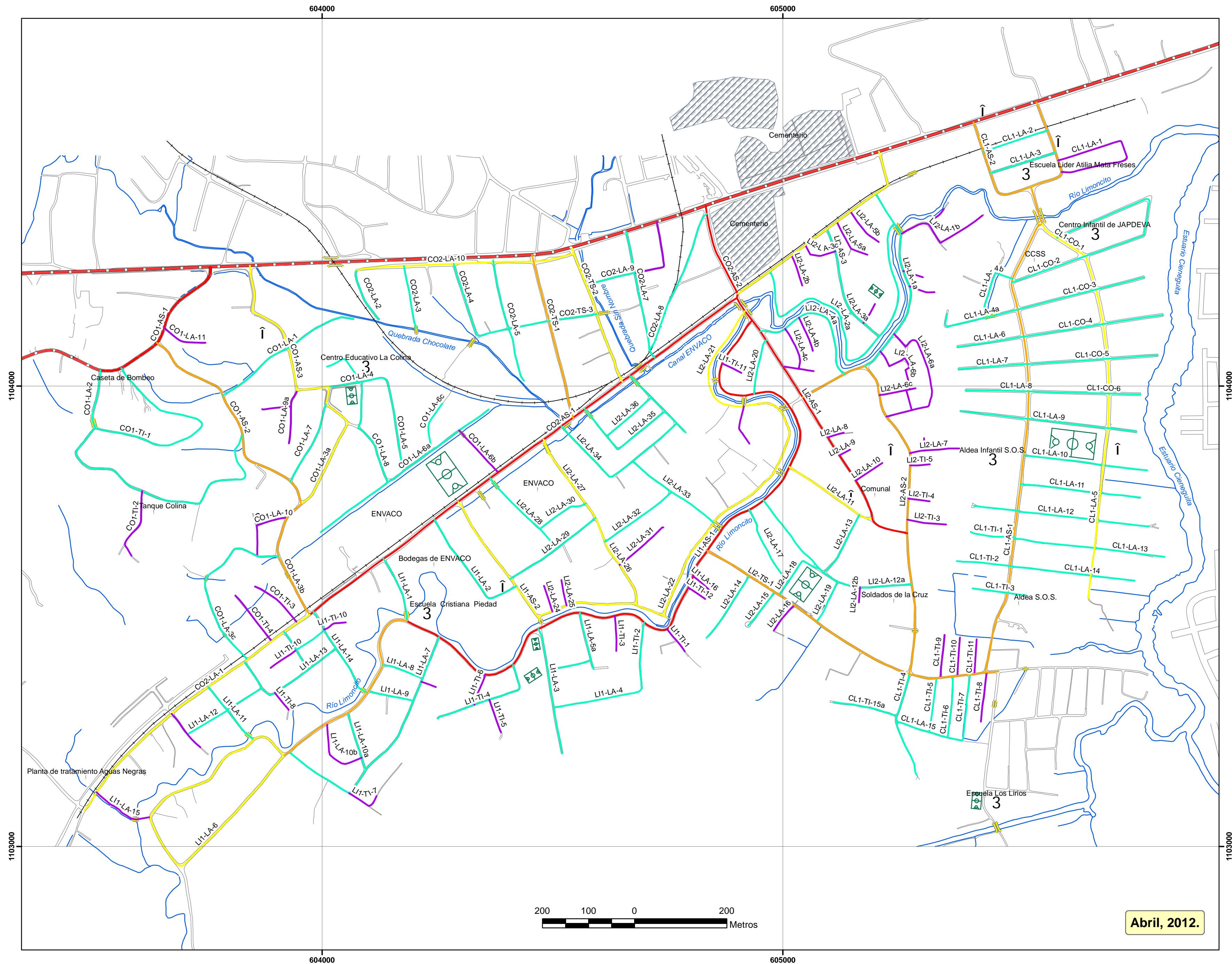
Código del camino			Longitud	Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo		
CO2-	AS-	1	1654.00	SECUNDARIA/PRIMARIA ESPECIAL
CO2-	AS-	2	195.00	PRIMARIA ESPECIAL
CO2-	TS-	1	336.00	PRIMARIA GENERAL
CO2-	TS-	2	290.00	SECUNDARIA
CO2-	TS-	3	95.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	1	666.00	SECUNDARIA
CO2-	LA-	2	117.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	3	127.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	4	235.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	5	270.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	6	79.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	7	263.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	8	320.00	TERCIARIA
CO2-	LA-	9	244.00	TERCIARIA/ACCESO
CO2-	LA-	10	475.00	SECUNDARIA

TOTAL 5366.00

Código del camino			Longitud	Clasificación Funcional
Zona	Material SR	Consecutivo		
CL1-	AS-	1	1022.00	PRIMARIA GENERAL
CL1-	AS-	2	450.00	PRIMARIA GENERAL
CL1-	CO-	1	482.00	TERCIARIA
CL1-	CO-	2	589.00	TERCIARIA
CL1-	CO-	3	280.00	TERCIARIA
CL1-	CO-	4	274.00	TERCIARIA
CL1-	CO-	5	270.00	TERCIARIA
CL1-	CO-	6	139.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	1	198.00	ACCESO
CL1-	LA-	2	138.60	TERCIARIA
CL1-	LA-	3	140.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	4A	180.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	4B	134.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	5	441.00	SECUNDARIA
CL1-	LA-	6	150.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	7	145.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	8	270.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	9	393.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	10	257.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	11	305.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	12	440.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	13	269.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	14	276.00	TERCIARIA
CL1-	LA-	15	146.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	1	100.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	2	88.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	3	108.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	4	233.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	5	114.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	6	126.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	7	112.00	TERCIARIA
CL1-	TI-	8	110.00	ACCESO
CL1-	TI-	9	85.00	ACCESO
CL1-	TI-	10	85.00	ACCESO
CL1-	TI-	11	70.00	ACCESO
CL1-	TI-	15a	140.00	TERCIARIA

TOTAL 8759.60

Ubicación Geográfica



Simbología

- Vías
- Vía Férrea
- Ruta Nacional
- Ríos/Quebradas/Canales

Clasificación Funcional

- PRIMARIA ESPECIAL
- PRIMARIA GENERAL
- SECUNDARIA
- TERCIARIA
- ACCESO



Abril, 2012.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



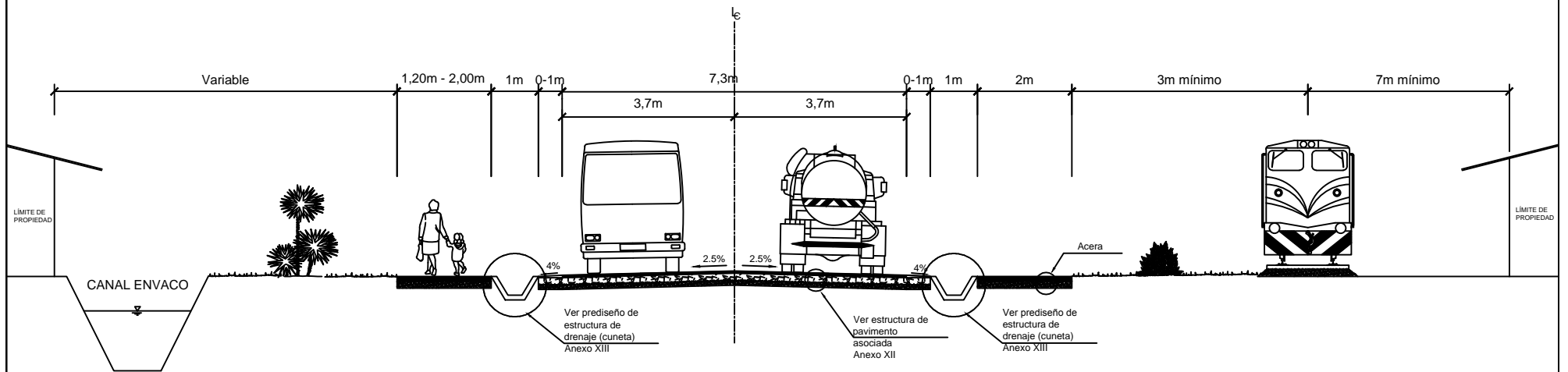
PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

The seal of the University of Costa Rica is a large, faint watermark in the background. It is an oval shape with a laurel wreath border. Inside the wreath, there is a central emblem featuring a sun rising over a landscape with a mountain and a river. The text 'UNIVERSIDAD DE COSTA RICA' is written along the top inner edge, and 'LUCEM ASPICIO' is written along the bottom inner edge.

Anexo XI

- 1- Diagramas de prediseño de secciones transversales
- 2- Mapas de prediseño de secciones transversales

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-1



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



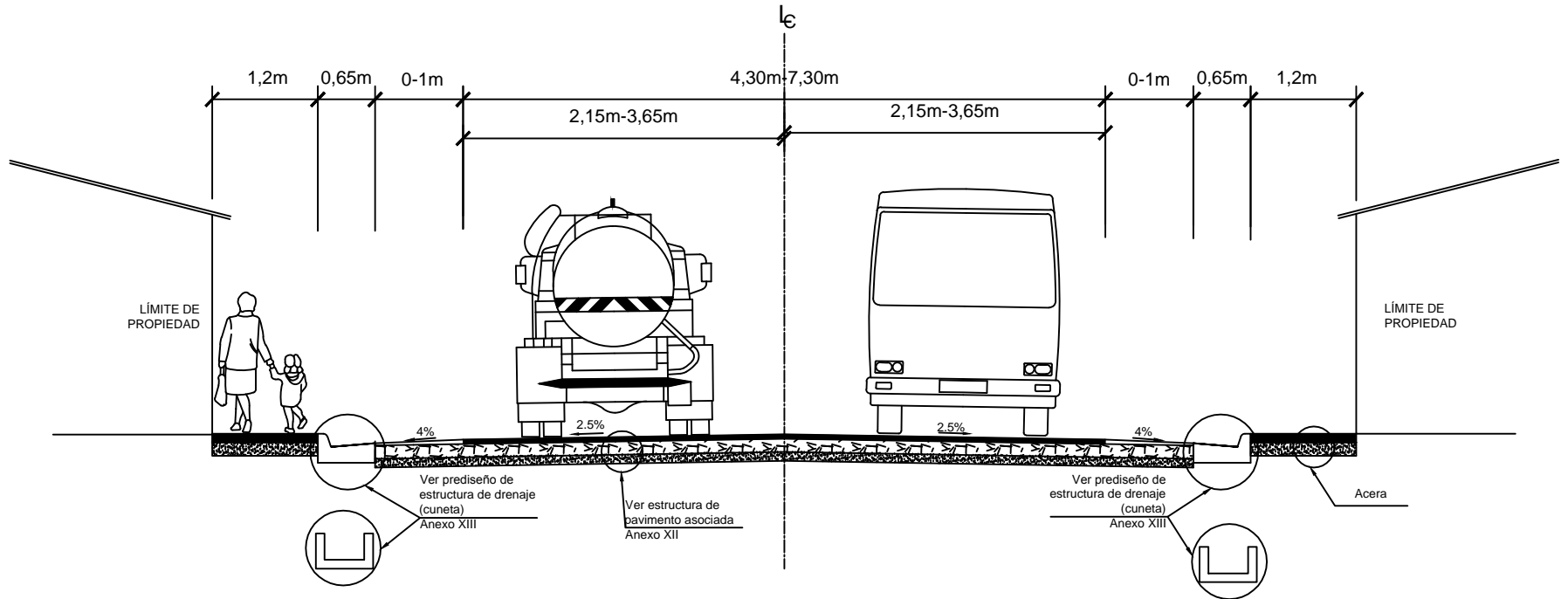
Sección Transversal ST-1

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:125

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-2 DV PROM=8-13m



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-2

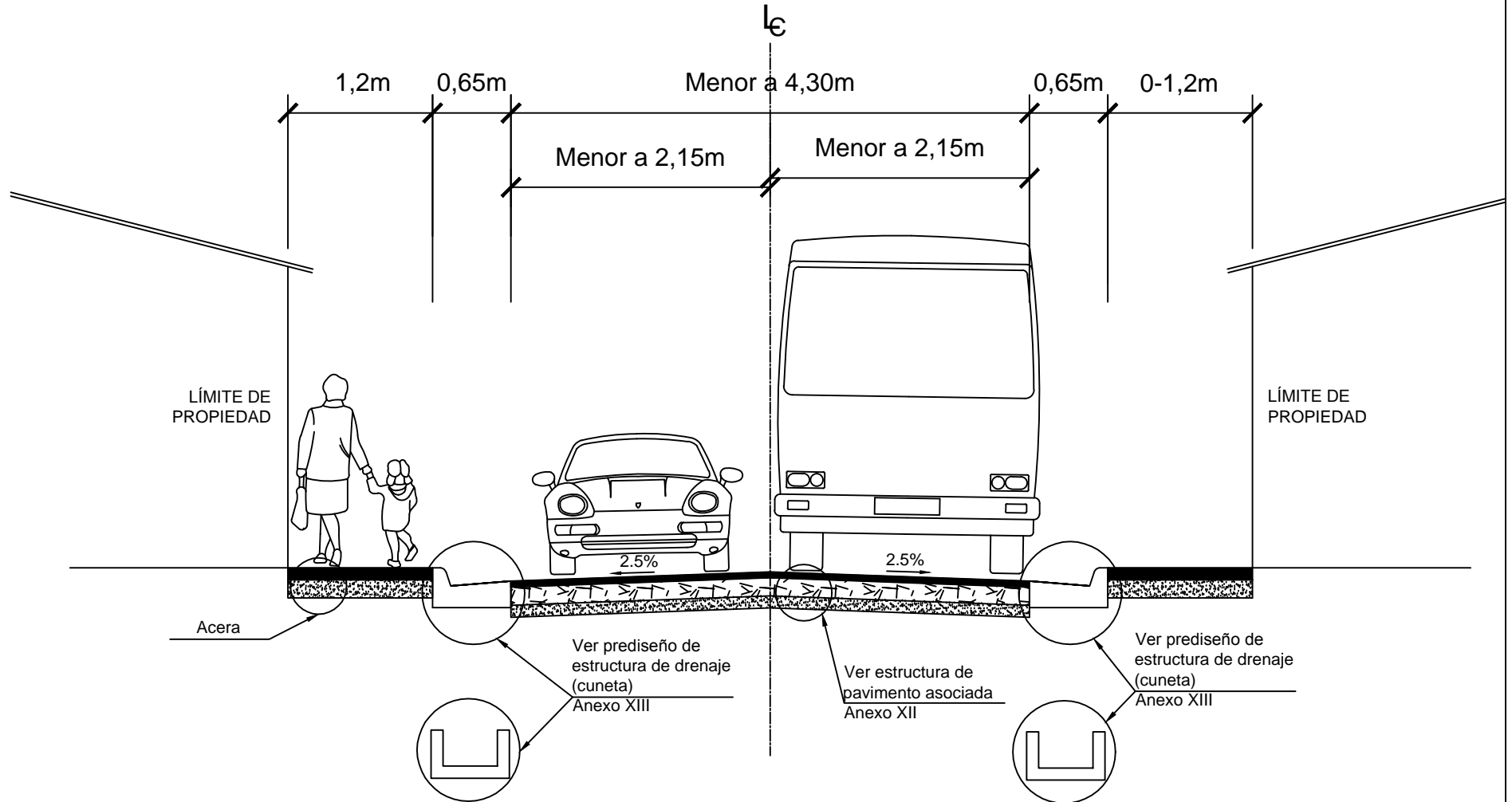
Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:75

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-3

DV PROM=Menor a 8m



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



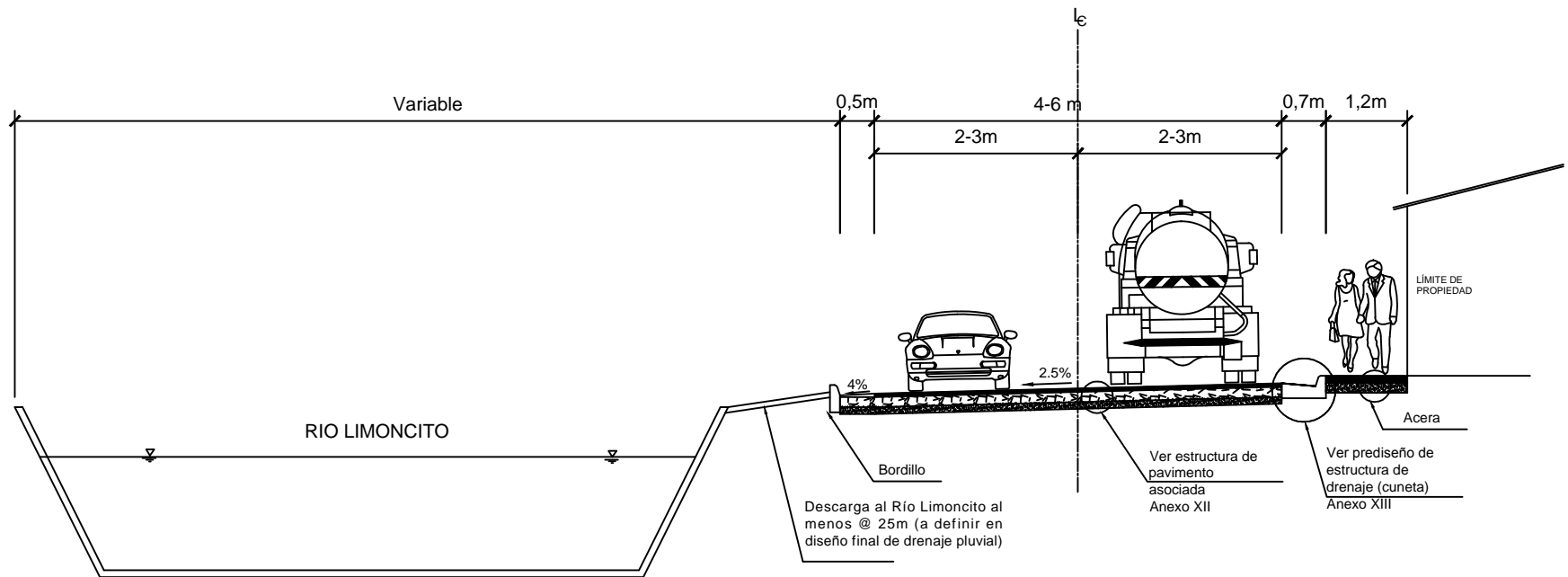
Sección Transversal ST-3

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:50

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-4



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-4

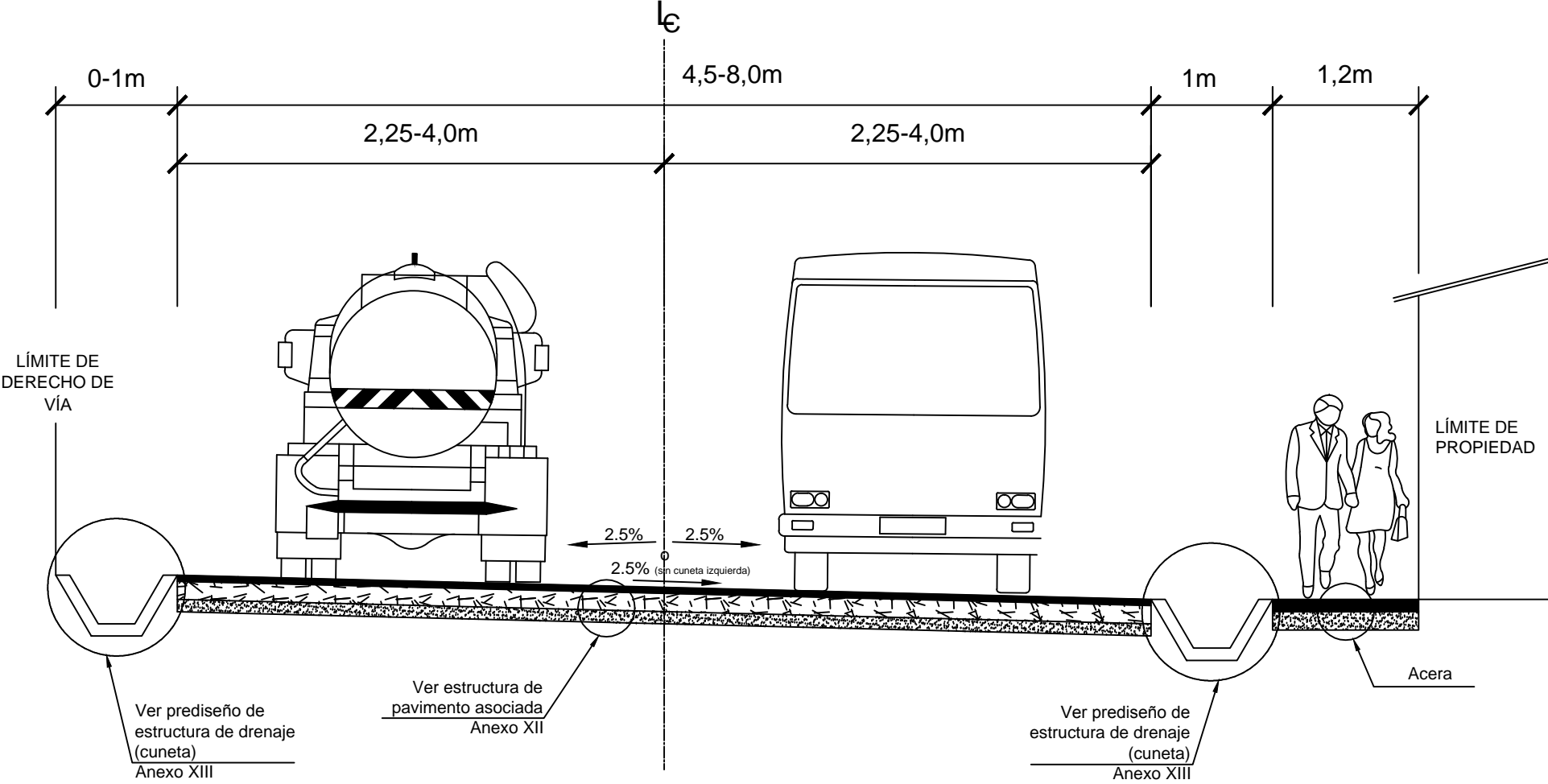
Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:100

