



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



programa de infraestructura
del transporte

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Informe No. LM-PI-GM-INF-01-2015

Asesoría técnica para realización de estudios preliminares y diseño de pavimentos para 4.3 km de vías en Canalete, Upala.

Preparado por:
Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Enero, 2015

Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la Ley 8114 según la reforma aprobada en la Ley 8603. Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT
Preparado por: Unidad de Gestión Municipal del PITRA-LanammeUCR
alonso.ulate@ucr.ac.cr



1. Informe LM-PI-GM-INF-01-2015		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: ASESORÍA TÉCNICA PARA LA REALIZACIÓN DE LOS ESTUDIOS PRELIMINARES Y DISEÑO DE PAVIMENTOS PARA 4.3 KM DE VÍAS EN CANALETE, UPALA.		4. Fecha del Informe Enero, 2015
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 La Municipalidad de Upala solicitó la asesoría técnica para la realización de estudios preliminares y diseño de las estructuras de pavimento para 4.3 km de las vías de los cuadrantes de Canalete, Upala. La Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR respondió a esta solicitud y realizó actividades de recolección de datos como: inventario de vías, conteos vehiculares, sondeos a cielo abierto, ensayos de CBR en sitio, muestreo de materiales granulares y suelos existentes para realizar ensayos de caracterización en laboratorio. A partir de los resultados de los datos recolectados se procedió a establecer una clasificación funcional de las vías (primarias, secundarias y terciarias), diseñar las estructuras de pavimento, proponer secciones transversales y estructuras de drenaje pluvial típicas. Lo anterior se propone como prediseño o anteproyecto para el mejoramiento las vías de esta localidad.		
10. Palabras clave Asesoría técnica, estudios preliminares, diseño de pavimentos, Canalete, Upala	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 52
13. Preparado por: Ing. Alonso Ulate Castillo Ingeniero Civil, UGM		
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /
14. Revisado por: Lic. Owen Gooden Morales Asesor Legal LanammeUCR, a.i.	Ing. Carlos Campos Cruz, MBA Coordinador Unidad de Gestión Municipal	15. Aprobado por: Ing. Luis Guillermo Loría Salazar PhD., Coordinador General PITRA
Fecha: / /	Fecha: / /	Fecha: / /



Índice

1. Introducción	6
2. Ubicación.....	7
3. Alcance.....	8
4. Limitaciones.....	9
5. Metodología.....	10
6. Información de campo	12
6.1 Inventario de vías	12
6.2 Conteos vehiculares	15
6.3 Sondeos a cielo abierto y muestreo de materiales existentes.....	16
7. Análisis de datos y resultados.....	19
7.1 Tránsito y cargas vehiculares	20
7.2 Clasificación funcional de vías.....	21
7.3 Materiales existentes.....	22
7.4 Sondeos a cielo abierto y CBR en sitio.....	27
8. Solución propuesta	28
8.1 Diseño de pavimentos	29
8.2 Intervención recomendada	40
8.3 Secciones transversales.....	44
8.4 Drenajes.....	48
9. Conclusiones	49
10. Recomendaciones.....	50
11. Referencias bibliográficas	51
12. Anexos.....	52

Índice de figuras

Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.	7
Figura 2. Esquema metodológico.....	11
Figura 3. Inventario de vías en los cuadrantes de Canalete, Upala.....	13
Figura 4. Instalación de contador tipo radar en Canalete, Upala.	15
Figura 5. Ubicación de los conteos vehiculares.	16
Figura 6. Excavación de sondeos a cielo abierto en diferentes puntos de los caminos de Canalete, Upala.	17
Figura 7. Ubicación de sondeos a cielo abierto.....	18
Figura 8. Clasificación funcional de vías.	22
Figura 9. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 1.....	36
Figura 10. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 2.....	37
Figura 11. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 3.....	38
Figura 12. Sección Transversal ST-1 (Opción 1).	45
Figura 13. Sección Transversal ST-2 (Opción 1).	45
Figura 14. Sección Transversal ST-3 (Opción 1).	45
Figura 15. Sección Transversal ST-1 (Opción 2).	46
Figura 16. Sección Transversal ST-2 (Opción 2).	46
Figura 17. Sección Transversal ST-3 (Opción 2).	46
Figura 18. Mapa de secciones transversales para la Opción 1 y 2.....	47
Figura 19. Detalle de cuneta revestida.....	48
Figura 20. Detalle de cordón y caño.	48

Índice de tablas

Tabla 1. Criterios de evaluación visual para la superficie de ruedo.....	14
Tabla 2. Resumen de las muestras de grava y suelo.....	19
Tabla 3. Tránsito promedio diario (TPD) y clasificación vehicular estimada por medio de los conteos vehiculares.....	20
Tabla 4. Cargas vehiculares estimadas a partir de los conteos vehiculares.....	20
Tabla 5. Factores camión utilizados para el cálculo de los ESAL de diseño.....	21
Tabla 6. Rangos de ESAL diseño para clasificación funcional de las vías.....	21
Tabla 7. Resumen de resultados de ensayos de granulometría realizados a los suelos..	23
Tabla 8. Resumen de resultados de ensayos de plasticidad realizados a los suelos.....	23
Tabla 9. Clasificación de los suelos existentes.....	24
Tabla 10. Resumen de resultados de ensayos de granulometría realizados a los materiales granulares existentes.....	25
Tabla 11. Evaluación de materiales granulares existentes como subbase granular.....	25
Tabla 12. Evaluación de materiales granulares existentes como base granular.....	26
Tabla 13. Resumen de resultados de ensayos de plasticidad realizados a los materiales granulares.....	26
Tabla 14. Clasificación de los materiales granulares existentes.....	26
Tabla 15. Tipos de material existente, espesores y CBR en sitio para cada sondeo.....	28
Tabla 16. Variables de diseño para AASHTO 93.....	29
Tabla 17. Especificaciones generales de los materiales utilizados en el diseño.....	30
Tabla 18. Estructuras de pavimento para la Opción 1.....	33
Tabla 19. Estructuras de pavimento para la Opción 2.....	34
Tabla 20. Estructuras de pavimento para la Opción 3.....	35
Tabla 21. Evaluación de desempeño ante fatiga.....	39
Tabla 22. Evaluación de desempeño ante deformación permanente.....	39
Tabla 23. Intervención recomendada para la Opción 1.....	40
Tabla 24. Intervención recomendada para la Opción 1 (continuación).....	41
Tabla 25. Intervención recomendada para la Opción 2.....	42
Tabla 26. Intervención recomendada para la Opción 3.....	43



1. Introducción

La Municipalidad de Upala solicitó la asesoría técnica del LanammeUCR para realizar los estudios preliminares y diseño preliminar para el proyecto de mejoramiento de la superficie de riego y drenajes de aproximadamente 4.3 km de calles de los cuadrantes en la localidad de Canalete, Upala.

La Unidad de Gestión Municipal del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA) del LanammeUCR realizó los trabajos de asesoría solicitados por la municipalidad, cuyos resultados se presentan en este informe.

Los resultados de esta asesoría servirán de insumo a la Unidad Técnica de Gestión Vial (UTGV) de la Municipalidad de Upala para realizar las gestiones financieras y formulación técnica final del proyecto de mejoramiento de las calles de Canalete, Upala.

Informe LM-PI-GM-INF-01-2015	Fecha de emisión: 21 enero de 2015	Página 6 de 52
------------------------------	------------------------------------	----------------

2. Ubicación

El estudio se ubicó en el distrito de Canalete, Cantón de Upala, provincia de Alajuela y comprendió aproximadamente 4.3 km de calles ubicadas en los cuadrantes de la localidad. La Figura 1 muestra la ubicación de este sector.

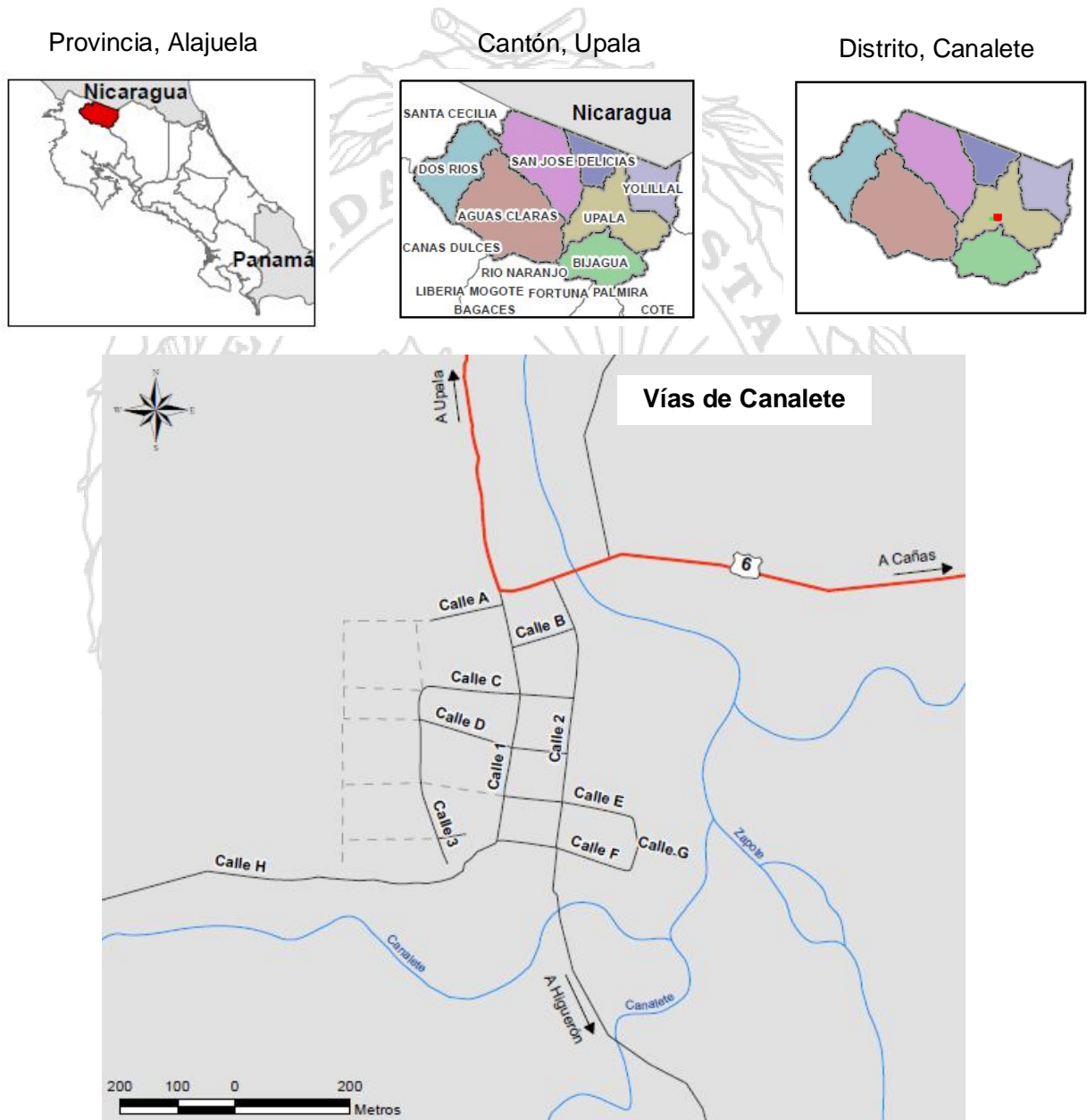


Figura 1. Mapa de ubicación de la zona de estudio.



3. Alcance

- El estudio corresponde a aproximadamente 4.3 km de calles de los cuadrantes de la localidad de Canalete de Upala, las cuales fueron indicadas por la UTGV de la Municipalidad de Upala a la UGM del LanammeUCR como las vías a incluir en este estudio.
- La ubicación, cantidad y tipo de pruebas de campo, muestreo de materiales y los ensayos de laboratorio realizados fueron definidos por la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR en conjunto con la UTGV de la Municipalidad de Upala.
- 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, ya que se ajustan a los resultados del análisis realizado para la localidad de Canalete, Upala, específicamente.
- 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, ya que un diseño final deberá incluir planos constructivos y especificaciones técnicas detalladas.
- Las soluciones propuestas se ajustan a las solicitudes de tránsito, cargas vehiculares y características de los materiales existentes encontrados en el sitio o aquellos materiales nuevos que se indica colocar, de acuerdo a los resultados de los ensayos de campo y laboratorio realizados.
- 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 para que se cumplan los supuestos realizados en la etapa de diseño.

4. Limitaciones

- Los ensayos de campo y laboratorio efectuados para las muestras de suelos y materiales granulares del sitio, se ajustan a los requerimientos mínimos de estudios preliminares para este tipo de vías, clasificadas como vecinales.
- El inventario de vías, ensayos de campo y el muestreo de materiales para analizar en el laboratorio se realizaron en febrero de 2014, lo cual excluye las condiciones inducidas por la época lluviosa de la zona. Sin embargo, se tomaron en cuenta
- El diseño preliminar de las estructuras de pavimento se realizó por medio de la Guía de Diseño de Pavimentos AASHTO 93, la cual es una metodología empírica generada para materiales, condiciones climáticas y cargas vehiculares que podrían diferir de las condiciones y materiales encontrados y a incorporar en las vías estudiadas.
- El diseño preliminar de secciones transversales se realizó bajo la información recolectada por medio del inventario de vías donde se midieron anchos de calzada y superficie de ruedo existentes en sitio, sin embargo deberá ser confirmado por parte de la UTGV de la Municipalidad de Upala con el departamento de ordenamiento territorial y catastro correspondiente.
- La propuesta de mejoramiento de los drenajes pluviales de cordón de caño y/o cunetas revestidas, corresponde a una propuesta inicial desde el punto de vista de diseño geométrico de las secciones transversales, cuya capacidad hidráulica debe ser revisada de acuerdo a los requerimientos hidrológicos de la zona de estudio.



5. Metodología

El estudio 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, ensayos de laboratorio y análisis de resultados, para finalizar con (c) elaboración de la solución propuesta, lo cual se observa en la Figura 2.

La recolección de información de campo fue realizada por personal profesional y técnico del LanammeUCR, quien efectuó visitas a la zona durante el 2014. El trabajo de campo comprendió la realización de un inventario detallado de las vías, para conocer sus dimensiones actuales, características geométricas y topográficas así como su condición funcional actual. También se realizaron conteos vehiculares automáticos para medir el tránsito vehicular y estimar las cargas inducidas por el tránsito en las estructuras de pavimento. Además, se excavaron sondeos a cielo abierto para medir espesores, tomar muestras de los materiales de las estructuras de pavimento para ser caracterizados en laboratorio y se midió la capacidad de soporte CBR en sitio del suelo de subrasante.

Seguidamente, se procedió a la etapa de procesamiento de datos, en la cual se generó una categorización funcional de las vías a partir de la información de volumen y comportamiento general del tránsito vehicular observado durante las visitas al sitio. Luego se procesaron los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras recolectadas en sitio, lo cual se utilizó para obtener la caracterización general de los materiales existentes en las estructuras de pavimento y los valores finales de capacidad de soporte CBR en sitio para cada sitio de sondeo. Lo anterior permitió evaluar el aporte del suelo y materiales granulares existentes junto con las cargas vehiculares proyectadas para diseñar las estructuras de pavimento.

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 diseño preliminar de las estructuras de pavimento, secciones transversales típicas y una propuesta de mejoramiento para las estructuras de drenaje pluvial (cunetas y cordón y caño). Además, se indican especificaciones técnicas de referencia para los materiales y procesos constructivos asociados.

Informe LM-PI-GM-INF-01-2015	Fecha de emisión: 21 enero de 2015	Página 10 de 52
------------------------------	------------------------------------	-----------------

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 para la UTGV de la municipalidad de Upala.

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

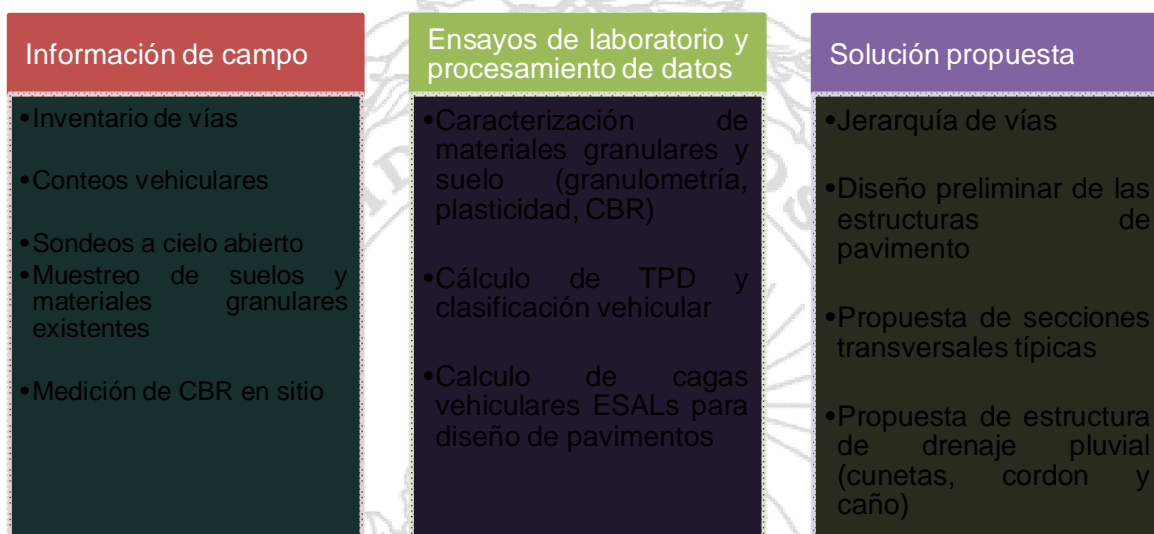


Figura 2. Esquema metodológico.

6. Información de campo

La recolección de información de campo se realizó durante el año 2014. Este proceso fue ejecutado por personal profesional y técnico de la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR con la colaboración de personal de la UTGV de la Municipalidad de Upala y apoyo de vecinos de Canaleta.

Las vías de la zona de estudio se codificaron con números y letras por parte de la UTGV para un total de 11 caminos que suman 4.3 km aproximadamente.

Las actividades realizadas para la recolección de información de campo fueron las siguientes: verificación del inventarios de vías previamente realizado por la UTGV de Upala, conteos vehiculares, sondeos a cielo abierto con medición de espesores de estructuras de pavimento existente, medición de CBR en sitio, caracterización visual y muestreo de suelo y materiales granulares encontrados.

6.1 Inventario de vías

El inventario de vías previamente realizado por la UTGV de la Municipalidad de Upala fue verificado y actualizado durante el proceso de recolección de información de campo por parte del personal del LanammeUCR en compañía de funcionarios de la UTGV de la Municipalidad de Upala.

Se recorrieron las vías indicadas en la Figura 3 para reunir la siguiente información de inventario:

- a) Longitud, ancho de calzada y derecho de vía.
- b) Tipo y condición generalizada de la superficie de ruedo.
- c) Inventario de pasos de alcantarilla y sus dimensiones (longitud, diámetro y condición generalizada).
- d) Ubicación con GPS.
- e) Archivo fotográfico.

El inventario de las vías se realizó en la dirección de recorrido indicada en el mapa que se muestra en la Figura 3 y en el mapa del Anexo 1. Además, la identificación del tipo de superficie de ruedo existente se muestra en el mapa del Anexo 2.

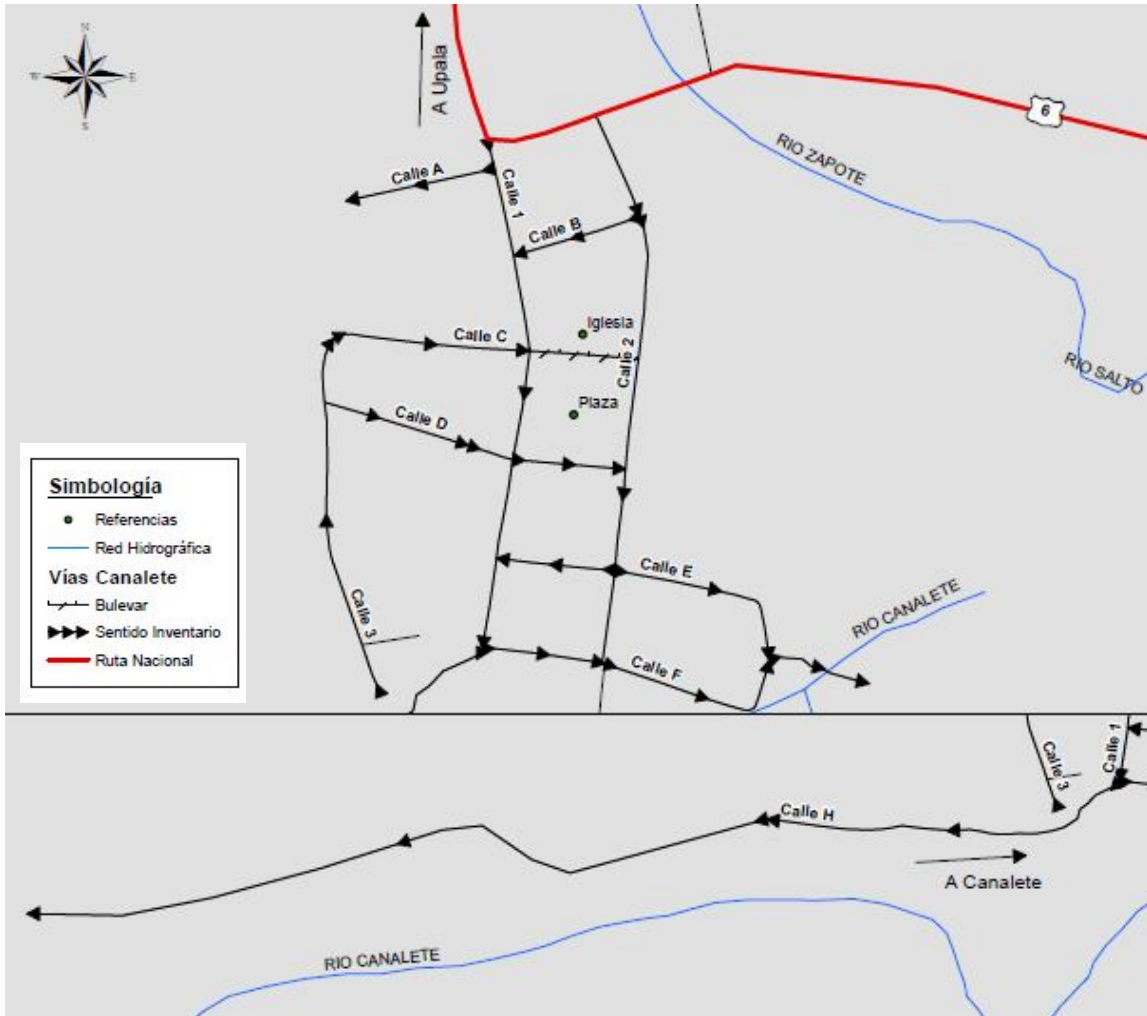


Figura 3. Inventario de vías en los cuadrantes de Canalete, Upala.

La condición generalizada de la superficie de ruedo fue establecida por medio de los criterios de evaluación visual indicados en la Tabla 1.

Los formularios de inventario donde se muestra toda la información de campo recolectada y el archivo fotográfico de cada calle de acuerdo a la codificación antes mencionada se encuentran en el Anexo 3 (disco con información digital).

Tabla 1. Criterios de evaluación visual para la superficie de ruedo.

Tipo de superficie de ruedo	Bueno	Regular	Malo	Pésima
Carpeta Asfáltica (CA) o Tratamiento superficial Bituminoso (TSB)	Superficie de ruedo sin grietas, huecos ni deformaciones.	Daño de la superficie de ruedo en menos del 30% del área con deterioros leves y regulares como grietas, huecos, deformaciones, desnudamiento y erosión de bordes.	Daño de la superficie de ruedo en más del 30% del área con deterioros regulares y severos como grietas, piel de lagarto huecos, deformaciones, desnudamiento y erosión de bordes.	Daño generalizado de la superficie de ruedo en más del 50% del área con deterioros severos como grietas, piel de lagarto, huecos, deformaciones, desnudamiento y erosión de bordes.
Granular (Grava)	Material seleccionado, sin sobre-tamaños. Agregado triturado. No presenta huecos, ni deformaciones, buena conformación y compactación (4-6% bombeo)	Material sin seleccionar (grava de río o cantera con sobre-tamaños). Se observa material suelto en algunas zonas, leves deformaciones y corrugaciones.	Material no seleccionado con mucho sobre-tamaño. Material suelto sin compactación. Se observan deterioros como deformaciones, corrugaciones y huecos en más de 30% del área.	Superficie de ruedo de grava con sobre tamaño, severamente deteriorada y suelta, con muchas deformaciones, corrugaciones y huecos en más del 50% del área.

6.2 Conteos vehiculares

El tránsito vehicular se midió por medio de conteos automáticos tanto en vías asfaltadas como de grava. A partir de visitas previas y observando la dinámica vehicular en sitio se eligió la ubicación donde se consideró que se podrían obtener las mediciones más representativas en cuanto a volúmenes y distribución vehicular.

Se realizó un total de cuatro conteos vehiculares durante periodos de al menos 24 horas continuas. Se realizaron tres conteos con equipo neumático (de mangueras) para los puntos ubicados en vías con superficie de ruedo asfáltica, específicamente en las Calles 1 y 2. Además, se realizó un conteo con equipo tipo radar para la Calle H que actualmente cuenta con superficie de ruedo granular. La Figura 4 muestra la ubicación de los conteos vehiculares realizados en Canalete, Upala.

La ubicación final de los conteos vehiculares se puede observar en la Figura 5 y el mapa correspondiente se encuentra en el Anexo 3.



Figura 4. Instalación de contador tipo radar en Canalete, Upala.

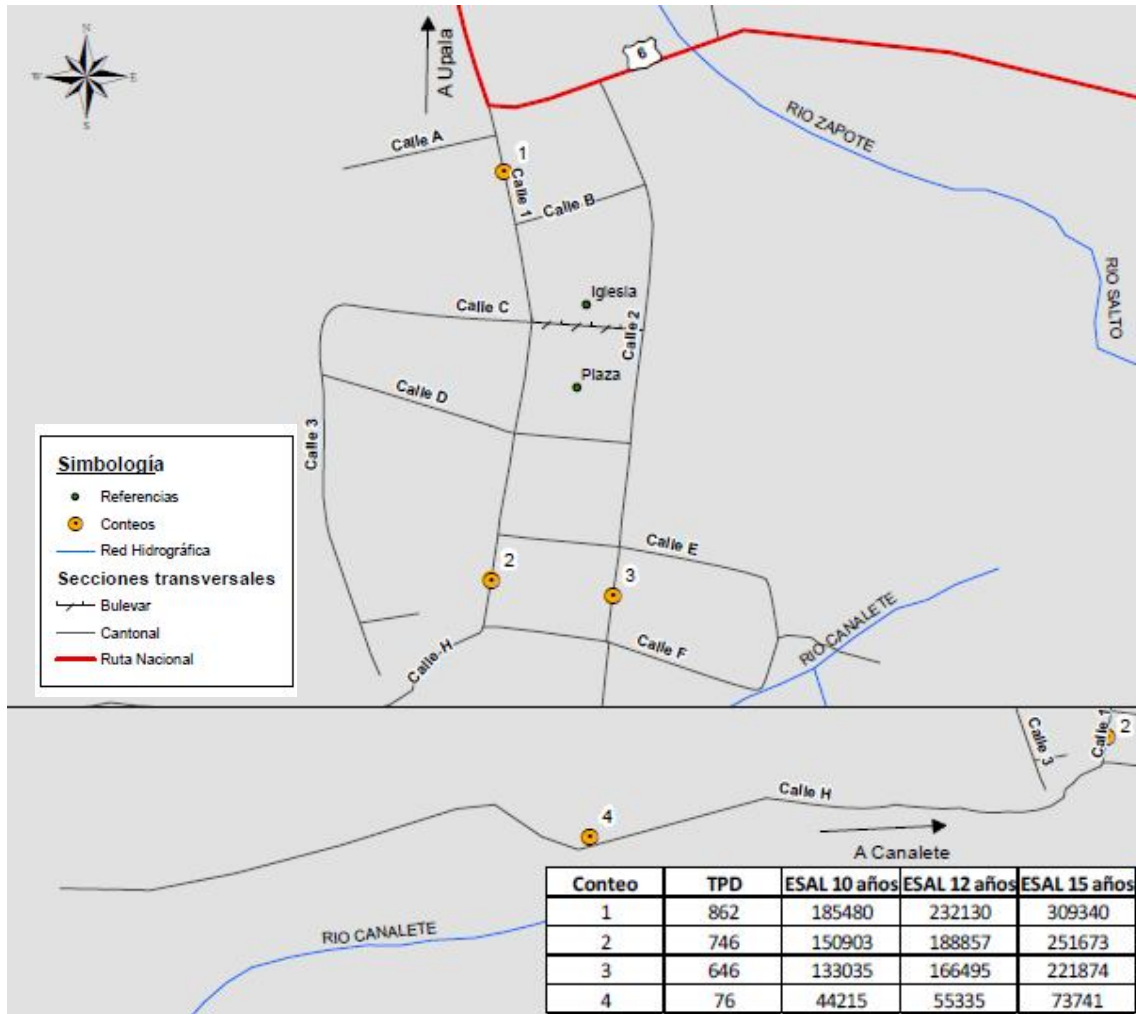


Figura 5. Ubicación de los conteos vehiculares.