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-5

DV PROM=6,7-11,2m



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-5

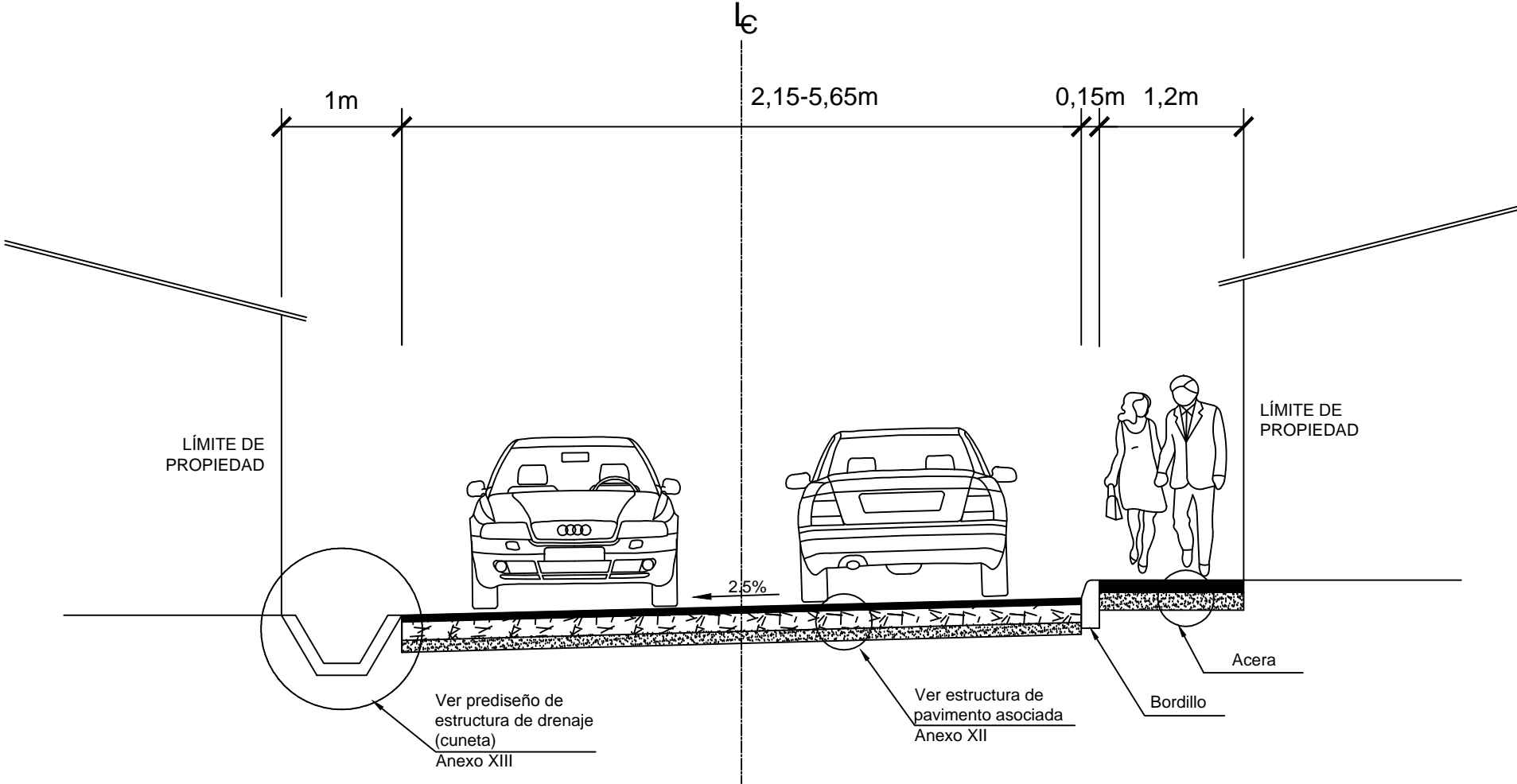
Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:50

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-6

DV PROM=Menor a 8m



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-6

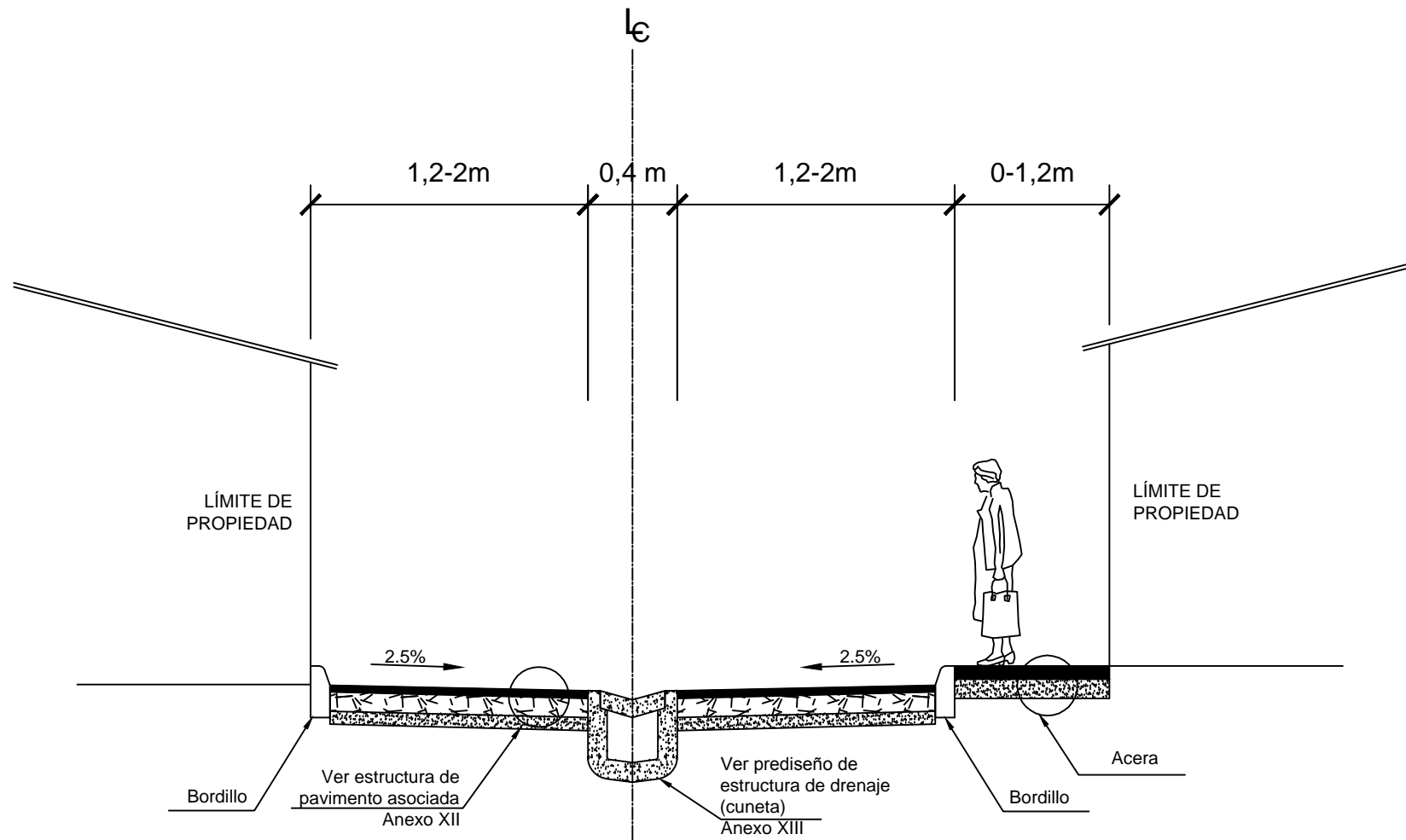
Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:50

Marzo 2012

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-7

DV PROM=4,15-5,75m



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-7

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Escala: 1:50

Marzo 2012

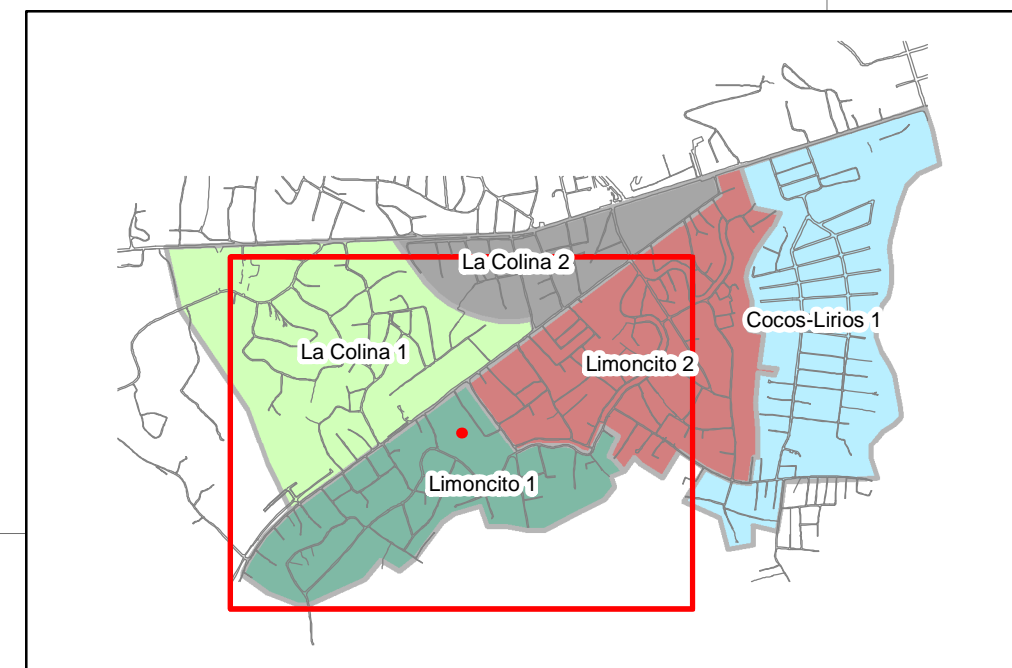
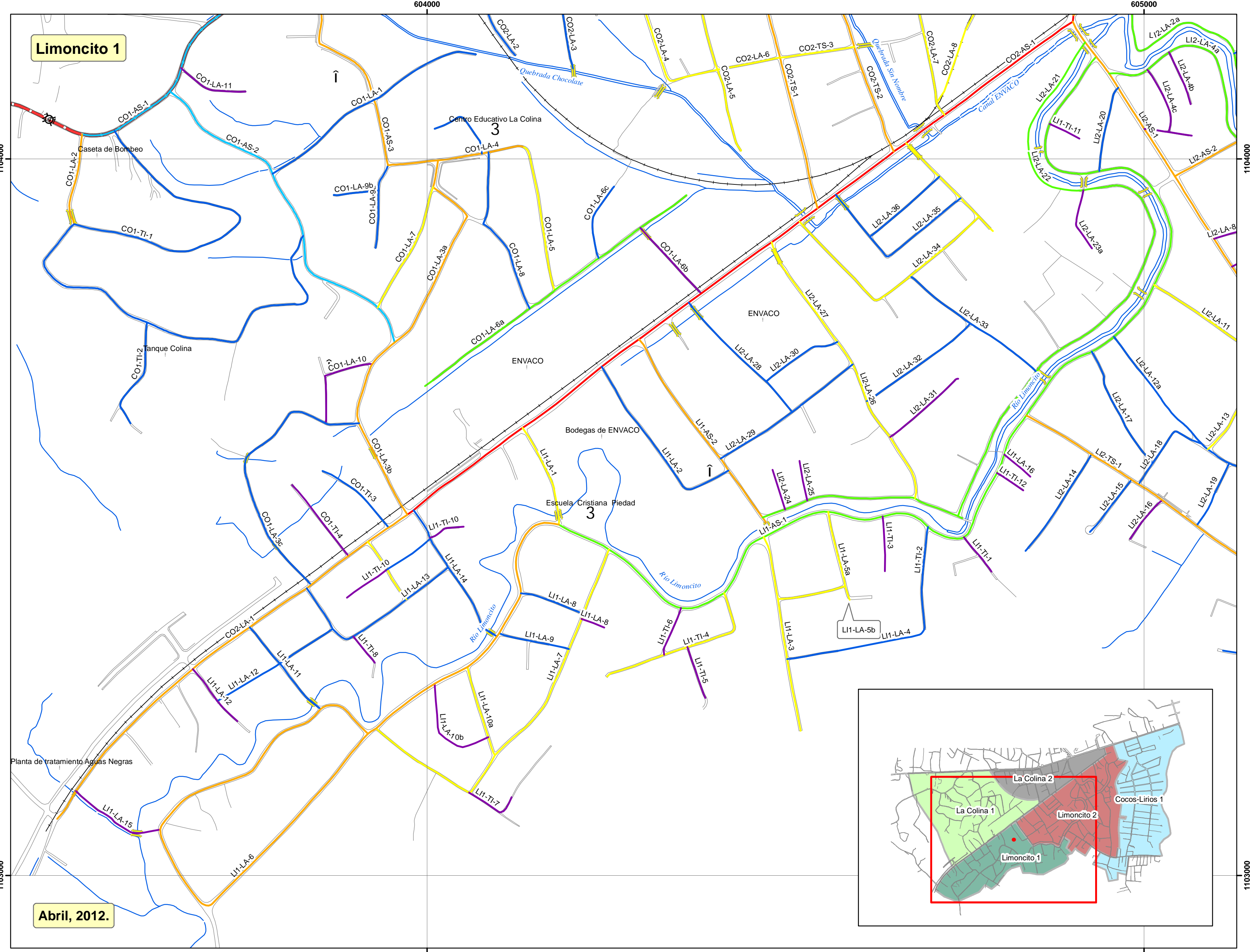
Ubicación Geográfica



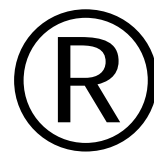
Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales
- Secciones Transversales**
- ST-1
- ST-2
- ST-3
- ST-4
- ST-5
- ST-6
- ST-7

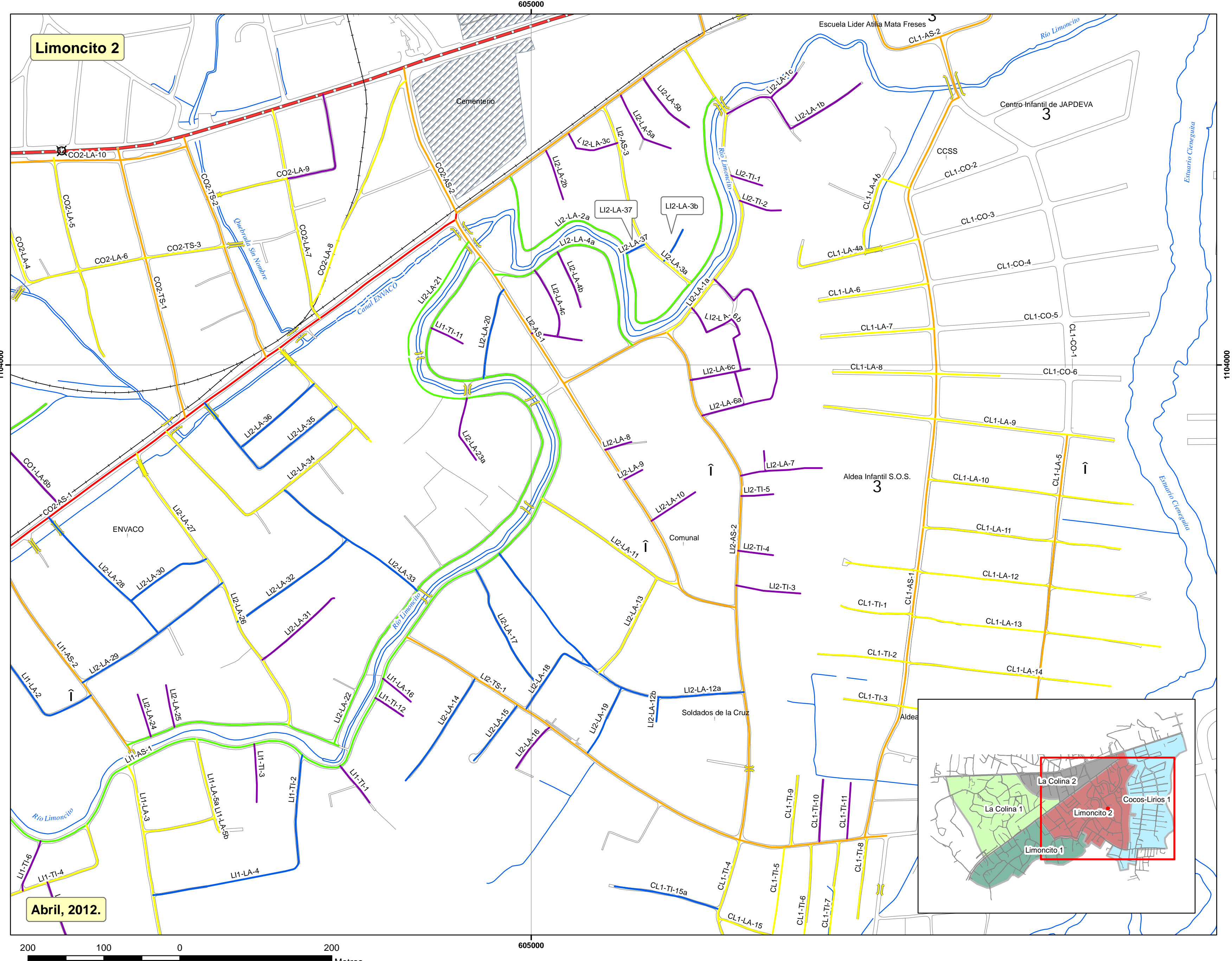
Abril, 2012.



Ubicación Geográfica

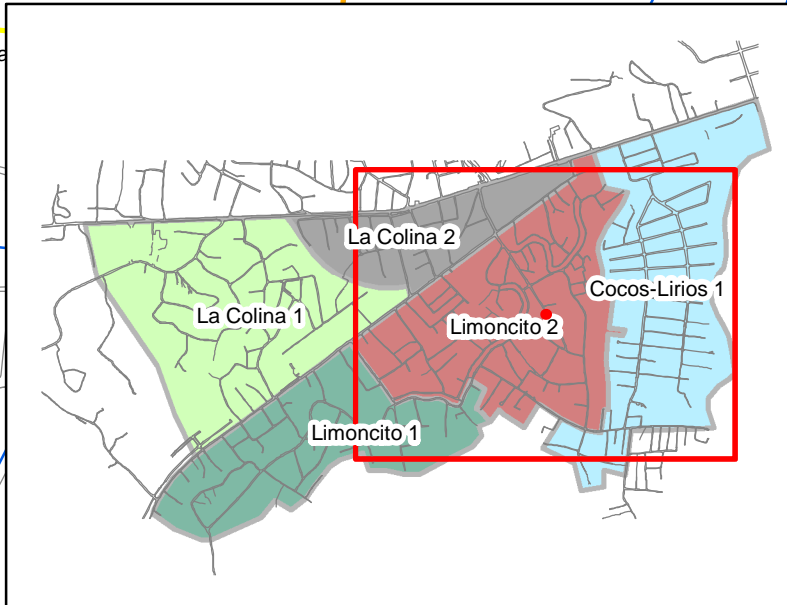
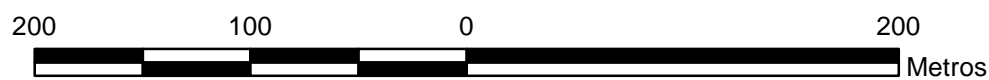


Simbología	
	Vías
	Vía Férrea
	Ruta Nacional
	Ríos/Quebradas/Canales
Secciones Transversales	
	ST-1
	ST-2
	ST-3
	ST-4
	ST-5
	ST-6
	ST-7

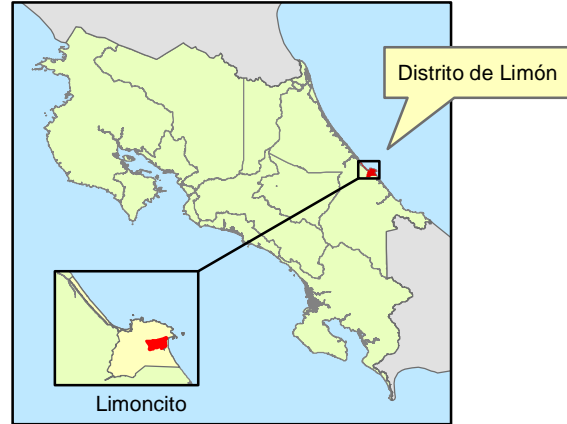


Abril, 2012.

NOTA: Sistema de Coordenadas CRTM05.



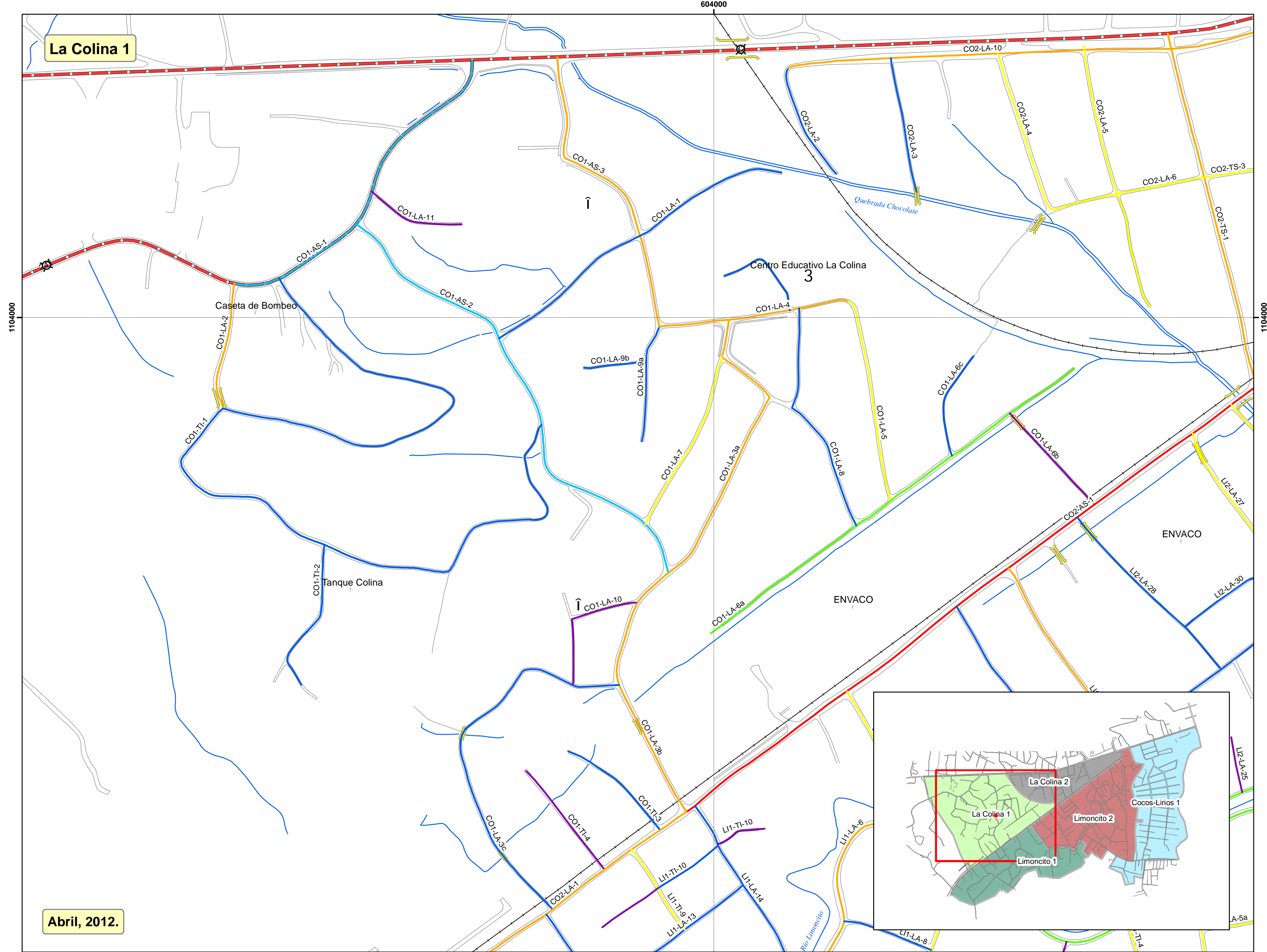
Ubicación Geográfica



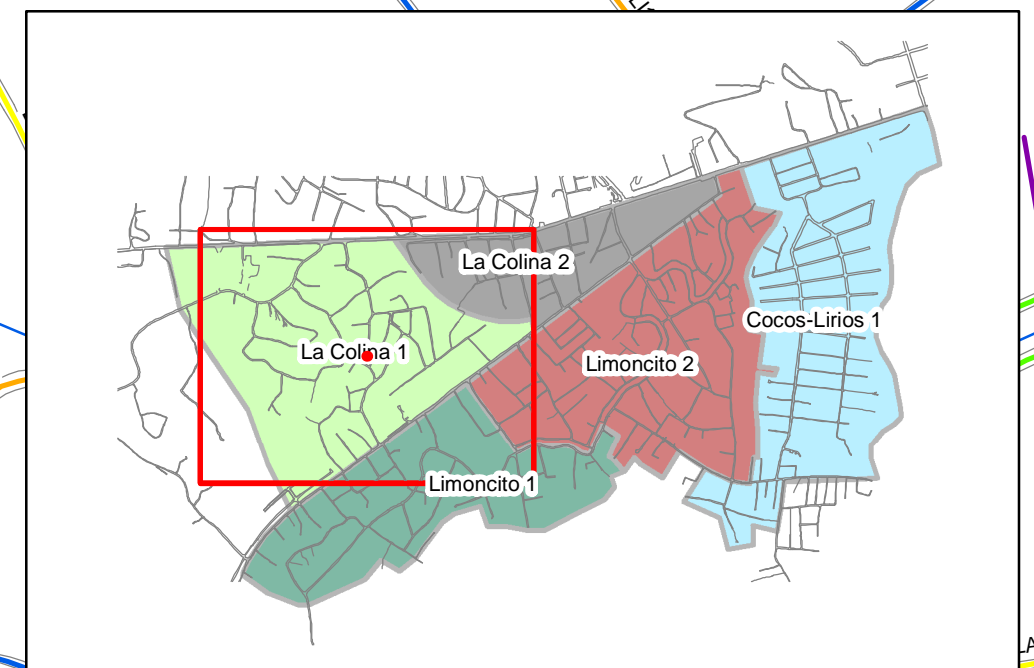
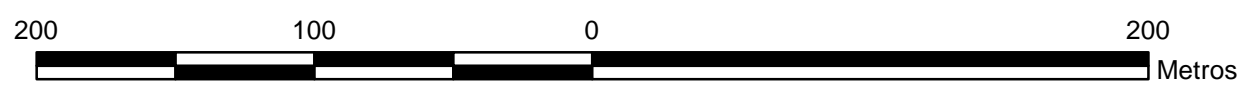
Simbología

- Vías
 - Ruta Nacional
 - Vía Férrea
 - Ríos/Quebradas/Canales
- Secciones Transversales**
- ST-1
 - ST-2
 - ST-3
 - ST-4
 - ST-5
 - ST-6
 - ST-7

La Colina 1



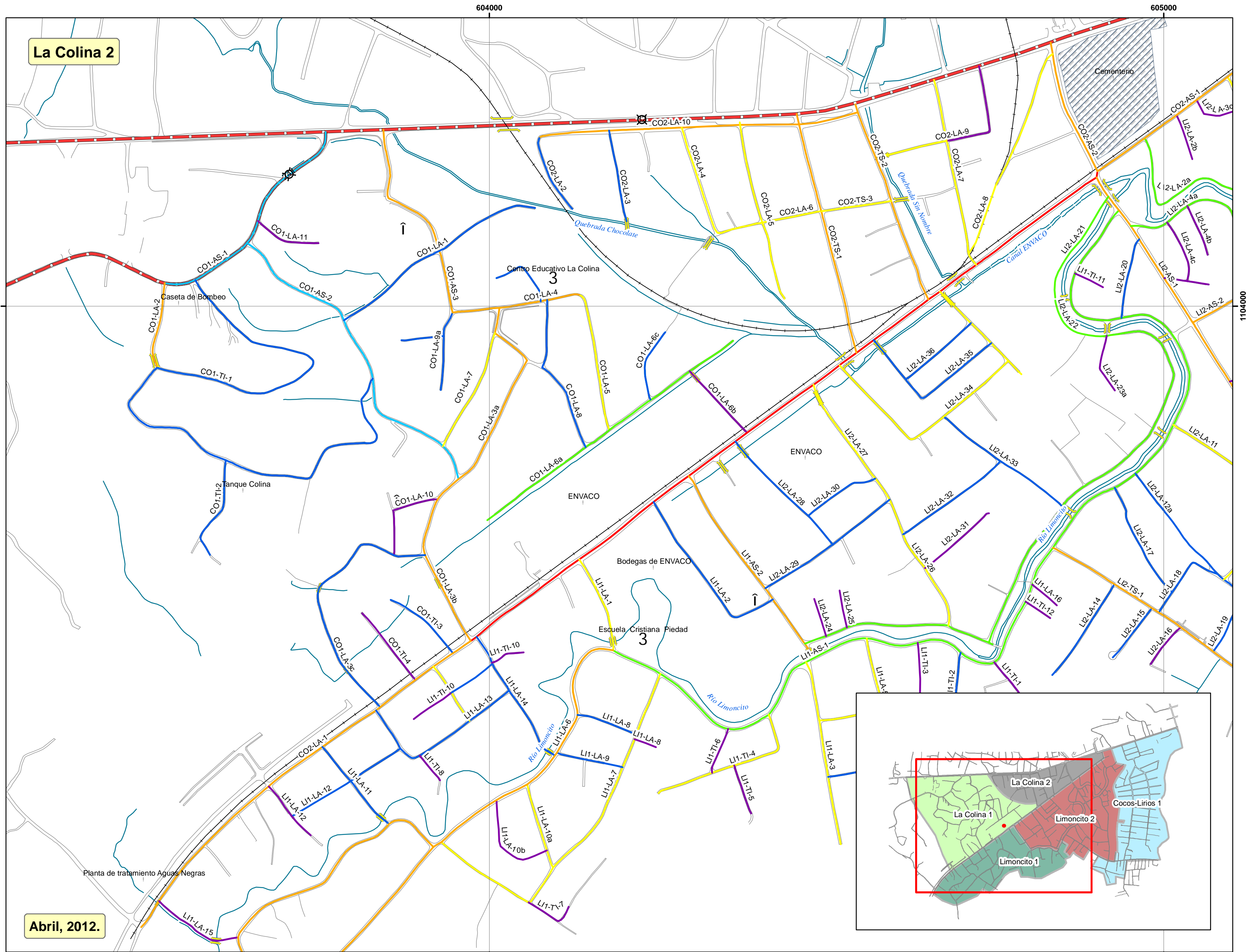
Abril, 2012.



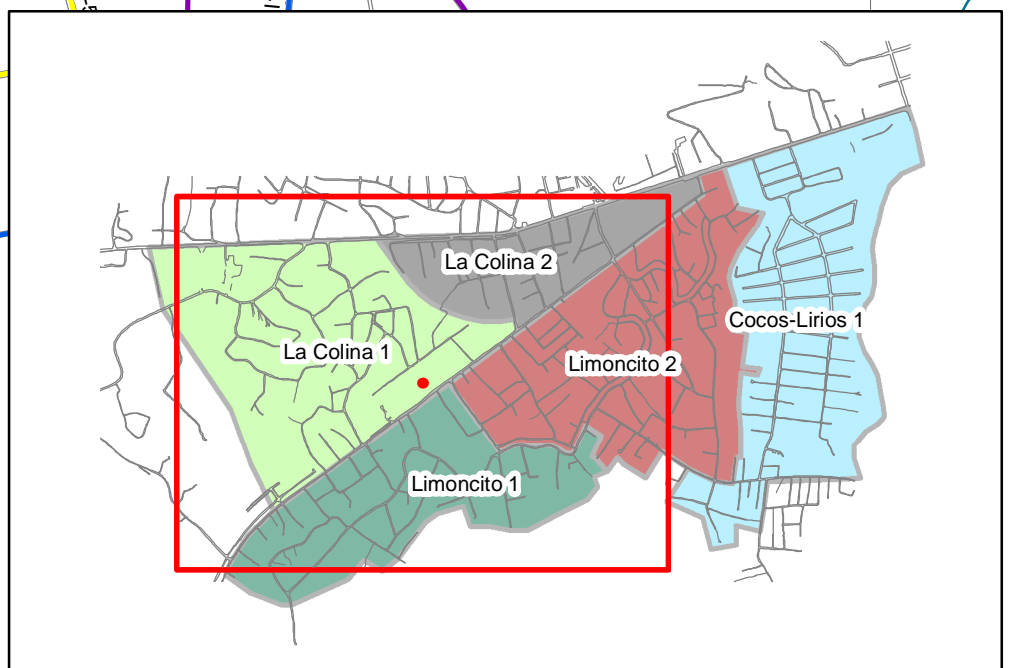
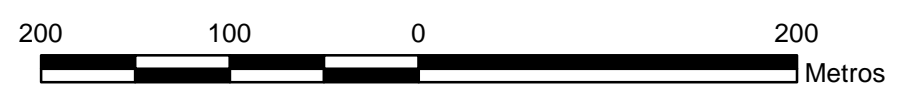
Ubicación Geográfica



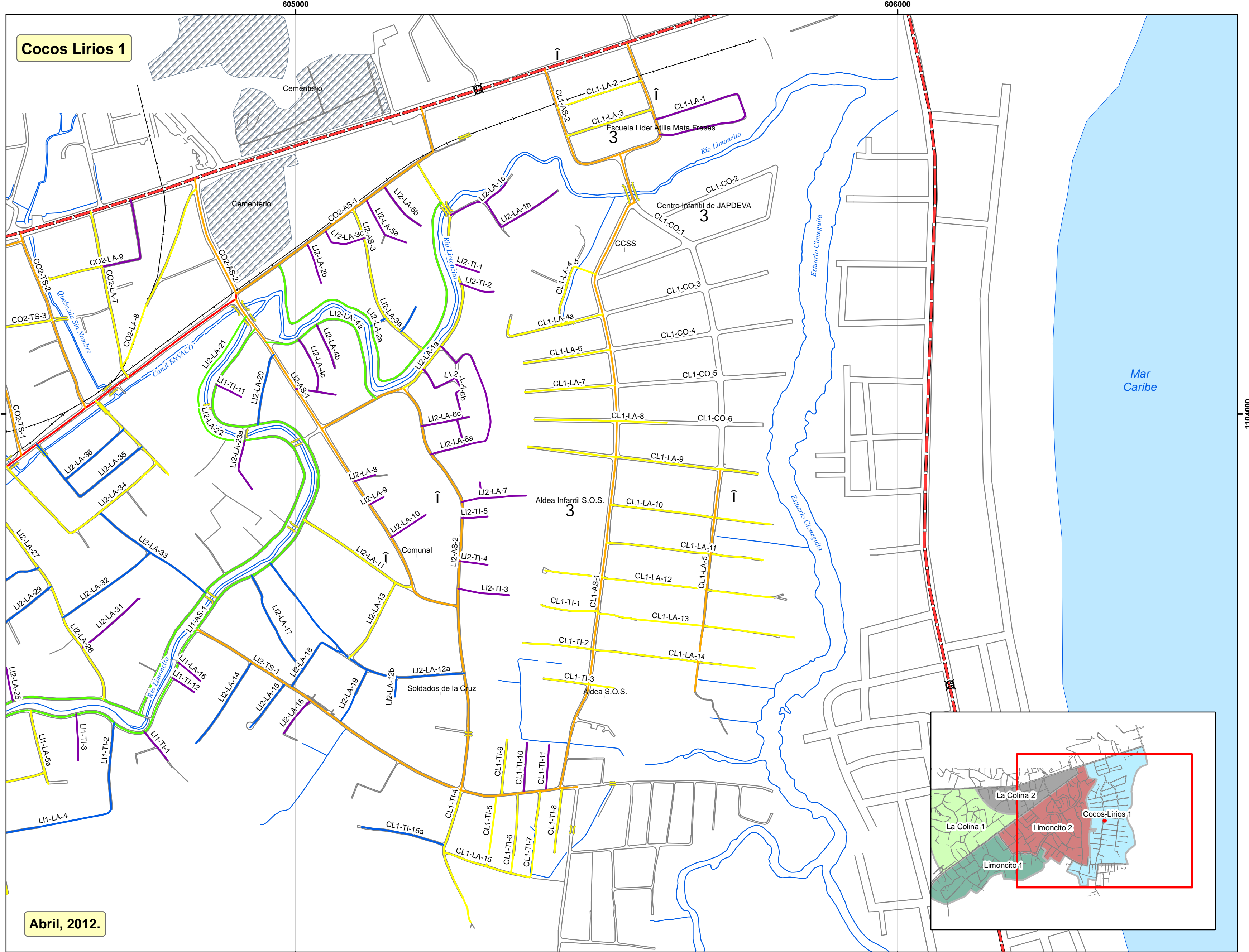
Simbología	
	Vías
	Ruta Nacional
	Vía Férrea
	Ríos/Quebradas/Canales
Secciones Transversales	
	ST-1
	ST-2
	ST-3
	ST-4
	ST-5
	ST-6
	ST-7



Abril, 2012.



Ubicación Geográfica



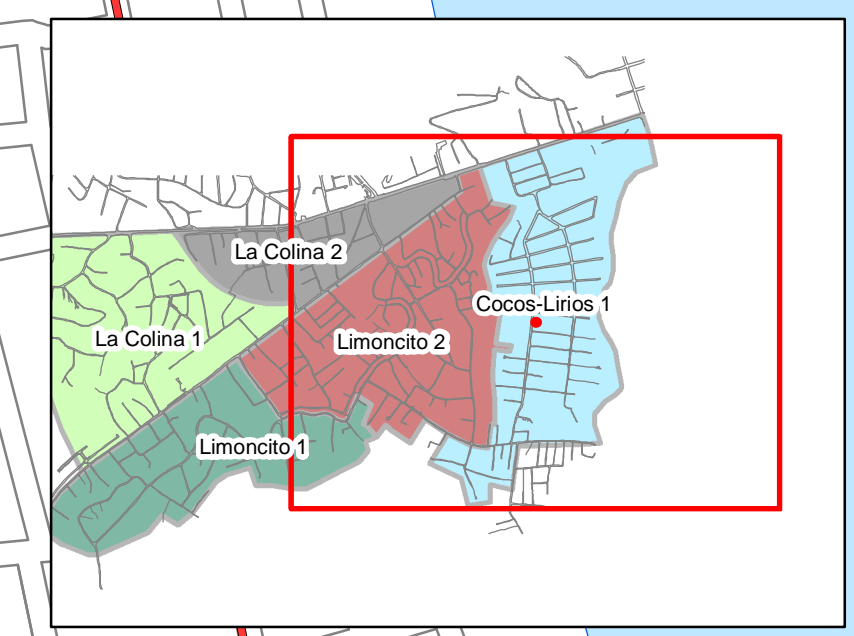
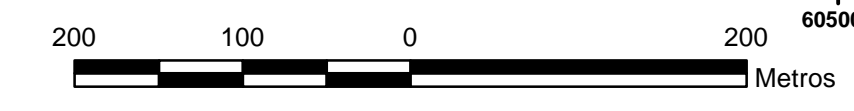
Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Secciones Transversales

- ST-1
- ST-2
- ST-3
- ST-4
- ST-5
- ST-6
- ST-7

Abril, 2012.





Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

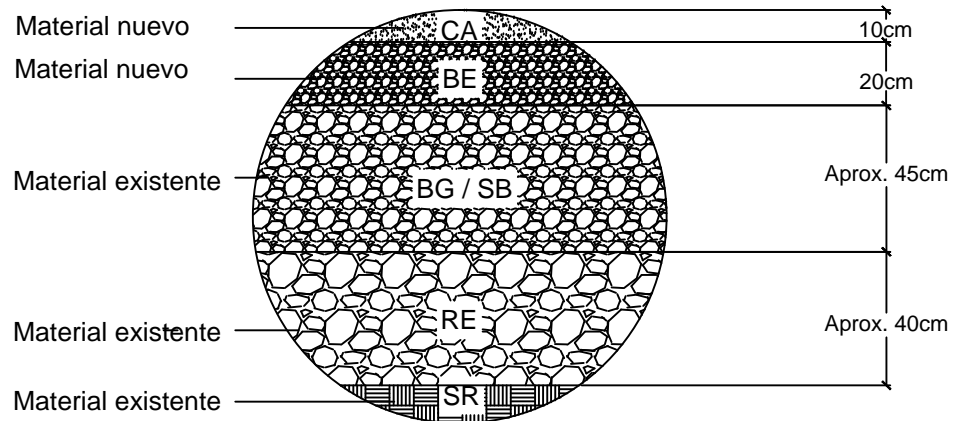


PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

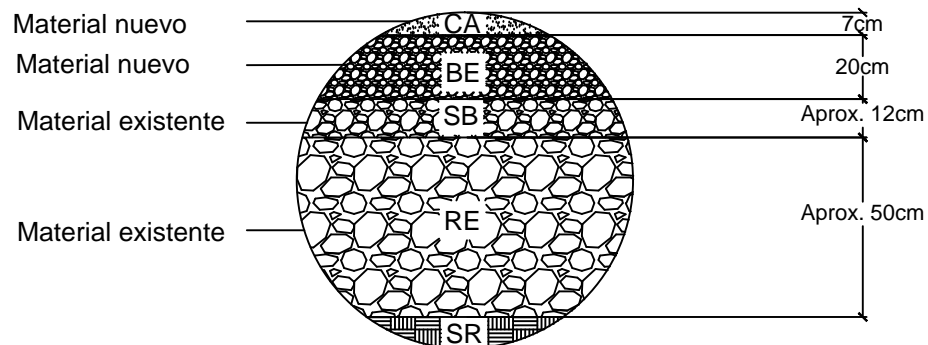
Anexo XII

- 1- Diagramas de estructuras de pavimento
- 2- Mapas de estructuras de pavimento
- 3- Tablas de diseño simplificado de pavimentos de bajo volumen

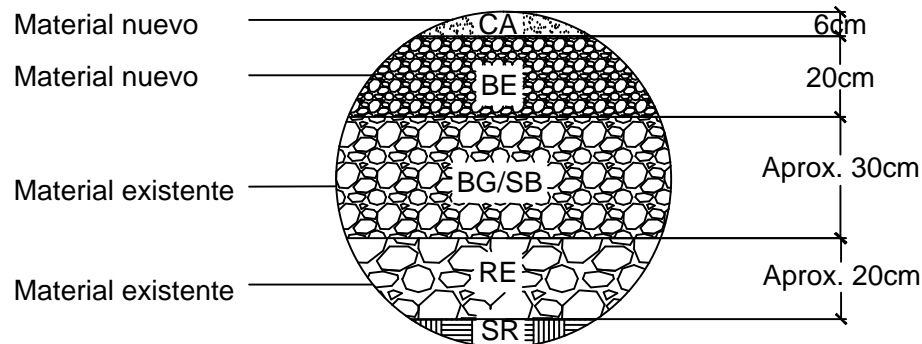
EP-1 (Primaria Especial / CO2-AS-1)



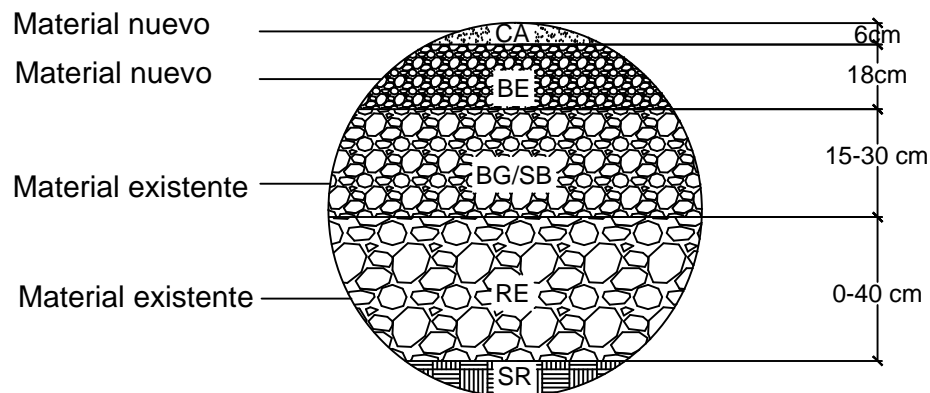
EP-2 (Primaria Especial / LI2-AS-1)



EP-3 (Primaria Especial / LI1-AS-1)



EP-4 (Primaria General)



Universidad de Costa Rica
 Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



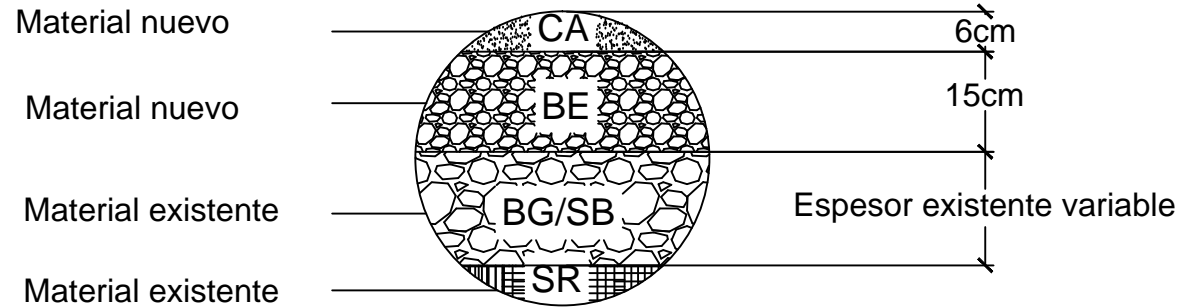
Estructuras de pavimento

Proyecto AyA-LanammeUCR
 Sector Limoncito, Provincia Limón

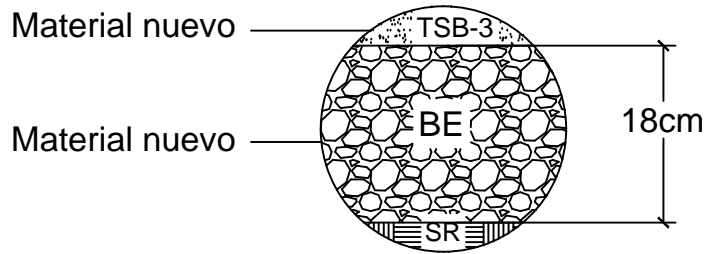
Sin Escala

Marzo 2012

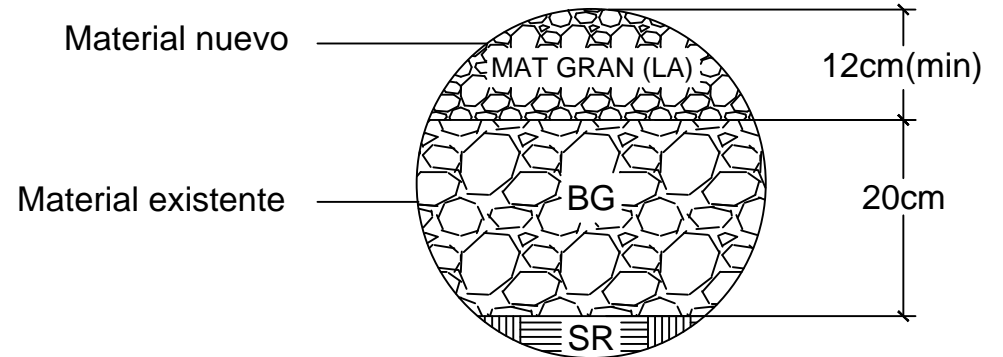
EP-5 (Secundaria)



EP-6 Óptima (Terciaria)



EP-6 Alternativa (Terciaria)



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



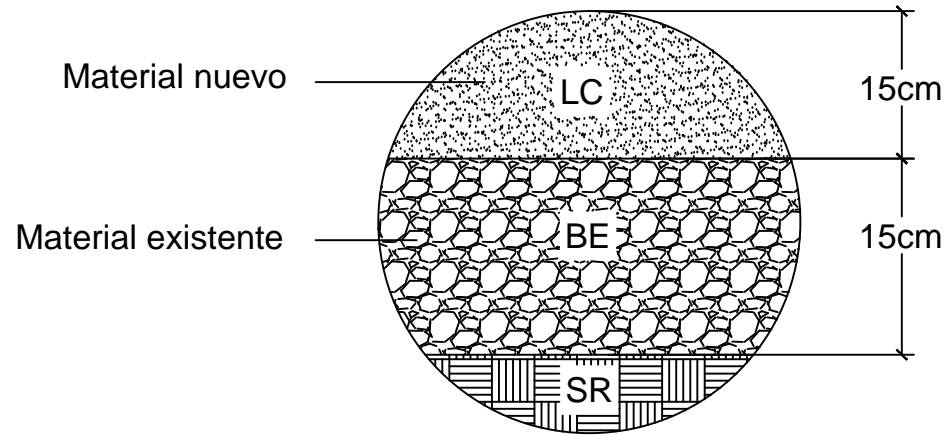
Estructuras de pavimento

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

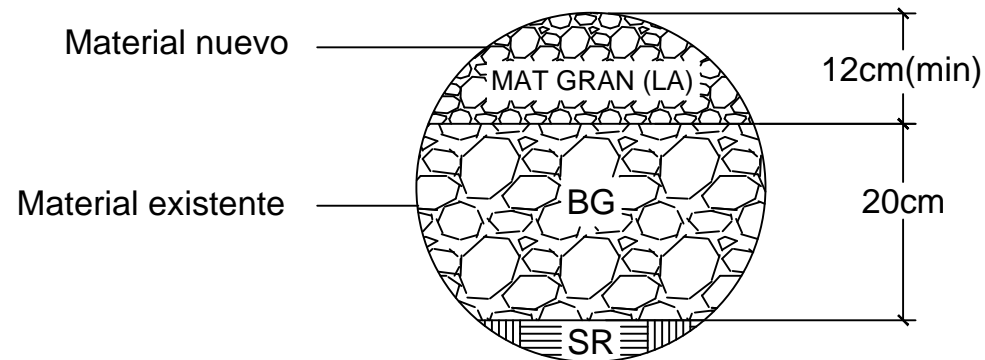
Sin Escala

Marzo 2012

EP-7 Óptima (Acceso)