6.3 Sondeos a cielo abierto y muestreo de materiales existentes.

Se realizaron calcatas o sondeos a cielo abierto en varios puntos de la red vial de Canaleta, esto con el objetivo de inspeccionar las estructuras de pavimentos existentes en la zona. Los sondeos fueron excavados en la mayoría de los casos hasta llegar a la profundidad donde se encontrara solamente suelo de subrasante o hasta 1 m de profundidad como máximo. Durante esta actividad, se midieron los espesores de las capas de pavimento existentes, se realizó una caracterización visual en sitio de los materiales de suelo y granulares existentes, se tomaron muestras para analizar en el

laboratorio y se midió la capacidad de soporte del suelo (CBR en sitio) por medio del anillo de carga manual. Lo anterior se puede observar en la Figura 6.

Los sondeos se ubicaron en sitios variados de acuerdo con la condición y tipo de superficie de ruedo observada durante el inventario de las vías, esto para obtener información representativa para analizar en el laboratorio y posteriormente utilizar como datos de entrada en los diseños y formulación de la solución propuesta. . La ubicación de los 13 sondeos realizados se muestra en la Figura 7 y en el mapa del Anexo 4. El proceso de excavación de los sondeos se documentó por medio de formularios donde se detalla la información recolectada, los cuales se muestran en el Anexo 5.

Se recolectaron muestras de los materiales granulares existentes (grava) y suelo en los sondeos realizados para ser caracterizadas en el laboratorio y evaluar sus propiedades físicas como materiales para estructura de pavimento. La Tabla 2 resume las muestras de suelo y materiales granulares que se recolectaron en cada uno de los sondeos a cielo abierto excavados.



Figura 6. Excavación de sondeos a cielo abierto en diferentes puntos de los caminos de Canalete, Upala.

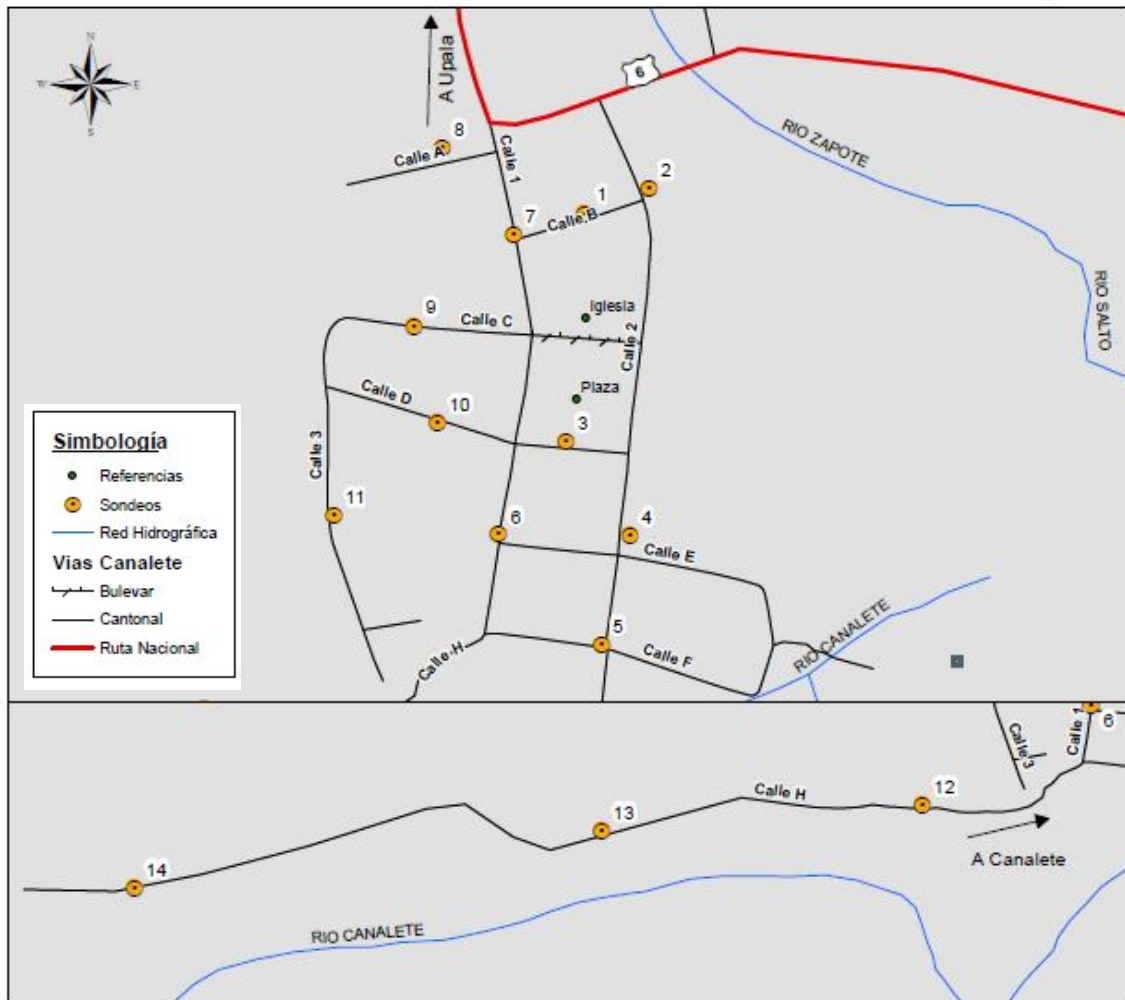


Figura 7. Ubicación de sondeos a cielo abierto.

Tabla 2. Resumen de las muestras de grava y suelo.

Sondeo	Muestreo
1	Suelo (subrasante)
2	Suelo (subrasante)
3	Base granular, Suelo (subrasante)
4	Base granular, Suelo (subrasante)
5	Suelo (subrasante)
6	Base granular, Suelo (subrasante)
7	Suelo (subrasante)
8	Suelo (subrasante)
9	Suelo (subrasante)
10	Suelo (subrasante)
11	Suelo (subrasante)
12	Suelo (subrasante)
13	Suelo (subrasante)
14	Suelo (subrasante)
15	Grava de relleno

7. Análisis de datos y resultados

El análisis de datos de los datos obtenidos en campo incluye las condiciones de tránsito vehicular, geometría de las vías (longitud y anchos) y las estructuras de pavimentos existentes. Además, se analizaron los resultados de los ensayos de laboratorio realizados a las muestras de materiales granulares y suelos existentes en el sitio. Lo anterior permitió plantear diseños preliminares de las estructuras de pavimentos y secciones transversales de las vías estudiadas como se explica a continuación.

7.1 Tránsito y cargas vehiculares

Los conteos vehiculares automáticos se realizaron en las ubicaciones antes indicadas durante períodos de al menos 24 horas continuas. Se calculó el Tránsito Promedio Diario (TPD) por medio de factores de expansión diaria calculados a partir del Conteo 2, de cuya ubicación se obtuvieron datos de más de una semana de tránsito vehicular. Los TPD y la clasificación vehicular del tránsito obtenida por medio de los conteos automáticos en cada sitio se muestran en la Tabla 3.

Luego, se procedió a calcular las cargas vehiculares a las cuales son sometidas las estructuras de pavimento, ESAL de diseño proyectado a 10, 12 y 15 años, cuyo resultado se observa en la Tabla 4. Los factores camión (FC) utilizados corresponden a el promedio de referencia nacional indicado en el documento *LM-PI-GM-INF-22-2014 Recomendaciones Técnicas para el Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles con la Incorporación de Criterios Mecánico-Empíricos* del LanammeUCR, los cuales se muestran en la Tabla 5.

Tabla 3. Tránsito promedio diario (TPD) y clasificación vehicular estimada por medio de los conteos vehiculares.

Conteo	TPD	Clasificación Vehicular (%)				
		Motos o bicicletas	Liviano Pick-Up	Bus, C2, C2+	C3	C4
1	862	42.1	51.5	4.2	1.6	0.6
2	746	44.4	48.9	5.7	0.7	0.3
3	646	46.3	46.4	6.5	0.2	0.6
4	76	83.3		12.8	3.9	

Tabla 4. Cargas vehiculares estimadas a partir de los conteos vehiculares.

Conteo	ESAL diseño		
	10 años	12 años	15 años
1	185,479.82	232,130.50	309,340.18
2	150,902.69	188,856.75	251,673.01
3	133,035.29	166,495.47	221,874.07
4	44,214.82	55,335.44	73,740.75

Tabla 5. Factores camión utilizados para el cálculo de los ESAL de diseño.

Liviano-Pick Up	Bus, C2, C2+	C3	T3-S2
0.01	0.97	1.85	1.00

7.2 Clasificación funcional de vías

Se estableció una clasificación funcional de las vías de Canalete, Upala a partir de la información de tránsito y cargas vehiculares. Se establecieron tres categorías jerárquicas: vías primarias, secundarias y terciarias. Lo anterior fue consultado con la UTGV de la Municipalidad de Upala y confirmado por medio de observaciones en sitio.

El período de diseño escogido para las condiciones de las vías de los cuadrantes de Canalete, fue de 12 años. De esta manera, se utilizaron los valores estimados de ESAL diseño para establecer rangos a los cuales se les asigna una categoría de clasificación funcional como se observa en la Tabla 6. La Figura 8 y el mapa del Anexo 6 muestran como se clasificaron las vías en cada una de las categorías definidas.

Tabla 6. Rangos de ESAL diseño para clasificación funcional de las vías.

Clasificación funcional	ESAL diseño (12 años)
Primarias	232 130
Secundarias	55 335
Terciarias	5000

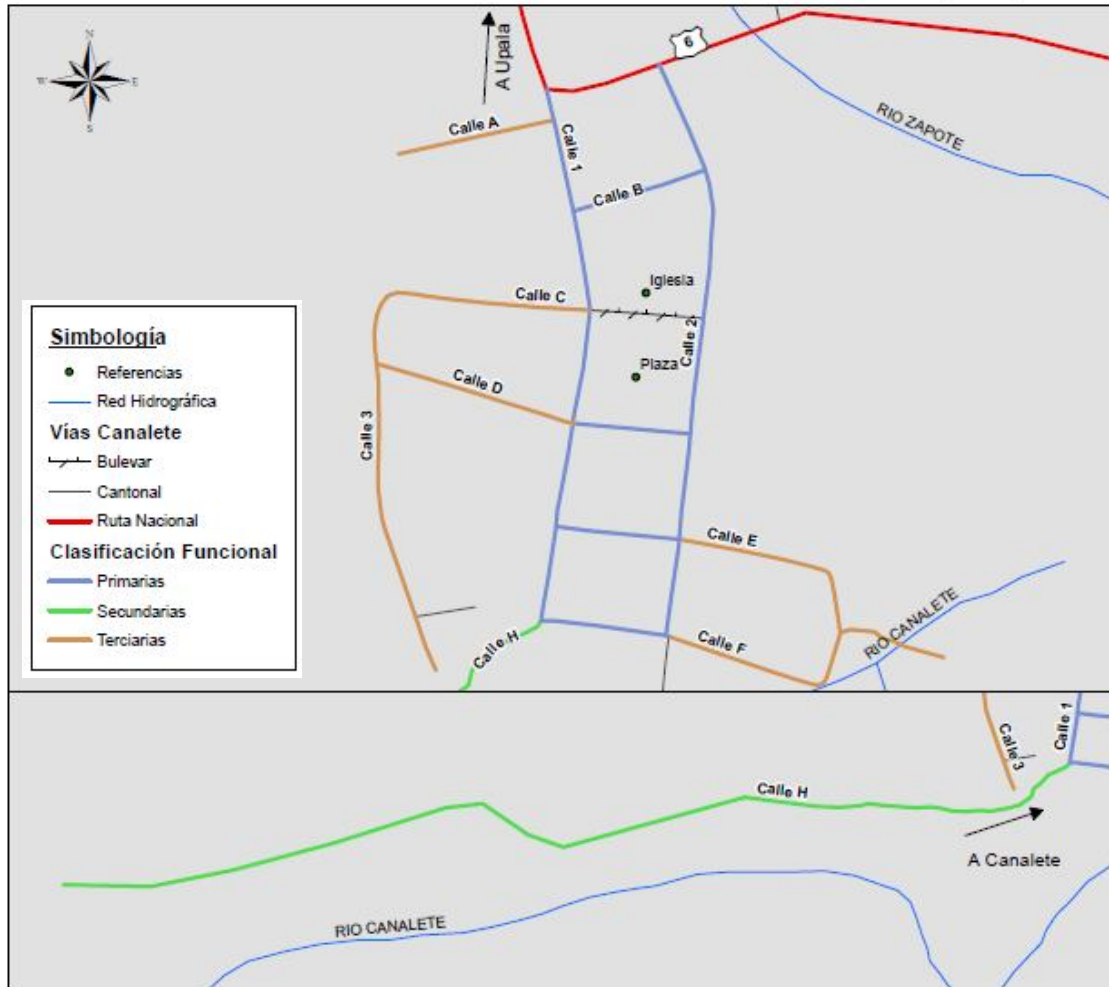


Figura 8. Clasificación funcional de vías.

7.3 Materiales existentes

Los materiales existentes en las estructuras de pavimento (grava y suelo) de los cuales se tomaron muestras, fueron analizados en el laboratorio por medio de varios ensayos para evaluar sus características físicas como materiales para las estructuras de pavimento a diseñar. Los ensayos realizados a las muestras fueron: Análisis Granulométrico, Límites de Atterberg, Proctor y CBR de laboratorio. Los resultados se observan en los informes de laboratorio I-0278-14, I-0279-14, I-0293-14, I-0299-14, I-0327-14 que se encuentran en el Anexo 7.

A partir de la información obtenida en los ensayos de laboratorio de granulometría y plasticidad que se observa en las Tablas 7 y 8 respectivamente, se procedió a clasificar los suelos según la metodología del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) y AASHTO cuyos resultados se muestran en la Tabla 9.

Tabla 7. Resumen de resultados de ensayos de granulometría realizados a los suelos.

Sondeo	Porcentaje Pasando				FG (porcentaje de grava)	FS (porcentaje de arena)	CF (porcentaje de finos)
	N°4	N°10	N°40	N°200			
1	77.5	76.9	75.4	68.8	22.5	8.7	68.8
2	99.4	99.1	98.3	92.4	0.6	7.0	92.4
3	94.5	93.8	92.5	84.4	5.5	10.1	84.4
4	100	99.3	98.5	93.4	0.0	6.6	93.4
5	99	96.7	92.7	84.0	1.0	15.0	84.0
6	99	98.8	97.9	92.9	1.0	6.1	92.9
7	100	100	98.9	94.9	0.0	5.1	94.9
8	98.7	98.5	98	95.9	1.3	2.8	95.9
9	99.1	98.7	96.9	90.3	0.9	8.8	90.3
10	93.1	91	87.2	80.0	6.9	13.1	80.0
11	95.9	95.4	92.7	82.4	4.1	13.5	82.4
12	99.6	99.3	97.8	89.0	0.4	10.6	89.0
13	98.6	97.5	95.1	88.4	1.4	10.2	88.4
14	100	98.5	94	80.0	0.0	20.0	80.0

Tabla 8. Resumen de resultados de ensayos de plasticidad realizados a los suelos.

Sondeo	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad
1	67	36	32
2	71	40	31
3	69	36	32
4	78	45	33
5	63	32	31
6	67	33	33
7	71	36	34
8	72	45	28
9	68	38	29
10	64	35	29
11	64	36	28
12	64	36	28
13	65	35	30
14	62	36	26

Tabla 9. Clasificación de los suelos existentes.

Sondeo	SUCS	AASHTO	Descripción
1	MH	A-7-5(23)	Limo de Alta Plasticidad, altamente compresible. Suelo de regular a mala calidad como subrasante para pavimentos.
2	MH	A-7-5(37)	
3	MH	A-7-5(32)	
4	MH	A-7-5(41)	
5	MH	A-7-5(30)	
6	MH	A-7-5(37)	
7	MH	A-7-5(40)	
8	MH	A-7-5(36)	
9	MH	A-7-5(33)	
10	MH	A-7-5(27)	
11	MH	A-7-5(27)	
12	MH	A-7-5(31)	
13	MH	A-7-5(32)	
14	MH	A-7-5(24)	

Los materiales granulares muestreados en los sondeos 3, 4, 6 y 15 se analizaron en el laboratorio con respecto a su granulometría y los resultados se observan en la Tabla 10. Seguidamente se realizó el análisis de estos datos para evaluarlos respecto a los requerimientos de base y subbase granular indicados en el CR-2010, como se muestra en las Tablas 11 y 12, donde se indica en rojo los valores que no cumplen con los rangos de especificaciones.

Los resultados de plasticidad obtenidos por medio del ensayo de Límites de Atterberg se resumen en la Tabla 13, donde se indica además su cumplimiento respecto a las especificaciones del CR-2010 para materiales de base y subbase granular. Se puede observar que los valores de límite líquido variaron entre 16 y 21, con un caso donde el material se determinó como No Plástico (NP) para el sondeo 4. Los valores de Índice de Plasticidad variaron entre 2 y 5 para las muestras de los sondeos 3, 6 y 15. Lo anterior indica los materiales granulares no cumplen a cabalidad con la especificación de plasticidad indicada por el CR-2010, lo cual puede afectar su capacidad de compactación y cohesión, sin embargo presentan poca susceptibilidad ante condiciones de humedad por su bajo contenido de finos.

Tabla 10. Resumen de resultados de ensayos de granulometría realizados a los materiales granulares existentes.

Sondeo	Porcentaje Pasando				FG (porcentaje de grava)	FS (porcentaje de arena)	CF (porcentaje de finos)
	N°4	N°10	N°40	N°200			
3	43.3	34.3	20.4	10.9	56.7	32.4	10.9
4	30.2	22.2	12.1	7.6	69.8	22.6	7.6
6	49.3	38.7	23.8	12.6	50.7	36.7	12.6
15	41.4	33.0	23.1	13.3	58.6	28.1	13.3

Tabla 11. Evaluación de materiales granulares existentes como subbase granular.

Abertura de malla	% por peso pasando						Cumplimiento de especificación
	Subbase A	Subbase B	S3	S4	S6	S15	
63mm	100	-	-	-	-	-	<p>-El material S3 prácticamente en el límite entre ambos tipos de subbase, pero no contiene sobre tamaño ni exceso de finos.</p> <p>-El material S4 se adapta más a las especificaciones de la subbase grad. A en su límite inferior, sin embargo presenta incumple la malla de 25mm.</p> <p>-Los materiales S6 y S15 se adapta más a la especificación de subbase grad. B.</p>
50mm	97-100	100	100	-	-	100	
37,5mm	-	97-100	95.2	100	100	98.1	
25mm	65-79 (6)	-	78.7	86.5	92.3	89.8	
19mm	-	-	69.7	65.0	80.3	79.7	
12,5mm	45-59(7)	-	-	-	-	-	
9,5mm	-	-	53.3	39.7	59.8	53.6	
4,75mm	28-42(6)	40-60(8)	43.3	30.2	49.3	41.4	
0,425mm	9-17(4)	-	20.4	12.1	23.8	23.1	
0,075mm	4-8(3)	4-12(4)	10.9	7.58	12.6	13.3	

Tabla 12. Evaluación de materiales granulares existentes como base granular.

Abertura de malla	% por peso pasando							Cumplimiento de especificación
	Base C	Base D	Base E	S3	S4	S6	S15	
63mm	-	-	-	-	-	-	-	-El material S3 y S15 no cumple no cumple completamente con las especificaciones de base granular, ya que como base grad. C presenta menos finos de los requeridos, como base grad. D y E presenta partículas de mayor tamaño. -El material S4 prácticamente no cumple con ninguna de las especificaciones de base. -El material S6 se adapta más a la granulometría de base grad. D y E sin cumplir en todos los casos.
50mm	100	-	-	100	-	-	100	
37,5mm	-	-	-	95.2	100	100	98.1	
25mm	80-100 (6)	100	-	78.7	86.5	92.3	89.8	
19mm	64-94 (6)	86-100 (6)	100	69.7	65.0	80.3	79.7	
12,5mm	-	-	-	-	-	-	-	
9,5mm	-	51-82 (6)	62-90 (6)	53.3	39.7	59.8	53.6	
4,75mm	40-69 (6)	36-64 (6)	46-74 (7)	43.3	30.2	49.3	41.4	
0,425mm	31-54 (4)	12-26 (4)	12-26 (4)	20.4	12.1	23.8	23.1	
0,075mm	4-7 (3)	4-7 (3)	4-7 (3)	10.9	7.58	12.6	13.3	

Tabla 13. Resumen de resultados de ensayos de plasticidad realizados a los materiales granulares.

Sondeo	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice de plasticidad	Especificación CR-2010	Cumplimiento
3	19	17	3	Base IP= 4-9 Subbase IP=4-10 LL=35 max	No cumple, material poco plástico
4	NP	NP	NP		No cumple, material no plástico
6	21	6	5		No cumple, material poco plástico
15	16	14	2		No cumple, material poco plástico

Tabla 14. Clasificación de los materiales granulares existentes.

Sondeo	SUCS	AASHTO	Descripción
3	GM-GW	A-2-4 (0)	Grava limosa bien graduada
4	GM-GW	A-2-4 (0)	Grava limosa bien graduada
6	GC	A-2-4 (0)	Grava arcillosa
15	GM	A-2-4 (0)	Grava limosa mal graduada



De acuerdo al análisis de granulometría los materiales evaluados en el laboratorio, se adaptan de mejor forma como subbases granulares que como bases granulares. La clasificación final realizada por medio de SUCS y AASHTO indica además que se trata de materiales de grava limosa y arcillosas con graduación variable según sea el caso.

Se realizó el ensayo de Proctor Modificado y CBR de laboratorio para la muestra de base granular recolectada en el Sondeo 6. Los resultados de dichos ensayos no fueron concluyentes para determinar un valor de CBR específico que pueda obtenerse con la compactación del material a humedad óptima. Sin embargo, se puede interpretar que el material tiene potencial de compactación y aumento de CBR al menos a valores cercanos a los especificados para subbase granular según el CR-2010 con una CBR ≥ 30 .

Los materiales evaluados no cumplen con las especificaciones de base o subbase granular a cabalidad, sin embargo se considera que tienen buenas características para ser conservados en el sitio como relleno o plataforma de apoyo para la nueva estructura de pavimento, siempre y cuando esto no afecte los niveles de rasante que sea necesario mantener en cada sitio luego de colocar la nueva estructura de pavimento de acuerdo a los diseños que se presentan más adelante.

7.4 Sondeos a cielo abierto y CBR en sitio

La información reunida durante el proceso de excavación de los sondeos a cielo abierto en cuanto a materiales existentes y espesores de la capas de pavimento encontrados, así como los valores de CBR en sitio estimados a partir de las mediciones realizadas con el anillo de carga manual se muestran en la Tabla 15. La medición de CBR en sitio no fue posible realizar en el sondeo 15 debido a que la excavación no alcanzó el suelo por la presencia de un relleno granular de más de 50cm de profundidad.

Informe LM-PI-GM-INF-01-2015	Fecha de emisión: 21 enero de 2015	Página 27 de 52
------------------------------	------------------------------------	-----------------

Tabla 15. Tipos de material existente, espesores y CBR en sitio para cada sondeo.

Sondeo	TSB (cm)	Superficie de ruedo granular (cm)	Capa granular (tipo base o subbase) (cm)	Total estructura de pavimento existente (cm)	CBR en sitio (%)
1	1.0	-	7.0	7.0	2.43
2	1.0	-	18.0	18.0	2.44
3	1.0	-	10.0	10.0	1.92
4	1.0	-	15.0	15.0	1.86
5	1.0	-	15.0	15.0	2.28
6	1.0	-	10.0	10.0	2.38
7	1.0	-	18.0	18.0	2.37
8	-	5.0	-	5.0	1.69
9	-	22.0	-	22.0	2.09
10	-	18.0	-	18.0	1.88
11	-	11.0	-	11.0	1.92
12	-	25.0	-	25.0	1.96
13	-	15.0	-	15.0	2.06
14	-	18.0	-	18.0	2.26
15	-	35	>35	>70	-

8. Solución propuesta

Luego de la recolección y análisis de datos se procedió a plantear la solución propuesta por medio de la formulación de diseños para las estructuras de pavimento, secciones transversales típicas y estructuras de drenaje para las vías de los cuadrantes de Bijagua, Upala. Además, se estableció la condición de los puentes y se plantean recomendaciones para su rehabilitación.

8.1 Diseño de pavimentos

El diseño de pavimentos para las vías de Canalete, se elaboró utilizando la Metodología AASHTO 93, a partir del tránsito y cargas vehiculares indicadas en la Tabla 6 y los valores de capacidad de soporte del suelo CBR en sitio indicados en la Tabla 15. La Tabla 16 muestra los datos de entrada utilizados en el diseño de pavimentos bajo la metodología AASHTO 93.

Tabla 16. Variables de diseño para AASHTO 93.

Dato, parámetro de entrada o cálculo inicial		Primarias	Secundarias	Terciarias
Ejes equivalentes	W_{18}	232 130	55 335	5000
Confiabilidad	R	80%	80%	80%
Índice de servicio inicial	p_0	4,2	4,2	4,2
Índice de servicio al final	p_t	2,5	2,5	2,5
Diferencia de índices de servicio	ΔPSI	1,7	1,7	1,7
Desviación normal estándar	Z_R	-0,841	-0,841	-0,841
Desviación estándar general	S_0	0,50	0,50	0,50
CBR de la subrasante existente (%)	CBR_{SRN}	2.2	2.1	1.9
CBR de la subrasante compactada (%)	CBR_{SRC}	5.0		
Mr de la subrasante existente SRN (psi)	M_{SRN}	3300	3150	2850
Mr de la subrasante compactada SRC (psi)	M_{SRC}	7500		
Módulo de la base granular nueva BG (psi)	E_{BG}	28 000	28 000	28 000
Módulo de la base estabilizada BE o subrasante mejorada con cemento SRM (psi)	E_{BE} E_{SRM}	625 000	625 000	625 000
Módulo de la subbase granular nueva SBG (psi)	E_{SBG}	14 500	14 500	14 500
Módulo del material granular existente MGE (psi)	E_{MGE}	13 500	13 500	13 500

Las características y especificaciones generales de los materiales considerados en el diseño como componentes de las estructuras de pavimentos corresponden a lo especificado en el Manual CR-2010 y se resumen en la Tabla 17.

Tabla 17. Especificaciones generales de los materiales utilizados en el diseño.

Código	Definición	Especificaciones básicas
CA	Carpeta de mezcla asfáltica en caliente	<ul style="list-style-type: none"> Mezcla Asfáltica en Caliente Diseño Marshall (AASHTO T245) Estabilidad=8 kN min Flujo (0.25mm)=8-14 Porcentaje de vacíos de aire VA= 3-5% Compactación, número de golpes=75 Vacíos en agregado mineral VMA (Tabla 402-2 CR-2010) Resistencia a la compresión =2100 kPa min Resistencia a la tensión diametral retenida=75% min Relación polvo-asfalto=0.6-1.3
TSB3	Tratamiento Superficial Bituminoso	<ul style="list-style-type: none"> Tratamiento Superficial Bituminoso Triple, construido de acuerdo a las especificaciones indicadas en el CR-2010.
BG	Base granular	<ul style="list-style-type: none"> Base granular graduación D CBR 80 min Compactación 95% de PM (AASHTO T180) Límite Líquido 35 max Índice de plasticidad 4-9
BE	Base estabilizada con cemento (BE-25)	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia mínima a la compresión inconfiada a los 7 días de 25kg/cm² Resistencia promedio a la compresión inconfiada a los 7 días de 30kg/cm² Tiempo de curado mínimo 7 días Compactación 95% de PM (AASHTO T180)
SBG	Subbase granular	<ul style="list-style-type: none"> Subbase granular graduación B CBR 30 min Compactación 95% de PM (AASHTO T180) Límite Líquido 35 max Índice de plasticidad 4-10
MGE	Material granular existente (grava)	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con lo indicado en el apartado 7.3
SRN	Subrasante natural	<ul style="list-style-type: none"> De acuerdo con lo indicado en el apartado 7.3
SRM	Subrasante mejorada con cemento	<ul style="list-style-type: none"> Resistencia mínima a la compresión inconfiada a los 7 días de 14g/cm² Resistencia promedio a la compresión inconfiada a los 7 días de 18kg/cm² Tiempo de curado mínimo 7 días Compactación 95% de PS (AASHTO T180)
SRC	Subrasante escarificada y compactada	<ul style="list-style-type: none"> CBR 5 min Compactación 95% de PS (AASHTO T99)

Diseños de estructuras de pavimento propuestas

El diseño de pavimentos de las vías de Canalete, se propone por medio de tres opciones de acuerdo a lo siguiente:

- Opción 1: Pavimento flexible con subrasante natural (SRN)
- Opción 2: Pavimento flexible con subrasante mejorada con cemento (SRM)
- Opción 3: Pavimento flexible con subrasante escarificada y compactada (SRC)

Para cada una de estas opciones se diseñaron diferentes estructuras de pavimento dependiendo de la jerarquía de vías, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 6 y Figura 8.

La capa de material granular existente (MGE) se consideró como parte de los diseños de pavimentos para las vías secundarias y terciarias de la Opción 1 solamente, ya que para el resto de estructuras de pavimento propuestas se consideró el mejoramiento o sustitución de estos materiales debido a las solicitaciones de tránsito proyectadas para la vida útil o periodo de diseño establecido de 12 años como se mencionó anteriormente.

Las estructuras de pavimento propuestas (EP) en cada una de las opciones fueron asignadas a las vías de Canalete según la jerarquía o clasificación funcional de vías previamente mostrada en la Figura 8 y el mapa del Anexo 6. El detalle de las estructuras de pavimento propuestas para la Opción 1 (EP-1, EP-2, EP-3 y EP-4) se muestra en la Tabla 18 y la Figura 9. Las estructuras de pavimento propuestas para la Opción 2 (EP-5, EP-6 y EP-7) se muestran en la Tabla 19 y la Figura 10. Las estructuras de pavimento para la Opción 3 (EP-8, EP-9 y EP-10) se muestran en la Tabla 20 y Figura 11. Además, se adjuntan los mapas de ubicación de las estructuras de pavimento propuestas para cada una de las opciones planteadas según la jerarquía de vías de Canalete en el Anexo 8.

Verificación de desempeño

Las estructuras de pavimento diseñadas para cada una de las opciones indicadas fueron revisadas por medio de criterios mecánico-empíricos para verificar su desempeño ante los deterioros de fatiga en las capas de mezcla asfáltica, base estabilizada y suelo cemento,



así como la revisión por deformación permanente en las capas de materiales granulares y suelo de subrasante natural. Se utilizó un software de análisis mecánico para obtener las respuestas de las estructuras del pavimento (esfuerzos, deformaciones y deflexiones) a diferentes profundidades desde la rasante. Luego se aplicaron las verificaciones mecánico-empíricas recomendadas en el documento *LM-PI-GM-INF-22-2014 Recomendaciones Técnicas para el Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles con la Incorporación de Criterios Mecánico-Empíricos* del LanammeUCR como se resume a continuación:

- Desempeño ante fatiga en la mezcla asfáltica en caliente: modelo matemático del Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) del 2004 (National Cooperative Highway Research Program, 2004) para pavimentos con cargas vehiculares menores a 3 millones de ESALs y un porcentaje de área agrietada de 75% antes de la falla.
- Desempeño ante fatiga en la base estabilizada y suelo mejorado con cemento: modelo de la Portland Cement Association (PCA).
- Desempeño ante deformación permanente en la mezcla asfáltica y materiales granulares: modelo calibrado por el Mechanistic-Empirical Pavement Design Guide (MEPDG) del 2004 (National Cooperative Highway Research Program, 2004) para pavimentos con cargas vehiculares menores a 3 millones de ESALs y un ahuellamiento permisible máximo de 25 mm.

Las Tablas 20 y 21 muestran los resultados de las revisiones por fatiga y por deformación permanente (ahuellamiento) para las estructuras de pavimento propuestas de acuerdo al código asignado (EP) según se indicó en las Tablas 18, 19 y 20.

La definición final acerca del tipo de estructura de pavimento a utilizar, de acuerdo a lo diseñado y recomendado en este informe, deberá ser formulada por la UTGV de la Municipalidad de Upala de acuerdo a su criterio técnico y análisis de los recursos disponibles.

Informe LM-PI-GM-INF-01-2015	Fecha de emisión: 21 enero de 2015	Página 32 de 52
------------------------------	------------------------------------	-----------------

Tabla 18. Estructuras de pavimento para la Opción 1.

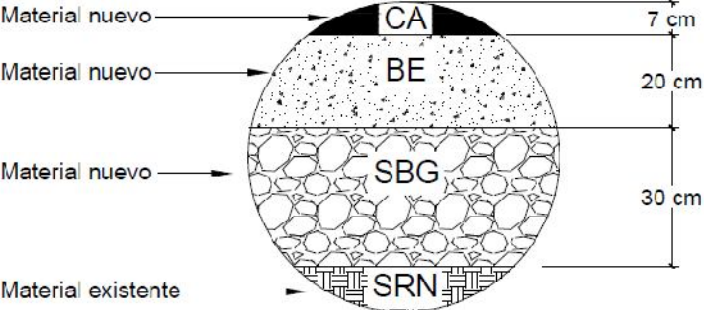
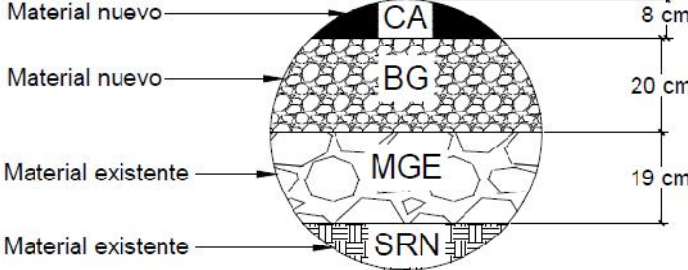
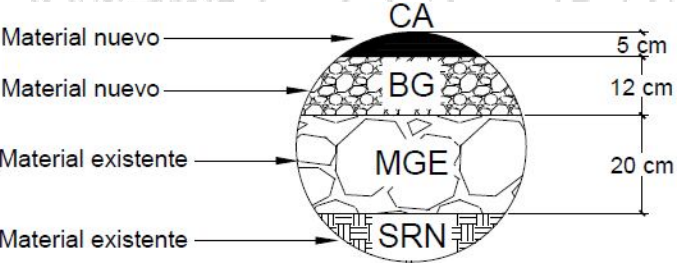
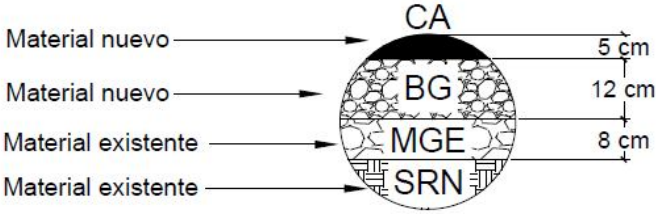
Código	Espesores de capas
<p>EP-1 Vías Primarias</p>	 <p>Material nuevo → CA 7 cm Material nuevo → BE 20 cm Material nuevo → SBG 30 cm Material existente → SRN</p>
<p>EP-2 Vías Secundarias</p>	 <p>Material nuevo → CA 8 cm Material nuevo → BG 20 cm Material existente → MGE 19 cm Material existente → SRN</p>
<p>EP-3 Vías terciarias</p>	 <p>Material nuevo → CA 5 cm Material nuevo → BG 12 cm Material existente → MGE 20 cm Material existente → SRN</p>
<p>EP-4 Vías terciarias</p>	 <p>Material nuevo → CA 5 cm Material nuevo → BG 12 cm Material existente → MGE 8 cm Material existente → SRN</p>

Tabla 19. Estructuras de pavimento para la Opción 2.

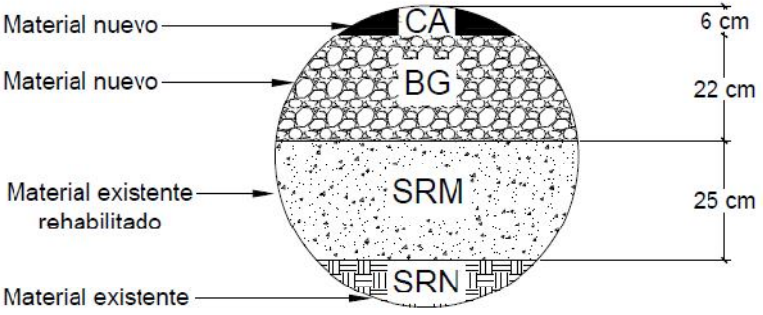
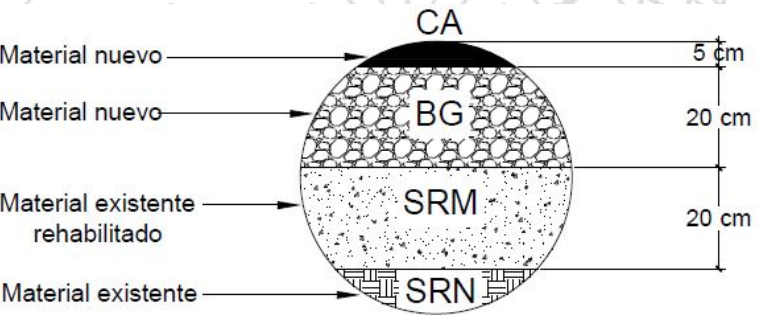
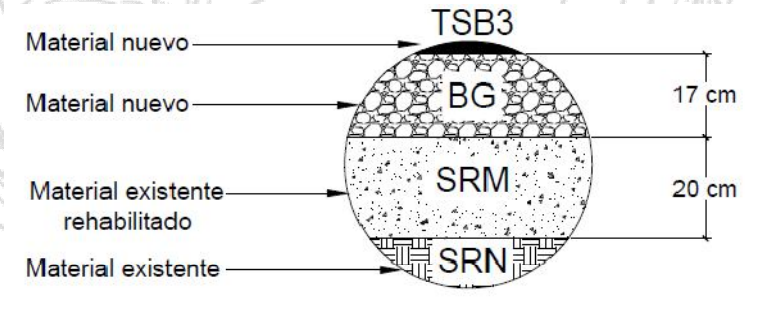
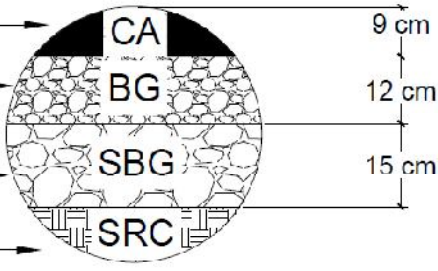
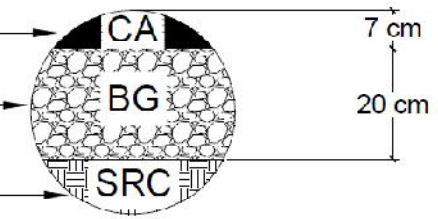
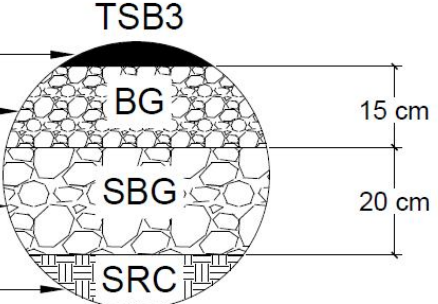
Código	Espesores de capas
<p>EP-5 Vías Primarias</p>	
<p>EP-6 Vías Secundarias</p>	
<p>EP-7 Vías Terciarias</p>	

Tabla 20. Estructuras de pavimento para la Opción 3.

Código	Espesores de capas	
<p>EP-8 Vías Primarias</p>	<p>Material nuevo →</p> <p>Material nuevo →</p> <p>Material nuevo →</p> <p>Material existente →</p>	 <p>9 cm</p> <p>12 cm</p> <p>15 cm</p>
<p>EP-9 Vías Secundarias</p>	<p>Material nuevo →</p> <p>Material nuevo →</p> <p>Material existente →</p>	 <p>7 cm</p> <p>20 cm</p>
<p>EP-10 Vías Terciaria</p>	<p>Material nuevo →</p> <p>Material nuevo →</p> <p>Material nuevo →</p> <p>Material existente →</p>	 <p>15 cm</p> <p>20 cm</p>

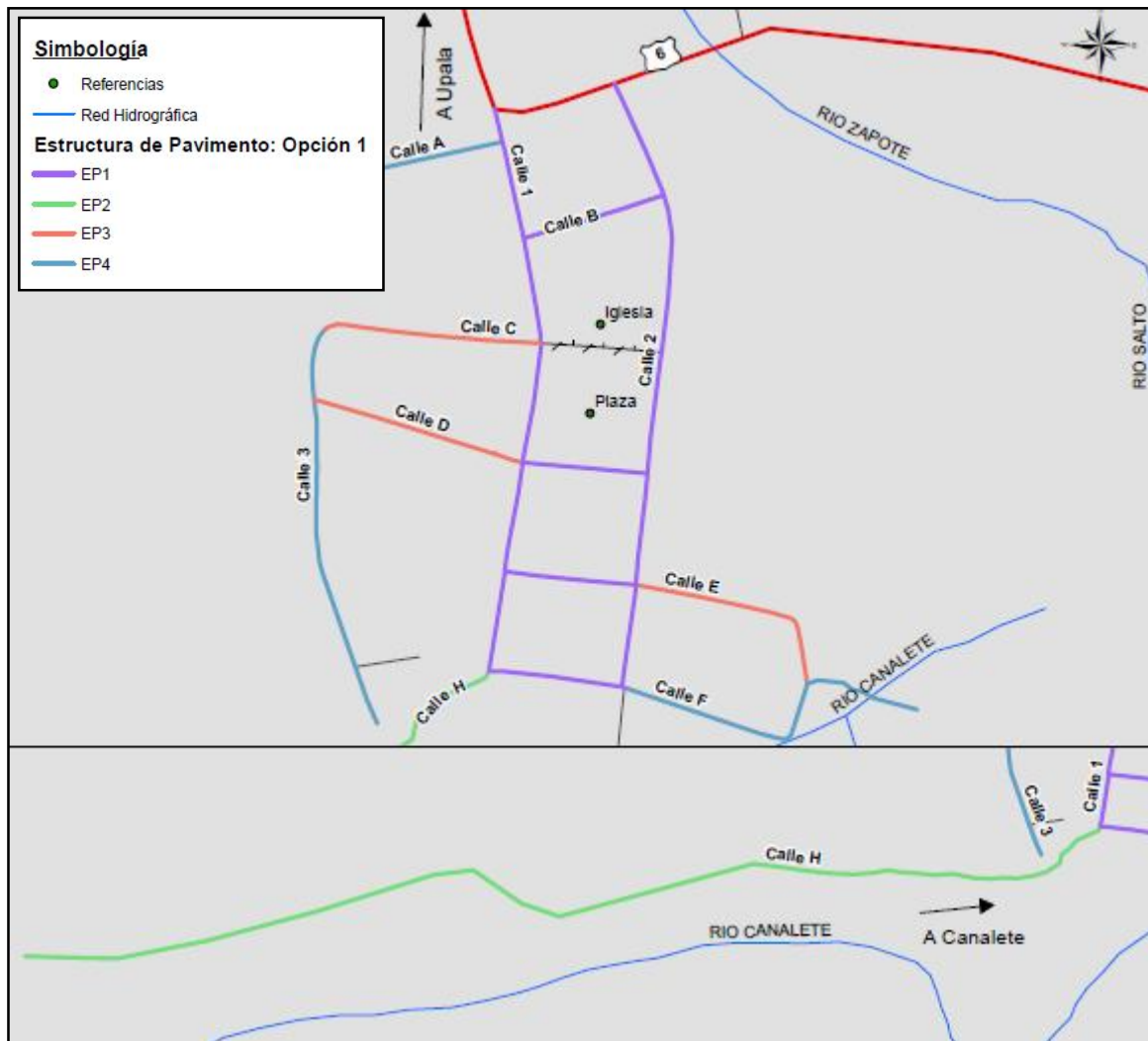


Figura 9. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 1.

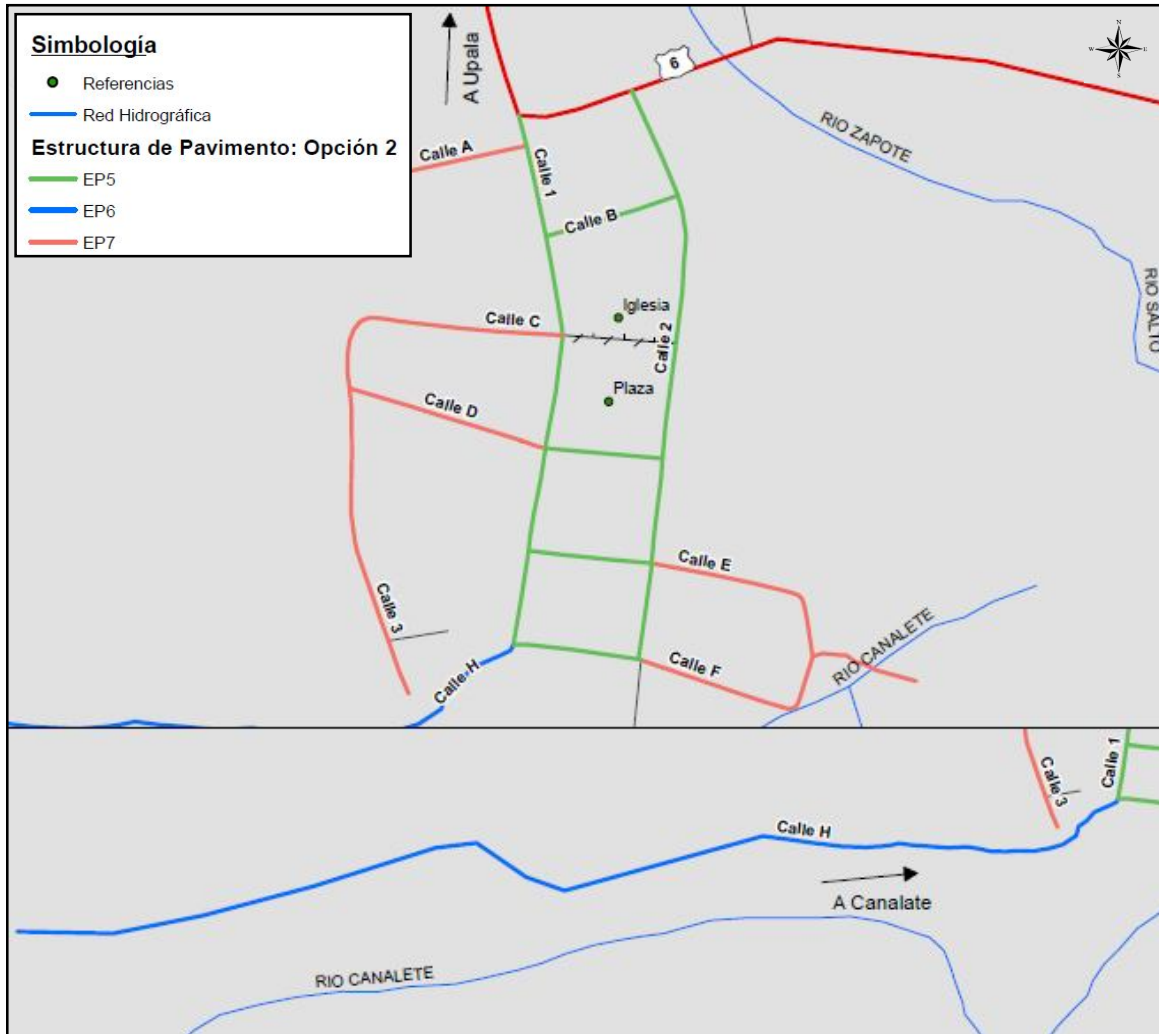


Figura 10. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 2.

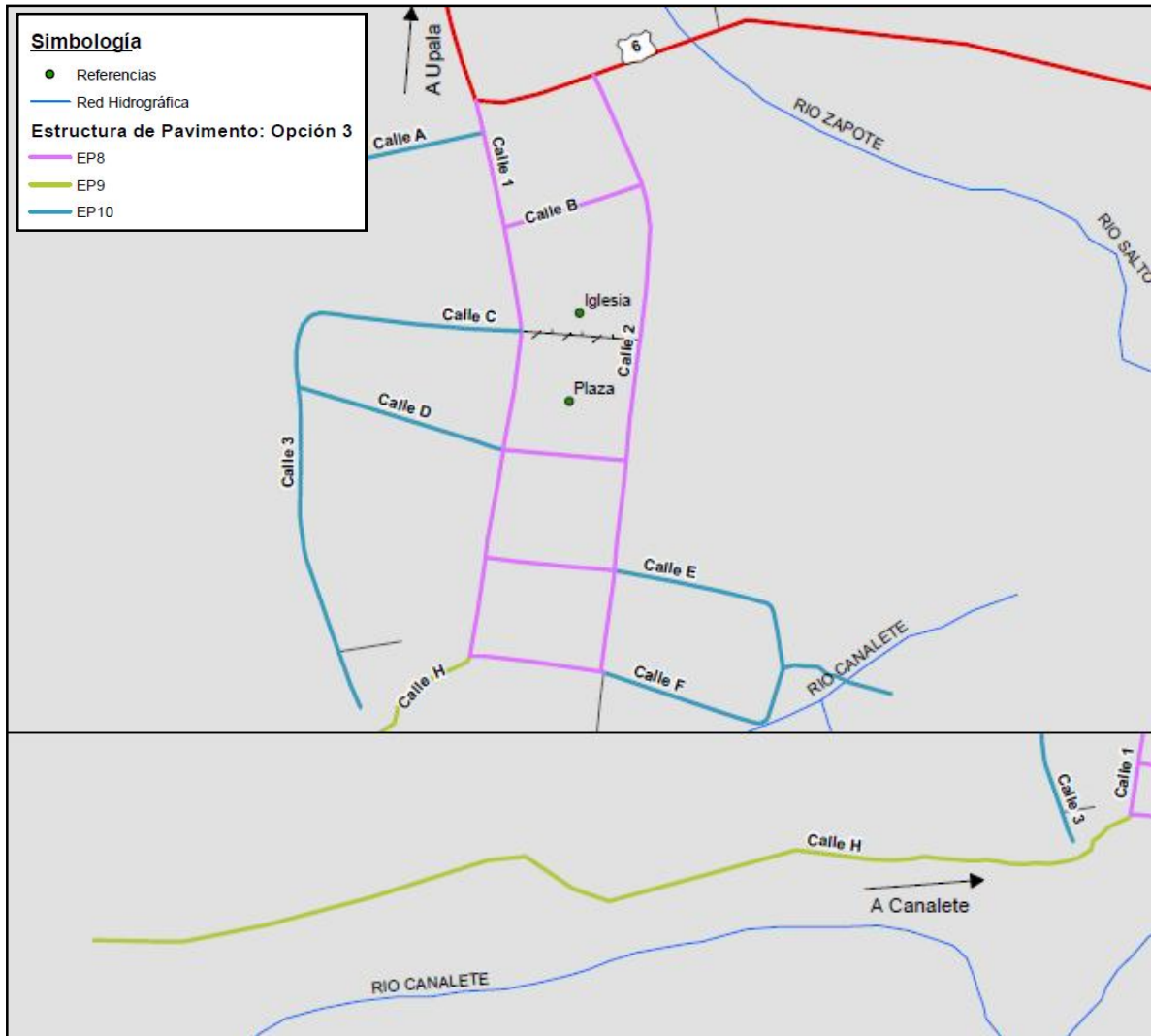


Figura 11. Distribución de la estructuras de pavimento para la Opción 3.

Tabla 21. Evaluación de desempeño ante fatiga.

Estructura de Pavimento	ESALs de diseño	ESALs de desempeño					
		CA	Cumplimiento	BE	Cumplimiento	SRM	Cumplimiento
EP-1	232,130	17,443,420,020	Si Cumple	2,344,772	Si Cumple	-	Si Cumple
EP-2	55,335	324,032	Si Cumple	-	No Cumple	-	Si Cumple
EP-3	10,000	579,207	Si Cumple	-	No Cumple	-	Si Cumple
EP-4	10,000	755,629	Si Cumple	-	Si Cumple	-	Si Cumple
EP-5	232,130	1,322,668	Si Cumple	-	No Cumple	5,344,199,081	Si Cumple
EP-6	55,335	1,527,894	Si Cumple	-	No Cumple	65,199,756	Si Cumple
EP-7	10,000	-	-	-	No Cumple	2,023,726	Si Cumple
EP-8	232,130	251,363	Si Cumple	-	No Cumple	-	Si Cumple
EP-9	55,335	433,443	Si Cumple	-	No Cumple	-	Si Cumple
EP-10	10,000	-	-	-	No Cumple	-	Si Cumple

Tabla 22. Evaluación de desempeño ante deformación permanente.

Estructura de Pavimento	Ahuellamiento (mm)							Cumplimiento
	CA	BG-BE	SBG	SRM	SRC-SRN	Total	Criterio	
EP-1	1.778	0.2794	1.1938	-	5.2324	8.4836	25.00	Si Cumple
EP-2	1.016	3.683	2.2606	-	8.4328	15.3924	25.00	Si Cumple
EP-3	0.254	3.2004	3.2258	-	10.6426	17.3228	25.00	Si Cumple
EP-4	0.254	4.4704	1.3716	-	10.3886	16.4846	25.00	Si Cumple
EP-5	2.794	6.4516	-	0.1778	5.8674	15.2908	25.00	Si Cumple
EP-6	1.270	6.0198	-	0.2032	7.6454	15.1384	25.00	Si Cumple
EP-7	-	4.8514	-	0.1270	12.0142	16.9926	25.00	Si Cumple
EP-8	2.032	2.667	2.5654	-	8.0264	15.2908	25.00	Si Cumple
EP-9	1.016	4.699	-	-	8.6868	14.4018	25.00	Si Cumple
EP-10	-	4.2418	4.3434	-	7.874	16.4592	25.00	Si Cumple

8.2 Intervención recomendada

La recomendación en cuanto al proceso de intervención de las vías para la construcción cada una de las opciones de estructuras de pavimento propuestas se muestran desde la Tabla 23 hasta la 26.

Tabla 23. Intervención recomendada para la Opción 1.

Código	Intervención recomendada
EP-1	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar la superficie de ruedo asfáltica existente (TSB). • Retirar los 10-15 cm de material granular existente (MGE). • Excavar gaveta de aproximadamente 40 cm adicionales en promedio para crear espacio para la nueva estructura de pavimento de manera que se puede mantener la rasante existente. Conformar y compactar subrasante natural. • Colocar, extender, conformar y compactar la capa de subbase granular (SBG) de 30 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 20 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 7 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-2	<ul style="list-style-type: none"> • Conformar y compactar los 19 cm en promedio de material granular existente (MGE), verificando que se mantenga este espesor como mínimo a lo largo de la vía. En las zonas donde se observe menor espesor de material granular deberá rellenarse y compactarse con material similar al 95% de PM para obtener un CBR de 20 mínimo. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 20 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 8 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.

Tabla 24. Intervención recomendada para la Opción 1 (continuación).