EP-7 Alternativa (Acceso)



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales

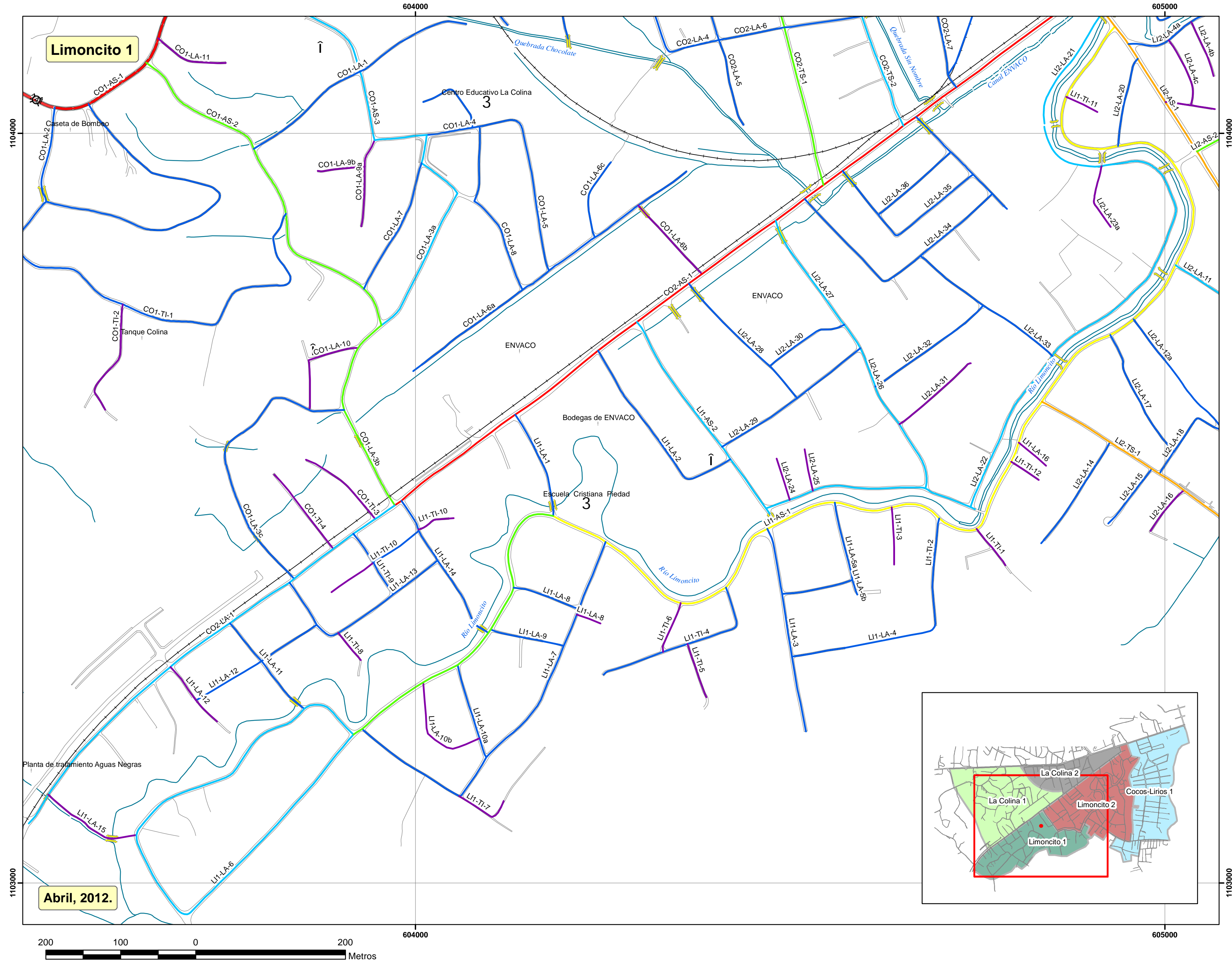


Estructuras de pavimento

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Sin Escala

Marzo 2012

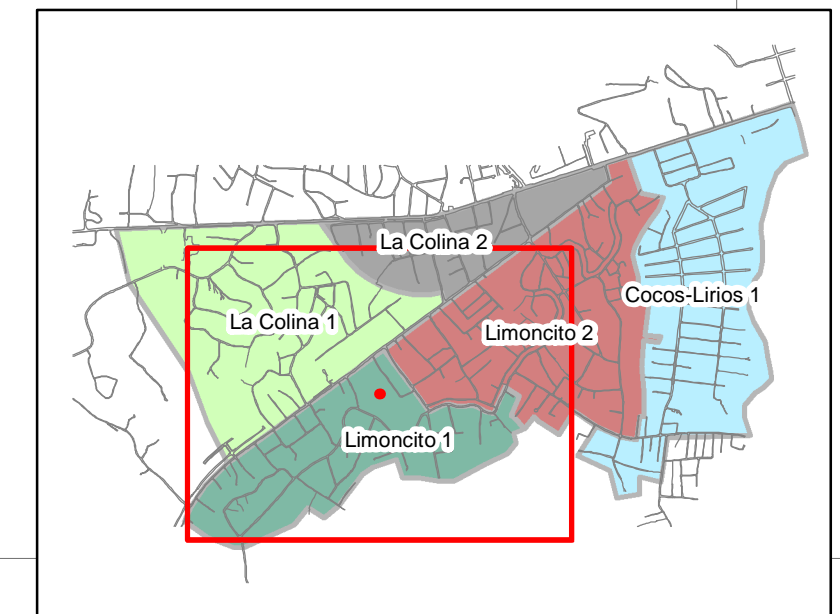


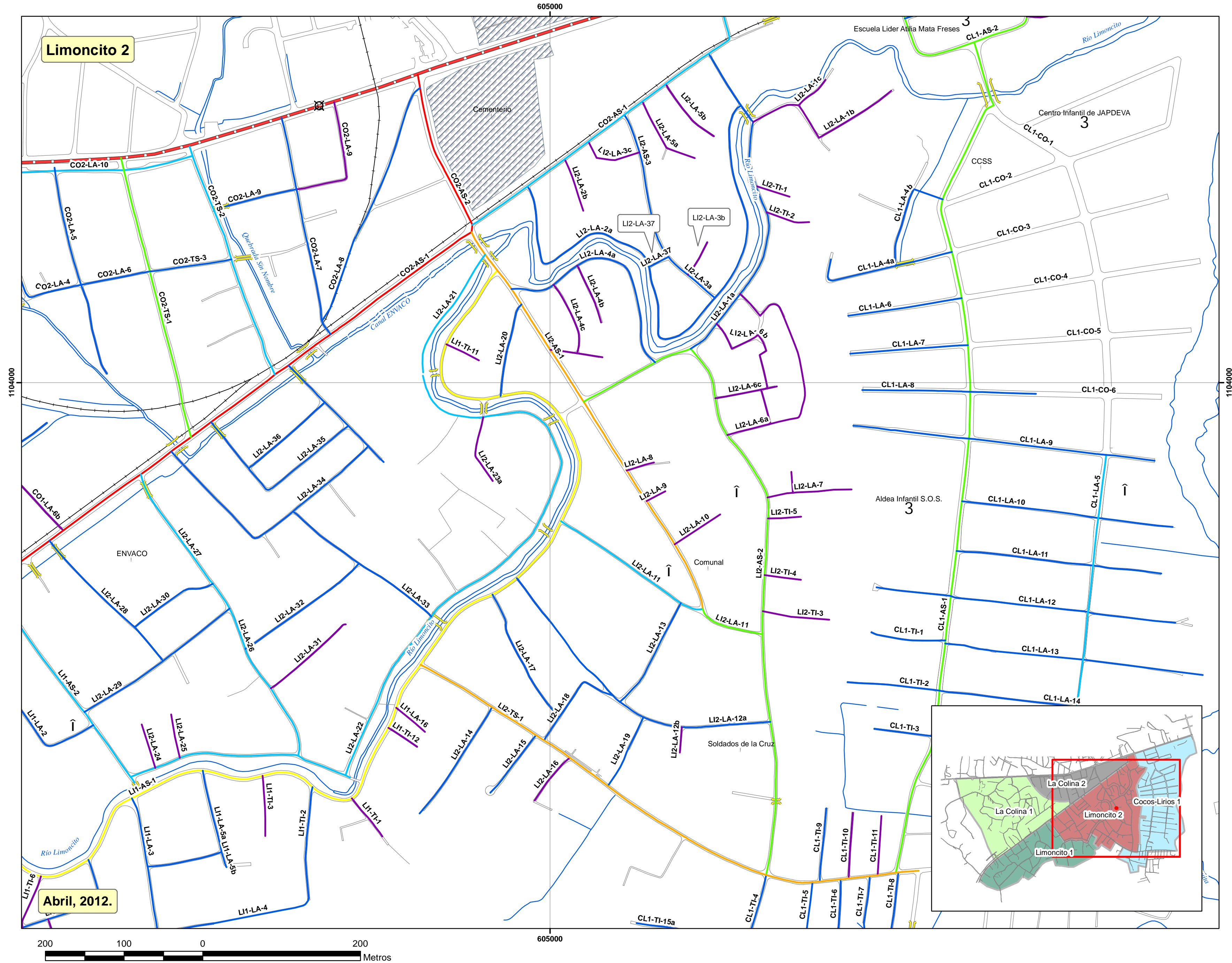
Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Rios/Quebradas/Canales

Estructuras del Pavimento

- EP-1
- EP-2
- EP-3
- EP-4
- EP-5
- EP-6
- EP-7





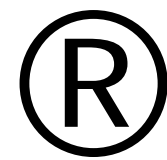
Simbología

- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Estructuras del Pavimento

- EP-1
- EP-2
- EP-3
- EP-4
- EP-5
- EP-6
- EP-7

Ubicación Geográfica

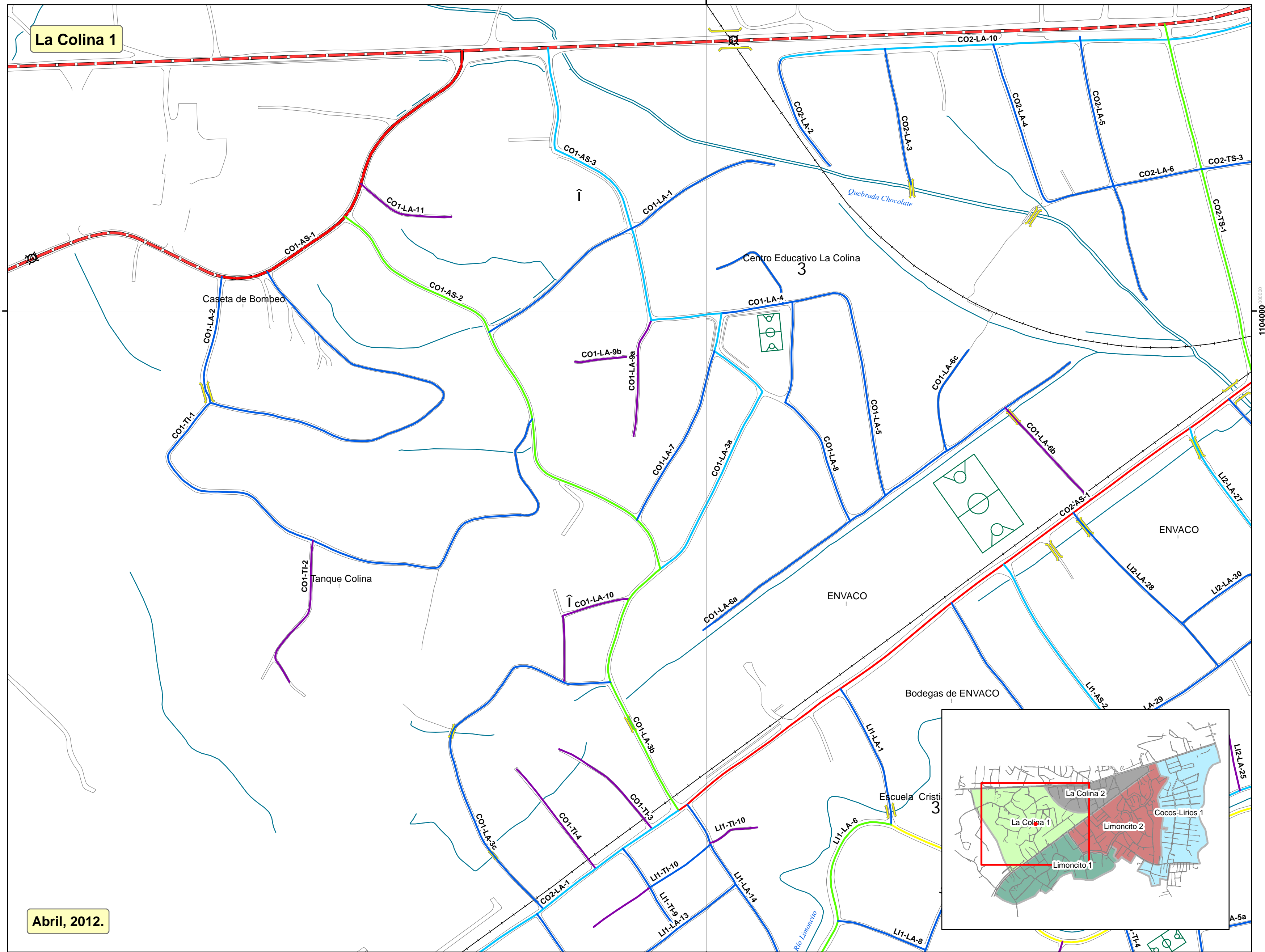


Simbología

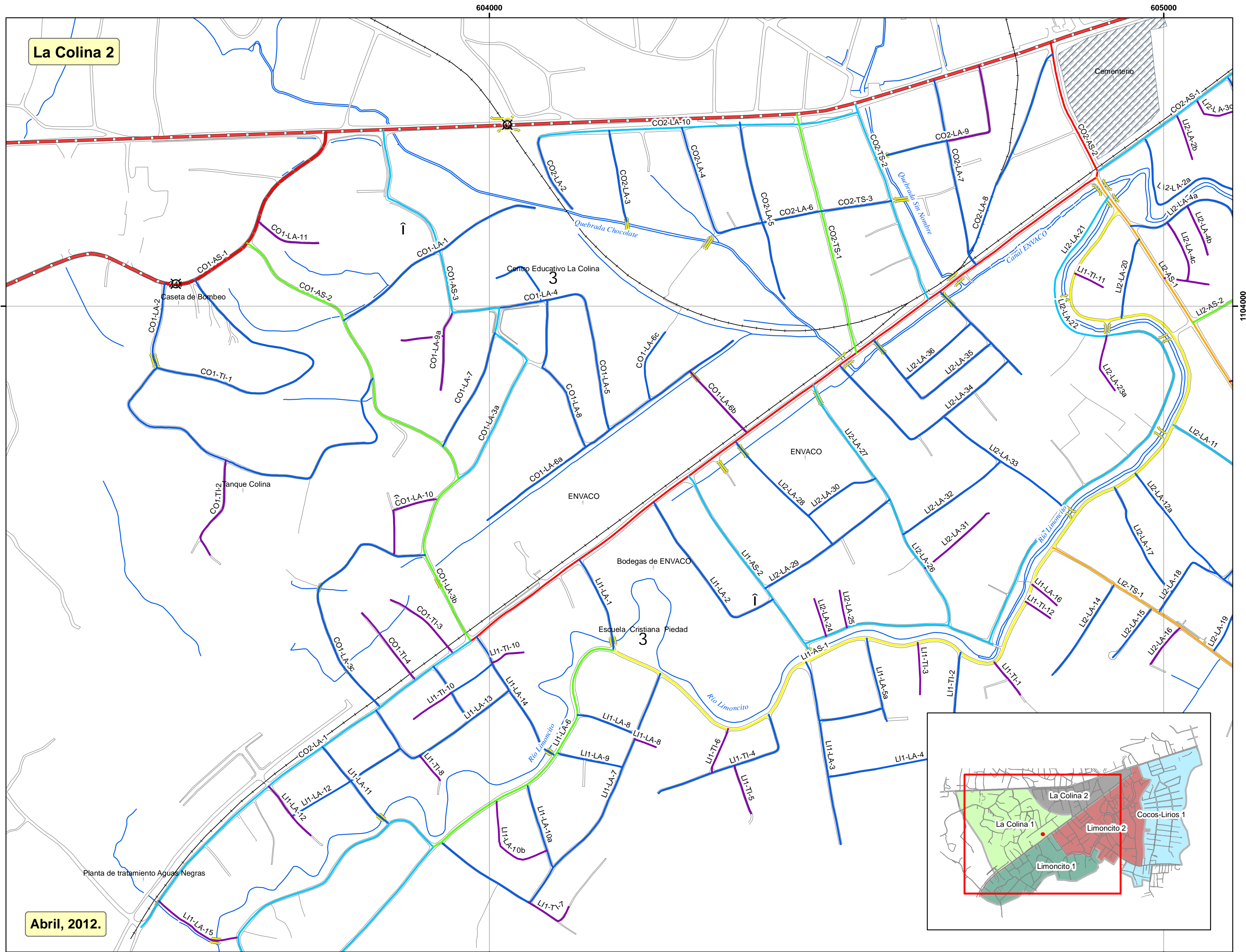
- Vías
- Ruta Nacional
- Vía Férrea
- Ríos/Quebradas/Canales

Estructuras del Pavimento

- EP-1
- EP-2
- EP-3
- EP-4
- EP-5
- EP-6
- EP-7



Ubicación Geográfica

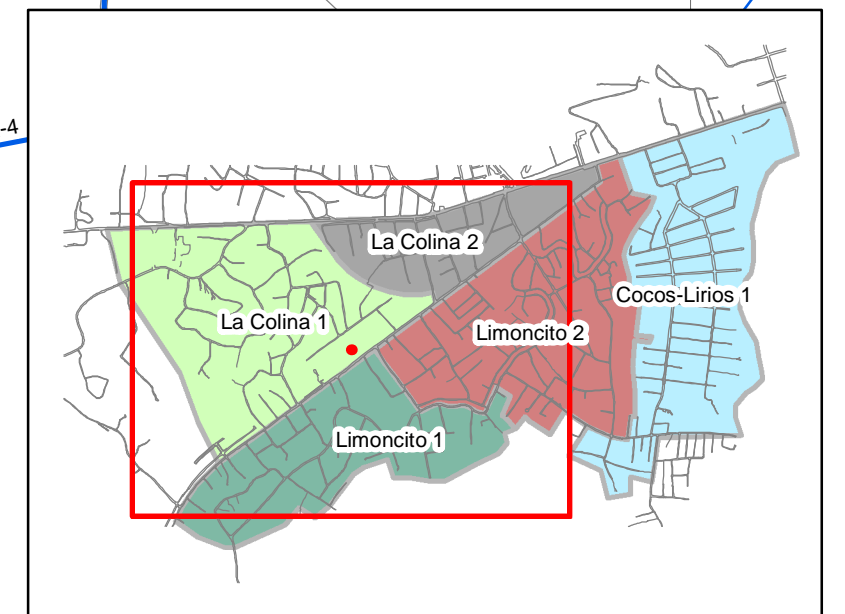
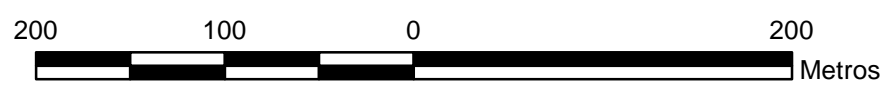


La Colina 2

Abril, 2012.

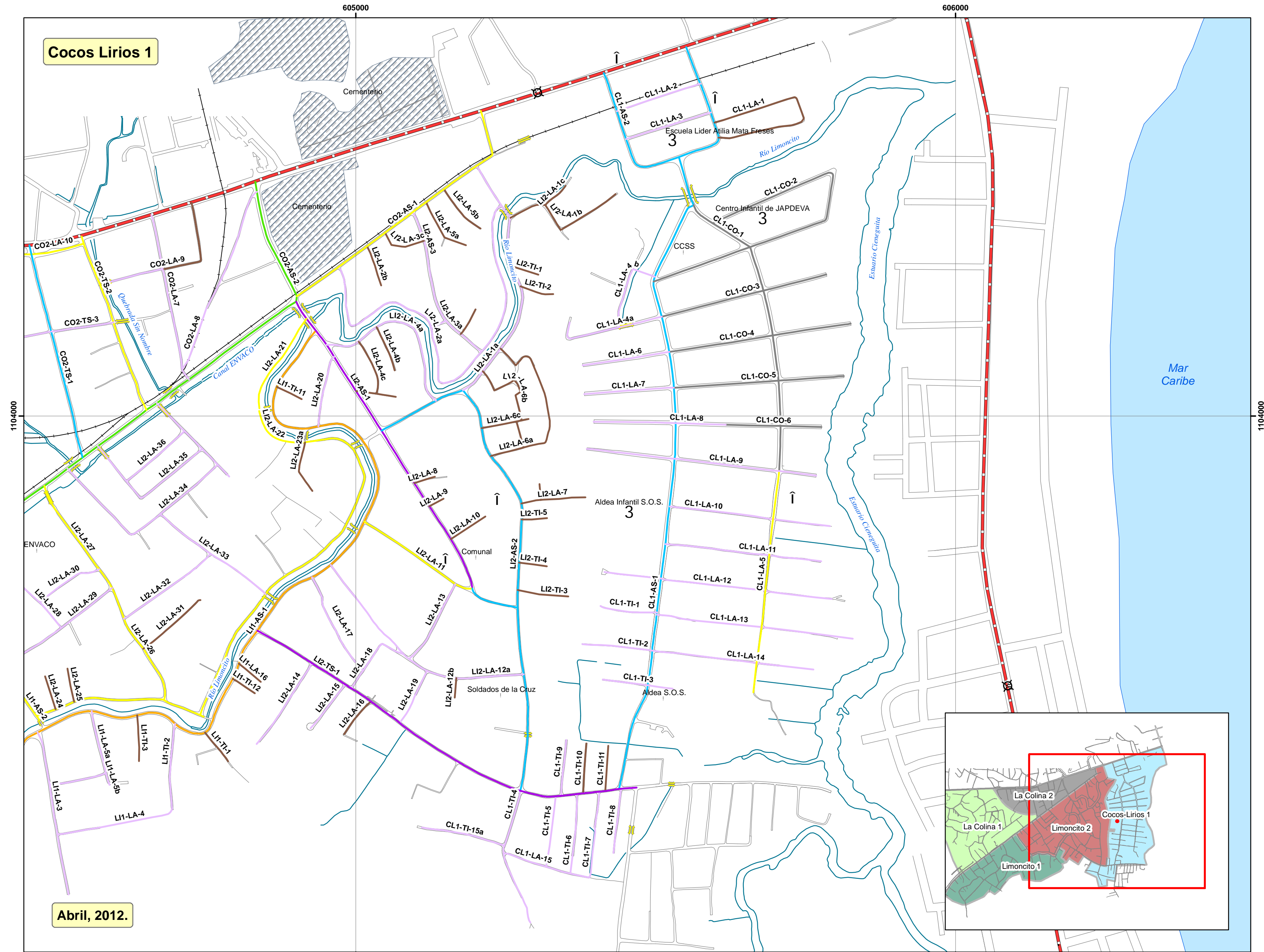
Simbología

- Vías
 - Ruta Nacional
 - Vía Férrea
 - Rios/Quebradas/Canales
- Estructuras del Pavimento**
- EP-1
 - EP-2
 - EP-3
 - EP-4
 - EP-5
 - EP-6
 - EP-7





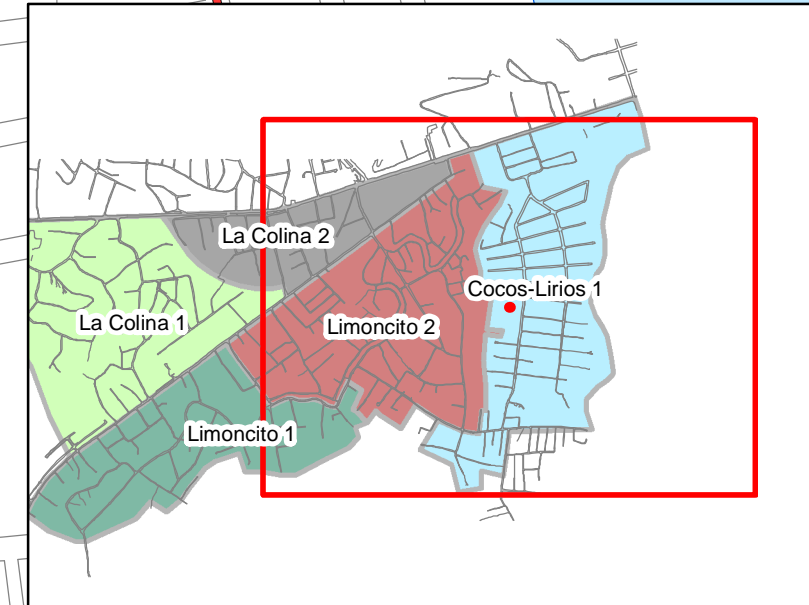
Cocos Lirios 1



Simbología

	Vías
	Ruta Nacional
	Vía Férrea
	Ríos/Quebradas/Canales
	EP-1
	EP-2
	EP-3
	EP-4
	EP-5
	EP-6
	EP-7
	Sin Intervención

Abril, 2012.



Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores:

Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos:	16 de marzo de 2012	
2. Nombre de la carretera a intervenir:	CO2-AS-1	
3. Clasificación de la vía de bajo volumen:	Primaria	
4. Nivel de confianza asociado:	95%	
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado:	3%	
6. Años para los que se está diseñando:	20 años	
7. Número total de carriles:	2	
8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	3,187	3,732
Carga liviana	0	0
C2	0	0
Buses	112	1,442,784
C4	11	167,466
C3	60	913,452
T3-S2	86	2,719,320
Suma	3,456	5,246,754

9. Ejes equivalente de diseño : **2,623,377**

10. CBR (%) representativo del terreno: 3

11. Número estructural (SN) necesario: 4.48

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	16.3	0.05	0.0318
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)	30	0.025	0.0225
	Espesor existente	46.3	SN_{existente}	0.0543

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0543

14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 4.4249

15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 20

17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) 1.2249 cm

18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 7

16. SN aportado por la BE: 3.2000

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la disseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores:

Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos:	16 de marzo de 2012	
2. Nombre de la carretera a intervenir:	L1-AS-2	
3. Clasificación de la vía de bajo volumen:	Secundaria	
4. Nivel de confianza asociado:	90%	
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado:	3%	
6. Años para los que se está diseñando:	20 años	
7. Número total de carriles:	2	
8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehiculos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,314	1,539
Carga liviana		0
C2		0
Buses	13	167,466
C4		0
C3	2	30,448
T3-S2		0
Suma	1,329	199,453

9. Ejes equivalente de diseño : **99,727**

10. CBR (%) representativo del terreno: 2

11. Número estructural (SN) necesario: 3.12

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	4.7	0.05	0.0092
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)	56.8	0.025	0.0426
	Espesor existente	61.5	SN _{existente}	0.0518

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0518

14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 3.0642

15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 15

17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) 0.6642

18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6 cm

16. SN aportado por la BE: 2.4000

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.
Sustituir la mezcla asfáltica por un tratamiento superficial doble, podría ser una opción, cuando el punto 17 es cero o negativo.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores:

Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

- Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
- Nombre de la carretera a intervenir: Terciarias (L11-AS-2)
- Clasificación de la vía de bajo volumen: Terciaria
- Nivel de confianza asociado: 80%
- Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
- Años para los que se está diseñando: 20 años
- Número total de carriles: 2
- Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:

	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,314	1,539
Carga liviana		0
C2		0
Buses	13	167,466
C4		0
C3	2	30,448
T3-S2		0
Suma	1,329	199,453
- Ejes equivalente de diseño : **99,727**
- CBR (%) representativo del terreno: 2
- Número estructural (SN) necesario: 2.90

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65		0.05	0.0000
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)		0.025	0.0000
	Esesor existente	0	SN _{existente}	0.0000

- Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0000
- Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 2.8980
- SN aportado por la BE: 2.8800
- Esesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 18
- Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.): 0.0180
- Esesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6 cm

El esesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.
Sustituir la mezcla asfáltica por un tratamiento superficial doble, podría ser una opción, cuando el punto 17 es cero o negativo.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

- 1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
- 2. Nombre de la carretera a intervenir: LI2-AS-1
- 3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
- 4. Nivel de confianza asociado: 95%
- 5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
- 6. Años para los que se está diseñando: 20 años
- 7. Número total de carriles: 2

8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	3,995	4,678
Carga liviana	30	137,016
C2	44	515,275
Buses	200	2,576,400
C4	10	152,242
C3	20	304,484
T3-S2	8	252,960
Suma	4,307	3,943,055

- 9. Ejes equivalente de diseño : **1,971,528**
- 10. CBR (%) representativo del terreno: 3
- 11. Número estructural (SN) necesario: 4.31

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	12	0.05	0.0234
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)		0.025	0.0000
	Esesor existente	12	SN _{existente}	0.0234

- 13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0234
- 14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 4.2874
- 15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 20
- 16. SN aportado por la BE: 3.2000
- 17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) 1.0874 cm
- 18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 7

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
2. Nombre de la carretera a intervenir: LI1-AS-1
3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
4. Nivel de confianza asociado: 95%
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
6. Años para los que se está diseñando: 20 años
7. Número total de carriles: 2

	8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	
	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	792	927
Carga liviana	2	9,134
C2	12	140,530
Buses	60	772,920
C4	4	60,897
C3	9	137,018
T3-S2		0
Suma	879	1,121,426

9. Ejes equivalente de diseño : **560,713**

10. CBR (%) representativo del terreno: 2
11. Número estructural (SN) necesario: 4.15

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	3	0.05	0.0058
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)	27	0.05	0.0405
	Esesor existente	30	SN _{existente}	0.0463

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0463
14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 4.0999
15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 20
17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.): 0.8999 cm
18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6

16. SN aportado por la BE: 3.2000

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos:	16 de marzo de 2012	
2. Nombre de la carretera a intervenir:	CO2-TS-1	
3. Clasificación de la vía de bajo volumen:	Primaria	
4. Nivel de confianza asociado:	95%	
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado:	3%	
6. Años para los que se está diseñando:	20 años	
7. Número total de carriles:	2	
8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,219	1,427
Carga liviana	2	9,134
C2		0
Buses	40	515,280
C4	2	30,448
C3	16	243,587
T3-S2	2	63,240
Suma	1,281	863,117

9. Ejes equivalente de diseño : 431,559

10. CBR (%) representativo del terreno: 3

11. Número estructural (SN) necesario: 3.52

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	4	0.05	0.0078
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)	17	0.025	0.0127
	Espesor existente	21	SN _{existente}	0.0205

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables:	0.0205
14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable:	3.4952
15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm):	18
17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.)	0.6152
18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica:	6

16. SN aportado por la BE: 2.8800

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.
Sustituir la mezcla asfáltica por un tratamiento superficial doble, podría ser una opción, cuando el punto 17 es cero o negativo.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
2. Nombre de la carretera a intervenir: LI2-TS-1
3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
4. Nivel de confianza asociado: 95%
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
6. Años para los que se está diseñando: 20 años
7. Número total de carriles: 2

8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	682	799
Carga liviana		0
C2		0
Buses	51	656,982
C4		0
C3		0
T3-S2		0
Suma	733	657,781

9. Ejes equivalente de diseño : **328,890**

10. CBR (%) representativo del terreno: 2
11. Número estructural (SN) necesario: 3.87

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Muy mala) CBR <65	24.5	0.05	0.0368
d. Subbase granular:	Subbase (Muy Mala) CBR <30		0.025	0.0000
	Esesor existente	24.5	SN _{existente}	0.0368

- | | |
|--|--------|
| 13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: | 0.0368 |
| 14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: | 3.8296 |
| 15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): | 18 |
| 17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) | 0.9496 |
| 18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: | 6 |

16. SN aportado por la BE: 2.8800

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
2. Nombre de la carretera a intervenir: CL1-AS-1
3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
4. Nivel de confianza asociado: 95%
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
6. Años para los que se está diseñando: 20 años
7. Número total de carriles: 2

8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,806	2,115
Carga liviana	4	18,269
C2	8	93,686
Buses	20	257,640
C4	6	91,345
C3	8	121,794
T3-S2		0
Suma	1,852	584,849

9. Ejes equivalente de diseño : **292,424**
10. CBR (%) representativo del terreno: 2
11. Número estructural (SN) necesario: 3.81

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65		0.05	0.0000
d. Subbase granular:	Subbase (Muy Mala) CBR <30	16	0.025	0.0080
	Espesor existente	16	SN _{existente}	0.0080

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0080
14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 3.7993
15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 18
17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) 0.9193 cm
18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6

16. SN aportado por la BE: 2.8800

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores:

- 1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
- 2. Nombre de la carretera a intervenir: CO1-AS-2
- 3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
- 4. Nivel de confianza asociado: 95%
- 5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
- 6. Años para los que se está diseñando: 20 años
- 7. Número total de carriles: 2

8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,435	1,680
Carga liviana		0
C2		0
Buses	42	541,044
C4	2	30,448
C3	2	30,448
T3-S2		0
Suma	1,481	603,621

9. Ejes equivalente de diseño : **301,811**

10. CBR (%) representativo del terreno: 2

11. Número estructural (SN) necesario: 3.82

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Muy mala) CBR <65			0.0000
d. Subbase granular:	Subbase (Muy Mala) CBR <30			0.0000
	Espesor existente	0	SN _{existente}	0.0000

- 13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0000
- 14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 3.8231
- 15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 18
- 17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) 0.9431 cm
- 18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6

16. SN aportado por la BE: 2.8800

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores:

1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
2. Nombre de la carretera a intervenir: LI1-AS-2
3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Primaria
4. Nivel de confianza asociado: 95%
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
6. Años para los que se está diseñando: 20 años
7. Número total de carriles: 2
8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:

	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,268	1,485
Carga liviana		0
C2		0
Buses	41	528,162
C4	2	30,448
C3	7	106,569
T3-S2		0
Suma	1,318	666,665
9. Ejes equivalente de diseño : **333,332**
10. CBR (%) representativo del terreno: 2
11. Número estructural (SN) necesario: 3.87

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65	8	0.05	0.0156
d. Subbase granular:	Subbase (Mala) CBR 45-30 (MR:119a102)	15	0.025	0.0112
	Esesor existente	23	SN _{existente}	0.0268

- | | |
|--|--------|
| 13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: | 0.0268 |
| 14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: | 3.8463 |
| 15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): | 18 |
| 17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.) | 0.9663 |
| 18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: | 6 |

16. SN aportado por la BE:

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.

Referencias para diseño - Limoncito

Diseño simplificado de pavimentos para bajo volumen vehicular



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Código de colores: Ingrese valor
Seleccione valor
Resultado importante

1. Fecha de los cálculos: 16 de marzo de 2012
2. Nombre de la carretera a intervenir: CO2-TS-2
3. Clasificación de la vía de bajo volumen: Secundaria
4. Nivel de confianza asociado: 90%
5. Porcentaje de crecimiento vehicular estimado: 3%
6. Años para los que se está diseñando: 20 años
7. Número total de carriles: 2

8. Tránsito y cálculos de ejes equivalentes:	Cantidad de vehículos diarios	Ejes equivalentes
Livianos	1,454	1,703
Carga liviana		0
C2		0
Buses	29	373,578
C4	2	30,448
C3		0
T3-S2		0
Suma	1,485	405,729

9. Ejes equivalente de diseño : **202,865**
10. CBR (%) representativo del terreno: 2
11. Número estructural (SN) necesario: 3.42

12. Espesores y características encontradas en el sondeo de campo:	Tipo	cm	Factor de reducción	SN aportado
a. Espesor de mezcla asfáltica:	Mezcla asfáltica (MR: 450.000psi)			0.0000
b. Espesor de base estabilizada:	Base estabilizada con cemento 25kg/cm2			0.0000
c. Base granular:	Base granular (Mala) CBR 75-65			0.0000
d. Subbase granular:	Subbase (Regular) CBR 70-45			0.0000
	Espesor existente	0	SN _{existente}	0.0000

13. Suma del número estructural de los materiales aprovechables: 0.0000
14. Diferencia entre el SN necesario y el SN aprovechable: 3.4229
15. Espesor de la base estabilizada con cemento (BE) a colocar (cm): 15
17. Diferencia entre 14. y 16. (14.-16.): 1.0229 cm
18. Espesor de sobrecapa de mezcla asfáltica: 6

16. SN aportado por la BE: 2.4000

El espesor mínimo que se puede colocar es 6cm. Debe garantizarse la regularidad y soporte de la capa inferior.

Observaciones:

Se debe homogenizar el material existente y eliminar el material que no presente condiciones adecuadas para ser estabilizado con cemento, eliminando material con tamaño superior al especificado y plasticidad más alta de lo permitida.
Sustituir la mezcla asfáltica por un tratamiento superficial doble, podría ser una opción, cuando el punto 17 es cero o negativo.

Método de diseño simplificado y programación: **Ing. Edgar Camacho Garita**

Unidad de Materiales y Pavimentos - LanammeUCR

Nota importante: Este archivo y la programación que contiene es información privilegiada y confidencial, protegida de revelación. Se le informa por este medio que la diseminación o copia de la programación aquí contenida está estrictamente prohibida.



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo XIII

1-Tabla resumen de prediseño de estructuras de drenaje
(cunetas)

2-Diagramas de prediseño de estructuras de drenaje
(cunetas)

Código del camino			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cunetas (m3/seg)	Caudal Qmax Modelado (m3/seg)	Comparación
Zona	Material SR	Consecutivo					
L11-	AS-	1	ED-4	1	0.005	0.0666	Posible desborde
L11-	AS-	2	ED-2	2	0.491	0.1973	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	1	ED-2	2	0.491	0.0893	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	2	ED-1	1	0.464	0.205	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	3	ED-2	2	0.491	0.1551	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	4	ED-1	1	0.464	0.1514	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	5a	ED-2	2	0.491	0.1562	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	5b	ED-2	2	0.491	0.2974	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	6	ED-2	2	0.491	0.1898	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	7	ED-2	2	0.491	0.2447	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	8	ED-3	1	0.090	0.1029	Posible desborde
L11-	LA-	9	ED-3	1	0.090	0.089	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	10a	ED-2	2	0.491	0.0875	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	10b	ED-1	1	0.464	0.1745	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	11	ED-1	1	0.464	0.2279	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	12	ED-3	1	0.090	0.0612	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	13	ED-1	1	0.464	0.2018	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	14	ED-1	1	0.464	0.0442	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	15	ED-3	1	0.090	0.0413	Flujo sin desbordes
L11-	LA-	16	ED-3	1	0.090	0.0395	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	1	ED-3	1	0.090	0.0809	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	2	ED-1	1	0.464	0.0894	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	3	ED-3	1	0.090	0.0624	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	4	ED-2	2	0.491	0.1901	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	5	ED-3	1	0.090	0.3377	Posible desborde
L11-	TI-	6	ED-3	1	0.090	0.0322	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	7	ED-3	1	0.090	0.1567	Posible desborde
L11-	TI-	8	ED-3	1	0.090	0.0311	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	9	ED-2	2	0.491	0.0646	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	10	ED-3	1	0.090	0.0572	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	11	ED-3	1	0.090	0.0319	Flujo sin desbordes
L11-	TI-	12	ED-3	1	0.090	0.0325	Flujo sin desbordes

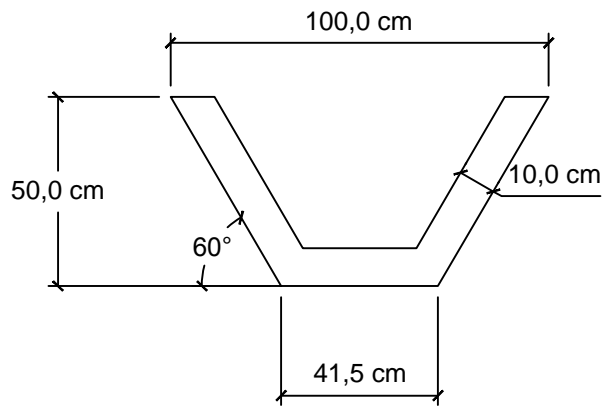
Código del camino			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cunetas (m3/seg)	Caudal Qmax Modelado (m3/seg)	Comparación
Zona	Material SR	Consecutivo					
LI2-	AS-	1	ED-2	2	0.491	0.6451	Posible desborde
LI2-	AS-	2	ED-2	2	0.491	0.25	Flujo sin desbordes
LI2-	AS-	3	ED-2	2	0.491	0.3121	Flujo sin desbordes
LI2-	TS-	1	ED-2	2	0.491	0.2535	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	1a	ED-2	2	0.491	0.0875	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	1b	ED-3	1	0.090	0.0254	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	1c	ED-3	1	0.090	0.1462	Posible desborde
LI2-	LA-	2a	ED-4	1	0.005	0.0667	Posible desborde
LI2-	LA-	2b	ED-3	1	0.090	0.1066	Posible desborde
LI2-	LA-	3a	ED-2	2	0.491	0.3839	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	3b	ED-1	1	0.464	0.0504	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	3c	ED-3	1	0.090	0.2419	Posible desborde
LI2-	LA-	4a	ED-4	1	0.005	0.0403	Posible desborde
LI2-	LA-	4b	ED-3	1	0.090	0.0561	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	4c	ED-3	1	0.090	0.1847	Posible desborde
LI2-	LA-	5a	ED-3	1	0.090	0.2618	Posible desborde
LI2-	LA-	5b	ED-3	1	0.090	0.1201	Posible desborde
LI2-	LA-	6a	ED-3	1	0.090	0.1808	Posible desborde
LI2-	LA-	6b	ED-3	1	0.090	0.0381	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	6c	ED-3	1	0.090	0.0768	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	7	ED-3	1	0.090	0.2792	Posible desborde
LI2-	LA-	8	ED-3	1	0.090	0.8871	Posible desborde
LI2-	LA-	9	ED-3	1	0.090	0.0421	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	10	ED-3	1	0.090	0	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	11	ED-2	2	0.491	0.2028	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	12a	ED-1	1	0.464	0.1845	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	12b	ED-1	1	0.464	0.3516	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	13	ED-2	2	0.491	0.149	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	14	ED-1	1	0.464	0.3035	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	15	ED-1	1	0.464	0.1399	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	16	ED-3	1	0.090	0	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	17	ED-1	1	0.464	0.1195	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	18	ED-1	1	0.464	0.1636	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	19	ED-1	1	0.464	0.437	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	20	ED-1	1	0.464	0.0691	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	21	ED-4	1	0.005	0.0834	Posible desborde
LI2-	LA-	22	ED-4	1	0.005	0.1548	Posible desborde
LI2-	LA-	23a	ED-3	1	0.090	0.1605	Posible desborde
LI2-	LA-	24	ED-3	1	0.090	0.0392	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	25	ED-3	1	0.090	0.0609	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	26	ED-2	2	0.491	0.0942	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	27	ED-2	2	0.491	0.1945	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	28	ED-1	1	0.464	0.2258	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	29	ED-1	1	0.464	0.0977	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	30	ED-1	1	0.464	0.1117	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	31	ED-3	1	0.090	0.158	Posible desborde
LI2-	LA-	32	ED-1	1	0.464	0.1456	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	33	ED-1	1	0.464	0.0697	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	34	ED-2	2	0.491	0.2063	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	35	ED-1	1	0.464	0.0782	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	36	ED-1	1	0.464	0.0747	Flujo sin desbordes
LI2-	LA-	37	ED-1	1	0.464	0.0068	Flujo sin desbordes
LI2-	TI-	1	ED-3	1	0.090	0.0619	Flujo sin desbordes
LI2-	TI-	2	ED-3	1	0.090	0.0526	Flujo sin desbordes
LI2-	TI-	3	ED-3	1	0.090	0.1117	Posible desborde
LI2-	TI-	4	ED-3	1	0.090	0.0572	Flujo sin desbordes
LI2-	TI-	5	ED-3	1	0.090	0.0706	Flujo sin desbordes

Código del camino			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cunetas (m3/seg)	Caudal Qmax Modelado (m3/seg)	Comparación
Zona	Material SR	Consecutivo					
CO1-	AS-	1	ED-1	1	0.464	0.2893	Flujo sin desbordes
CO1-	AS-	2	ED-1	1	0.464	0.2486	Flujo sin desbordes
CO1-	AS-	3	ED-2	2	0.491	0.2128	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	1	ED-1	1	0.464	0.2602	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	2	ED-4	2	0.010	0	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	3A	ED-2	2	0.491	0.1989	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	3B	ED-2	2	0.491	0.0657	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	3C	ED-1	1	0.464	0.2378	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	4	ED-2	2	0.491	0.2706	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	5	ED-2	2	0.491	0.1903	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	6A	ED-4	1	0.005	0.1173	Posible desborde
CO1-	LA-	6B	ED-3	1	0.090	0.0964	Posible desborde
CO1-	LA-	6C	ED-1	1	0.464	0.1068	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	7	ED-2	2	0.491	0.1373	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	8	ED-1	1	0.464	0.2858	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	9A	ED-1	1	0.464	0.2158	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	9B	ED-1	1	0.464	0.0664	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	10	ED-3	1	0.090	0.0451	Flujo sin desbordes
CO1-	LA-	11	ED-3	1	0.090	0.1844	Posible desborde
CO1-	TI-	1	ED-1	1	0.464	0.2971	Flujo sin desbordes
CO1-	TI-	2	ED-1	1	0.464	0.0152	Flujo sin desbordes
CO1-	TI-	3	ED-1	1	0.464	0.1945	Flujo sin desbordes
CO1-	TI-	4	ED-3	1	0.090	0.0685	Flujo sin desbordes

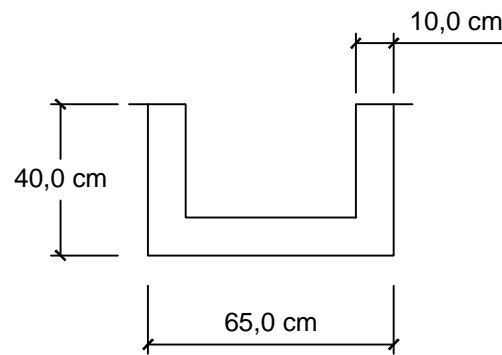
Código del camino			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cunetas (m3/seg)	Caudal Qmax Modelado (m3/seg)	Comparación
Zona	Material SR	Consecutivo					
CO2-	AS-	1	ED-1	2	0.928	0.6805	Flujo sin desbordes
CO2-	AS-	2	ED-4	2	0.010	0.0753	Posible desborde
CO2-	TS-	1	ED-4	2	0.010	0.319	Posible desborde
CO2-	TS-	2	ED-4	2	0.010	0.1676	Posible desborde
CO2-	TS-	3	ED-4	2	0.010	0.1161	Posible desborde
CO2-	LA-	1	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	2	ED-1	1	0.464	0.296	Flujo sin desbordes
CO2-	LA-	3	ED-1	1	0.464	0.296	Flujo sin desbordes
CO2-	LA-	4	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	5	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	6	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	7	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	8	ED-4	2	0.010	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	9	ED-3	2	0.179	0.296	Posible desborde
CO2-	LA-	10	ED-4	2	0.010	0.0881	Posible desborde