Código	Intervención recomendada
EP-3	<ul style="list-style-type: none"> • Conformar y compactar los 12 cm en promedio de material granular existente (MGE), verificando que se mantenga este espesor como mínimo a lo largo de la vía. En las zonas donde se observe menor espesor de material granular deberá rellenarse y compactarse con material similar al 95% de PM para obtener un CBR de 20 mínimo. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 12 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 5 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-4	<ul style="list-style-type: none"> • Conformar y compactar los 8 cm en promedio de material granular existente (MGE), verificando que se mantenga este espesor como mínimo a lo largo de la vía. En las zonas donde se observe menor espesor de material granular deberá rellenarse y compactarse con material similar al 95% de PM para obtener un CBR de 20 mínimo. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 12 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 5 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.

Tabla 25. Intervención recomendada para la Opción 2.

Código	Intervención recomendada
EP-5	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar la superficie de ruedo asfáltica existente (TSB) y retirar los 10-15 cm de material granular existente (MGE). • Excavar gaveta de aproximadamente 13-18 cm adicionales para crear espacio para la nueva estructura de pavimento de manera que se puede mantener la rasante existente. • Escarificar, conformar y mezclar la subrasante existente con cemento en las proporciones definidas en un diseño de mezcla adecuado para cumplir con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Esto se debe realizar en dos capas de 12.5 cm para conformar una capa de 25 cm de suelo mejorado con cemento como se observa en la Tabla 19. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 22 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 6 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-6	<ul style="list-style-type: none"> • Escarificar, eliminar partículas de sobretamaño y completar 20cm de material granular existente SRM para mezclar con cemento en las proporciones definidas en el diseño de mezcla y compactar para cumplir con las especificaciones de la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 20 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 5 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-7	<ul style="list-style-type: none"> • Escarificar, eliminar partículas de sobretamaño y completar 20cm de material granular existente SRM para mezclar con cemento en las proporciones definidas en el diseño de mezcla y compactar para cumplir con las especificaciones de la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 17 cm de espesor compactado de acuerdo a las especificaciones indicadas de la Tabla 17. • Colocar un Tratamiento Superficial Bituminoso Triple (TSB3) que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.

Tabla 26. Intervención recomendada para la Opción 3.

Código	Intervención recomendada
EP-8	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar la superficie de ruedo asfáltica existente (TSB) y retirar los 10-15 cm de material granular existente (MGE). Excavar gaveta de aproximadamente 21-26 cm adicionales para crear espacio para la nueva estructura de pavimento de manera que se puede mantener el nivel de rasante existente. • Escarificar al menos 15cm, conformar y compactar la subrasante existente para obtener un CBR=5 como mínimo. Si es necesario mezclar el material de subrasante con material granular que permita mejorar sus propiedades mecánicas y drenantes. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de subbase granular (SBG) de 15 cm de espesor compactado y otra de subbase granular (BG) de 12 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 9 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-9	<ul style="list-style-type: none"> • Escarificar al menos 15 cm, eliminar partículas de sobretamaño y compactar el material de subrasante existente para obtener un CBR=5 mínimo. Si es necesario mezclar el material de subrasante con material granular que permita mejorar sus propiedades mecánicas y drenantes. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de base granular (BG) de 20 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar, extender, conformar y compactar una carpeta de mezcla asfáltica en caliente (CA) de 7 cm de espesor compactado, que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.
EP-10	<ul style="list-style-type: none"> • Escarificar al menos 15 cm, eliminar partículas de sobretamaño y compactar el material de subrasante existente para obtener un CBR=5 mínimo. Si es necesario mezclar el material de subrasante existente con material granular que permita completar un espesor de 15 cm y mejorar sus propiedades mecánicas y drenantes. • Colocar, extender, conformar y compactar una capa de subbase granular (SBG) de 20 cm de espesor compactado y otra de de base granular (BG) de 15 cm de espesor compactado con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. • Colocar un Tratamiento Superficial Bituminoso Triple (TSB3) que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 17. Verificar conformación de bombeo de 2.5% de acuerdo a sección transversal.

8.3 Secciones transversales

Las secciones transversales que se proponen en este estudio, son pre-diseños a manera de anteproyecto que se elaboraron para las vías de los cuadrantes de Canalete. Se tomó en cuenta aspectos como las características del tránsito vehicular local, requerimientos funcionales del sitio y la información reunida durante el inventario de vías acerca de anchos de derecho de vía y superficie de ruedo existentes. Previo a intervenir la zona, se deberá realizar un proceso de diseño final por medio de planos constructivos que incluyan los diseños finales de planta, perfiles y secciones transversales.

Se proponen dos opciones generales de diseños de secciones transversales (ST) para las vías de Canalete de acuerdo a lo siguiente:

- Opción 1: anteproyecto ajustado a las condiciones de tránsito vehicular existente en la zona y facilidades peatonales básicas. Se proponen tres secciones transversales ST-1, ST-2 y ST-3 (Opción 1) que se muestran en las Figuras 12, 13 y 14 respectivamente. Adicionalmente, se adjuntan los diseños de ante proyecto con mayor detalle en el Anexo 9.
- Opción 2: anteproyecto ajustado a las condiciones de tránsito vehicular existente en la zona, facilidades peatonales, ciclovía y espacios para estacionamiento. Se proponen tres secciones transversales ST-1, ST-2 y ST-3 (Opción 2) que se muestran en las Figuras 15, 16 y 17 respectivamente. Adicionalmente, se adjuntan los diseños de ante proyecto con mayor detalle en el Anexo 9.

De manera similar a las estructuras de pavimento propuestas, las secciones transversales fueron asignadas a las vías de Canalete de acuerdo a lo indicado en las Figuras 18 y en el Anexo 10.

La definición final acerca del tipo secciones transversales a utilizar, de acuerdo a lo diseñado y recomendado en este informe, deberá ser formulada por la UTGV de la Municipalidad de Upala de acuerdo a su criterio técnico y análisis de los recursos disponibles.

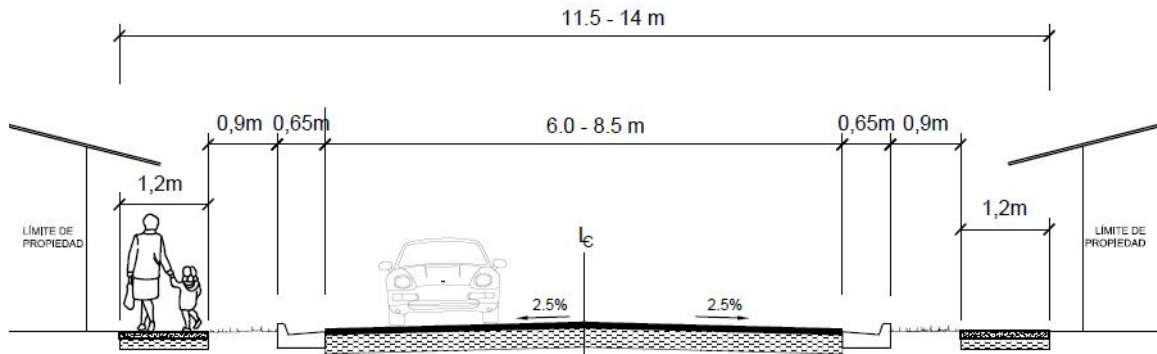


Figura 12. Sección Transversal ST-1 (Opción 1).

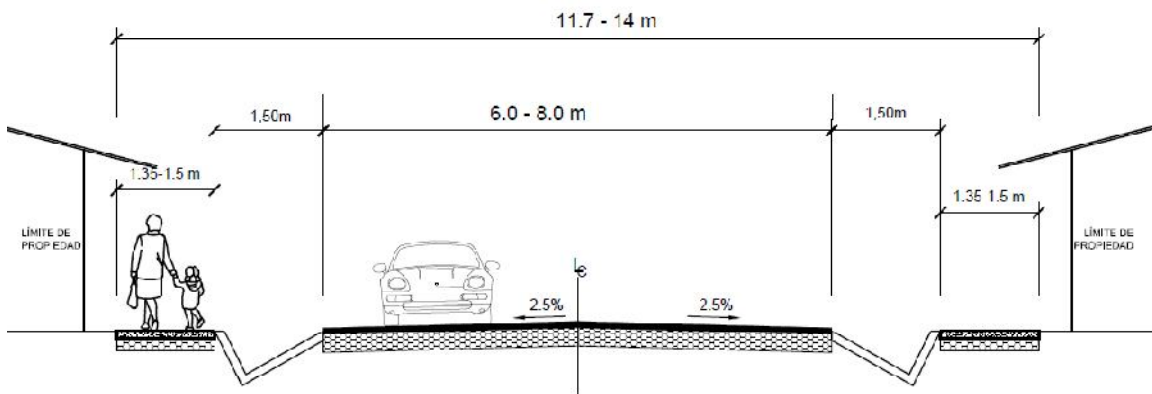


Figura 13. Sección Transversal ST-2 (Opción 1).

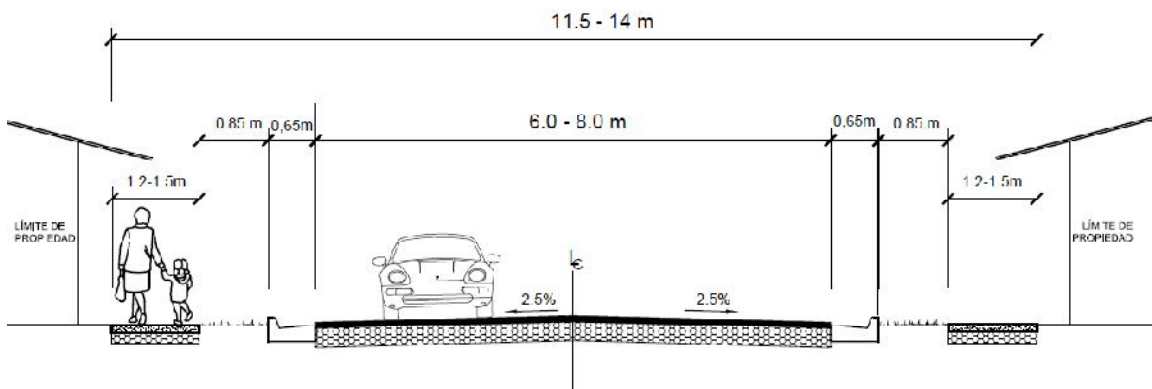


Figura 14. Sección Transversal ST-3 (Opción 1).

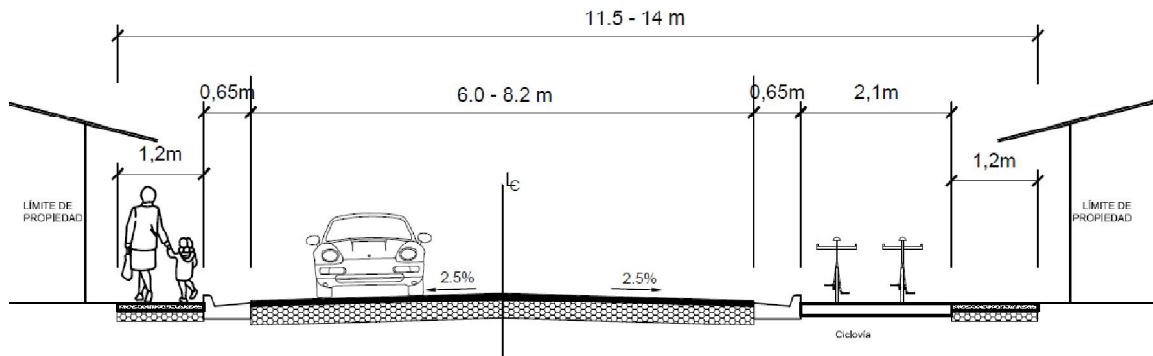


Figura 15. Sección Transversal ST-1 (Opción 2).

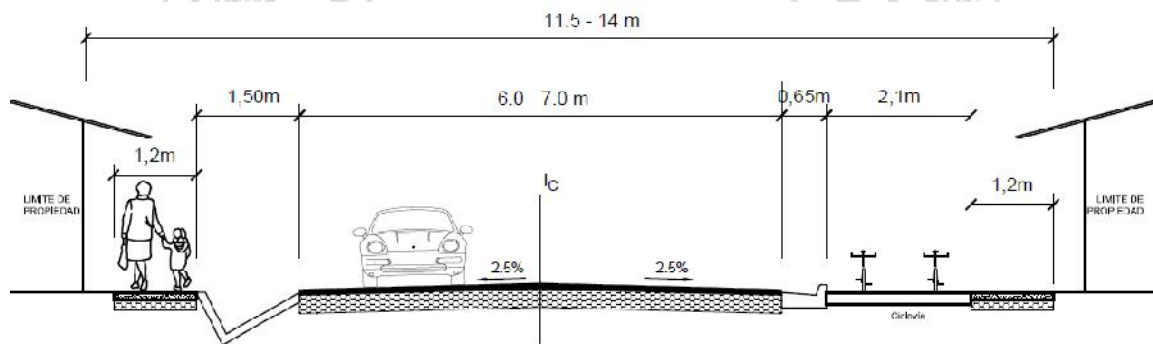


Figura 16. Sección Transversal ST-2 (Opción 2).

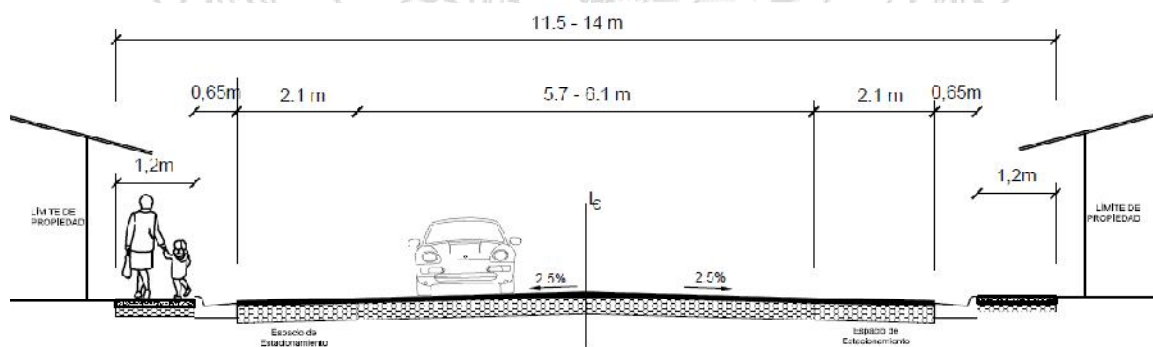


Figura 17. Sección Transversal ST-3 (Opción 2).

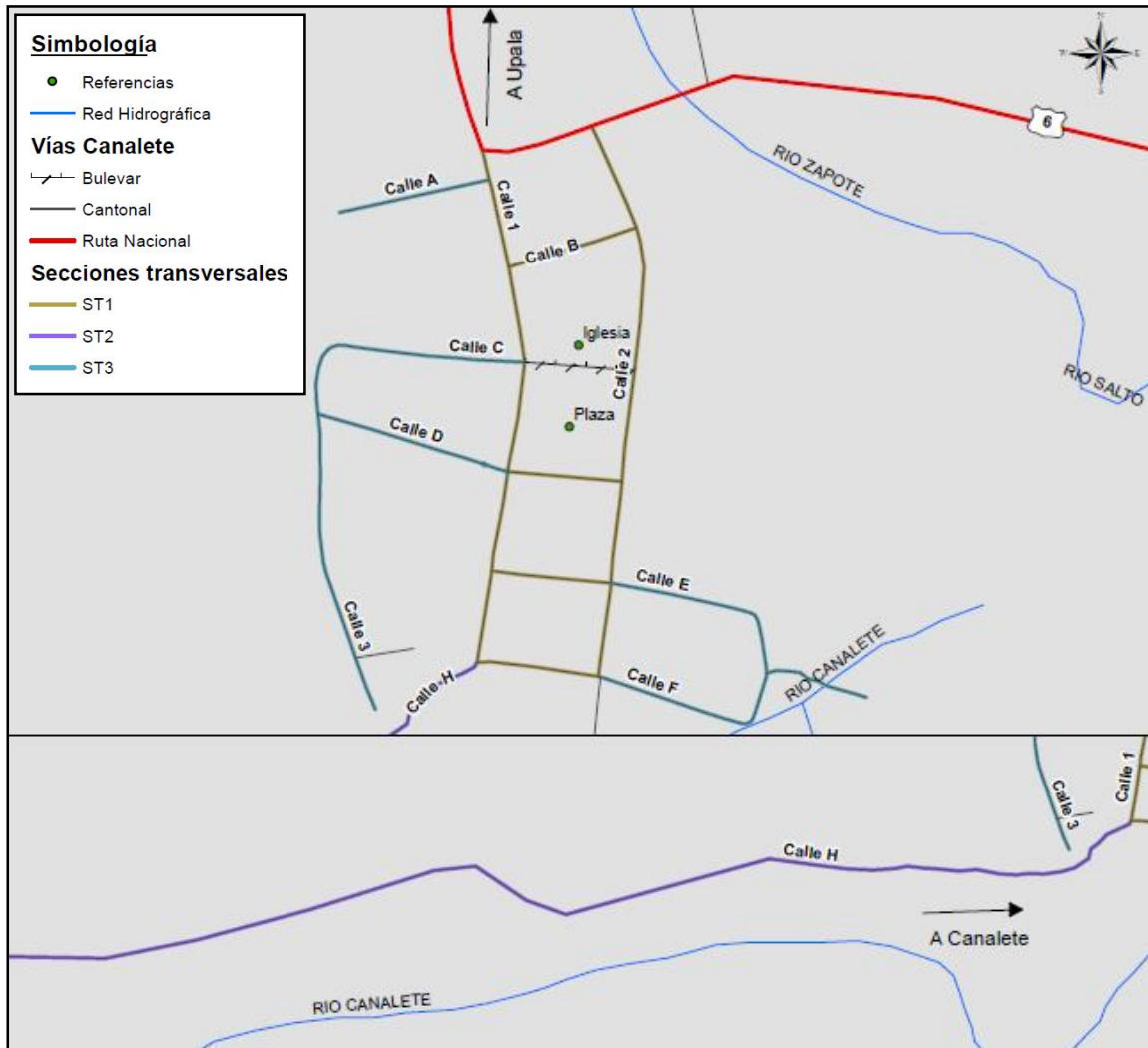


Figura 18. Mapa de secciones transversales para la Opción 1 y 2.

8.4 Drenajes

Las estructuras de drenaje recomendadas para conducir la evacuación de las aguas pluviales en las vías de los cuadrantes de Canalete son cunetas revestidas por las secciones transversales ST-2, mientras que se recomienda el cordón y caño para los demás casos. Ambas estructuras de drenaje deberían construirse en concreto hidráulico Clase A de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, de acuerdo a los detalles indicados en las Figuras 19 y 20.

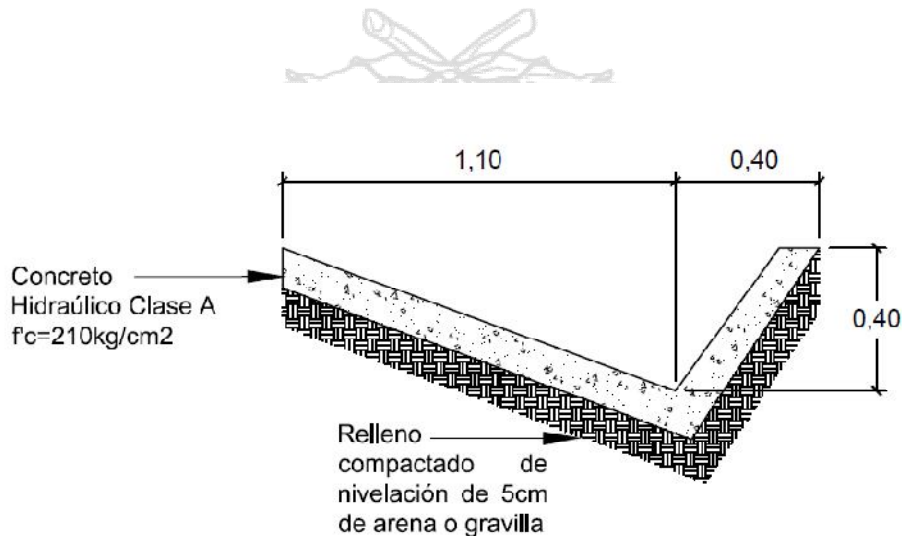


Figura 19. Detalle de cuneta revestida

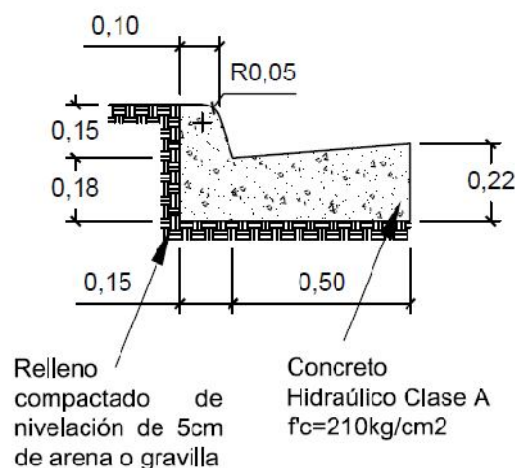


Figura 20. Detalle de cordón y caño.

9. Conclusiones

- El inventario de las vías indicó que se tienen vías de superficie de ruedo asfáltica con tratamiento superficial en los principales cuadrantes de Canalete. Estas vías se encuentran en condición generalizada entre regular y mala con anchos de derecho de vía promedio que van desde 13.4 m hasta 14.6 m y anchos de superficie de ruedo variables entre 6.2 m hasta 7.4 m.
- Las vías de superficie de ruedo granular que fueron identificadas durante el inventario se encuentran en los márgenes este y oeste de los cuadrantes de Canalete y hacia el colegio. Estas vías se encontraron en condición general regular y mala con derechos de vía que van desde los 11.7 m hasta 17m con superficies de ruedo granular de 5.2 m hasta 5.6 m de ancho.
- El tránsito vehicular medido a partir de los conteos vehiculares indicó que se tienen TPD entre 76 y 862 vehículos por día, así como cargas vehiculares entre 55335 a 232130 ESAL de diseño a 12 años que fue el período de diseño escogido para el diseño de pavimentos.
- Los sondeos a cielo abierto indicaron que las estructuras de pavimento existentes en las vías identificadas como primarias están compuestas por superficie de ruedo de tratamiento superficial bituminoso y capas de grava seleccionada bien compactada en espesores variables entre 11 cm y 19 cm. Mientras que en las vías identificadas como secundarias y terciarias se encontró una superficie de ruedo de material granular (grava) sin seleccionar contaminado con suelo de subrasante en espesores variables desde 5 cm hasta 25 cm y un caso especial donde se encontró un relleno granular mayor a 36 cm de espesor.
- El CBR del suelo de subrasante medido en sitio presentó valores entre 1.88 y 2.44.
- Los ensayos de laboratorio realizados a los materiales granulares existentes en las vías de los cuadrantes de Canalete, Upala indicaron que a pesar de que estos materiales no cumplen a cabalidad con las especificaciones de bases o subbases granulares del CR-2010, pueden ser utilizados como capa subyacente de algunas estructuras de pavimento dependiendo de las cargas vehiculares que requieran soportar, capacidad de soporte de la subrasante y los niveles de rasante que se requiera mantener.

- Se diseñaron diez estructuras de pavimento para cada una de las tres opciones generales propuestas, las cuales cumplen con las cargas vehiculares proyectadas a 12 años y las verificaciones por desempeño ante fatiga y deformación permanente.
- Se proponen tres secciones transversales típicas para cada una de las dos opciones planteadas en las vías de Canalete, las cuales se asignaron de acuerdo a los anchos de derecho de vía existentes determinados en el inventario.
- Las estructuras de drenaje recomendadas corresponden a diseños preliminares especificados en el Manual de Diseños Estándar DE-2010 que deberán ser revisados a la hora de definir su utilización en las vías para garantizar el drenaje eficiente del agua pluvial.

10. Recomendaciones.

- Se recomienda verificar el derecho de vía de acuerdo al registro de catastro municipal para ajustar el ancho de las secciones transversales a construir según el espacio disponible, siempre y cuando se generen secciones transversales de ancho uniforme que respeten los anchos mínimos recomendados, incluyan drenajes y facilidades peatonales. Adicionalmente, se recomienda verificar la necesidad de generar espacio para una ciclovía en la zona por medio de conteos de bicicletas.
- Se recomienda priorizar la intervención de las vías según la jerarquía indicada y construir en primera instancia las estructuras de drenaje (cunetas, cordón de caño y alcantarillas), previo a realizar trabajos de mejoramiento de la estructura de pavimentos. Lo anterior luego de verificar detalladamente las condiciones de drenaje pluvial existente y plantear un diseño final del sistema de evacuación pluvial por medio de planos constructivos adecuados.
- Se recomienda incluir el señalamiento vertical y horizontal dentro del alcance del proyecto de mejoramiento vial de la zona.
- Se recomienda elaborar planos constructivos, previo a intervenir las vías de manera que se detalle claramente el alcance y especificaciones de las obras a realizar.

11. Referencias bibliográficas

American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Guide for the Design of Pavement Structures* [Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento]. (7ta Ed), Washington, D.C., EEUU: Autor.

Asphalt Institute. (1999). *MS-1 Thickness Design-Highways & Streets* [MS-1 Diseño de espesores-Autopistas y Carreteras]. (1999). (9a Ed) Kentucky, EEUU: Autor.

ASTM Standard D4694. (2006). *Standard Test Method for Deflections with a Falling-Weight-Type Impulse Load Device*. ASTM International, West Conshohocken, PA, DOI: 10.1520/D4694-09, www.astm.org.

Arias Barrantes, E. (2014). *Recomendaciones Técnicas para el Diseño Estructural de Pavimentos Flexibles con la Incorporación de Criterios Mecánicos-Empíricos*. San José: PITRA, Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales.

Garber, N; Hoel, L. (2005). *Ingeniería de Tránsito y de Carreteras*. México: Thomson

Instituto Meteorológico Nacional. (n.d.). *Atlas Climatológico Interactivo*. Costa Rica: Autor.
Descargado de: http://www.imn.ac.cr/mapa_clima/interactivo/index.html

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2013). Anuario de información de tránsito 2012. Descargado de:
<http://www.mopt.go.cr/plani fi cacion/carreteras/Anuari oTr%C3%A1nsito2012.pdf>

Ministerio de Obras Públicas y Transportes. (2010). *Manual de Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes CR-2010*.

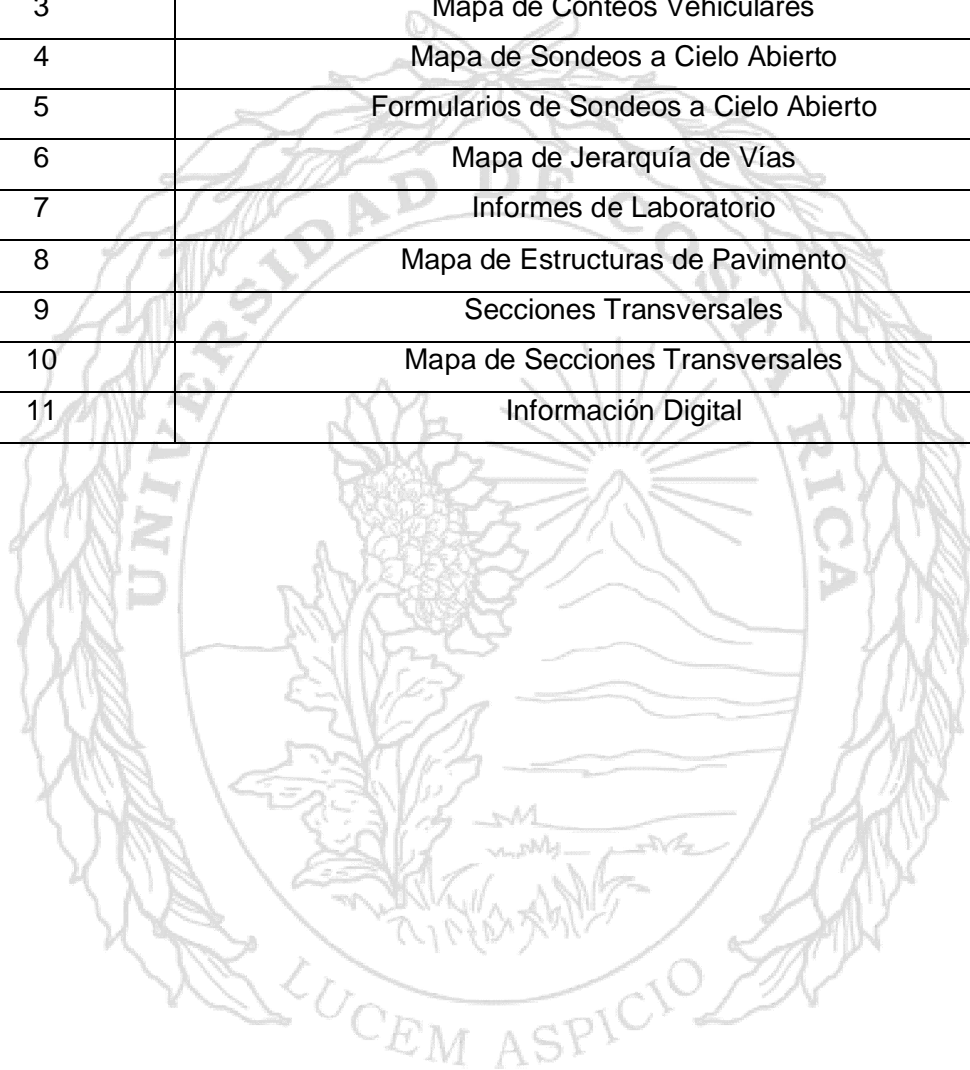
Ministerio de Obras Públicas y Transportes (2007). Oficio DVOP-5170-07. Lineamientos diseño de pavimento por Ing. Pedro Castro PhD.

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.

Yang H. Huang. (2004). *Pavement Analysis and Design* [Análisis y Diseño de Pavimentos]. (2da Ed), New, Jersey, EEUU: Prentice Hall.

12. Anexos

Anexo	Contenido
1	Mapa de Inventario de Vías
2	Mapa de Tipo de Superficie de Ruedo Existente
3	Mapa de Conteos Vehiculares
4	Mapa de Sondeos a Cielo Abierto
5	Formularios de Sondeos a Cielo Abierto
6	Mapa de Jerarquía de Vías
7	Informes de Laboratorio
8	Mapa de Estructuras de Pavimento
9	Secciones Transversales
10	Mapa de Secciones Transversales
11	Información Digital

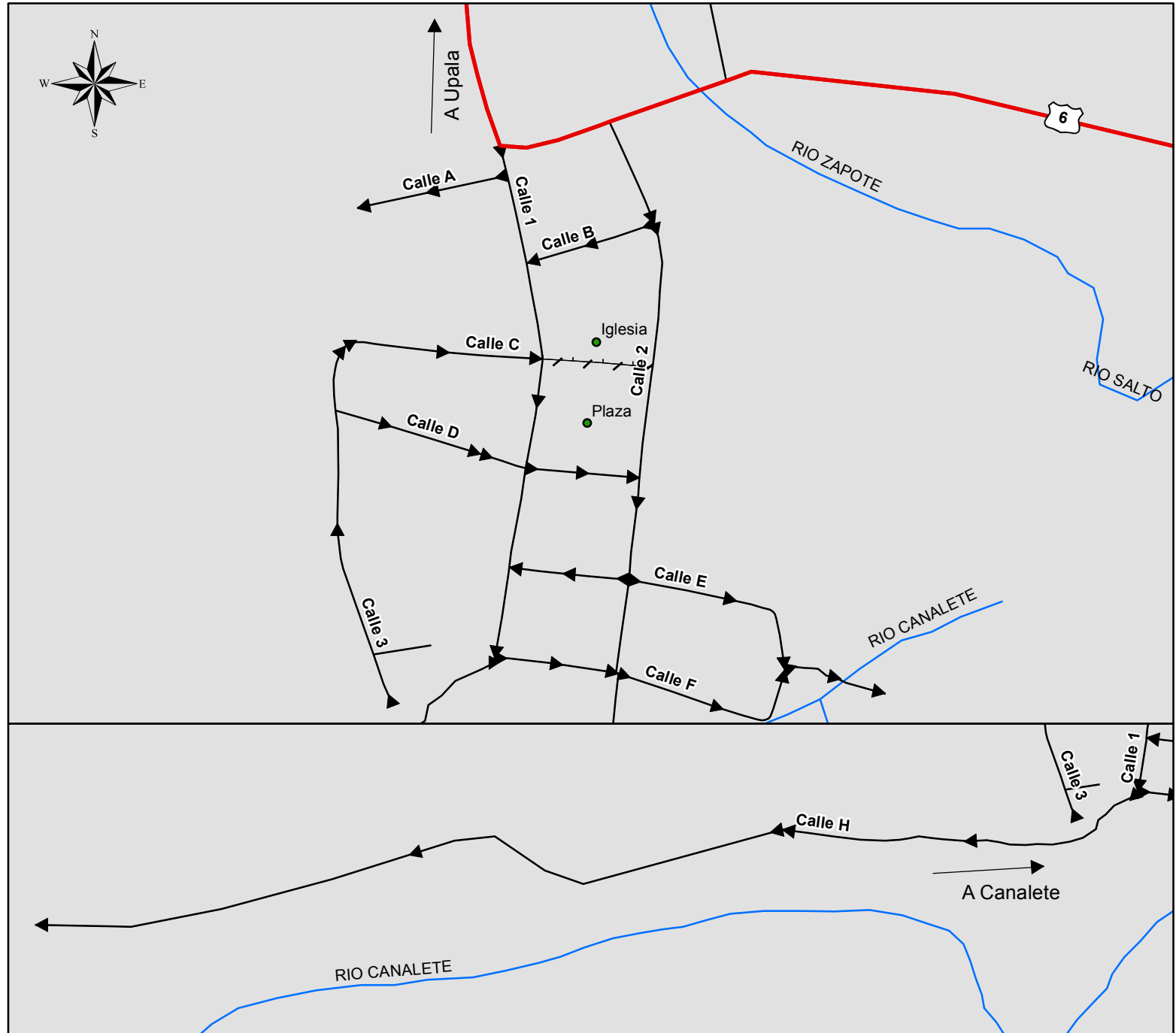
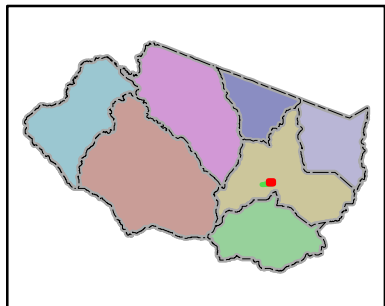


Anexo	Contenido
1	Mapa de Inventario de Vías

Municipalidad de Upala

Canalete

Inventario de Vías



Simbología

- Referencias
- Red Hidrográfica

Vías Canalete

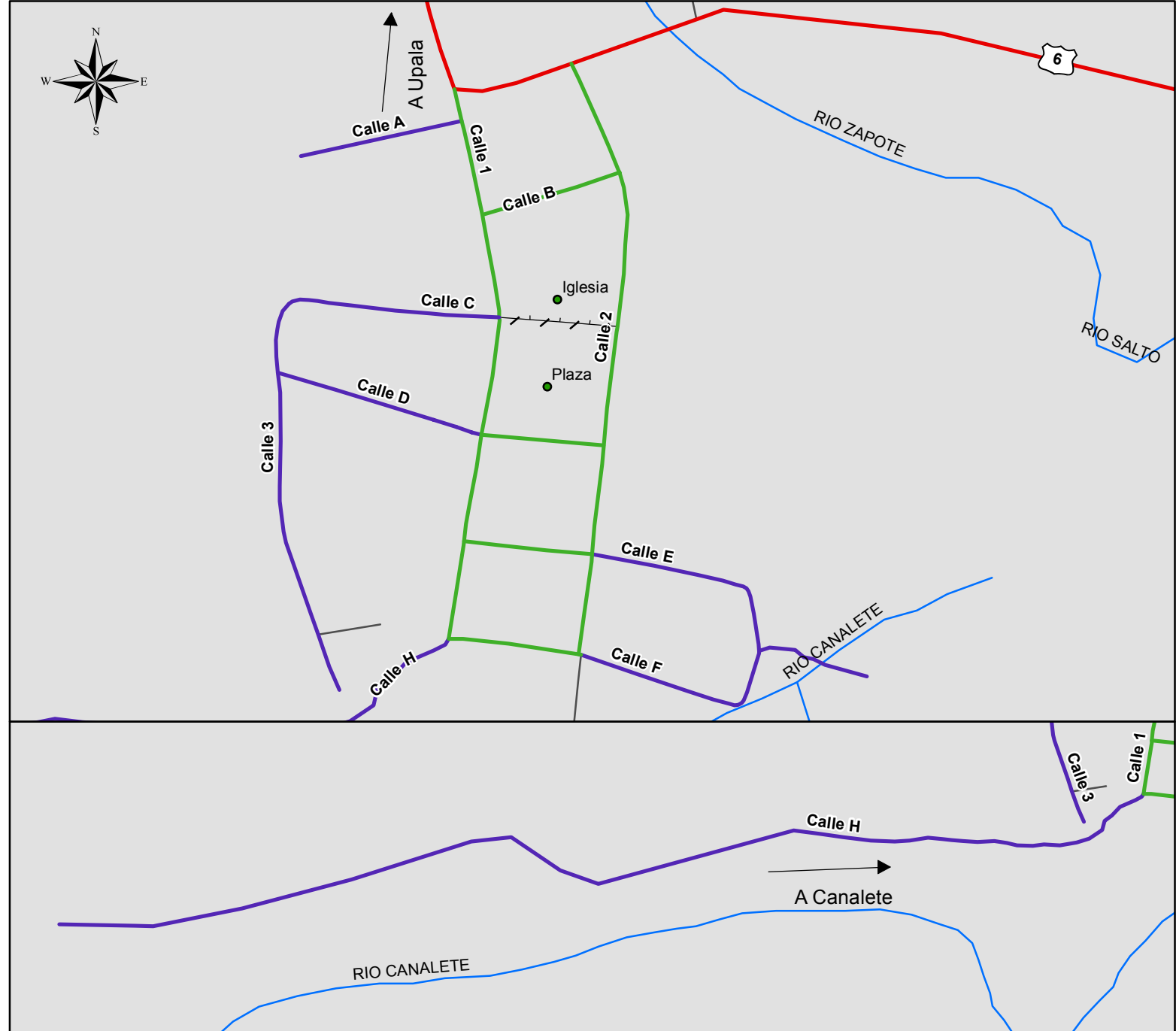
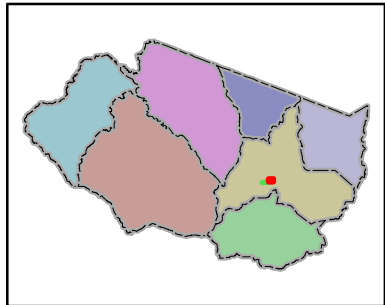
- Bulevar
- ▶▶▶ Sentido Inventario
- Ruta Nacional

Anexo	Contenido
2	Mapa de Tipo de Superficie de Ruedo Existente

Municipalidad de Upala

Canalete

Tipo Superficie de Ruedo Actual



Simbología

- Referencias
- Red Hidrográfica

Tipo de Ruedo

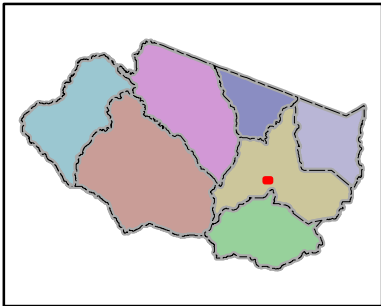
- Superficie de Ruedo Asfáltica (TSB)
- Superficie de Ruedo Granular (Grava)

Anexo	Contenido
3	Mapa de Conteos Vehiculares

Municipalidad de Upala

Canalete

Conteos Vehiculares

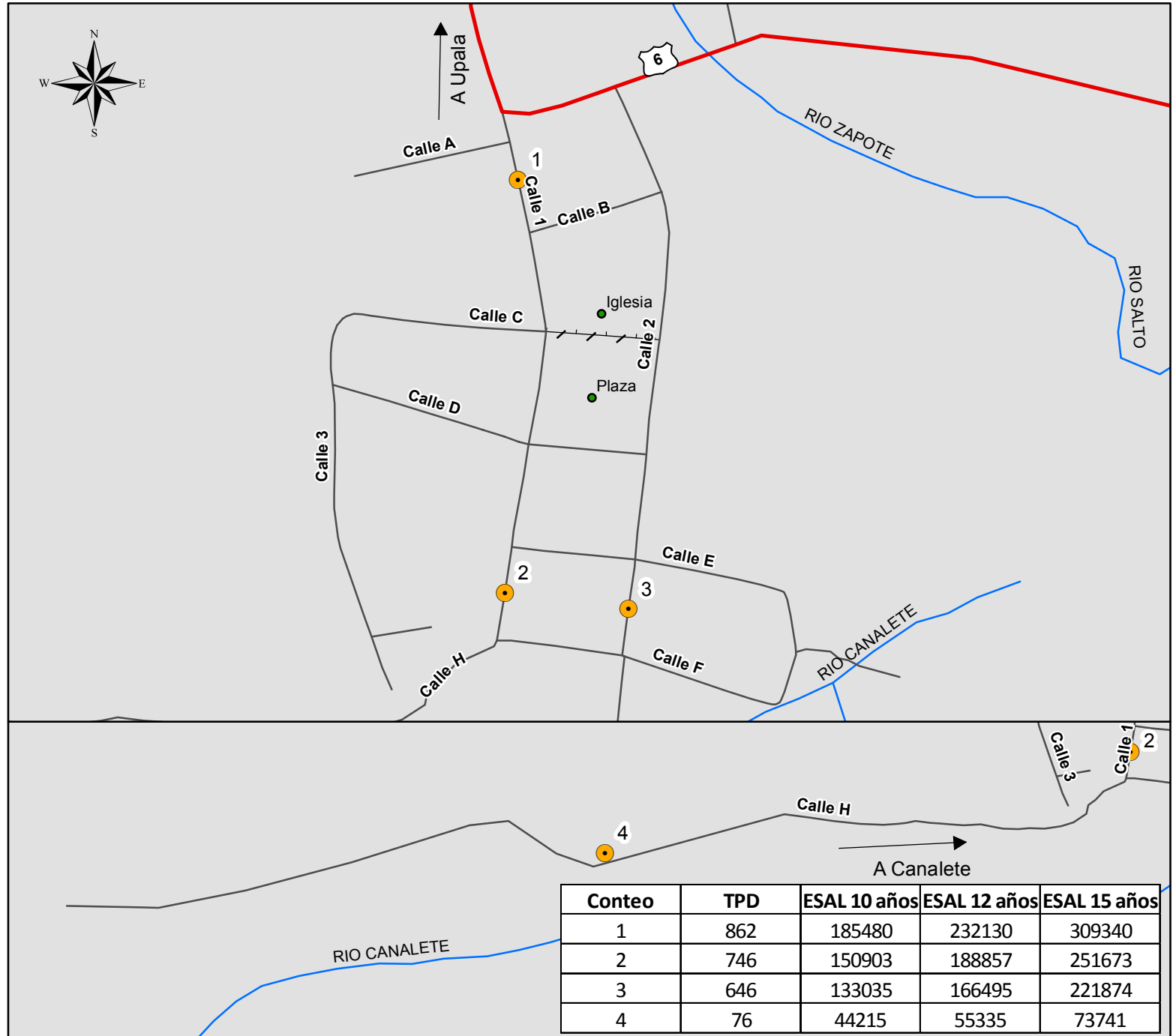


Simbología

- Referencias
- Conteos
- Red Hidrográfica

Secciones transversales

- Bulevar
- Cantonal
- Ruta Nacional

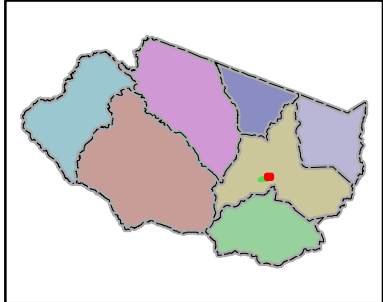


Anexo	Contenido
4	Mapa de Sondeos a Cielo Abierto

Municipalidad de Upala

Canalete

Sondeos A cielo Abierto



Simbología

- Referencias
- Sondeos
- Red Hidrográfica

Vias Canalete

- Bulevar
- Cantonal
- Ruta Nacional

Anexo	Contenido
5	Formularios de Sondeos a Cielo Abierto



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S1		SONDEO No	S2			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	22.7	N	10	50	23.4
W	85	2	25.5	W	85	2	23.7

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			ESTRUCTURA DE PAVIMENTO		
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)
No. 1	TSB	1.0	No. 1	TSB	1.0
No. 2	BG	7 a 10	No. 2	BG	18 a 20
No. 3	SR	-	No. 3	RE	30.0
No. 4	-	-	No. 4	SR	-
No. 5	-	-	No. 5	-	-

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)	No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)
No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto	No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto
No. 3	Suelo arcilloso color café oscuro	No. 3	Relleno de agregado de río con sobretamaño T _{max} =20cm pero bien compactado
No. 4	-	No. 4	Suelo limoso-arcilloso color café
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)		CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)	
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES		CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1000	11		1	1150	11	
2	1210	12		2	1100	12	
3	1100	13		3	1080	13	
4	1050	14		4	1110	14	
5	1060	15		5	1080	15	
6	1150	16		6	1100	16	
7	1210	17		7	1000	17	
8	1150	18		8	1110	18	
9	1025	19		9	1150	19	
10	1000	20		10	1130	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTADOR	AUC
-------	------------	-----------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S1			S2	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S1

S2

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA

APUNTAOR



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S3		SONDEO No	S4			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	16.4	N	10	50	13.8
W	85	2	26.0	W	85	2	24.2

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	TSB	1.0		No. 1	TSB	1.0	
No. 2	BG	10.0		No. 2	BG	15.0	
No. 3	RE	15.0		No. 3	RE	25.0	
No. 4	SR	-		No. 4	SR	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)	No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)
No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto	No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto
No. 3	Relleno de agregado de río con sobretamaño T _{max} >20cm pero bien compactado	No. 3	Relleno de agregado de río con sobretamaño T _{max} =20cm pero bien compactado
No. 4	Suelo limoso color café	No. 4	Suelo limoso-arcilloso color café
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)	CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	990	11		1	1020 (3/4)	11	
2	1020 (3/4)	12		2	1030 (3/4)	12	
3	1050	13		3	1020 (3/4)	13	
4	1010 (3/4)	14		4	1110 (3/4)	14	
5	1000 (1/2)	15		5	1010 (3/4)	15	
6	970 (1/2)	16		6	1140 (3/4)	16	
7	990 (3/4)	17		7	980 (3/4)	17	
8	950 (3/4)	18		8	980 (3/4)	18	
9	1000	19		9	1000 (1/2)	19	
10	1150 (3/4)	20		10	1050 (3/4)	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTAADOR	AUC
-------	------------	------------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S3			S4	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S3

S4

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA 20/02/2014

APUNTAOR AUC



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S5		SONDEO No	S6			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	10.8	N	10	50	13.8
W	85	2	25.0	W	85	2	27.9

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	TSB	1.0		No. 1	TSB	1.0	
No. 2	BG	15.0		No. 2	BG	10.0	
No. 3	RE	25.0		No. 3	RE	15.0	
No. 4	SR	-		No. 4	SR	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)	No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)
No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto	No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto
No. 3	Relleno de agregado de río con sobretamaño T _{max} >20cm pero bien compactado	No. 3	Relleno de agregado de río con sobretamaño T _{max} >20cm pero bien compactado
No. 4	Suelo arcilloso color café	No. 4	Suelo arcilloso color café
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)				CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)			
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES				CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES			

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1130	11		1	900	11	
2	880	12		2	1100	12	
3	850	13		3	1100	13	
4	1050	14		4	1000	14	
5	1090	15		5	1020	15	
6	900	16		6	1140	16	
7	1000	17		7	950	17	
8	990	18		8	1100	18	
9	1010	19		9	1200	19	
10	1100	20		10	1120	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTADOR	AUC
-------	------------	-----------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S5			S6	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS
S5
S6
FOTO 1
FOTO 1

FOTO 2
FOTO 2

FOTO 3
FOTO 3

FECHA

20/02/2014

APUNTAADOR

AUC



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S7		SONDEO No	S8			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	22.1	N	10	50	24.5
W	85	2	27.5	W	85	2	29.5

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	TSB	1.0		No. 1	SRG	5.0	
No. 2	BG	18 a 20		No. 2	SR	-	
No. 3	SR	-		No. 3	-	-	
No. 4	-	-		No. 4	-	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Tratamiento Superficial Bituminoso en condición regular (denudamiento, algunos huecos y grietas)	No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo
No. 2	Material granular redondeado seleccionado color gris compacto	No. 2	Suelo arcilloso color café-anaranjado
No. 3	Ssuelo limoso-arcilloso color café	No. 3	-
No. 4	-	No. 4	-
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)				CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)			
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES				CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES			

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1090 (3/4)	11		1	1110 (1/2)	11	
2	1050	12		2	1000 (1/2)	12	
3	1180	13		3	1050 (3/4)	13	
4	1210	14		4	940 (3/4)	14	
5	1200	15		5	860 (3/4)	15	
6	970	16		6	1020 (1/2)	16	
7	970	17		7	980 (3/4)	17	
8	1130	18		8	1100 (1/2)	18	
9	1000	19		9	1140 (3/4)	19	
10	1080	20		10	960 (3/4)	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTAADOR	AUC
-------	------------	------------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S7			S8	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S7	S8
-----------	-----------

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA 20/02/2014

APUNTADOR AUC



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S9		SONDEO No	S10			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	20.6	N	10	50	16.9
W	85	2	12.0	W	85	2	29.6

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	SRG	22.0		No. 1	SRG	18.0	
No. 2	SR	-		No. 2	SR	-	
No. 3	-	-		No. 3	-	-	
No. 4	-	-		No. 4	-	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo	No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo
No. 2	Suelo limoso-arcilloso color café	No. 2	Suelo limoso color café
No. 3	-	No. 3	-
No. 4	-	No. 4	-
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)	CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES
	Durante el ensayo de CBR en sitio se detectó una baja capacidad de soporte del suelo, ya que en algunas medidas el anillo penetró continuamente

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1000	11		1	910	11	
2	1050 (3/4)	12		2	880	12	
3	970 (3/4)	13		3	940	13	
4	900 (3/4)	14		4	850	14	
5	1200	15		5	800	15	
6	1050	16		6	530	16	
7	990 (3/4)	17		7	490	17	
8	1050	18		8	520	18	
9	1010 (3/4)	19		9	820	19	
10	1180 (3/4)	20		10	860	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTADOR	AUC
-------	------------	-----------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S9			S10	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S9	S10
-----------	------------

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA	20/02/2014	APUNTADOR	AUC
-------	------------	-----------	-----



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S11		SONDEO No	S12			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	14.3	N	10	50	9.0
W	85	2	32.5	W	85	2	36.1

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	SRG	11.0		No. 1	SRG	25.0	
No. 2	SR	-		No. 2	SR	-	
No. 3	-	-		No. 3	-	-	
No. 4	-	-		No. 4	-	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo T _{max} =15-20cm	No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo T _{max} =15cm
No. 2	Suelo limoso-arcilloso color café	No. 2	Suelo limoso-arcilloso color café
No. 3	-	No. 3	-
No. 4	-	No. 4	-
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)	CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES
	Suelo muy similar al observado en el S13

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1040 (3/4)	11		1	1200	11	
2	1100	12		2	990	12	
3	1000 (3/4)	13		3	1100	13	
4	1140 (3/4)	14		4	1040 (3/4)	14	
5	970 (3/4)	15		5	1050 (3/4)	15	
6	1100 (3/4)	16		6	1000 (1/2)	16	
7	1050 (3/4)	17		7	900 (1/2)	17	
8	1060 (3/4)	18		8	1015 (3/4)	18	
9	970 (3/4)	19		9	1060 (3/4)	19	
10	1050 (1/2)	20		10	930 (3/4)	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTADOR	AUC
--------------	------------	------------------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S11			S12	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S11

S12

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA 20/02/2014

APUNTADOR AUC



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S13		SONDEO No	S14			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	7.7	N	10	50	5.7
W	85	2	51.7	W	85	2	13.2

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO			
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	
No. 1	SRG	15.0		No. 1	SRG	18.0	
No. 2	SR	-		No. 2	SR	-	
No. 3	-	-		No. 3	-	-	
No. 4	-	-		No. 4	-	-	
No. 5	-	-		No. 5	-	-	

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo T _{max} =15-20cm	No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo T _{max} =15cm
No. 2	Suelo arcilloso color café	No. 2	Suelo arcilloso negrusco
No. 3	-	No. 3	-
No. 4	-	No. 4	-
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)	CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)
CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES
	En ejecución de ensayo CBR en sitio el anillo penetró continuamente en algunas mediciones debido a la suavidad del suelo y susceptibilidad a la humedad.