Código del camino			Estructura de Drenaje Propuesta	Cantidad de Estructuras de Drenaje	Caudal de cuentas (m3/seg)	Caudal Qmax Modelado (m3/seg)	Comparación
Zona	Material SR	Consecutivo					
CL1-	AS-	1	ED-4	2	0.010	0.4006	Posible desborde
CL1-	AS-	2	ED-4	2	0.010	0.3226	Posible desborde
CL1-	CO-	1	ED-4	2	0.010	0.4324	Posible desborde
CL1-	CO-	2	ED-4	2	0.010	0.2584	Posible desborde
CL1-	CO-	3	ED-4	2	0.010	0.2282	Posible desborde
CL1-	CO-	4	ED-4	2	0.010	0.4691	Posible desborde
CL1-	CO-	5	ED-4	2	0.010	0.1608	Posible desborde
CL1-	CO-	6	ED-4	2	0.010	0.8516	Posible desborde
CL1-	LA-	1	ED-3	1	0.090	0.5007	Posible desborde
CL1-	LA-	2	ED-4	2	0.010	0.282	Posible desborde
CL1-	LA-	3	ED-4	2	0.010	0.1335	Posible desborde
CL1-	LA-	4A	ED-4	2	0.010	0.1329	Posible desborde
CL1-	LA-	4B	ED-4	2	0.010	0.0882	Posible desborde
CL1-	LA-	5	ED-4	2	0.010	0.6594	Posible desborde
CL1-	LA-	6	ED-4	2	0.010	0.1531	Posible desborde
CL1-	LA-	7	ED-4	2	0.010	0.1421	Posible desborde
CL1-	LA-	8	ED-4	2	0.010	0.7623	Posible desborde
CL1-	LA-	9	ED-4	2	0.010	0.2549	Posible desborde
CL1-	LA-	10	ED-4	2	0.010	0.0728	Posible desborde
CL1-	LA-	11	ED-4	2	0.010	0.0537	Posible desborde
CL1-	LA-	12	ED-4	2	0.010	0.0978	Posible desborde
CL1-	LA-	13	ED-4	2	0.010	0.2252	Posible desborde
CL1-	LA-	14	ED-4	2	0.010	0.1192	Posible desborde
CL1-	LA-	15	ED-4	2	0.010	0.0753	Posible desborde
CL1-	TI-	1	ED-4	2	0.010	0.0332	Posible desborde
CL1-	TI-	2	ED-4	2	0.010	0.0389	Posible desborde
CL1-	TI-	3	ED-4	2	0.010	0.0732	Posible desborde
CL1-	TI-	4	ED-4	2	0.010	0.3239	Posible desborde
CL1-	TI-	5	ED-1	1	0.464	0.0664	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	6	ED-1	1	0.464	0.075	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	7	ED-1	1	0.464	0.1375	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	8	ED-1	1	0.464	0.0502	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	9	ED-1	1	0.464	0.1061	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	10	ED-3	1	0.090	0.127	Posible desborde
CL1-	TI-	11	ED-3	1	0.090	0.0516	Flujo sin desbordes
CL1-	TI-	15a	ED-1	1	0.064	0.1178	Posible desborde

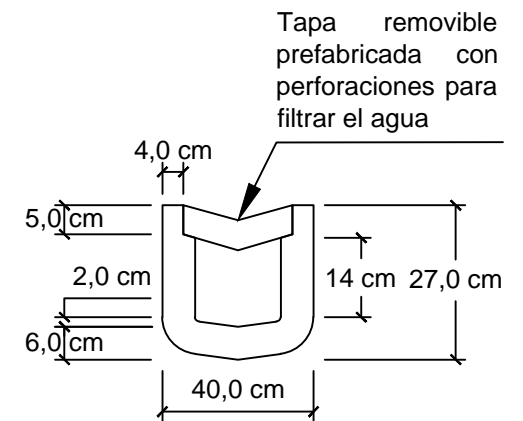
ED-1
CUNETA EN V



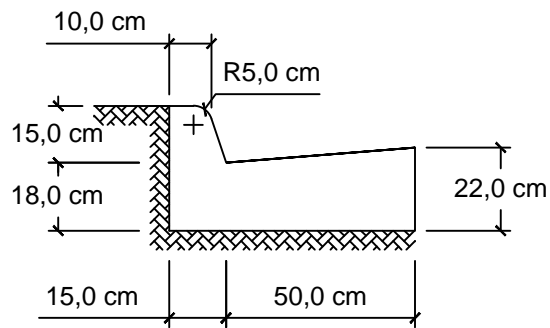
ED-2
CUNETA RECTANGULAR



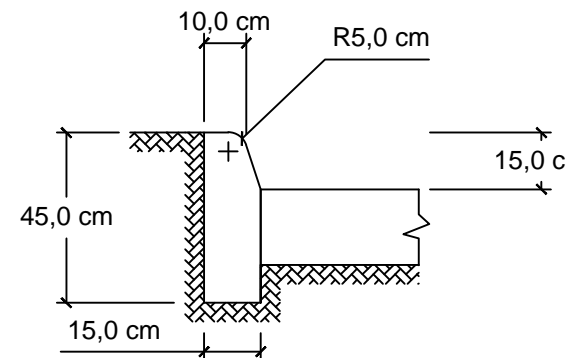
ED-3
CUNETA CENTRAL



ED-4
CORDON Y CAÑO



DETALLE DE BORDILLO



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Estructuras de drenaje (cunetas)

Proyecto AyA-LanammeUCR
Sector Limoncito, Provincia Limón

Sin Escala

Marzo 2012



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo XIV

Tablas de resumen de la solución propuesta



Código del camino			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
Zona	Material SR	Consecutivo			
LI1-	AS-	1	PRIMARIA ESPECIAL	ST-4	EP-3
LI1-	AS-	2	SECUNDARIA	ST-2	EP-5
LI1-	LA-	1	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	2	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	4	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	5a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	5b	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	6	PRIMARIA GENERAL/SECUNDARIA	ST-2	EP-4/EP-5
LI1-	LA-	7	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	8	TERCIARIA/ACCESO	ST-6/ST-7	EP-6/EP-7
LI1-	LA-	9	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	10a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	LA-	10b	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	LA-	11	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	12	TERCIARIA/ACCESO	ST-6/ST-7	EP-6/EP-7
LI1-	LA-	13	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	14	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	LA-	15	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	LA-	16	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	1	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	2	TERCIARIA	ST-6	EP-6
LI1-	TI-	3	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	4	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	TI-	5	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	6	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	7	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	8	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	9	TERCIARIA	ST-3	EP-6
LI1-	TI-	10	ACCESO/TERCIARIA	ST-7/ST-6	EP7-/EP-6
LI1-	TI-	11	ACCESO	ST-7	EP-7
LI1-	TI-	12	ACCESO	ST-7	EP-7

Código del camino			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
Zona	Material SR	Consecutivo			
L12-	AS-	1	PRIMARIA ESPECIAL	ST-2	EP-2
L12-	AS-	2	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
L12-	AS-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
L12-	TS-	1	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
L12-	LA-	1a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
L12-	LA-	1b	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	1c	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	2a	TERCIARIA	ST-4	EP-6
L12-	LA-	2b	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	3a	TERCIARIA	ST-3	EP-6
L12-	LA-	3b	ACCESO	ST-6	EP-7
L12-	LA-	3c	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	4a	TERCIARIA	ST-4	EP-6
L12-	LA-	4b	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	4c	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	5a	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	5b	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	6a	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	6b	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	6c	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	7	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	8	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	9	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	10	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	11	SECUNDARIA/PRIMARIA ESPECIAL	ST-3/ST-2	EP-5/EP-2
L12-	LA-	12a	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	12b	ACCESO	ST-6	EP-7
L12-	LA-	13	TERCIARIA	ST-3	EP-6
L12-	LA-	14	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	15	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	16	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	17	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	18	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	19	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	20	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	21	SECUNDARIA	ST-4	EP-5
L12-	LA-	22	SECUNDARIA	ST-4	EP-5
L12-	LA-	23a	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	24	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	25	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	26	SECUNDARIA	ST-3	EP-5
L12-	LA-	27	SECUNDARIA	ST-3	EP-5
L12-	LA-	28	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	29	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	30	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	31	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	LA-	32	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	33	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	34	TERCIARIA	ST-3	EP-6
L12-	LA-	35	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	36	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	LA-	37	TERCIARIA	ST-6	EP-6
L12-	TI-	1	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	TI-	2	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	TI-	3	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	TI-	4	ACCESO	ST-7	EP-7
L12-	TI-	5	ACCESO	ST-7	EP-7

Código del camino			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
Zona	Material SR	Consecutivo			
CO1-	AS-	1	PRIMARIA ESPECIAL	ST-5	EP-1
CO1-	AS-	2	PRIMARIA GENERAL	ST-5	EP-4
CO1-	AS-	3	SECUNDARIA	ST-2	EP-5
CO1-	LA-	1	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO1-	LA-	2	TERCIARIA	ST-2	EP-6
CO1-	LA-	3A	SECUNDARIA/PRIMARIA GENERAL/TERCIARIA	ST-2/ST-6	EP-5/EP-4/EP-6
CO1-	LA-	3B	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
CO1-	LA-	3C	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO1-	LA-	4	SECUNDARIA/TERCIARIA	ST-2	EP-5/EP-6
CO1-	LA-	5	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO1-	LA-	6A	TERCIARIA	ST-4	EP-6
CO1-	LA-	6B	ACCESO	ST-7	EP-7
CO1-	LA-	6C	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO1-	LA-	7	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO1-	LA-	8	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO1-	LA-	9A	ACCESO	ST-6	EP-7
CO1-	LA-	9B	ACCESO	ST-6	EP-7
CO1-	LA-	10	ACCESO	ST-7	EP-7
CO1-	LA-	11	ACCESO	ST-7	EP-7
CO1-	TI-	1	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO1-	TI-	2	ACCESO	ST-6	EP-7
CO1-	TI-	3	ACCESO	ST-6	EP-7
CO1-	TI-	4	ACCESO	ST-7	EP-7

Código del camino			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
Zona	Material SR	Consecutivo			
CO2-	AS-	1	SECUNDARIA/PRIMARIA ESPECIAL	ST-2/ST-1	EP-5/EP-1
CO2-	AS-	2	PRIMARIA ESPECIAL	ST-2	EP-1
CO2-	TS-	1	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
CO2-	TS-	2	SECUNDARIA	ST-2	EP-5
CO2-	TS-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	1	SECUNDARIA	ST-2	EP-5
CO2-	LA-	2	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO2-	LA-	3	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CO2-	LA-	4	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	5	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	6	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	7	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	8	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CO2-	LA-	9	TERCIARIA/ACCESO	ST-3/ST-7	EP-6/EP-7
CO2-	LA-	10	SECUNDARIA	ST-2	EP-5

Código del camino			CLASIFICACION FUNCIONAL	SECCION TRANSVERSAL PROPUESTA	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO
Zona	Material SR	Consecutivo			
CL1-	AS-	1	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
CL1-	AS-	2	PRIMARIA GENERAL	ST-2	EP-4
CL1-	CO-	1	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	CO-	2	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	CO-	3	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	CO-	4	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	CO-	5	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	CO-	6	TERCIARIA	ZONA SIN INTERVENCION	
CL1-	LA-	1	ACCESO	ST-7	EP-7
CL1-	LA-	2	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	4A	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	4B	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	5	SECUNDARIA	ST-2	EP-5
CL1-	LA-	6	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	7	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	8	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	9	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	10	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	11	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	12	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	13	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	14	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	LA-	15	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	TI-	1	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	TI-	2	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	TI-	3	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	TI-	4	TERCIARIA	ST-3	EP-6
CL1-	TI-	5	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CL1-	TI-	6	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CL1-	TI-	7	TERCIARIA	ST-6	EP-6
CL1-	TI-	8	ACCESO	ST-6	EP-6
CL1-	TI-	9	ACCESO	ST-6	EP-6
CL1-	TI-	10	ACCESO	ST-7	EP-7
CL1-	TI-	11	ACCESO	ST-7	EP-7
CL1-	TI-	15a	TERCIARIA	ST-6	EP-6



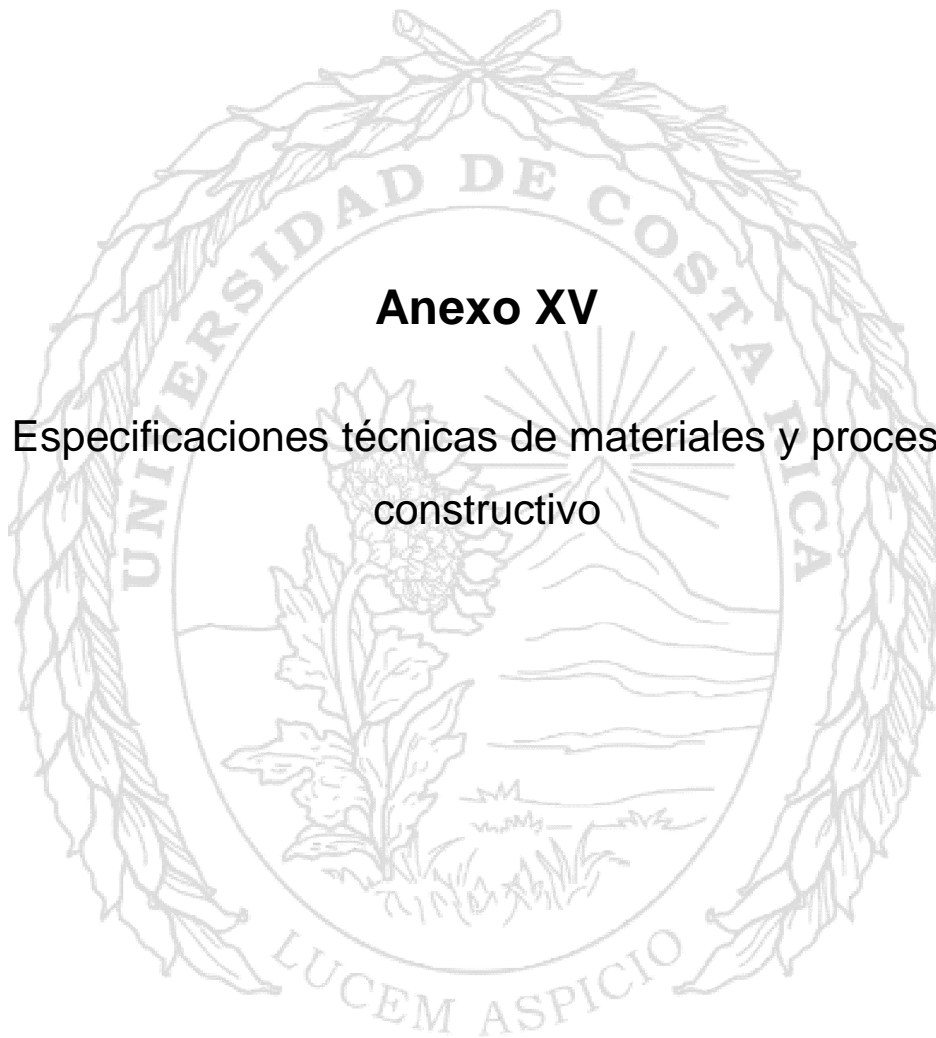
Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Anexo XV

Especificaciones técnicas de materiales y proceso
constructivo



Especificaciones Técnicas de los materiales y proceso constructivo

1. Términos técnicos de referencia.

Descripción general del proyecto.

a. Ubicación.

Las obras a realizar están ubicadas en la región de Limoncito en la Ciudad de Limón, específicamente en los barrios de La Colina, Limoncito y Los Cocos. Colindantes todos con el cauce del Río Limoncito, en el norte delimitado por la Ruta 32 y en el sur por el canal de Cieneguita.

b. Actividades generales a realizar:

Las obras de mejoramiento y rehabilitación de las vías de estas localidades comprenden varias alternativas tanto en las dimensiones de las secciones transversales a intervenir como en las opciones de mejoramiento o reconstrucción. Obras que son posteriores a los procesos de colocación del alcantarillado sanitario en la región. Las actividades tienen como objetivo el mejorar las condiciones funcionales y estructurales de los pavimentos, además de generar facilidades para el manejo de las aguas de escorrentía superficial.

A nivel de las estructuras de pavimento, se plantean las siguientes alternativas de intervención mínimas a seguir:

- Estructura EP-1 (Primaria especial, camino CO2-AS-1):

Por el tipo de tránsito y la importancia dentro de la red vial de la zona del proyecto para esta vía se ha contemplado una configuración específica, compuesta por:

- 10 cm de Carpeta Asfáltica según las especificaciones planteadas en el punto 10.
- 20 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 30 cm del material existente. El material que quedaría expuesto y sobre el cual se colocaría la estructura anteriormente planteada deberá ser reconfirmado y compactado hasta un 95% del Proctor Modificado para alcanzar un CBR mínimo de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

- Estructura EP-2 (Primaria especial, camino LI2-AS-1):

Por el tipo de tránsito y la importancia dentro de la red vial de la zona del proyecto para esta vía se ha contemplado una configuración específica, compuesta por:

- 7 cm de Carpeta Asfáltica según las especificaciones planteadas en el punto 10.
- 20 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 27 cm del material existente. El material que quedaría expuesto y sobre el cual se colocaría la estructura anteriormente planteada deberá ser reconvertido y compactado hasta un 95% del Proctor Modificado para alcanzar un CBR mínimo de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

- Estructura EP-3 (Primaria especial, camino LI1-AS-1):

Por el tipo de tránsito y la importancia dentro de la red vial de la zona del proyecto para esta vía se ha contemplado una configuración específica, compuesta por:

- 6 cm de Carpeta Asfáltica según las especificaciones planteadas en el punto 10.
- 20 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 26 cm del material existente. El material que quedaría expuesto y sobre el cual se colocaría la estructura anteriormente planteada deberá ser reconvertido y compactado hasta un 95% del Proctor Modificado para alcanzar un CBR mínimo de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

- Estructura EP-4 (Primaria general):

Estas vías presentan flujos de tránsito medio-alto, han sido catalogadas como vías principales dentro de la jerarquía establecida en la red vial de la zona del proyecto, se sugiere la siguiente configuración mínima:

- 6 cm de Carpeta Asfáltica según las especificaciones planteadas en el punto 10.
-
- 18 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 24cm del material existente. Los materiales que quedarían expuestos y sobre los cuales se colocarían la estructura anteriormente planteada deberán ser reconvertidos y compactados hasta un 90% del Proctor Modificado para alcanzar valores de CBR mínimo de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

- Estructura EP-5 (Secundarias):

Estas vías presentan flujos de tránsito medio-bajo, han sido catalogadas como vías secundarias y de conectividad dentro de la jerarquía establecida en la red vial de la zona del proyecto, se sugiere la siguiente configuración mínima:

- 6 cm de Carpeta Asfáltica según las especificaciones planteadas en el punto 10.
- 15 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en

la cual se removerían los primeros 24cm del material existente. Los materiales que quedarían expuestos y sobre los cuales se colocarían la estructura anteriormente planteada deberán ser reconvertidos y compactados hasta un 90% del Proctor Modificado para alcanzar valores de CBR mínimo de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

- Estructura EP-6 (Terciarias):

Estas vías presentan flujos de tránsito bajos, han sido catalogadas como vías terciarias según la jerarquía establecida en la red vial de la zona del proyecto, se sugiere la siguiente configuración mínima:

- Tratamiento superficial triple según las especificaciones planteadas en el punto 11.
- 18 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en los puntos 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 18cm del material existente. Los materiales que quedarían expuestos y sobre los cuales se colocarían la estructura anteriormente planteada deberían ser reconvertidos y compactados hasta un 90% del Proctor Modificado para alcanzar valores de CBR mínimos de 30. Si se encuentra suelo de subrasante deberá verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

En cuanto a la opción alternativa se podrá disponer de una configuración utilizando:

- 12 cm de Lastre según las especificaciones planteadas en el punto 13.
- 20 cm de Base Granular, según las especificaciones planteadas en el punto 7.

Los niveles de rasante serían respetados, siguiendo las mismas disposiciones señaladas para la opción con tratamiento superficial en lo concerniente al acondicionamiento del material subyacente de apoyo.

- Estructura EP-7 (Acceso):

Estas vías son utilizadas únicamente por los habitantes de la calle, por lo que no presentan flujos o cargas de tránsito significativas han sido catalogadas como accesos según la jerarquía establecida en la red vial de la zona del proyecto, se sugiere la siguiente configuración mínima:

- Losas de concreto hidráulico de 15 cm de espesor, según las especificaciones planteadas en el punto 12.
- 15 cm de Base Estabilizada, según las especificaciones planteadas en el punto 8 y 9.

El nivel de rasante de la vía no sería modificado, por lo que es necesario realizar labores de excavación en la cual se removerían los primeros 30cm del material existente. Los materiales que quedarían expuestos y sobre los cuales se colocarían la estructura anteriormente planteada deberán ser compactados hasta un 90% del Proctor Modificado para alcanzar valores de CBR mínimos en lo relacionado con las subrasantes existentes debería verificarse si estos suelos poseen valores de CBR mayores de 5, de no ser así se deberían evaluar opciones de mejoramiento de estos suelos.

En cuanto a la opción alternativa se podrá disponer de una configuración utilizando:

- 12 cm de Lastre según las especificaciones planteadas en el punto 13.
- 20 cm de Base Granular, según las especificaciones planteadas en el punto 7.

Los niveles de rasante serían respetados, siguiendo las mismas disposiciones señaladas para la opción con tratamiento superficial en lo concerniente al acondicionamiento del material de apoyo.

2. Montos para imprevistos (Trabajo a Costo más Porcentaje)

Se considera que en este tipo de contrataciones debería destinarse una suma provisional especificada en la Lista de Cantidades bajo el renglón de pago 110.06 (a) Montos Provisionales (Trabajo a costo más porcentaje) del CR-2010 como una asignación general para sufragar contingencias físicas, servicios, etc.

La inclusión de una suma de este tipo se hace para disponer oportunamente de los recursos que permitan atender las contingencias especificadas a medida que estas surjan. La utilización de estos renglones se haría bajo normativa de aplicación vigente y su inclusión no obligaría a la Administración a su utilización. Se utilizaría según lo establecido en el CR-2010.

3. Remoción de estructuras y obstrucciones

Corresponde a obras de arte y alcantarillas en mal estado con sus respectivos aletones, delantales; y cualquier otra estructura dentro del área a intervenir. Los materiales sobrantes aprovechables deberían ser cargados, transportados y entregados en el plantel que defina la Administración, donde se incluye todos los gastos en que incurra el contratista de la obra para realizar el trabajo a satisfacción del Ingeniero, además debería satisfacer las especificaciones establecidas en la sección 203 del CR-2010 y su pago sería por metro cuadrado de acuerdo con el ítem CR.203.01 Remoción (de Estructuras y Obstrucciones).

4. Excavación no clasificada

Incluye la Excavación requerida para construir las obras establecidas en los planos como ampliaciones, excavación de canales y otras indicadas por el Ingeniero. Los materiales sobrantes deberían ser trasladados a botaderos suministrados por el Contratista y autorizados por el Ingeniero y avalados por el Regente Ambiental, los cuales deberían cumplir con toda la Legislación vigente en materia Ambiental. El alcance de este renglón de pago incluye el corte, el traslado y la colocación y compactación del material aprovechable acorde con las condiciones prevalecientes o en los casos en que no son aprovechables incluyen corte traslado y acomodo y disposición final en los sitios aprobados por la Administración, el Ingeniero y por el Regente Ambiental. No se debería hacer otro pago por estos conceptos como sobreacarreos u otros, todos los costos deberían estar incluidos dentro de este ítem CR.204.01(a) Excavación no Clasificada y su pago sería por metro cubico (M3), medido en su posición original.

5. Excavación de préstamo seleccionado para acabado (caso 2)

El préstamo seleccionado para acabado debería satisfacer las siguientes especificaciones: El material debería presentar una capacidad relativa de soporte mayor o igual al 10%, según ensayo AASHTO T-193 (CBR mínimo de 10%), con el material compactado mínimo al 95% del

ensayo AASHTO T-99.