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA				LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA			
1	1150 (3/4)	11		1	1200	11	
2	1400 (3/4)	12		2	960	12	
3	1200 (3/4)	13		3	1000	13	
4	1040 (3/4)	14		4	940	14	
5	1100 (1/2)	15		5	880	15	
6	1000 (1/2)	16		6	1050	16	
7	1200 (3/4)	17		7	1000	17	
8	1100	18		8	1000	18	
9	1100 (3/4)	19		9	1080	19	
10	1180	20		10	800	20	

FECHA	20/02/2014	APUNTAADOR	AUC
-------	------------	------------	-----

UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S13			S14	
CODIGO DEL CAMINO	-			-	
DE:	-			-	
A:	-			-	

FOTOS

S13

S14

FOTO 1

FOTO 1



FOTO 2

FOTO 2



FOTO 3

FOTO 3



FECHA 20/02/2014

APUNTAOR AUC



SONDEOS A CIELO ABIERTO



UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE		
SONDEO No	S15		SONDEO No	-			
CODIGO DEL CAMINO	-		CODIGO DEL CAMINO	-			
DE:	-		DE:	-			
A:	-		A:	-			
ESTACIONAMIENTO	-		ESTACIONAMIENTO	-			
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS
N	10	50	12.1	N			
W	85	2	20.2	W			

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)	CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)
No. 1	SRG	36.0	No. 1	-	-
No. 2	RE	>40	No. 2	-	-
No. 3	-	-	No. 3	-	-
No. 4	-	-	No. 4	-	-
No. 5	-	-	No. 5	-	-

ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

CAPAS	DESCRIPCIÓN	CAPAS	DESCRIPCIÓN
No. 1	Superficie de ruedo granular de material de río redondeado de sobretamaño, combinado con arena y suelo T _{max} =15-20cm	No. 1	-
No. 2	Relleno de material granular color negruzco bien compactado	No. 2	-
No. 3	-	No. 3	-
No. 4	-	No. 4	-
No. 5	-	No. 5	-

CBR EN SITIO (ANILLO DE CARGA MANUAL)

CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES	CONDICIONES DEL SITIO Y OBSERVACIONES GENERALES
No se realizó el ensayo de CBR en sitio debido a la presencia de relleno granular compactado a profundidad mayor a 40cm	

LECTURAS DEL ANILLO DE CARGA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11				11			
		12				12			
		13				13			
		14				14			
		15				15			
		16				16			
		17				17			
		18				18			
		19				19			
		20				20			

FECHA

20/02/2014

APUNTADOR

AUC

SONDEOS A CIELO ABIERTO
UBICACIÓN

PROVINCIA	ALAJUELA	CANTON	UPALA	DISTRITO	CANALETE
SONDEO No	S15	SONDEO No	-	DE:	-
CODIGO DEL CAMINO	-	CODIGO DEL CAMINO	-	A:	-
DE:	-	DE:	-		
A:	-	A:	-		

FOTOS
S15
-
FOTO 1
FOTO 1

FOTO 2
FOTO 2

FOTO 3
FOTO 3

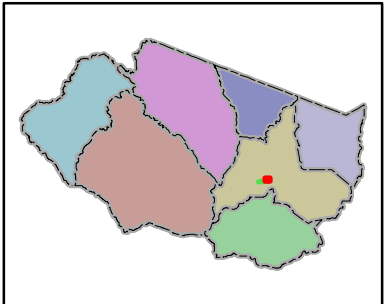
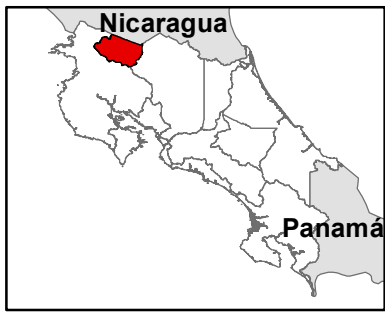
FECHA

20/02/2014

APUNTADOR

AUC

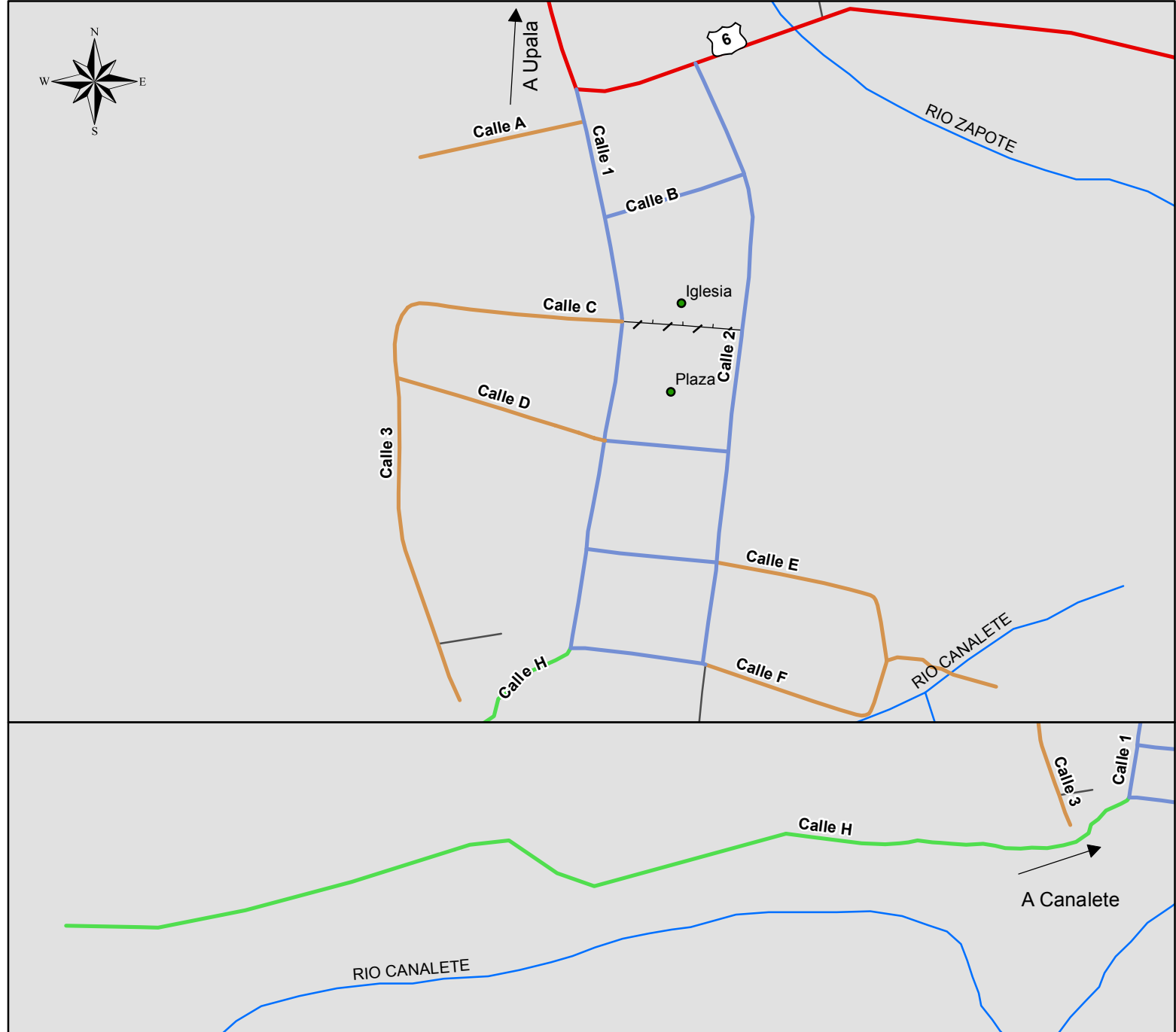
Anexo	Contenido
6	Mapa de Jerarquía de Vías



Municipalidad de Upala

Canalete

Clasificación Funcional



Simbología

- Referencias
- Red Hidrográfica

Vías Canalete

- Bulevar
- Cantonal
- Ruta Nacional

Clasificación Funcional

- Primarias
- Secundarias
- Terciarias

Anexo	Contenido
7	Informes de Laboratorio

No. de informe: I-0278-14

Informe de Ensayo

RC-80 v.05 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0208-14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal (Ing. Eliecer Arias).
Proyecto: Municipalidad de Upala (Canalete).
Domicilio: 400 metros norte de Muñoz y Nanne, San Pedro, Montes de Oca, San José.

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 (No. 200).

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

3. Información de las muestras o especímenes de ensayo:

No. de identificación:

0386-14

Descripción:

2 Sacos con base granular, sondeo 6. Identificados por el cliente como: S 6. Agregado de río triturado parcialmente, color gris, medianamente denso, partículas redondeadas y cúbicas, contaminado con asfalto, poco uniforme.

Aportadas por:

Ing. Andrey Chavarría.

Fecha de recepción :

14/02/26

Fecha de realización del ensayo:

14/03/18 – 14/03/21

No. de informe: I-0278-14

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

14/02/20

Ubicación:

Municipalidad de Upala, distrito de Canaleta.

Procedimiento de muestreo:

Muestreo realizado por el personal de la Unidad de Gestión Municipal. Muestreo realizado según lo establece la norma ASTM D 75.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico.

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	100
1"	25,0	958	7,68	7,68	92,3
3/4"	19,0	1496	12,0	19,7	80,3
3/8"	9,50	2552	20,5	40,2	59,8
N° 4	4,75	1316	10,6	50,7	49,3
N° 10	2,00	1319	10,6	61,3	38,7
N° 40	0,43	1856	14,9	76,2	23,8
N° 50	0,30	377	3,02	79,2	20,8
N° 200	0,08	1020	8,18	87,4	12,6
LAVADO MALLA # 200					29,5

No. de informe: I-0278-14

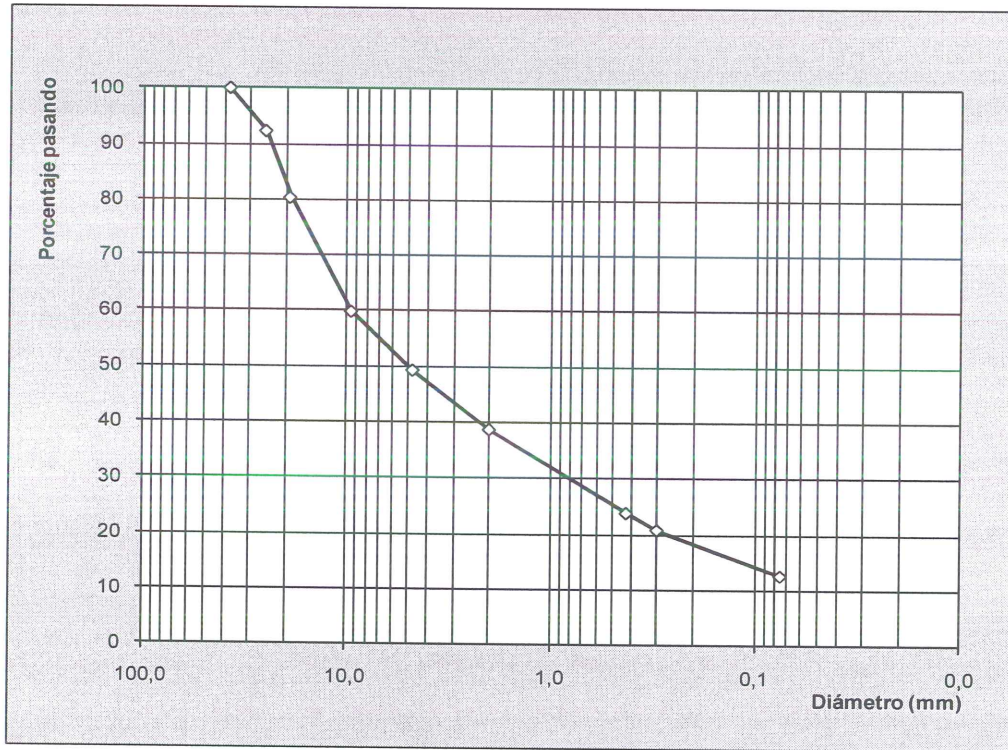


Gráfico 1. Curva granulométrica.

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 las muestras indicadas 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:

Ana Monge Sandí

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

Aprobó:

Alejandro Navas Carro

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





LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0279-14

Informe de Ensayo

RC-80 v.05 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0207-14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal.
Proyecto: Municipalidad de Upala (Canalete).
Domicilio: 400 metros norte de Muñoz y Nanne, San Pedro, Montes de Oca, San José.

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 (No. 200).
(*) Ensayo acreditado. Ver alcance en www.eca.or.cr.

3. Información de las muestras o especímenes de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0381-14	1 Saco de base granular, sondeo 3. Identificado por el cliente como S 3. Agregado de río triturado parcialmente, color gris, medianamente compacto, poco uniforme, contaminado con asfalto.
0383-14	1 Saco con base granular, sondeo 4. Identificado por el cliente como S 4. Agregado de río triturado parcialmente, color gris con partículas redondeadas y cúbicas, medianamente densos, poco uniforme, contaminado con asfalto.

Dirección: 500 metros al Norte del Supermercado Muñoz y Nanne. Finca 2, Universidad de Costa Rica.
Apartado: 11501-2060 San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica.
Teléfono: 2511-2500 Fax: 2511-4440 Email: direccion.lanamme@ucr.ac.cr
www.lanamme.ucr.ac.cr



No. de informe: I-0279-14

0396-14

1 Saco con base granular, sondeo 15. Identificado por el cliente como: S 15. Agregado de río triturado parcialmente, color gris, medianamente denso, partículas redondeadas y cúbicas poco uniforme.

Aportadas por:

Ing. Andrey Chavarría.

Fecha de recepción :

14/02/26

Fecha de realización del ensayo:

14/03/14 – 14/03/20

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

Muestra: 0396-14.
Fecha: 14/02/19

Muestras: 0381-14 y 0383-14.
Fecha: 14/02/20

Ubicación:

Municipalidad de Upala, distrito de Canalete.

Procedimiento de muestreo:

Muestreo realizado por el personal de la Unidad de Gestión Municipal. Muestreo realizado según lo establece la norma ASTM D 75.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.

No. de informe: I-0279-14

5. Resultados:

Tabla 1. Resultados del análisis granulométrico, muestra: 0381-14.

MASA INICIAL:	14137 g	MASA FINAL:	11934 g		
MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100
1 1/2"	37,5	672	4,75	4,75	95,2
1"	25,0	2342	16,6	21,3	78,7
3/4"	19,0	1266	8,96	30,3	69,7
3/8"	9,50	2328	16,5	46,7	53,3
N° 4	4,75	1405	9,93	56,7	43,3
N° 10	2,00	1276	9,02	65,7	34,3
N° 40	0,43	1969	13,9	79,6	20,4
N° 50	0,30	408	2,89	82,5	17,5
N° 200	0,08	926	6,55	89,1	10,9
LAVADO MALLA # 200					25,6

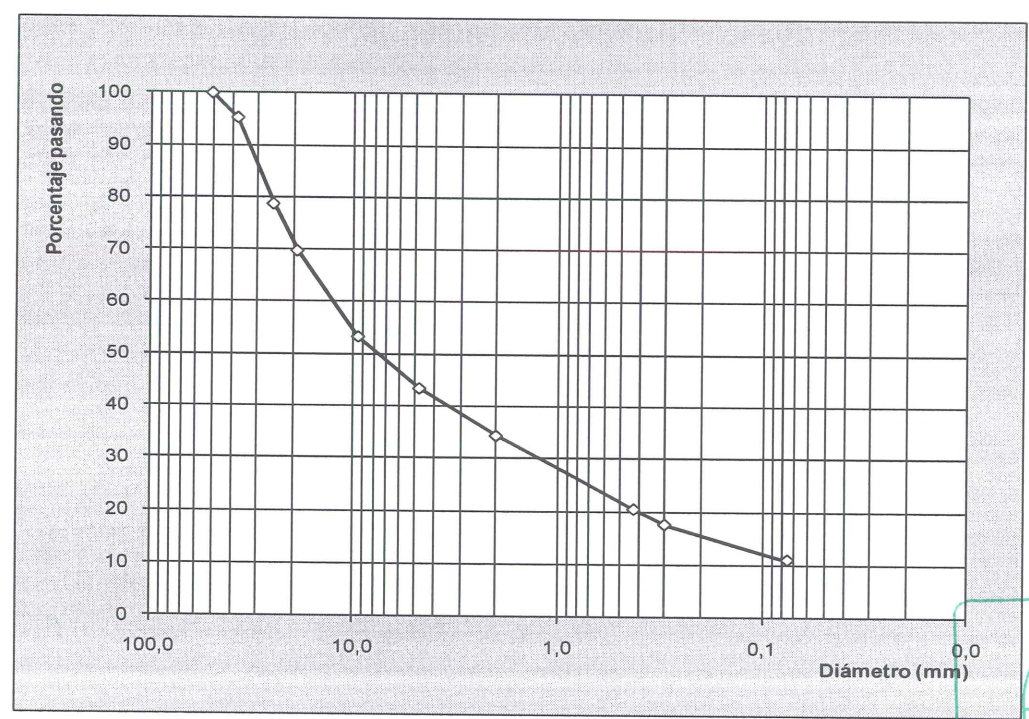


Gráfico 1. Curva granulométrica, muestra: 0381-14.

No. de informe: I-0279-14

Tabla 2. Resultados del análisis granulométrico, muestra: 0383-14.

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
1 1/2"	37,5	0,00	0,00	0,00	100
1"	25,0	2036	13,5	13,5	86,5
3/4"	19,0	3255	21,5	35,0	65,0
3/8"	9,50	3828	25,3	60,3	39,7
N° 4	4,75	1446	9,56	69,8	30,2
N° 10	2,00	1206	7,97	77,8	22,2
N° 40	0,43	1521	10,1	87,9	12,1
N° 50	0,30	311	2,05	89,9	10,1
N° 200	0,08	380	2,51	92,4	7,58
LAVADO MALLA # 200					20,3

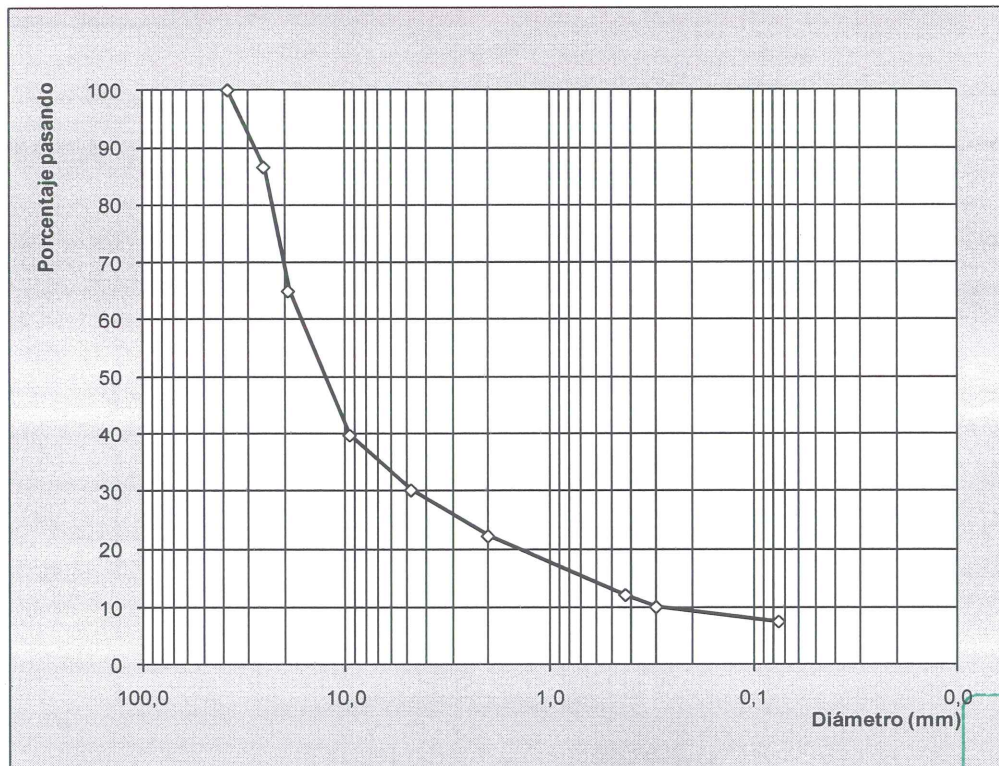


Gráfico 2. Curva granulométrica, muestra: 0383-14.

No. de informe: I-0279-14

Tabla 3. Resultados del análisis granulométrico, muestra: 0396-14.

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET. (g)	% RET.	%RET. AC.	%PAS.
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100
1 1/2"	37,5	300	1,87	1,87	98,1
1"	25,0	1346	8,38	10,2	89,8
3/4"	19,0	1616	10,1	20,3	79,7
3/8"	9,50	4187	26,1	46,4	53,6
N° 4	4,75	1968	12,3	58,6	41,4
N° 10	2,00	1341	8,35	67,0	33,0
N° 40	0,43	1589	9,89	76,9	23,1
N° 50	0,30	376	2,34	79,2	20,8
N° 200	0,08	1199	7,47	86,7	13,3
LAVADO MALLA # 200					34,7

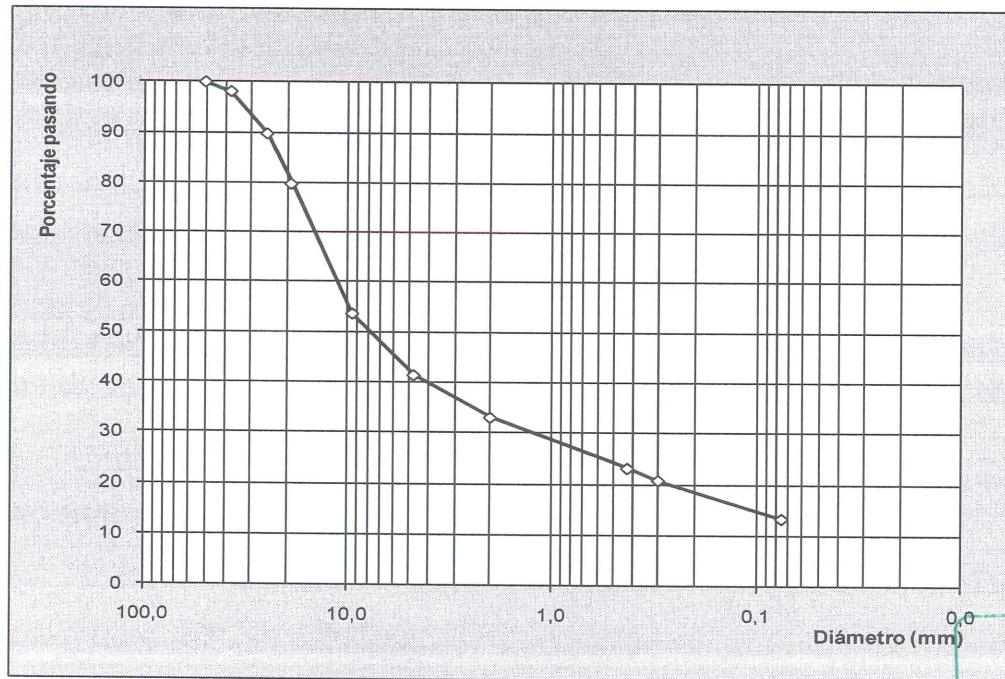


Gráfico 3. Curva granulométrica, muestra: 0396-14.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0279-14

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 las muestras indicadas 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:

Aprobó:

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

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





LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0293-14

Informe de Ensayo

RC-80 v.05 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0207-14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal (Ing. Eliecer Arias).
Proyecto: Municipalidad de Upala (Distrito Canalete).
Domicilio: 400 metros norte de Muñoz y Nanne, San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

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

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

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

3. Información de las muestras o especímenes de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0381-14	1 Saco de base granular, sondeo 3. Identificado por el cliente como S 3. Material base redondeado, color gris con algunas partículas angulares, compacto, con rastros de carpeta asfáltica y suelo color café claro, tamaño máximo 50 mm.
0383-14	1 Saco con base granular, sondeo 4. Identificado por el cliente como S 4. Material base, con partículas angulares, color gris, compacto, con rastros de carpeta asfáltica y material arenoso, color café claro, tamaño máximo 50 mm.
0396-14	1 Saco con base granular, sondeo 15. Identificado por el cliente como: S 15. Material de río con partículas angulares y grumos, material compacto, con suelo arenoso con partículas de hasta 50 mm.

Dirección: 500 metros al Norte del Supermercado Muñoz y Nanne. Finca 2, Universidad de Costa Rica.
Apartado: 11501-2060 San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica.
Teléfono: 2511-2500 Fax: 2511-4440 Email: direccion.lanamme@ucr.ac.cr
www.lanamme.ucr.ac.cr



No. de informe: I-0293-14

Aportadas por: Ing. Andrey Chavarría.

Fecha de recepción : 14/02/26

Fecha de realización del ensayo: 14/03/17 – 14/03/24

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo: Muestra: 0396-14.
Fecha: 14/02/19

Muestras: 0381-14 y 0383-14.
Fecha: 14/02/20

Ubicación: Municipalidad de Upala, distrito de Canalete.

Procedimiento de muestreo:

Muestreo realizado por el personal de la Unidad de Gestión Municipal. Muestreo realizado según lo establece la norma ASTM D 75. Personal responsable de la muestra: Ing. Alonso Ulate.

Condiciones ambientales: No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.

5. Resultados:

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0381-14	19	17	3
0383-14	NP	NP	NP
0396-14	16	14	2

Nota:

- NP: El suelo es no plástico.
- Las muestras fueron acondicionadas por el método de preparación seco.
- Procedimiento por el cual fue determinado el límite líquido, es por el método A, método multipunto.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0293-14

Aclaraciones:

- El presente documento complementa al informe: I-0279-14
- 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 las muestras indicadas 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:

Aprobó:

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

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



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0299-14

Informe de Ensayo

RC-80 v.05 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST-0208-14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal (Ing. Eliecer Arias).
Proyecto: Municipalidad de Upala (Canalete).
Domicilio: 400 metros norte de Muñoz y Nanne, San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

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 las muestras o especímenes de ensayo:

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0386-14	2 Sacos con base granular, sondeo 6. Identificados por el cliente como: S 6. Agregado de río triturado parcialmente, color gris, medianamente denso, partículas redondeadas y cúbicas, contaminado con asfalto, poco uniforme.

Aportadas por: Ing. Andrey Chavarría.

Fecha de recepción : 14/02/26

Fecha de realización del ensayo: 14/03/19 – 14/03/25

Dirección: 500 metros al Norte del Supermercado Muñoz y Nanne. Finca 2, Universidad de Costa Rica.
Apartado: 11501-2060 San Pedro, Montes de Oca, San José, Costa Rica.
Teléfono: 2511-2500 Fax: 2511-4440 Email: direccion.lanamme@ucr.ac.cr
www.lanamme.ucr.ac.cr



No. de informe: I-0299-14

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

14/02/20

Ubicación:

Municipalidad de Upala, distrito de Canalete.

Procedimiento de muestreo:

Muestreo realizado por el personal de la Unidad de Gestión Municipal. Muestreo realizado según lo establece la norma ASTM D 75.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan.

5. Resultados:

Tabla 1. Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad del suelo.

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0386-14	21	16	5

Nota:

- Las muestras fueron acondicionadas por el método de preparación seco.
- Procedimiento por el cual fue determinado el límite líquido, es por el método A, método multipunto

No. de informe: I-0299-14

Tabla 2. Resultado de Próctor Modificado.

RESULTADOS	
Ensayo	Próctor Modificado
Preparación del material	Seco al aire
Contenido de humedad del material recibido inicial	NO
Contenido de agua óptimo	7,80%
Densidad seca máxima estándar	2196 kg/m ³
<i>Dosificación:</i>	
Gruesos	100%
Finos	0%
Mazo	Mecánico
Método	C
Origen del material	--
Corrección sobretamaño	No

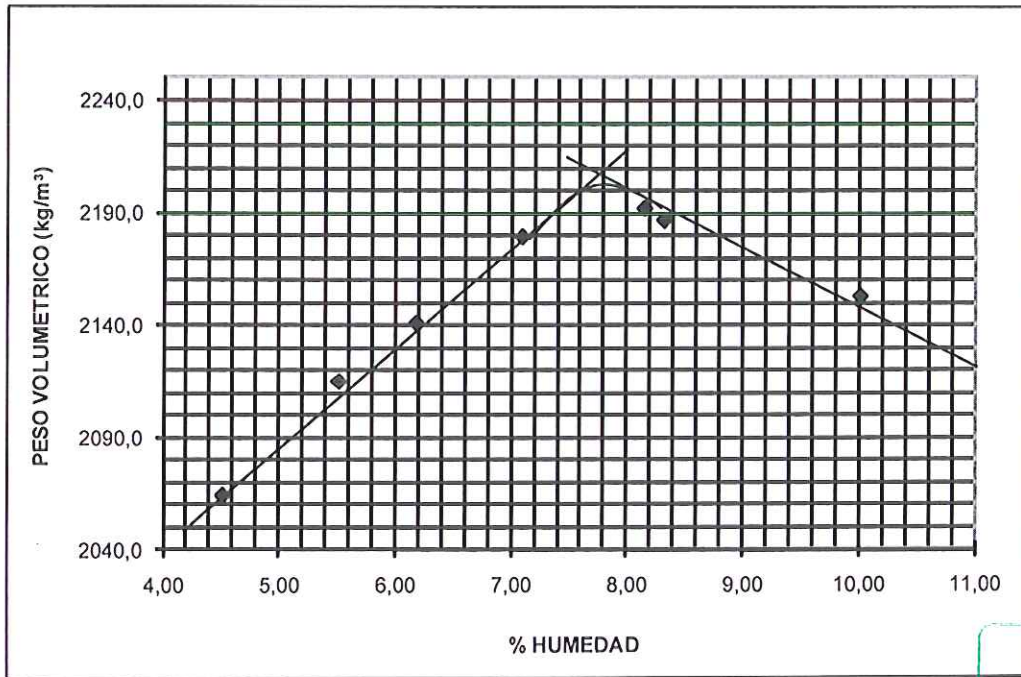


Gráfico 1: Peso Volumétrico contra humedad.

No. de informe: I-0299-14

Tabla 1. Resultados de CBR.

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	2186	99,5	7,84
25	22	2139	97,4	8,07

MOLDE	% EXPANSIÓN			
	24 horas	48 horas	72 horas	96 horas
21	(*)	(*)	0,03	0,03
22	(*)	(*)	-0,01	-0,01

PENETRACIÓN	ESFUERZO UNITARIO DE COMPACTACIÓN MOLDES		
	21	22	--
(pulg)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)	(kgf/cm ²)
0,00	0,00	0,00	--
0,03	4,73	5,35	--
0,05	12,44	18,25	--
0,08	24,63	36,10	--
0,10	41,04	54,63	--
0,13	60,0	74,42	--
0,15	80,0	92,18	--
0,20	120,9	126,2	--
0,30	190,9	183,6	--
0,40	256,9	232,4	--
0,50	310,8	273,7	--

No. GOLPES	C	% CBR CALCULADO		% CBR CORREGIDO	
	(%)	0,1 pulg	0,2 pulg	0,1 pulg	0,2 pulg
56	99,5	58,3	115,2	106,5	142,9
25	97,4	77,60	120,2	106,5	136,4

NOTA:

- Los valores de lectura de expansión reportados en (*) son lecturas correspondientes a fin de semana.

No. de informe: I-0299-14

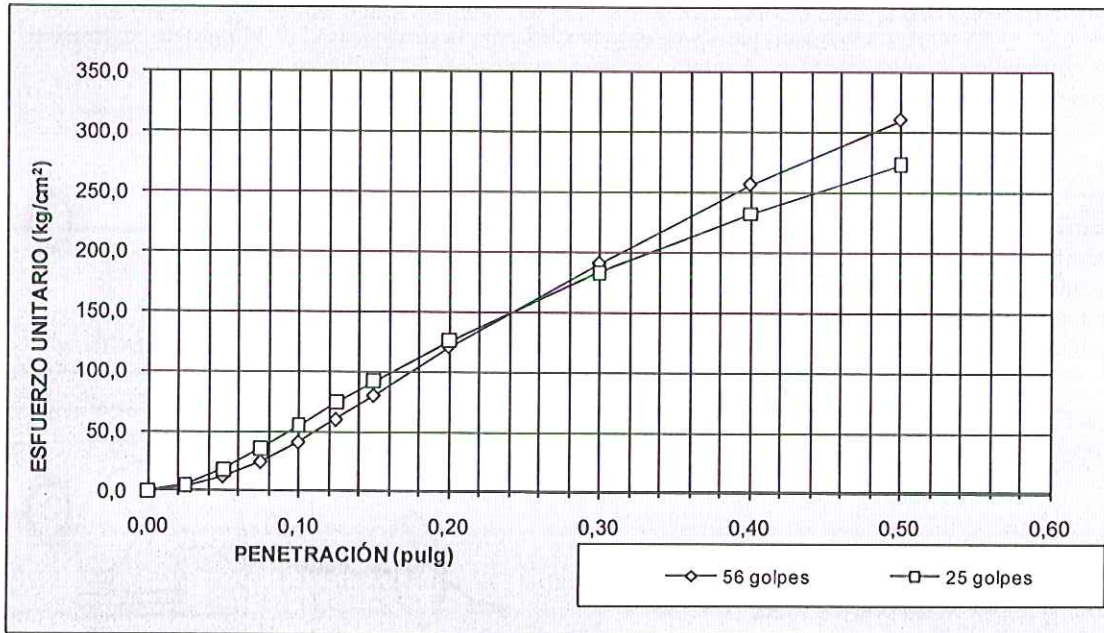


Gráfico 1. Esfuerzo unitario contra penetración.

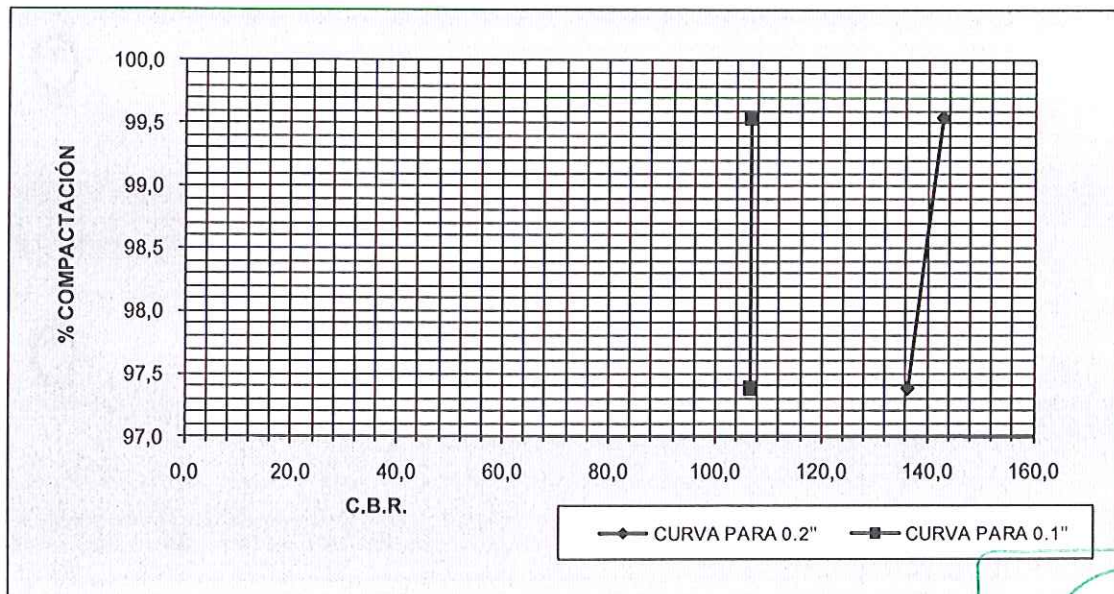


Gráfico 2. Porcentaje de compactación contra CBR.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



No. de informe: I-0299-14

NOTA:

- Los valores de CBR para las curvas de 56 y 25 golpes fueron corregidos por curvatura según norma.
- Se recomienda la repetición del ensayo de CBR para la muestra No. 0386-14, según norma debido a que los valores de CBR para la curva de 0,2" (5,08 mm) son mayores que los valores de CBR para la curva de 0,1" (2,54 mm) de penetración.
- Se elaboraron solamente los moldes de 56 y 25 golpes, porque el material no fue suficiente.
- Se indica que no existe más cantidad de muestra (muestra) para la repetición del ensayo recomendado.

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 las muestras indicadas 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



No. de informe: I-0327-14

Informe de Ensayo

RC-80 v.05 (Sistema de Gestión de Calidad, LanammeUCR. Norma INTE ISO/IEC 17025:2005)

ST- 0206 -14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal (Ing. Eliecer Arias).
Proyecto: Municipalidad de Upala (Canalete).
Domicilio: 400 metros norte de Muñoz y Nanne, San Pedro, Montes de Oca, San José.

2. Método de ensayo:

IT-GC-01 (ASTM D 422) (**)
Método de ensayo para el análisis de tamaño de partículas de suelo (vía seca y húmeda).
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.

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

(**) Ensayo no acreditado.

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

<u>No. de identificación:</u>	<u>Descripción:</u>
0378-14	1 Bolsa grande con suelo subrasante. Identificada por el interesado: sondeo 1, S 1. Suelo limo-arcilloso color café oscuro, con olor a material en estado de descomposición, posee poco material de roca compacta.
0379-14	1 Bolsa grande con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 2, S 2. Suelo limoso color café claro, no posee roca compacta, material homogéneo.

No. de informe: I-0327-14

- 0380-14 1 Bolsa grande con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 3, S 3. Suelo limoso color café claro, presenta raíces muy pocas, presenta material de hasta 19,05 mm de roca semicompacta, vetas anaranjadas.
- 0382-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 4, S 4. Suelo limoso color café claro, con vetas arcillosas, grises, amarillas, material suelto pero existe grande suelo en grumos de suelo compacto, roca en alto grado de descomposición.
- 0384-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 5, S 5. Suelo limoso color café claro, con vetas color café oscuro y coloradas, con olor a material en estado de descomposición, muy homogéneo y sin material compacto, existe una partícula aislada de roca de aproximadamente 38,10 mm de diámetro.
- 0385-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 6, S 6. Suelo limoso color café claro, material homogéneo, no presenta material compacto, partículas de arcilla negruzca muy alterada, de pequeño diámetro, aproximadamente de 19,05 mm, suelo presente en grumos disgregables con la mano.
- 0387-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 7, S 7. Suelo limoso color café oscuro, material homogéneo, no presenta material compacto.
- 0388-14 1 Bolsa con suelo subrasante, Identificada por el interesado como: sondeo 8, S 8. Suelo limoso color café claro, material homogéneo, no presenta material compacto, partículas negruzcas que aparentemente es carbón.
- 0389-14 1 Bolsa de suelo subrasante. Identificada por el interesado como: Sondeo 9, S 9. Suelo limoso combinación de color café claro con vetas negruzcas, material homogéneo sin partículas de material compacto, y aisladas partículas (café oscuro) de 12,70 mm de roca alterada, olorosas a fango.

No. de informe: I-0327-14

- 0390-14 1 Bolsa de suelo subrasante. Identificada por el cliente como: sondeo 10, S 10. Suelo limoso color café oscuro, con vetas negras material homogéneo, no presenta material compacto.
- 0391-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 11, S 11. Suelo limoso color café claro, con vetas negras, presenta raíces y muy poco material compacto.
- 0392-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 12, S 12. Suelo limoso color café claro, con vetas negras, material homogéneo y no presenta material compacto.
- 0393-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 13, S 13. Suelo limoso color café claro con vetas grises y amarillentas, presenta poco material compacto de hasta 19,05 mm.
- 0394-14 1 Bolsa con suelo subrasante. Identificada por el interesado como: sondeo 14, S 14. Suelo limo-arcilloso, color café, con vetas grises, material homogéneo, no presenta material compacto.

Aportadas por: Ing. Andrey Chavarría.

Fecha de recepción : 14/02/26

Fecha de realización del ensayo: 14/03/17 – 14/04/07

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo: Muestras: 0378-14, 0379-14, 0380-14, 0382-14, 0384-14, 0385-14, 0387-14.
Fecha: 14/02/20.

Muestras: 0388-14, 0389-14, 0390-14, 0391-14, 0392-14, 0393-14, 0394-14.
Fecha: 14/02/19.

Ubicación: Municipalidad de Upala, distrito Canalete.

No. de informe: I-0327-14

Procedimiento de muestreo:

Muestreo de agregado realizado por la Unidad de Gestión Municipal de acuerdo a la norma ASTM D-75. Personal responsable de las muestras: Ing. Alonso Ulate.

Condiciones ambientales:

No aplica pues en el laboratorio los especímenes se acondicionan, en el cuarto húmedo.

5. Resultados:

Tabla 1. Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de un suelo. Muestras Indicadas

MUESTRA	LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE PLÁSTICIDAD
0378-14	67	36	32
0379-14	71	40	31
0380-14	69	36	32
0382-14	78	45	33
0384-14	63	32	31
0385-14	67	33	33
0387-14	71	36	34
0388-14	72	45	28
0389-14	68	38	29
0390-14	64	35	29
0391-14	64	36	28
0392-14	64	36	28
0393-14	65	35	30
0394-14	62	36	26

Nota:

- Las muestras fueron acondicionadas por el método de preparación seco.
- Procedimiento por el cual fue determinado el límite líquido, es por el método A, método multipunto.

No. de informe: I-0327-14

Tabla 2. Gravedad específica del suelo. Muestras Indicadas.

MUESTRA	MÉTODO	G_T	G_S
0378-14	A	2,756	2,754
0379-14	A	2,790	2,788
0380-14	A	2,759	2,757
0382-14	A	2,782	2,781
0384-14	A	2,771	2,770
0385-14	A	2,767	2,765
0387-14	A	2,735	2,733
0388-14	A	2,789	2,787
0389-14	A	2,743	2,741
0390-14	A	2,742	2,740
0391-14	A	2,710	2,708
0392-14	A	2,672	2,670
0393-14	A	2,788	2,786
0394-14	A	2,677	2,675

Tabla 3. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0378-14.

MASA INICIAL: 645 g MASA FINAL: 201 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
2"	50,0	0,00	0,00	0,00	100
1 1/2"	37,5	84,5	13,1	13,1	86,9
1"	25,0	47,9	7,44	20,6	79,4
1/2"	12,5	8,92	1,38	21,9	78,1
Nº 4	4,75	3,40	0,53	22,5	77,5
Nº 10	2,00	4,20	0,65	23,1	76,9
Nº 20	0,85	4,67	0,72	23,8	76,2
Nº 40	0,43	4,93	0,76	24,6	75,4
Nº60	0,25	6,83	1,06	25,7	74,3
Nº100	0,15	10,7	1,66	27,3	72,7
Nº140	0,11	10,1	1,57	28,9	71,1
Nº200	0,08	15,1	2,34	31,2	68,8

No. de informe: I-0327-14

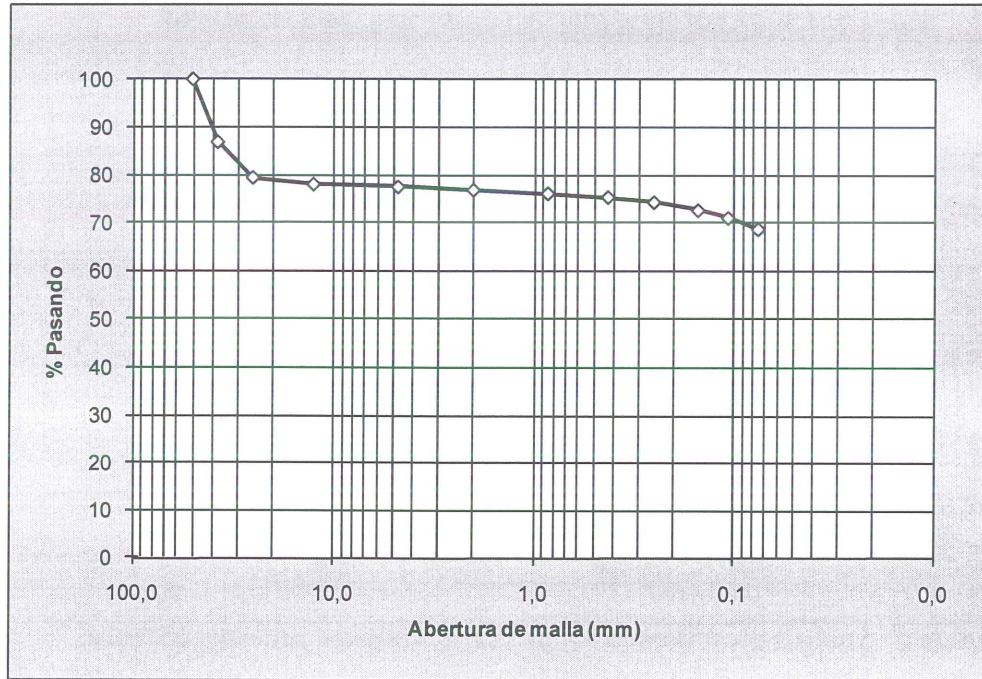


Gráfico 1. Curva granulométrica: muestra 0378-14.

Tabla 4. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0379-14.

MASA INICIAL: 646 g MASA FINAL: 49,1 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	2,13	0,33	0,33	100
Nº 4	4,75	1,48	0,23	0,56	99,4
Nº 10	2,00	2,40	0,37	0,93	99,1
Nº 20	0,85	2,23	0,35	1,28	98,7
Nº 40	0,43	2,57	0,40	1,67	98,3
Nº60	0,25	5,27	0,82	2,49	97,5
Nº100	0,15	9,98	1,54	4,03	96,0
Nº140	0,11	9,53	1,47	5,51	94,5
Nº200	0,08	13,5	2,09	7,60	92,4

No. de informe: I-0327-14

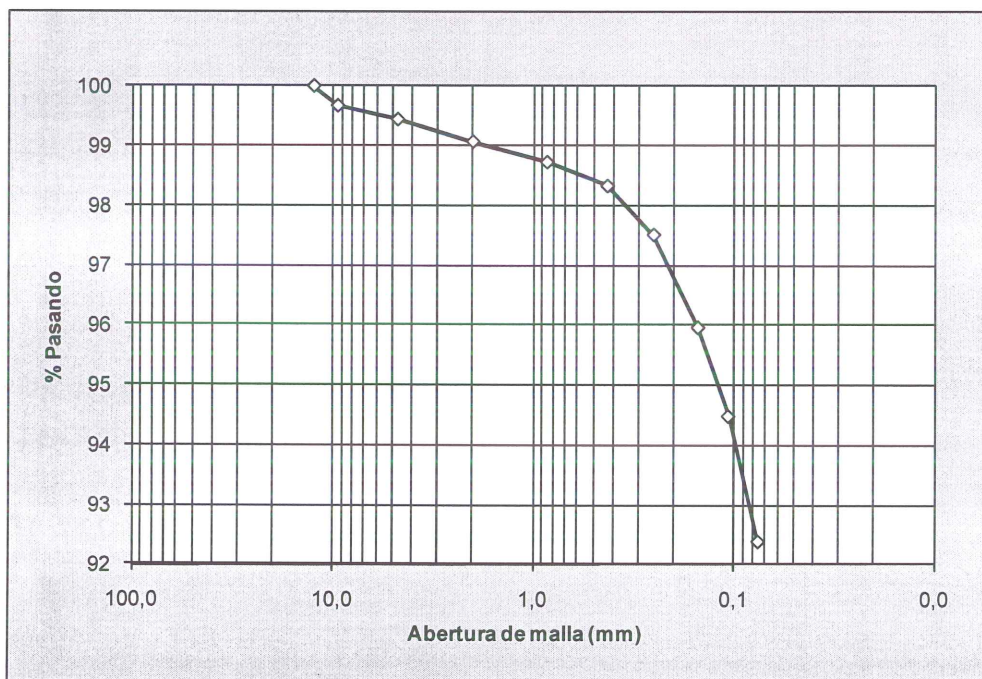


Gráfico 2. Curva granulométrica: muestra 0379-14.

Tabla 5. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0380-14.

MASA INICIAL: 966 g MASA FINAL: 151 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1"	25,0	0,00	0,00	0,00	100
3/4"	19,0	36,4	3,76	3,76	96,2
1/2"	12,5	13,0	1,34	5,11	94,9
Nº 4	4,75	3,85	0,40	5,51	94,5
Nº 10	2,00	6,49	0,67	6,18	93,8
Nº 20	0,85	5,50	0,57	6,75	93,3
Nº 40	0,43	7,50	0,78	7,53	92,5
Nº60	0,25	12,7	1,32	8,85	91,2
Nº100	0,15	19,3	2,00	10,8	89,2
Nº140	0,11	18,6	1,93	12,8	87,2
Nº200	0,08	27,2	2,81	15,6	84,4



No. de informe: I-0327-14

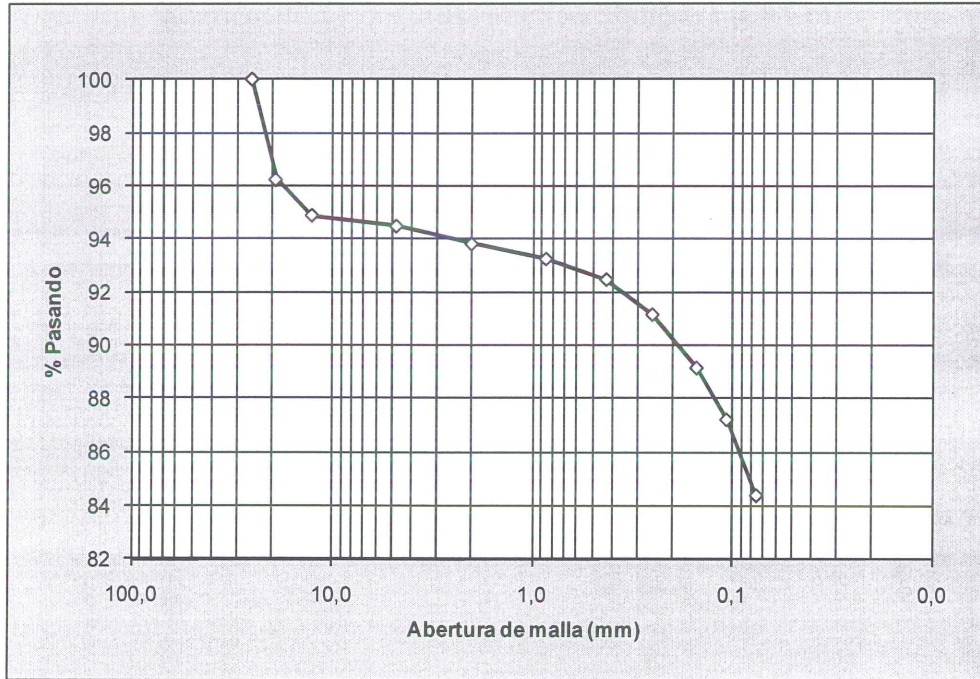


Gráfico 3. Curva granulométrica: muestra 0380-14.

Tabla 6. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0382-14.

MASA INICIAL: 543 g MASA FINAL: 35,6 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100
N° 4	4,75	2,04	0,38	0,38	100
N° 10	2,00	1,78	0,33	0,70	99,3
N° 20	0,85	1,80	0,33	1,03	99,0
N° 40	0,43	2,78	0,51	1,55	98,5
N°60	0,25	4,35	0,80	2,35	97,7
N°100	0,15	7,03	1,29	3,64	96,4
N°140	0,11	6,44	1,19	4,83	95,2
N°200	0,08	9,36	1,72	6,55	93,4

No. de informe: I-0327-14

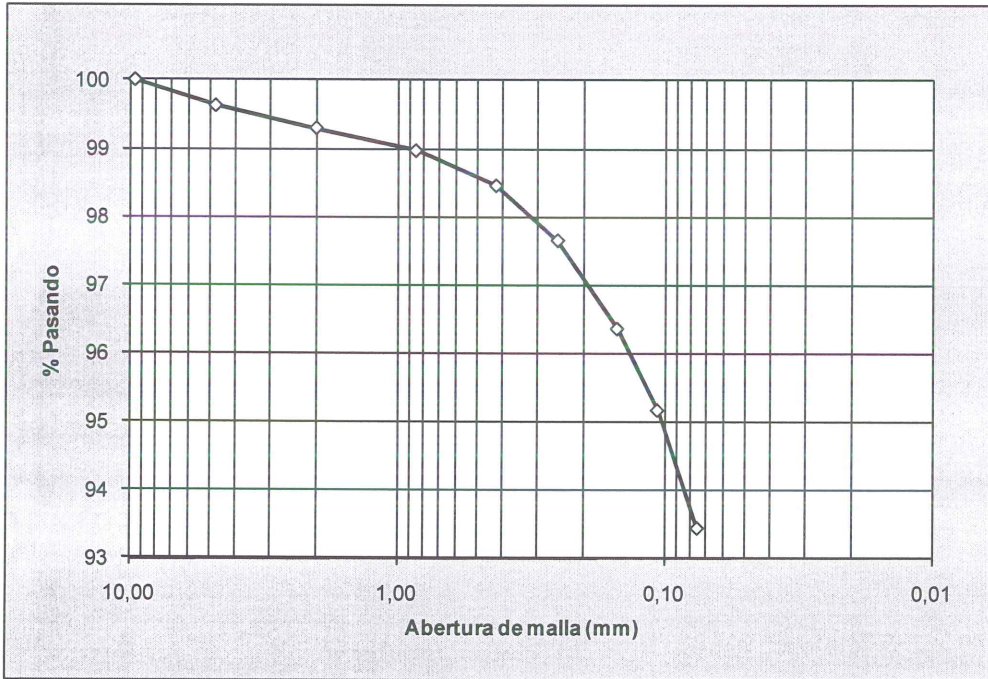


Gráfico 4. Curva granulométrica: muestra 0382-14.

Tabla 7. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0384-14.

MASA INICIAL: 655 g MASA FINAL: 105 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	3,92	0,60	0,60	99,4
Nº 4	4,75	2,83	0,43	1,03	99,0
Nº 10	2,00	14,9	2,27	3,30	96,7
Nº 20	0,85	14,1	2,15	5,45	94,5
Nº 40	0,43	11,8	1,80	7,25	92,7
Nº60	0,25	11,9	1,82	9,07	90,9
Nº100	0,15	14,2	2,17	11,2	88,8
Nº140	0,11	12,8	1,95	13,2	86,8
Nº200	0,08	18,6	2,84	16,0	84,0

No. de informe: I-0327-14

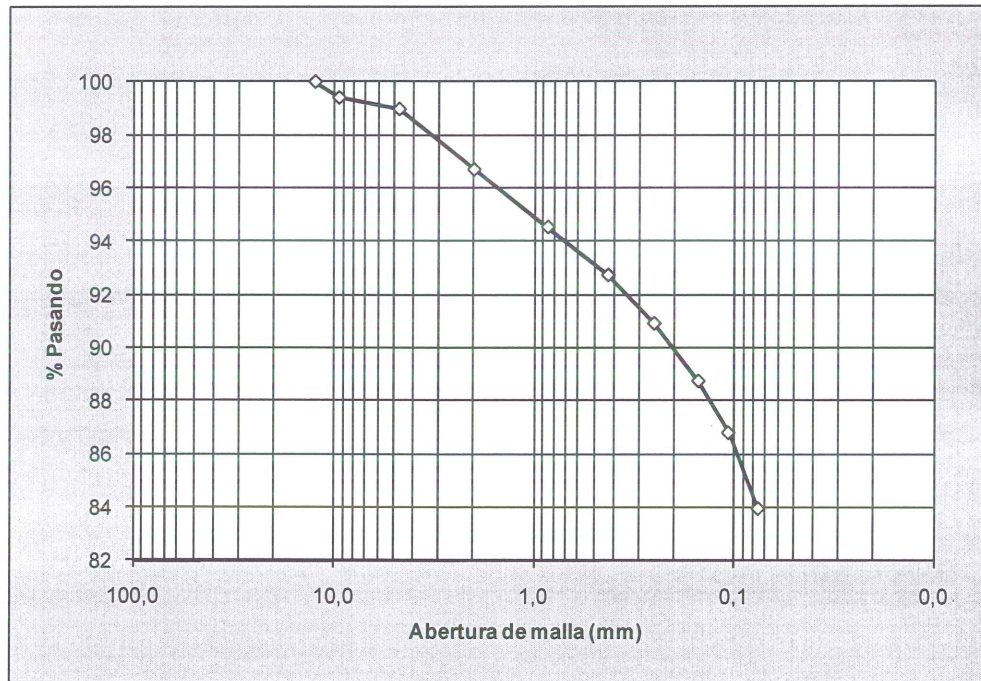


Gráfico 5. Curva granulométrica: muestra 0384-14.

Tabla 8. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0385-14.

MASA INICIAL: 647 g MASA FINAL: 46,2 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
1/2"	12,5	2,69	0,42	0,42	100
3/8"	9,50	1,40	0,22	0,63	99,4
N° 4	4,75	2,49	0,38	1,02	99,0
N° 10	2,00	1,32	0,20	1,22	98,8
N° 20	0,85	1,83	0,28	1,50	98,5
N° 40	0,43	3,64	0,56	2,07	97,9
N°60	0,25	7,38	1,14	3,21	96,8
N°100	0,15	10,1	1,56	4,77	95,2
N°140	0,11	7,74	1,20	5,97	94,0
N°200	0,08	7,55	1,17	7,13	92,9

No. de informe: I-0327-14

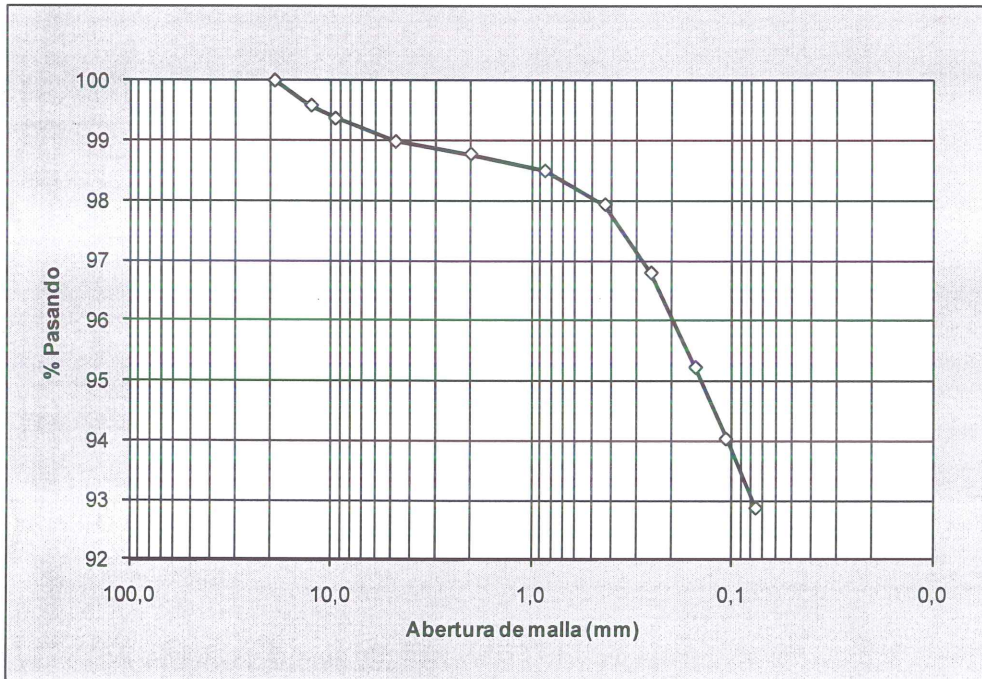


Gráfico 6. Curva granulométrica: muestra 0385-14.