El material debería satisfacer las siguientes especificaciones:

Descripción	Especificación
Pasando la malla de 76,2 mm	100%
Valor de soporte CBR	Mayor de 10 %
Límite líquido	Máximo 30 %
Índice plástico	Máximo 7 %
Grado de compactación	95 % mínimo del AASHTO T-99

Este renglón de pago corresponde al suministro, colocación y compactación del material que satisfaga las especificaciones establecidas. Su pago sería por metro cubico (m3), medido una vez suministrado, colocado y compactado en el prisma de la obra o el sitio ordenado de colocación, de acuerdo con el ítem CR.204.05 (a) Excavación de Préstamo para Acabado Caso 2.

6. Excavación para estructuras

Debería cumplir con lo especificado en la sección 209 del CR-2010, incluiría excavaciones para obras menores, como alcantarillas de tubo, de cuadro, gaviones y otras indicadas por el Ingeniero. Su pago sería por metro cubico (m3), medido en su posición original, de acuerdo con el ítem CR.209.01 (a) Excavación (para Estructuras).

Estos trabajos incluirían la construcción de arriostramientos y apuntalamientos, el sellado de fundaciones, la evacuación de las aguas, la excavación, la preparación de fundaciones y la conformación de superficie para la fundación y el relleno.

7. Base y subbase de agregado triturado

En este apartado se hace referencia a las labores relacionadas con el suministro, colocación y compactación del material de base y subbase, ajustado a los alineamientos, espesores y secciones transversales definidas en los planos constructivos.

La granulometría de estos materiales estarían definidos por la tabla 703-6 del CR-2010, la cual se muestra a continuación:

Abertura de la malla	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada				
	AASHTO T 27 y AASHTO T 11				
	Requerimientos de Granulometría				
	A (Sub-base)	B (Sub-base)	C (Base)	D (Base)	E (Base)
63 mm	100 ⁽¹⁾				
50 mm	97 - 100	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾		
37,5 mm		97 - 100 ⁽¹⁾			
25 mm	65 - 79 (6)		80 - 100 (6)	100 ⁽¹⁾	
19 mm			64 - 94 (6)	86 - 100 (6)	100 ⁽¹⁾

12,5 mm	45 -59 (7)				
9,5 mm				51 - 82 (6)	62 - 90 (6)
4,75 mm	28 - 42 (6)	40 - 60 (8)	40 - 69 (6)	36 - 64 (6)	46 - 74 (7)
425 µm	9 - 17 (4)	31 - 54 (4)		12 - 26 (4)	12 - 26 (4)
75 µm	4 - 8 (3)	4 - 12 (4)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)

(1) Los procedimientos estadísticos no aplican

() La tolerancia permisible (\pm) se indica entre paréntesis

Las cantidades aceptadas para la capa de base de agregado triturado, medidas de conformidad con el artículo CR.301.03 del CR-2010 serían pagadas a los precios unitarios estipulados en el contrato por metro cúbico de base de agregado triturado, en vehículo, distribuido, compactado y aceptado en la obra, cuyo precio y pago se consideraría como compensación total por el equipo, materiales y mano de obra necesarios para realizar el trabajo especificado en esta sección.

Las cantidades aceptadas para la capa de sub-base de agregado triturado, medidas de conformidad con el artículo CR.301.06 del CR-2010 serían pagadas a los precios unitarios estipulados en el contrato por metro cúbico de sub-base de agregado triturado, medido en vehículo, distribuido, compactado y aceptado en la obra, cuyo precio y pago se consideraría como compensación total por el equipo, materiales y mano de obra necesarios para realizar el trabajo especificado en esta sección.

Se debería presentar un registro del volumen de los camiones utilizados en el acarreo del material, donde se detalle las características de estos equipos. (Placa, volumen, etc.)

Se debería aplicar la metodología de pago en función de la calidad de acuerdo con los parámetros y frecuencia de muestreo definida en la siguiente tabla, categorías I y II. Los otros parámetros especificados se tomarían de aceptación, de los cuales se deberían presentar las constancias de calidad correspondientes emitidos por el consultor de calidad. En caso de que haya un reporte de verificación de calidad, tendría vigencia sobre la constancia de calidad del autocontrol.

El material a emplear debería ser propuesto a la Unidad de Supervisión por el contratista al menos dos semanas antes de los trabajos. El contratista debería suministrar evidencia del cumplimiento de todos los requisitos de aceptación, de acuerdo con la sección 301 del CR-2010, el Contratista debería esperar el comunicado de aceptación por parte de la Ingeniería del proyecto. Ésta entidad rechazaría el material propuesto si existe algún incumplimiento a los requisitos de aceptación. La Administración podría verificar los resultados de los ensayos de la constancia de calidad propuesta. La aceptación de la calidad del material es para el inicio de las obras únicamente, posteriormente, la aceptación, penalización o rechazo dependería del cumplimiento sostenido de los requisitos de aceptación y del esquema de pago.

Parámetros de evaluación del material de base y subbase					
Propiedad característica	o Categoría	Método de prueba	Frecuencia	Puntos muestreo	de

Granulometría	II	Normas AASHTO: T-11 y T-27	1 muestra por cada 400 m ³ de cada capa colocada y compactada	Del camellón o del material procesado y colocado
Límite líquido	-	Norma AASHTO: T-89	1 muestra por cada 400 m ³ de cada capa colocada y compactada	Del camellón o del material procesado y colocado
Humedad-Densidad (óptima)	-	Norma AASHTO: T-180-método D	1 muestra por cada 4000 m ³ de cada capa colocada y compactada	Apilamiento de producción o planta, o del camellón en sitio.
Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	I ⁽¹⁾	Normas AASHTO: T-238 y T-239 u otros métodos aprobados	1 muestra por cada 200 m ³ de cada capa colocada y compactada	En el sitio de la capa colocada y compactada
Índice de soporte de California (CBR)	I ⁽²⁾		1 muestra por cada 1000 m ³ de cada capa colocada y compactada	Del camellón en sitio.

(1) Se requiere un mínimo de densificación en sitio del 95 % de la densidad seca máxima, de acuerdo con las relaciones de humedad – densidad.

(2) Se requiere un CBR mínimo de 30 % para subbase y un CBR mínimo de 80 % para base; para el mínimo porcentaje de capacidad de soporte al evaluar deformaciones acumuladas de 0.1 in y 0.2 in en la ejecución del ensayo.

8. Agregados para base estabilizada

Este trabajo consistiría en el suministro, colocación y compactación de material aprobado, de acuerdo con las Especificaciones y razonablemente ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos o fijados por el Ingeniero.

Los agregados para bases mejoradas deberían consistir en partículas duras y durables de escorias, piedras, gravas, pizarras, tobas o lastres terminados o triturados para obtener la graduación que se indica a continuación:

Tamiz	% Pasando
38.1 mm	100
No. 4	50-80
No. 40	20-50

Los agregados deberían tener un límite líquido no mayor de 35 y un índice Plástico igual o menor a 7, determinados por los ensayos AASHTO T-89 y T-90 respectivamente.

Su pago sería por metro cubico (m³), medido una vez suministrado, colocado y compactado en el prisma de la obra, de acuerdo con el ítem CR.301.03 (a) Agregados para Base Mejorada.

9. Base estabilizada con cemento

Este trabajo consistiría en la construcción de una capa de mezcla de agregados, cemento portland y agua sobre una superficie preparada de acuerdo con las Especificaciones y razonablemente ajustado a los alineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., detallados en los planos o fijados por el Ingeniero.

Diseño de la base estabilizada. Con 10 (diez) días hábiles de anticipación al inicio de los trabajos de mejoramiento, el Contratista debería someter, para aprobación del Ingeniero, la memoria de cálculo del diseño, que incluiría la evaluación realizada a los agregados y el origen de estos, la certificación de la calidad del cemento y toda la información usualmente suministrada en estos diseños. El ensayo por utilizar en el método de diseño para el moldeo de especímenes sería el AASHTO T-180 para materiales granulares. Además, se deberían aportar las siguientes cantidades de material para verificación del diseño de la mezcla: agregados, 100 kilogramos; cemento Portland, 1saco (50 kilos); y aditivos químicos (retardadores), sí fuesen utilizados, 2 kilogramos ó 2 litros.

Si se produjera un cambio en la fuente de agregados se debería presentar un nuevo diseño de la base mejorada y los nuevos materiales para su verificación.

Una vez producida una cantidad suficiente de agregado, el contratista someterá al Ingeniero del contrato la dosificación de diseño de mezcla o sea los valores propuestos para cada tamaño de tamiz (fórmula de trabajo). Estos deberían cumplir con lo especificado en el aparte agregados.

En la siguiente tabla, se especifican los procedimientos para aceptación:

MATERIAL	PROPIEDAD O CARACTERÍSTICA	CATEGORÍA	MÉTODO DE ENSAYOS	FRECUENCIA MÍNIMA	PUNTO DE MUESTREO
AGREGADO	Graduación (1)	II	AASHTO T-11 y T-27	1 muestra por cada 400 m ³	Material acordonado o colocado y procesado
	Límite líquido	---	AASHTO T- 89	1 muestra por cada 400 m ³	Material acordonado o colocado y procesado
	Densidad-humedad (máxima densidad)	---	AASHTO T-180 (método C)	1 muestra por cada 1200 m ³	Material procesado antes de compactarlo

MEZCLA	Densidad en sitio	I	AASHTO T-238 y T-239 u otro procedimiento aprobado	1 muestra por cada 200 m ³ o una diaria	Capa de material colocado y compactado
	Resistencia a la compresión a 7 días	I	ASTM D 1633	1 muestra por cada 200 m ³ , o una diaria	Capa de material suelto

Especificaciones de la Base Estabilizada. La base mejorada debería ajustarse a los valores de resistencia BE-25 mostrados en la siguiente tabla. El método de ensayo a utilizar en el moldeo de los especímenes (pastillas), sería el determinado en el diseño de la mezcla.

Tipo de base estabilizada	Resistencia mínima Permisible (kg/cm ²)	Resistencia promedio (kg/cm ²)	Tiempo de curado
BE-25	10	20	7 días

Para determinar la resistencia promedio, se deberían moldear en el campo un mínimo de tres especímenes por prueba. No debería transcurrir más de 30 minutos entre el muestreo del material y el moldeo de los especímenes. En todo momento, se debería proteger adecuadamente el material muestreado, para evitar la pérdida de humedad.

Agregados. El agregado virgen para la base tratada con cemento, debería consistir en partículas duras y durables de escorias, piedras, gravas, pizarras, tobas o lastres terminados o triturados para obtener la graduación que se indica a continuación:

Tamiz	% Pasando
38.1 mm	100
No. 4	50-80
No. 40	20-50
No. 200	5- 20

El material debería satisfacer las siguientes especificaciones:

Descripción	Especificación
Límite líquido	Máximo 30 %
Índice plástico	Máximo 7 %
Compactación	95% según AASHTO T-180

Se podrían aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre y cuando al ser mezclados con cemento en el porcentaje por peso establecidos, los valores de límite líquido e índice Plástico sean iguales o menores a los pedidos.

Cemento Portland. El cemento Portland debería satisfacer los requerimientos de calidad especificados en el CR2010, en la sección 701.01.

Agua. El agua que se utiliza para la mezcla, curado y otras aplicaciones debería estar razonablemente limpia y exenta de aceite, sales, ácidos, álcali, azúcar, material vegetal o cualquier otra sustancia perjudicial para el producto acabado.

Método de mezclado. El Contratista podría utilizar el método de mezclado en planta o con una mezcladora móvil, según se describe a continuación:

Método de mezclado con mezcladora móvil

El agregado debería mezclarse con el agua y la cantidad de cemento establecidas en una mezcla uniforme y homogénea en todo el ancho y largo del paño. Durante el mezclado, debería adicionarse suficiente agua para alcanzar el contenido de humedad óptimo para la compactación.

Para la incorporación del agua y del cemento, se debería utilizar, preferiblemente, un equipo provisto de un depósito de cemento, otro de agua y de un mezclador de suspensión agua-cemento, con los aditamentos necesarios para permitir la inyección de la lechada, adecuadamente dosificada, directamente dentro de la cámara de mezclado.

Alternativamente, se podría utilizar una mezcladora móvil equipada con dispositivos de pistones o medición para dosificar el cemento y el agua, juntos o por separado, ya sea por peso o por volumen, con respecto al agregado, y con una exactitud tal que la dosificación se mantenga dentro de las siguientes tolerancias:

Cemento: $\pm 0,5$ % por peso
Agua: ± 2 % humedad óptima

Se podría utilizar una mezcladora móvil equipada con dispositivos para dosificar únicamente agua. En tal caso, el cemento debería distribuirse utilizando un esparcidor mecánico aprobado por el Ingeniero, que garantice una dosificación que se mantenga dentro de las tolerancias indicadas.

El tiempo transcurrido desde la adición del agua a la mezcla hasta que la compactación esté terminada, no debería exceder de dos (2) horas.

Se podría usar un agente retardador (aditivo) para aumentar a tres (3) horas la operación de mezclado, colocado y compactación de la mezcla establecida en dos (2) horas anteriormente. El retardador debería agitarse en una solución acuosa y adicionarse de manera uniforme a la mezcla. El agente retardador que se utilice en el diseño de la mezcla debería ser el mismo que se emplee durante la construcción

Método de mezclado en planta.

El agregado debería dosificarse y mezclarse con el agua y el cemento establecido en el diseño, en una planta de mezclado fija. La planta debería estar equipada con aditamentos alimentadores y medidores que garanticen la dosificación del cemento, el agregado y el agua en las cantidades especificadas, de tal forma que se mantengan dentro de las siguientes tolerancias:

Agregado ± 2 por ciento en peso
Cemento Portland $\pm 0,5$ por ciento en peso
Otro aditivo (si fuese utilizado) ± 2 por ciento en peso

El mezclado debería continuarse hasta obtener una mezcla uniforme del agregado, el cemento y el agua.

El material mezclado debería llevarse al sitio de colocación en vehículos apropiados y extenderse, utilizando un encofrado móvil (pavimentadora), sobre la superficie humedecida. El tiempo transcurrido desde la adición del agua a la mezcla hasta que la compactación esté terminada, no debería exceder de dos (2) horas.

Se podría usar un agente retardador (aditivo) para aumentar a tres (3) horas la operación de mezclado, colocado y compactación de la mezcla establecida en 2 (dos) horas anteriormente. El retardador debería agitarse en una solución acuosa y adicionarse de manera uniforme a la mezcla. El agente retardador que se utilice en el diseño de la mezcla deberá ser el mismo que se emplee durante la construcción.

Compactación y acabado: Inmediatamente después de extendida y conformada la mezcla, debería compactarse a todo lo ancho. La compactación debería progresar gradualmente desde los lados hacia el centro, paralelamente a la línea central de la carretera, y debería continuar hasta que se compacte toda la superficie.

Cualquier irregularidad o depresión que se produzca se corregiría escarificando el material y agregando o retirando material hasta que la superficie quede lisa y uniforme. A lo largo de cordones, cabezales, muros, y en cualquier otro lugar inaccesible a la aplanadora, el material debería compactarse con apisonadoras o compactadoras manuales aprobadas. La mezcla que no se haya compactado, no debería permanecer en reposo durante más de 30 minutos. La compactación y el acabado deberían finalizarse dentro del término de dos horas a partir del momento en que se adicione el agua a la mezcla. La superficie compactada debería quedar conforme con la sección transversal típica, lisa, densa y libre de planos de laminación o material suelto, todas las deformaciones deberían ser eliminadas y la superficie sería compactada nuevamente.

La compactación de cada capa debería continuar hasta alcanzar una densidad no menor del 95 por ciento de la densidad máxima, obtenida en el diseño.

La determinación de la densidad de campo se realizaría utilizando el ensayo AASHTO T147, T-191, T-205 u otro método aprobado, incluyendo el uso de aparatos nucleares aprobados, dentro de los 60 minutos después de terminada la compactación del paño.

Cuando se considere necesario podría utilizarse el método de ensayo AASHTO T-224 para corregir la densidad de laboratorio, por presencia de partículas gruesas en la muestra de campo. El contenido de humedad de la mezcla terminada debería estar dentro de ± 2 por ciento del contenido óptimo de humedad, determinado en el diseño.

Juntas de construcción: A toda sección o paño terminado el día anterior debería dejársele una junta de construcción transversal, efectuando un corte en todo el espesor de la capa colocada, para formar una cara aproximadamente vertical en el extremo final del paño. También, se debería realizar una junta de construcción cuando las operaciones se demoren por dos horas o más.

Protección y Curado: La sección terminada debería conservarse húmeda durante un período mínimo de 7 (siete) días.

Como un procedimiento alternativo de curado, se podría aplicar, mediante rociado, un sello de revestimiento con asfalto emulsionado a una razón aproximada de 1,0 litro por metro cuadrado. La proporción exacta la determinará el Ingeniero. Este revestimiento se podría aplicar después de

24 horas de completado el proceso de compactación, período en el cual deberá mantenerse una humedad continua en la superficie, y hasta un máximo de siete días después. En ningún caso, la base estabilizada se expondría al tránsito sin ser protegida por un sello de revestimiento con asfalto emulsionado y /o por las capas de pavimento posteriores o de la carpeta de rodamiento. Toda el agua de curado o el asfalto emulsificado que se utilice debería aplicarse bajo presión, utilizando una barra rociadora equipada con boquillas, que produzca un rociado fino y uniforme. Se recuerda que en el caso de utilizar el sello emulsionado como parte del proceso de curado de la base estabilizada, el precio de dicho producto debería estar incluido dentro de estos renglones de pago CR.304.01 (a) Base mejorada con cemento Portland.

Espesor: El espesor requerido por sección está definido en los planos constructivos. El Contratista, bajo la supervisión del Ingeniero, verificaría la conformidad con los espesores especificados en el Contrato, y comprobaría el espesor de la capa con sondeos seleccionados al azar, ubicados a distancias de 100 a 200 metros lineales. Por lo menos el 80 por ciento de todas las áreas terminadas deberían tener un espesor igual o mayor que el especificado, y en ningún caso debería variar en más de 1,0 centímetros. Podrían exigirse sondeos adicionales, para identificar los límites de las áreas que incumplan los requisitos.

El contratista debería corregir las áreas que incumplan los requisitos, mediante un procedimiento previamente aprobado por el Ingeniero. Además, debería realizar, bajo la supervisión del Ingeniero, la excavación, el relleno y la compactación de los agujeros originados por la extracción de núcleos.

Cualquier daño en la base mejorada debería ser reparado por el Contratista sin cargo para la Administración.

Forma de pago. Su pago sería por metro cuadrado y debería satisfacer los requerimientos de resistencia como base estabilizada BE-25, incluiría los agregados, el cemento portland, la homogenización por cualquiera de los métodos antes descritos, la colocación con el equipo adecuado, el acabado de acuerdo con los procedimientos constructivos definidos en estas especificaciones especiales, y todo lo demás que se requiera para recibir la obra a satisfacción del Ingeniero.

El ítem a utilizar sería CR.304.01 (a) Base mejorada con cemento Portland.

Los ensayos de verificación de la calidad rigen sobre los de control de calidad para definir cumplimiento y pago.

10. Pavimento de hormigón asfáltico en caliente

Este trabajo consistiría en la colocación de una o varias capas de mezcla bituminosa sobre la base preparada de acuerdo con las presentes especificaciones y en seguimiento a los requisitos específicos bajo contrato. La construcción se haría de acuerdo con las especificaciones y en acato a los lineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos, o fijados por la Ingeniería de Proyecto.

Se define como mezcla asfáltica en caliente la combinación de cemento asfáltico, agregados minerales y, eventualmente, relleno mineral y/o aditivos, íntimamente combinados en las proporciones y temperaturas de diseño. El mezclado debe ser tal que todas las partículas de los agregados queden cubiertas en su totalidad por una película de ligante.

Diseño y composición de las mezclas

Al tratarse en este caso de mezclas asfálticas designadas bajo el apartado 418(2) el Contratista presentaría al Ingeniero de Proyecto, antes de iniciar la producción de la mezcla asfáltica, el diseño propuesto, elaborado de acuerdo con el método de diseño Marshall Estándar, descrito por ASTM, en la designación D 1559, para agregados con tamaño máximo nominal igual o menor que 19 mm; o el método Marshall Modificado para agregados con tamaño máximo nominal mayor de 19 mm; tal como se describe en el Manual del Instituto del Asfalto MS-2, o por cualquier otro método aceptado por el máximo jerarca de la Administración.

La Administración, a través de Especificaciones Especiales para un proyecto en particular, podría modificar o establecer tolerancias de diseño para los parámetros catalogados como críticos, en adición a los criterios de tolerancia especificados para la dosificación de diseño (contenido de asfalto y granulometría).

Materiales bituminosos

Los materiales bituminosos deben ser cementos asfálticos que cumplan con la norma nacional vigente.

Podría modificarse el ligante asfáltico mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, antidesnudantes, asfaltos naturales o cualquier otro producto de calidad reconocida, con el propósito de que se cumplan o se mejoren los niveles de calidad requeridos tanto para el cemento asfáltico como para la mezcla asfáltica, debiendo su uso en la obra, estar soportado mediante ensayos de laboratorio realizados previamente. Cuando se requiriera de aditivos para cumplir los requisitos de calidad, su costo sería cubierto por el Contratista.

Agregados

Los agregados procesados individualmente por fuente, serían aceptados una vez que cumplan con los requisitos de calidad que se detallan en esta especificación, verificados mediante muestreos periódicos, antes de adicionar el asfalto a la mezcla y previo a su incorporación al secador de la planta.

Graduación de la combinación de agregados

Los agregados deberían cumplir con los requisitos de estructura granulométrica que se presentan en la siguiente tabla, para cada tipo de mezcla asfáltica; así, las graduaciones con tamaño máximo nominal igual o menor que 19 mm, se utilizarían para capas de ruedo y en las capas intermedias, se emplearán aquellas graduaciones con tamaño máximo nominal superior a 19 mm. Se entendería por tamaño máximo nominal, el tamaño inmediato superior que el primer tamiz que retiene más del 10%.

Cuando se considere, para efectos de diseño, la incorporación de polvo mineral filler (cal, cemento u otro aceptado por la Administración), su efecto en la curva granulométrica debe estar reflejado en el momento de verificar el cumplimiento de las especificaciones.

Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente a utilizar en superficies de ruedo y capas de base

Porcentaje pasando por peso Tamaño máximo nominal

Mallas	37.5 mm		25 mm		19 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia
50.0 mm	100	•								
37.5 mm	90 - 100	±5	100	•						
25.4 mm	75 - 90	±5	90 - 100	±5	100	•				
19.0 mm	-	-	77 - 92	±5	90 - 100	±5	100	•		
12.7 mm	42 - 65	±5	60 - 80	±5	68 - 90	±5	90 - 100	±5	100	•
9.5 mm	-	-	50 - 70	±5	56 - 80	±5	70 - 90	±5	90 - 100	±5
No.4	22 - 35	±4	30 - 39	±4	35 - 57	±4	45 - 65	±4	55 - 75	±4
No.8	15 - 23	±4	19 - 27	±4	23 - 35	±4	28 - 39	±4	32 - 47	±4
No.16	8 - 15	±4	11 - 18	±4	14 - 22	±4	16 - 26	±4	19 - 31	±4
No.30	5 - 12	±4	7 - 14	±4	9 - 17	±4	9 - 19	±4	11 - 23	±4
No.50	3 - 10	±4	4 - 11	±4	6 - 14	±4	5 - 16	±4	7 - 19	±4
No.200	0 - 6	±2	1 - 7	±2	2 - 8	±2	2 - 8	±2	2 - 10	±2

NOTAS:

1. La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
2. La verificación de la granulometría de la mezcla producida, se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30.
3. Alternativamente, para la verificación de la granulometría de la fórmula de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, o de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T11 y AASHTO T27.

Agregado Grueso

Definición:

Se define como agregado grueso la fracción granulométrica retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4).

Requisitos que debería cumplir:

- a) El porcentaje de desgaste en la prueba de Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96), menor o igual a 40 %.
- b) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según la normativa AASHTO T 104, menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.
- c) El índice de durabilidad (AASHTO T 210), mayor o igual a 35 %.
- d) El porcentaje de caras fracturadas indicados en la siguiente tabla, según procedimiento estándar ASTM D.5821.

Especificaciones de caras fracturadas		
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Para capas intermedias	Para capas de rodamiento
		Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas
Inferior o igual a 30	80/75	95/90
Inferior a 100	95/90	100/100
Superior o igual a 100	100/100	100/100

(*) Estimados para el período de diseño.

NOTA: 80 / 75 indica que 80 % o más del agregado grueso debe tener mínimo una cara fracturada y el 75 % del agregado grueso debe tener mínimo dos caras fracturadas.

- e) El residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (ASTM D 3042), mayor o igual a 25 % en la prueba para la fracción del residuo con tamaño mayor que la malla No. 200 (ASTM D 3042, Sección 7).
- f) Un porcentaje por peso de partículas planas o alargadas de acuerdo a la siguiente tabla.

Partículas alargadas (ASTM 0 4791)	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Porcentaje máximo por peso (%)
Inferior 10	10
Inferior a 100	10
Superior o igual a 100	10

(*) Estimados para el período de diseño.

Este porcentaje se determina conforme al procedimiento estándar ASTM D 4791, definiéndose como partícula plana y alargada aquella cuya relación entre las dimensiones máxima y mínima excede a cinco (5).

g) El contenido de arcilla o partículas friables (AASHTO T 112), menor o igual a 2%.

NOTA: los agregados que no cumplan con el inciso g) deben someterse a un proceso de limpieza (lavado, aspiración u otro) que garantice el cumplimiento de este requisito durante la producción de la mezcla

Agregado Fino

Definición:

Se define como agregado fino la fracción granulométrica que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4), producto de la trituración mecánica del agregado grueso. No se permite en ningún caso el uso de arena natural.

Requisitos que debe cumplir:

- a) Índice de durabilidad (AASHTO T 210) mayor o igual a 35%.
- b) Equivalente de arena (AASHTO T 176) mayor o igual a 50%.

La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según AASHTO T 104, menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.

La fracción del agregado fino que califique para la prueba de desgaste por Abrasión (AASHTO T 96), menor o igual a 40 %.

Polvo Mineral (filler)

Definición:

Se define como polvo mineral a la fracción granulométrica del agregado que cumpla con los requisitos indicados en la siguiente tabla. Debe estar libre de material orgánico, de partículas de arcilla y cumplir con los siguientes requisitos:

- a) La graduación debería cumplir con los valores de la siguiente tabla:

Requisitos de graduación para el polvo mineral	
Malla	Rango de porcentaje pasando por peso
No. 30	100
No. 50	95 - 100
No. 200	70 - 100

- b) En caso de que el polvo mineral no sea cemento o cal (hidróxido de calcio como principal constituyente), no debe tener plasticidad.
- c) En caso de que una parte o todo el material retenido en el filtro seco (baghouse), se reincorpore como relleno mineral (filler), el Contratista debe garantizar, mediante el uso de equipo apropiado, que la cantidad inyectada es constante y debidamente proporcionada por peso o volumen y que el punto de inyección es el correcto, según el tipo de planta.

Requisitos para el apilamiento de los agregados procesados.

El agregado procesado debería acumularse sobre una superficie seca, limpia, plana y estable. No debería permitirse su contaminación con material extraño como polvo, barro o pasto y se debe garantizar la menor humedad posible. Para todos los casos, cada fracción de agregado se apilaría separada de los demás para evitar intercontaminación. Si los apilamientos se disponen sobre terreno natural, no se utilizarían sus quince centímetros (15 cm) inferiores (base del acopio).

La forma y el tamaño del apilamiento debe ser tal que no se dé segregación del material por influencia de la gravedad y el tamaño de las partículas; por esta razón, los apilamientos se construirían por capas de espesor no superior a un metro y veinte centímetros (1.20 m), ni por porciones cónicas.

Cuando se inicie la producción de mezcla asfáltica con un determinado apilamiento, no debe efectuarse su recarga con más agregados, aunque sea de una misma fuente y un mismo origen geológico, sino que el nuevo agregado debe almacenarse en otro sitio de manera homogénea, hasta tener una cantidad suficiente de agregados que asegure la mayor cantidad de días de producción.

Requisitos para la mezcla asfáltica.

La mezcla asfáltica debería cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estabilidad (AASHTO T 245), mínima de 800 Kg., para el método Marshall Estándar o un mínimo de 1800 Kg., para el método Marshall Modificado.
- b) Flujo (AASHTO T 245) tendría un valor de 30 ± 10 centésimas de centímetro, para el método Marshall Estándar y para el método Marshall Modificado, el flujo tendrá un valor 45 ± 15 centésimas de centímetro.
- c) Una tolerancia en el contenido de asfalto de ± 0.5 % sobre el porcentaje óptimo de cemento asfáltico por el peso total de la mezcla de la fórmula de la mezcla para el trabajo.
- d) Un contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall preparadas con mezcla asfáltica a utilizar en capas de rueda de $4\% \pm 1\%$. Asimismo un contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall

preparadas con mezcla asfáltica a usar en capas intermedias o de base asfáltica de $5.5\% \pm 2.5\%$.

- e) Una relación polvo / asfalto con un valor mínimo de 0.6 y un valor máximo de 1.3 definida como el porcentaje de agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de asfalto efectivo por peso total de la mezcla.
- f) Vacíos en el Agregado Mineral (VAM). El requisito mínimo de VAM depende del tamaño nominal del agregado en la mezcla y del contenido de vacíos en la fórmula de mezcla para el trabajo, según se detalla en la siguiente tabla.

Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM)

Tamaño máximo nominal	Contenido de vacíos de diseño en la mezcla asfáltica		
	3.0 %	4.0 %	5.0 %
9.5 mm	14	15	16
12.5 mm	13	14	15
19 mm	12	13	14
25 mm	11	12	13
37.5 mm	10	11	12

NOTA:

- i. La interpolación es válida para contenidos de vacíos no enteros, de 3.0 % a 5.0%.
- ii. Para bases asfálticas con más de 5.0 % de vacíos, se tomará el criterio para 5.0 %.

- g) Un valor mínimo de resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) de 75%

Un valor mínimo de resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T 167) de 21 Kg /cm² en probetas falladas al aire (sin condicionar).

Para ambas pruebas las probetas serían moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta.

Se aplicaría una carga de compresión que produzca vacíos de aire de $7.5 \pm 0.5\%$

- h) Resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283), mayor o igual a 75 % (sin efectuar el período de congelamiento).
- i) Los vacíos llenos con asfalto (VFA), deben estar dentro del rango, conforme a la siguiente tabla:

Porcentaje de vacíos llenos de asfalto	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%)
Inferior a 0.3	70 - 80
Inferior a 3	65 - 78
Superior o igual a 3	65 - 75

(*) Estimados para el período de diseño.

- j) Temperatura de mezclado: es la temperatura que debe tener el asfalto para obtener una viscosidad cinemática de 170 ± 20 cSt, tanto en el proceso de diseño como de producción en planta, determinada a partir del gráfico de temperatura / viscosidad para el asfalto a utilizar en la obra.
- k) Temperatura de compactación: es la temperatura que debería tener el asfalto para obtener una viscosidad cinemática de 280 ± 30 cSt, determinada a partir del gráfico de temperatura / viscosidad para el asfalto a utilizar en la obra. El rango de temperaturas de esta forma definido, se utilizaría estrictamente para efectos del diseño de la mezcla. Esta temperatura de compactación podría ser ajustada, en obra, de acuerdo con las condiciones locales, de la topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba.
- l) Previo a la preparación de los especímenes Marshall, la mezcla asfáltica sería colocada en un horno a la temperatura de moldeo por un período de 2 horas.

Diseño de mezcla asfáltica y fórmula de mezcla para el trabajo

Requisitos para el informe de diseño de mezcla y fórmula de mezcla asfáltica.

Los requisitos generales para el informe del diseño de mezcla asfáltica y la fórmula de mezcla para el trabajo son los que se especifican en la Disposición MN-01-2001 sobre Diseño y Fórmula de Mezcla para el Trabajo, sin embargo a continuación se enumera cada requisito que se debería cumplir con su referencia y se anotan las condiciones particulares.

- *Información general:*
Lo indicado en el apartado 3.2.1 de la Disposición MN-01-2001.
- *Agregados y polvo mineral ("filler"):*
Lo indicado en el apartado 3.2.2 de la Disposición MN-01-2001.
- *Ligante (Cemento Asfáltico):*
Lo indicado en el apartado 3.2.3 de la Disposición MN-01-2001 y además con:

Gráfico de temperatura / viscosidad y rangos de temperatura de mezclado y compactación para el cemento asfáltico utilizado en el diseño.
- *Aditivos:*
Lo indicado en el apartado 3.2.4 de la Disposición MN-01-2001.

- *Diseño de mezcla:*

- a) El diseño Marshall debería contener al menos 5 puntos con diferentes dosificaciones de asfalto, con variaciones de 0.5 % entre cada una, que permita evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica, en el óptimo de asfalto y el óptimo ± 0.5 % (sin extrapolar).
- b) Resultados de los ensayos del diseño Marshall para cada espécimen y porcentaje de asfalto utilizado (estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla, gravedad específica bruta, vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos con asfalto).
- c) Gráficos respectivos para los parámetros señalados en el punto anterior en función del contenido de asfalto por peso de la mezcla.
- d) Resultados del ensayo de gravedad específica máxima para cada porcentaje de asfalto utilizado.
- c) Resultados del ensayo de inmersión - compresión, que incluyan los valores de resistencia a compresión simple para especímenes condicionados y no condicionados, contenido de vacíos en los especímenes e índice de resistencia retenida.
- f) Resultado del ensayo de tensión diametral retenida, que incluyan los valores tensión diametral para especímenes condicionados y no condicionados, contenido de vacíos, grado de saturación de los especímenes, e índice de tensión diametral retenida.

- *Fórmula de mezcla*

Lo indicado en el apartado 3.2.6 de la Disposición MN-01-2001. Además, la información de los agregados debe incluir rangos de especificación de granulometría resultantes de aplicar la tolerancia particular de cada tamiz.

Recepción del diseño de mezcla y la fórmula de mezcla

Lo indicado en el apartado 3.3 de la Disposición MN-01-2001.

Verificación del diseño de mezcla asfáltica

Lo indicado en el apartado 3.4 de la Disposición MN-01-2001. Además se requeriría de la aportación de:

- a) 150 kilogramos de cada agregado.
- b) 10 kilogramos del relleno mineral ("filler") que sea propuesto para mejorar la granulometría y/o el desempeño de la mezcla asfáltica.
- c) Cinco muestras de 4 litros cada una, del cemento asfáltico empleado en el diseño de mezcla asfáltica y que sería usado en la producción de la mezcla.
- d) Una muestra de 0.5 litros en el caso de aditivos líquidos y 5 kilogramos en el caso de aditivos secos, con su respectiva hoja de recomendaciones de seguridad.

Verificación en campo de la mezcla asfáltica para obtener la fórmula de mezcla para el trabajo

Lo indicado en el apartado 3.5 de la Disposición MN-01-2001.

Los ensayos de verificación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla analizada de acuerdo con las propiedades establecidas en la sección 401.06, incluyendo el contenido de asfalto y la granulometría por extracción (AASHTO T 30) o ignición.

Tramo de Prueba

Lo indicado en el apartado 3.6 de la Disposición MN-01-2001.

El tramo de prueba, para tener representatividad, debería contar con una longitud mínima de 100 metros por un ancho y espesor según lo solicite la Ingeniería de Proyecto.

La mezcla asfáltica debería cumplir con la fórmula de mezcla para el trabajo aceptada y con los requisitos establecidos anteriormente en estas especificaciones. Así mismo, la mezcla asfáltica compactada debería cumplir con los requisitos establecidos para tal fin.

Ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo

Si el contratista y/o el Ingeniero de Proyecto determinara de acuerdo con resultados de ensayos de control de calidad efectuados durante la producción normal, que ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo son necesarios para alcanzar las propiedades específicas para la mezcla, dichos ajustes deberían ser realizados dentro de las tolerancias permitidas por el diseño para la mezcla que esté siendo producida.

Todos los ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo deberían ser aceptados por el Ingeniero de Proyecto y documentados por escrito.

Las variaciones en las proporciones de combinación de los agregados aceptados por la Administración, con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la fórmula de mezcla para el trabajo, deberían comunicarse en el momento de su implantación al Inspector de Planta destacado por la Administración, quien lo registraría en sus informes diarios de inspección. Este Inspector comunicará a la Administración sobre las actualizaciones registradas.

Cambios en la fórmula de mezcla para el trabajo

Lo indicado en el apartado 3.8 de la Disposición MN-01-2001.

Requisitos de compactación durante la construcción

La mezcla asfáltica fabricada de acuerdo con la fórmula de la mezcla para el trabajo aceptada, colocada, y compactada de conformidad con el tramo de prueba, debería tener un porcentaje de compactación de $94.5 \% \pm 2.5 \%$ del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de $5.5 \% \pm 2.5 \%$).

Las mezclas asfálticas utilizadas en capas intermedias o bases asfálticas, deberían tener un porcentaje de compactación del $92.5 \% \pm 4.5 \%$ del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de $7.5 \% \pm 4.5 \%$).

Para la determinación del porcentaje de compactación de campo, se utilizaría el valor de la gravedad específica bruta de la capa asfáltica, medida en el pavimento a través de núcleos. Para mayor precisión, la determinación de la gravedad específica bruta de los núcleos se haría utilizando el método de la parafina (AASHTO T 275).

Como densidad de referencia se utilizará el valor de la gravedad específica máxima teórica de muestras representativas diarias de mezcla proveniente de la planta, de acuerdo con el plan de muestreo aleatorio que recomienda el Instituto del Asfalto (MS-22 Apéndice C).

La determinación de la compactación de la mezcla asfáltica, se debería efectuar después de la construcción y antes de la estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la determinación de la compactación será de 2 (dos) días naturales. El efecto de la post-compactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales reclamos por incumplimiento de la compactación.

Disposiciones finales

Se deberían seguir los lineamientos establecidos en la sección 418.06.02 referente a los requisitos para la mezcla asfáltica designación 418(2). Utilizando como reglón de pago el ítem CR.418 (2) Mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas; utilizando la tonelada métrica como unidad de pago (tm).

11. Tratamiento superficial bituminoso TSB-3

Las labores correspondientes a la aplicación de tratamientos superficiales de tres capas (TS3) deberían seguir los lineamientos establecidos en las secciones 411 del CR-2010.

Los materiales componentes de esta intervención estarían regulados por lo establecido en los siguientes apartados:

- Agregados: Sección 703.10
- Cemento Asfáltico: Sección 702.01
- Material de secado: Sección 703.13
- Emulsión asfáltica: Sección 702.03

En cuanto a la dosificación a utilizar, se deberían seguir lo especificado en la tabla 411-7:

Tabla 411-7
Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales triples

Designación (Espesor)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado ⁽¹⁾	Cantidad estimada de agregado ⁽²⁾ (kg/m ²)	Cantidad estimada de emulsión asfáltica ⁽³⁾ (L/m ²)	Cantidad estimada de cemento asfáltico ⁽³⁾ (L/m ²)
3A (12,5 mm)					
1era Aplicación	9,5	D	14 - 19	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2da Aplicación	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2
3era. Aplicación	Arenas	F	5 - 8	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2B (16,0 mm)					
1era Aplicación	12,5	C	16 - 22	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2da Aplicación	9,75	D	8 - 11	1,4 - 1,8	0,8 - 1,3
3era. Aplicación	4,75	E	5 - 8	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2C (19,0 mm)					
1era Aplicación	19,0	B	22 - 27	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2
2da Aplicación	9,5	D	11 - 14	1,4 - 1,8	0,8 - 1,3
3era. Aplicación	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2

Fuente: Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-03 Metric Units, FHWA, Estados Unidos. 2003.

(1) Ver Tabla 703-7 703-11 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto de la primera aplicación basados en la condición de la carretera. Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

La brigada de maquinaria mínima a incluir para este tipo de labor sería:

- Distribuidor de agregados
- Distribuidor de emulsión asfáltica
- Compactadora de llantas de hule
- Barredora
- Vagonetas

Se recomienda seguir las disposiciones de las secciones 411.05, 411.06, 411.07, 411.08 y 411.09 en cuanto al proceso constructivo.

Los renglones de pago para esta actividad serían los siguientes: CR.411.02 Agregado para tratamiento superficial (especificar granulometría) utilizando los metros cúbicos (m³) como unidad de pago; CR.411.05 Emulsión asfáltica CRS-1 utilizando los litros (L) como unidad de pago.

12. Pavimento de concreto Hidráulico

Las losas de concreto propuestas para las vías clasificadas como de acceso en la zona de proyecto serían construidas utilizando concreto con una resistencia nominal de 280 kg/cm². En vista del escaso tránsito que tendrían estas vías no se considera necesario la colocación de acero de refuerzo en ningún sector.

Se construirían siguiendo las dimensiones propuestas en los planos constructivos, contando con juntas de construcción con separaciones máximas de 2 metros. La construcción de las losas se haría de forma no continua, permitiendo tiempos de curado mínimos de 72 horas entre cada etapa de colado.

Las juntas de construcción deberían ser de tipo llave, con el objetivo de dotar de resistencia al cortante a las uniones entre losas. El concreto debería presentar seguir los parámetros mínimos establecidos en la tabla 601-1, además, cumplir con revenimiento mínimo de 2.5cm y máximo de 7.5cm.

Las especificaciones del concreto serían las determinadas por el apartado 601 del CR-2010. El renglón de pago a utilizar sería: CR.601.01 Concreto hidráulico de 280kg/cm² para losas; se pagaría por metro cúbico colocado (m³).

13. Material de Lastrado

La opción referida a la utilización de material de lastre compactado como superficie de rodadura sería regulada por las especificaciones establecidas en la sección 311 del CR-2010. Ahí se definen las operaciones de provisión, mezclado, colocación y compactación de capas granulares que quedan expuestas durante varios años sin una capa asfáltica (carpeta, tratamientos superficial, sello).

En lo referente a los materiales se deberían seguir los lineamientos de la sección 311.02 del CR-2010. Utilizando una granulometría tipo TM-40c ó TM-40b según lo determine la administración. Las especificaciones de porcentajes pasando por malla se definen con base en la tabla 311-02.

En cuanto a los límites de Atterberg, este material debería contar con un límite líquido de máximo 35 y un índice de plasticidad de entre 4 y 12.

El proceso constructivo debería ser regido por lo establecido en las secciones 311.03, 311.04, 311.05 y 311.06. El renglón de pago incluiría el suministro, la colocación y compactación del material según las configuraciones de sección transversal y niveles definidos en los planos constructivos. Se utilizaría el siguiente renglón de pago: CR.311.01 Capa granular de rodadura granulometría (definir tipo de

granulometría), se pagaría por metro cubico (m³) colocado y compactado.

14. Concreto Hidráulico para estructuras de drenaje

Se utilizaría en la construcción de cabezales para cunetas, alcantarillas de tubo y demás obras de drenaje pluvial y cumplir con las resistencias indicadas en el diseño final. Debería satisfacer las especificaciones establecidas en la sección 601 del CR-2010. Su pago sería por metro cubico a los precios contractuales, como la compensación total por concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la obra especificada en esta sección y sería de acuerdo con el ítem CR.601.01 (a) Concreto Hidráulico para estructuras de drenaje.

15. Tuberías de alcantarillado

El Contratista podría definir en su oferta, el tipo de tubería que utilizaría en la obra, siempre que asegure la capacidad estructural mínima requerida para garantizar su adecuado comportamiento en servicio y la durabilidad necesaria. En su oferta, el contratista debería además incorporar las recomendaciones del fabricante para la colocación de la tubería. El precio unitario de esa tubería, incluye además del suministro y colocación de la tubería, sus accesorios, los materiales y procesos constructivos establecidos por el fabricante para la correcta colocación de esa tubería. Por tanto, dentro del costo de la tubería se entiende que estarían incluidos, además de los tubos propiamente dichos, los materiales y procesos constructivos para la construcción de la "cama" y la cobertura de la tubería. No se reconocería compensación adicional por rellenos de fundación. No se reconocería costo alguno por los trabajos de acople entre tuberías existentes y las nuevas que se colocarían, por tanto, el contratista debería prever este aspecto en sus costos.

La excavación para la colocación de las tuberías se pagaría de acuerdo con el ítem CR.209.01 (a) Excavación (para Estructuras). La base para el pago de ésta actividad de colocación de tuberías sería por metro lineal de tubería construida y terminada a satisfacción del Ingeniero.

En todos los casos, y según la escogencia del tipo de tubería a colocar, se deberían seguir los lineamientos de los apartados 706 y 707 del CR-2010 según el caso que corresponda y de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la tubería y las descritas en este apartado de especificaciones. La descripción del renglón de pago dependería de la escogencia de la Administración sobre el material de la tubería a utilizar.

16. Aceras peatonales

Se deberían satisfacer las especificaciones establecidas en la sección 615 del CR-2010. El ancho de la acera peatonal dependerá de lo especificado en las secciones transversales aprobadas por la Administración y por el Ingeniero, con un espesor de 10 cm, excepto en los sectores en los que a criterio del Ingeniero el espesor deba ser variado.

Su pago sería por metro cuadrado a los precios contractuales, como la compensación total en por concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la obra especificada en esta sección y sería de acuerdo con el ítem CR.615.01 Acera de Hormigón Hidráulico.

17. Cordón y cuneta de concreto de cemento hidráulico

Se construiría de acuerdo al Diseño mostrado en planos y de acuerdo con las especificaciones establecidas en la sección 609 del CR-2010

Su pago será por metro lineal a los precios contractuales, como la compensación total en por concepto de suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo toda la mano de obra, equipo, herramientas e imprevistos necesarios para ejecutar la obra especificada en esta sección y sería de acuerdo con el ítem CR.609.02 Cordón y cuneta de concreto de cemento hidráulico.

18. Control de la calidad

La verificación de la calidad a ejercer por la Administración sería realizada por medio de organismos de ensayo que deberían tener un Sistema de Gestión de la Calidad implantado, según los requisitos de gestión de la Norma INTE-ISO/IEC-17025:2000.

Considérese que los requisitos de aceptación de materiales deberán cumplirse siempre, y su no cumplimiento implica el rechazo.

El control de calidad de los materiales, productos y procesos de este proyecto, serían responsabilidad exclusiva del Contratista y lo respaldará mediante las constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por sus laboratorios debidamente aceptados por la Administración.

El Contratista debería proponer un Programa de Control de Calidad, que debería ser sometido a consideración y aceptación por parte de la Ingeniería de proyecto. Asimismo la Administración establecería un PLAN DE MUESTREO, de acatamiento obligatorio para el control y la verificación de calidad, de manera que se garantice que cualquier instante de la producción o punto puede ser muestreado (en planta o en sitio).

Considérese que los requisitos de aceptación de materiales deberían cumplirse. Incumplimiento de tales requisitos implican el rechazo.

Se debería presentar el programa de control de calidad, de acuerdo con lo siguiente:

1. El Contratista presentaría en la reunión de pre inicio o pre construcción, los Programas de Control de Calidad que utilizarían en las obras a ejecutar, en concordancia con sus Programas de Trabajo. Los gastos que conlleve la aplicación del programa de calidad, serían sufragados por el Contratista, y se entenderán incorporados en su oferta técnico-económica.
2. En cada Programa de Control de Calidad, deberían definirse las pruebas que se realizarán:
 - en la(s) fuente (s) de material
 - en sitio de fabricación de los materiales (concreto hidráulico, mezcla asfáltica, agregados triturados y otros)
 - en el sitio de la obra
 - en el laboratorio
3. Según sean los materiales a incorporar en la obra para cumplir con el objeto del Cartel.
4. La toma de las muestras sería realizada por personal del laboratorio de control de calidad designado por el Contratista, en presencia del representante de la Administración, debiéndose registrar en la bitácora de muestreo todos los datos referentes a cada muestra extraída.
5. Para la aplicación de los programas de Control de Calidad el Contratista debería disponer de los servicios de un Consultor de Calidad.