Tabla 9. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0387-14.

MASA INICIAL: 706 g MASA FINAL: 36,2 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100
N° 4	4,75	0,78	0,11	0,11	100
N° 10	2,00	1,68	0,24	0,35	100
N° 20	0,85	2,32	0,33	0,68	99,3
N° 40	0,43	2,85	0,40	1,08	98,9
N°60	0,25	4,84	0,69	1,77	98,2
N°100	0,15	8,09	1,15	2,91	97,1
N°140	0,11	7,32	1,04	3,95	96,1
N°200	0,08	8,34	1,18	5,13	94,9

No. de informe: I-0327-14

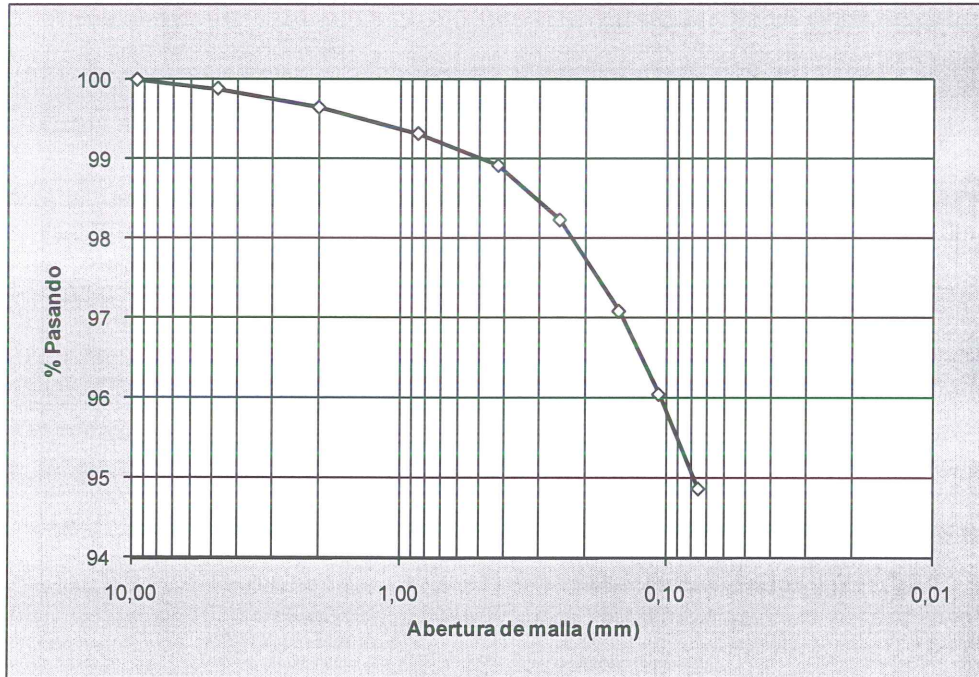


Gráfico 7. Curva granulométrica: muestra 0387-14.

Tabla 10. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0388-14.

MASA INICIAL: 507 g MASA FINAL: 21,0 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	5,62	1,11	1,11	98,9
Nº 4	4,75	0,85	0,17	1,28	98,7
Nº 10	2,00	1,13	0,22	1,50	98,5
Nº 20	0,85	1,13	0,22	1,72	98,3
Nº 40	0,43	1,43	0,28	2,00	98,0
Nº60	0,25	1,98	0,39	2,40	97,6
Nº100	0,15	3,30	0,65	3,05	97,0
Nº140	0,11	2,76	0,54	3,59	96,4
Nº200	0,08	2,83	0,56	4,15	95,9

No. de informe: I-0327-14

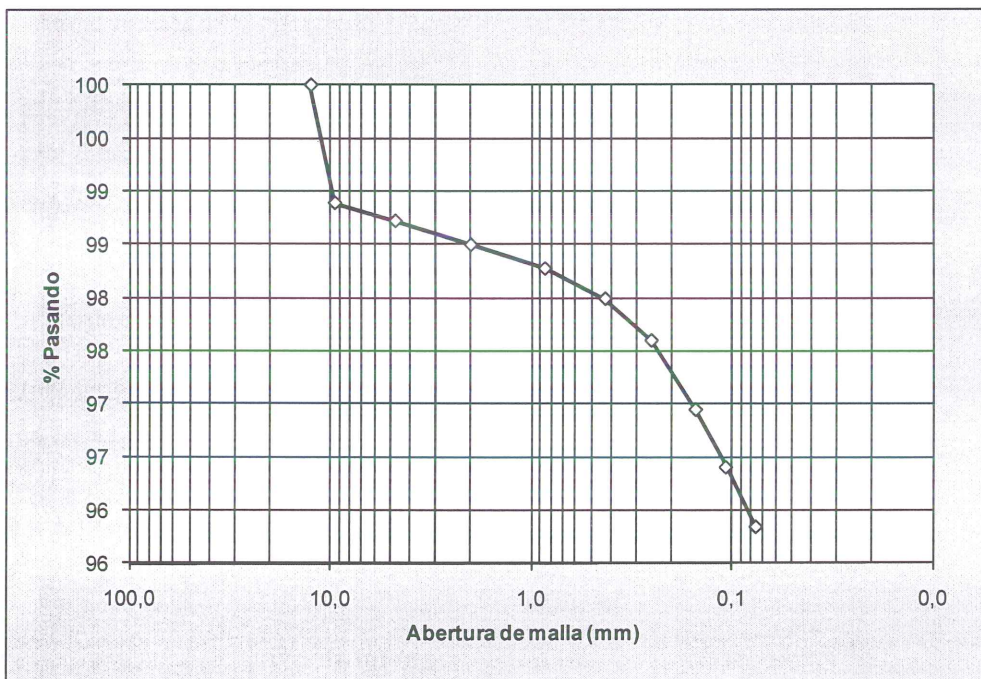


Gráfico 8. Curva granulométrica: muestra 0388-14.

Tabla 11. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0389-14.

MASA INICIAL: 470 g MASA FINAL: 45,7 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	1,81	0,38	0,38	100
N° 4	4,75	2,51	0,53	0,92	99,1
N° 10	2,00	1,99	0,42	1,34	98,7
N° 20	0,85	3,25	0,69	2,03	98,0
N° 40	0,43	4,90	1,04	3,08	96,9
N°60	0,25	6,86	1,46	4,54	95,5
N°100	0,15	9,15	1,95	6,48	93,5
N°140	0,11	7,16	1,52	8,01	92,0
N°200	0,08	8,11	1,73	9,74	90,3

No. de informe: I-0327-14

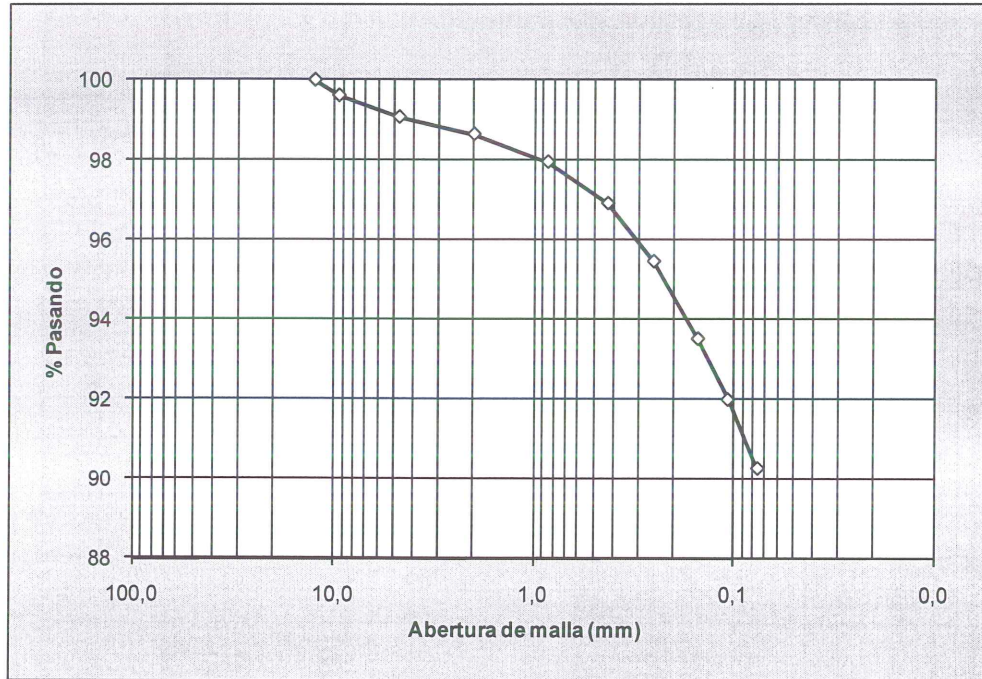


Gráfico 9. Curva granulométrica: muestra 0389-14.

Tabla 12. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0390-14.

MASA INICIAL: 617 g MASA FINAL: 124 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100
1/2"	12,5	21,3	3,45	3,45	96,6
3/8"	9,50	8,46	1,37	4,82	95,2
N° 4	4,75	12,6	2,04	6,85	93,1
N° 10	2,00	13,1	2,12	8,98	91,0
N° 20	0,85	12,3	1,99	11,0	89,0
N° 40	0,43	11,2	1,81	12,8	87,2
N°60	0,25	12,2	1,98	14,8	85,2
N°100	0,15	13,0	2,11	16,9	83,1
N°140	0,11	9,32	1,51	18,4	81,6
N°200	0,08	10,2	1,65	20,0	80,0

No. de informe: I-0327-14

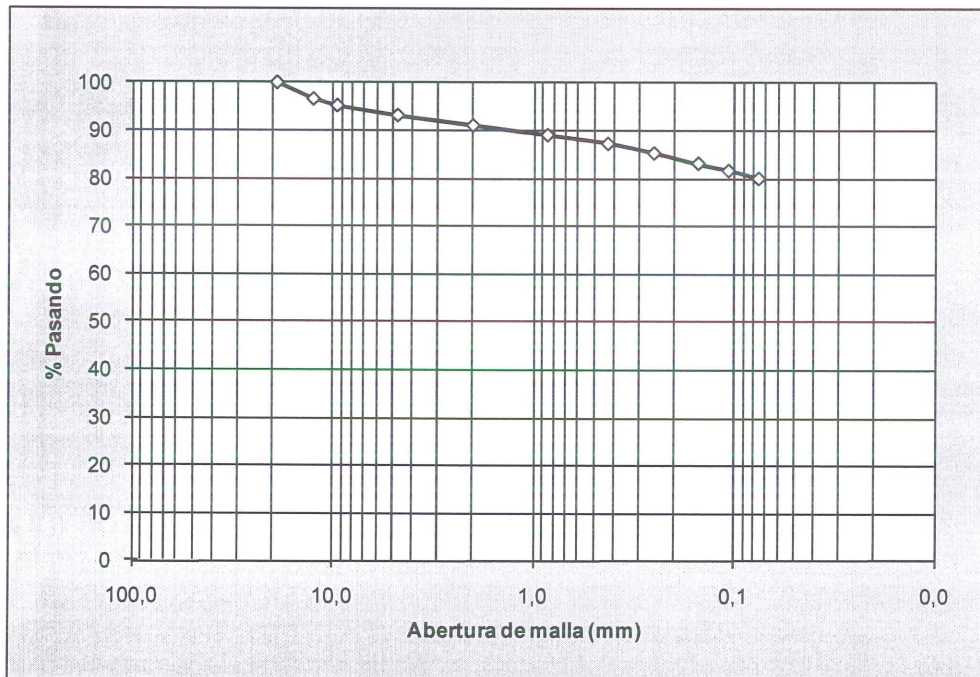


Gráfico 10. Curva granulométrica: muestra 0390-14.

Tabla 13. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0391-14.

MASA INICIAL: 528 g MASA FINAL: 92,8 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1"	25,0	0,00	0,00	0,00	100
3/4"	19,0	10,5	1,98	1,98	98,0
1/2"	12,5	7,14	1,35	3,34	96,7
3/8"	9,50	1,91	0,36	3,70	96,3
N° 4	4,75	1,90	0,36	4,06	95,9
N° 10	2,00	2,70	0,51	4,57	95,4
N° 20	0,85	5,66	1,07	5,64	94,4
N° 40	0,43	8,94	1,69	7,33	92,7
N°60	0,25	13,5	2,57	9,90	90,1
N°100	0,15	16,5	3,12	13,0	87,0
N°140	0,11	11,7	2,21	15,2	84,8
N°200	0,08	12,4	2,35	17,6	82,4

No. de informe: I-0327-14

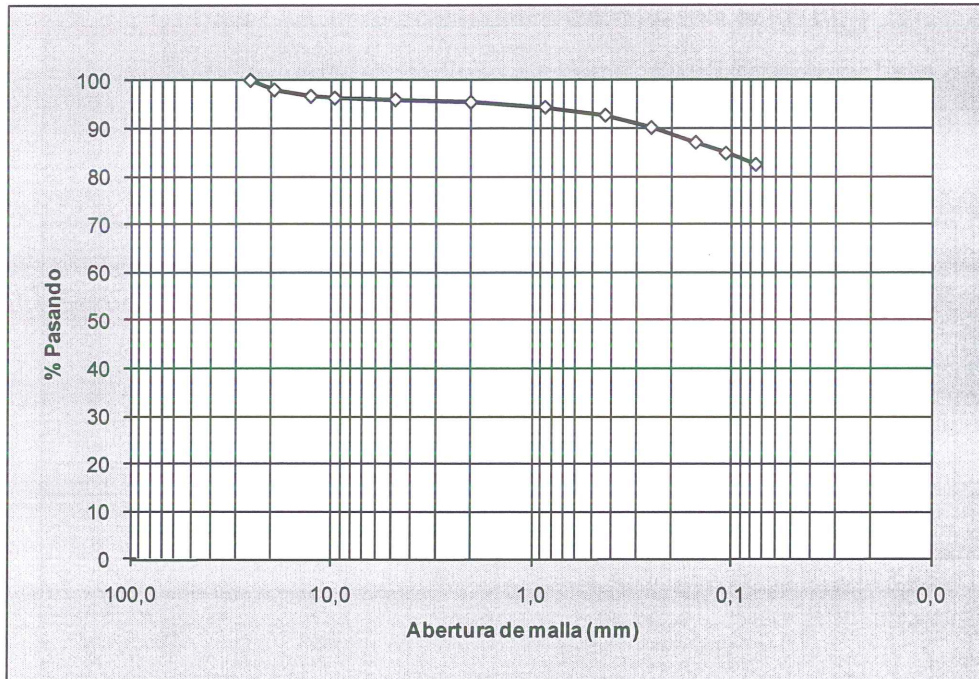


Gráfico 11. Curva granulométrica: muestra 0391-14.

Tabla 14. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0392-14.

MASA INICIAL: 678 g MASA FINAL: 74,9 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	1,76	0,26	0,26	99,7
N° 4	4,75	0,97	0,14	0,40	99,6
N° 10	2,00	1,82	0,27	0,67	99,3
N° 20	0,85	4,31	0,64	1,31	98,7
N° 40	0,43	6,23	0,92	2,23	97,8
N°60	0,25	9,43	1,39	3,62	96,4
N°100	0,15	15,3	2,25	5,87	94,1
N°140	0,11	14,8	2,19	8,06	91,9
N°200	0,08	20,3	2,99	11,0	89,0

No. de informe: I-0327-14

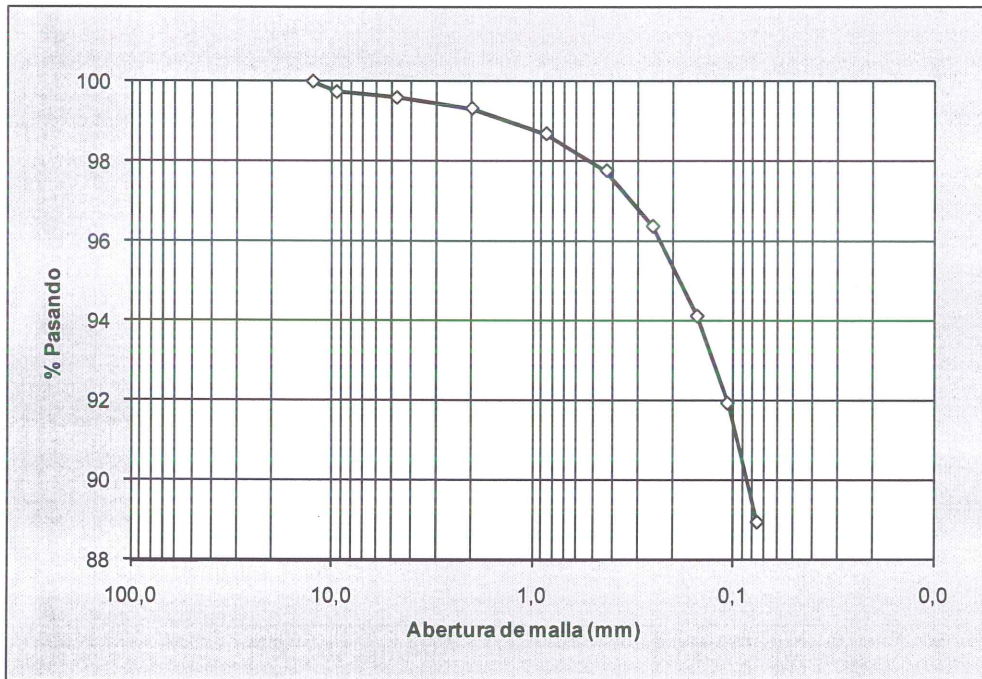


Gráfico 12. Curva granulométrica: muestra 0392-14.

Tabla 15. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0393-14.

MASA INICIAL: 689 g MASA FINAL: 80,0 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
1/2"	12,5	0,00	0,00	0,00	100
3/8"	9,50	5,21	0,76	0,76	99,2
N° 4	4,75	4,59	0,67	1,42	98,6
N° 10	2,00	7,61	1,10	2,53	97,5
N° 20	0,85	7,04	1,02	3,55	96,5
N° 40	0,43	9,08	1,32	4,87	95,1
N°60	0,25	11,9	1,73	6,59	93,4
N°100	0,15	14,0	2,03	8,63	91,4
N°140	0,11	10,2	1,48	10,1	89,9
N°200	0,08	10,3	1,49	11,6	88,4

No. de informe: I-0327-14

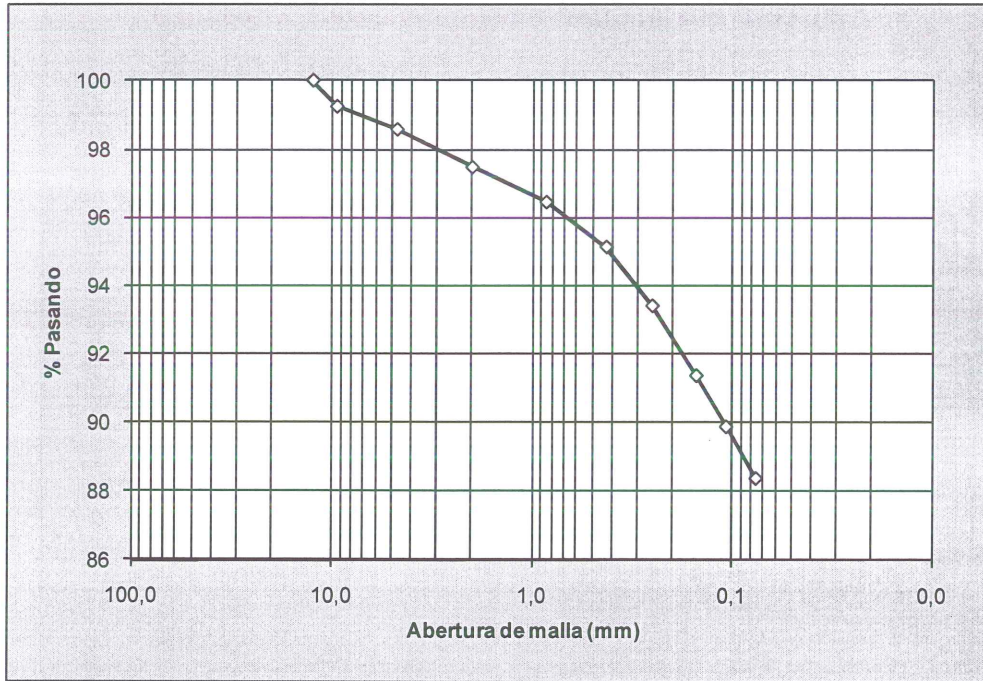


Gráfico 13. Curva granulométrica: muestra 0393-14.

Tabla 16. Análisis granulométrico de suelos vía seca: muestra 0394-14.

MASA INICIAL: 869 g MASA FINAL: 174 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/8"	9,50	0,00	0,00	0,00	100
N° 4	4,75	3,35	0,39	0,39	100
N° 10	2,00	9,28	1,07	1,45	98,5
N° 20	0,85	16,3	1,87	3,33	96,7
N° 40	0,43	23,4	2,69	6,02	94,0
N°60	0,25	27,5	3,17	9,18	90,8
N°100	0,15	32,2	3,71	12,9	87,1
N°140	0,11	27,8	3,20	16,1	83,9
N°200	0,08	33,9	3,90	20,0	80,0

No. de informe: I-0327-14

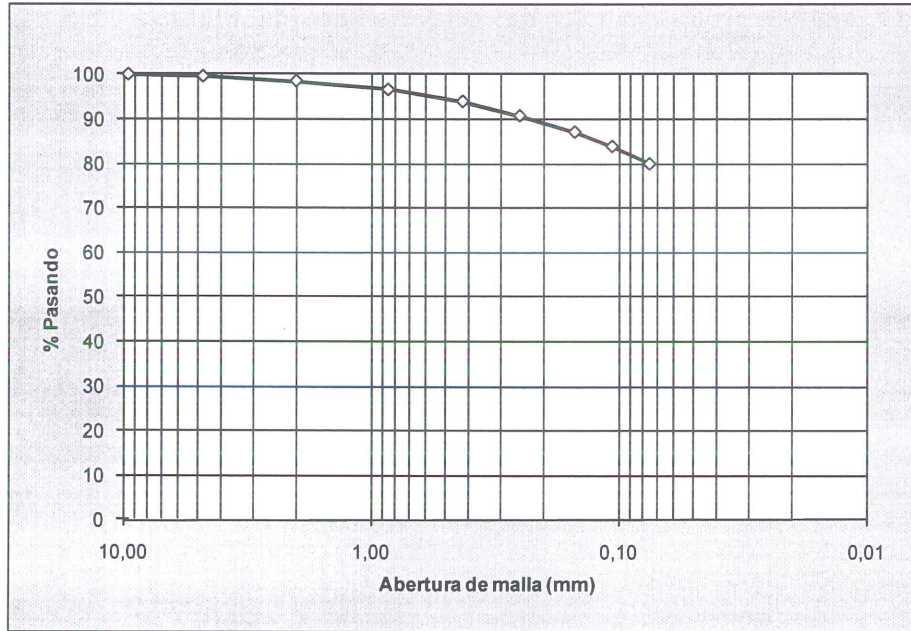
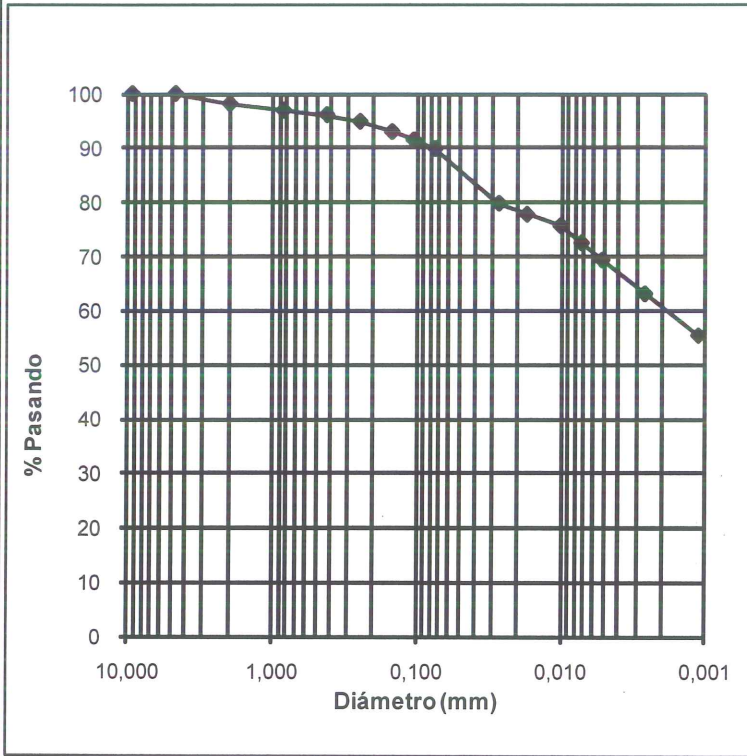


Gráfico 14. Curva granulométrica: muestra 0394-14.

No. de informe: I-0327-14

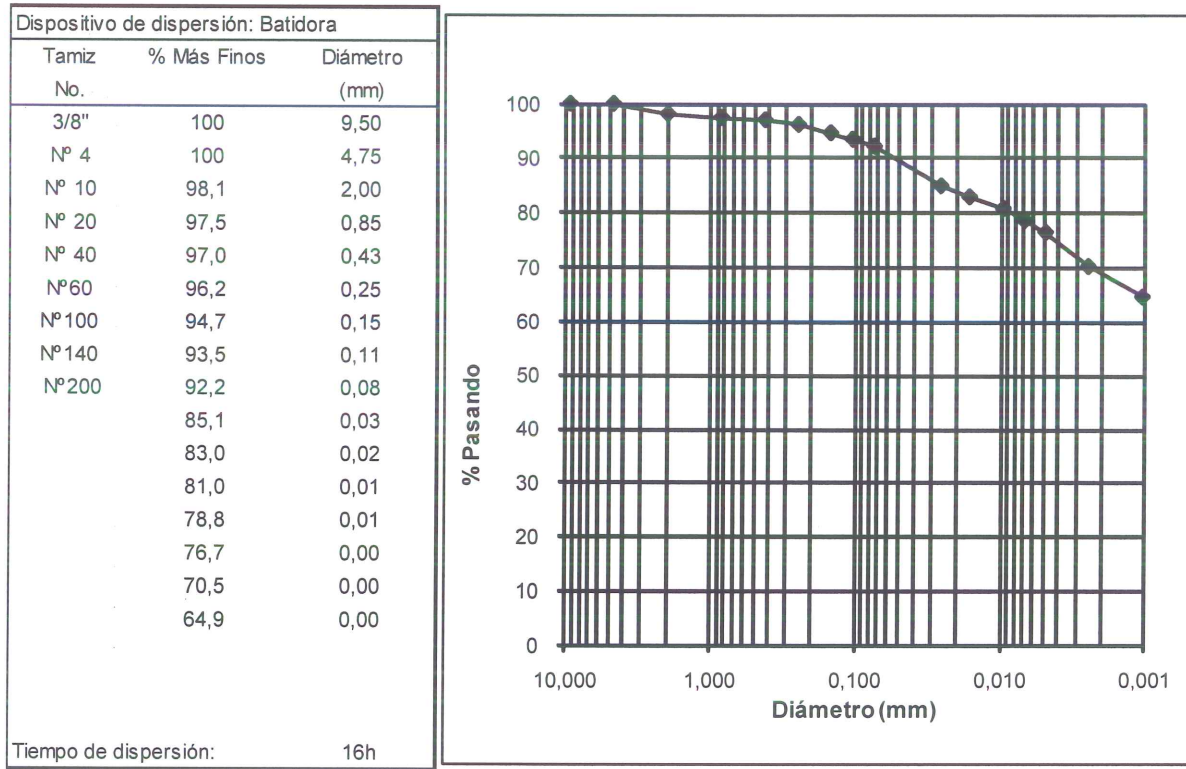
Tabla 17. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0378-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
N° 4	100	4,75
N° 10	98,1	2,00
N° 20	96,9	0,85
N° 40	96,1	0,43
N°60	94,9	0,25
N°100	93,0	0,15
N°140	91,5	0,11
N°200	89,9	0,08
	79,8	0,03
	77,8	0,02
	75,7	0,01
	72,5	0,01
	69,3	0,01
	63,1	0,00
	55,4	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

Tabla 18. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0379-14.

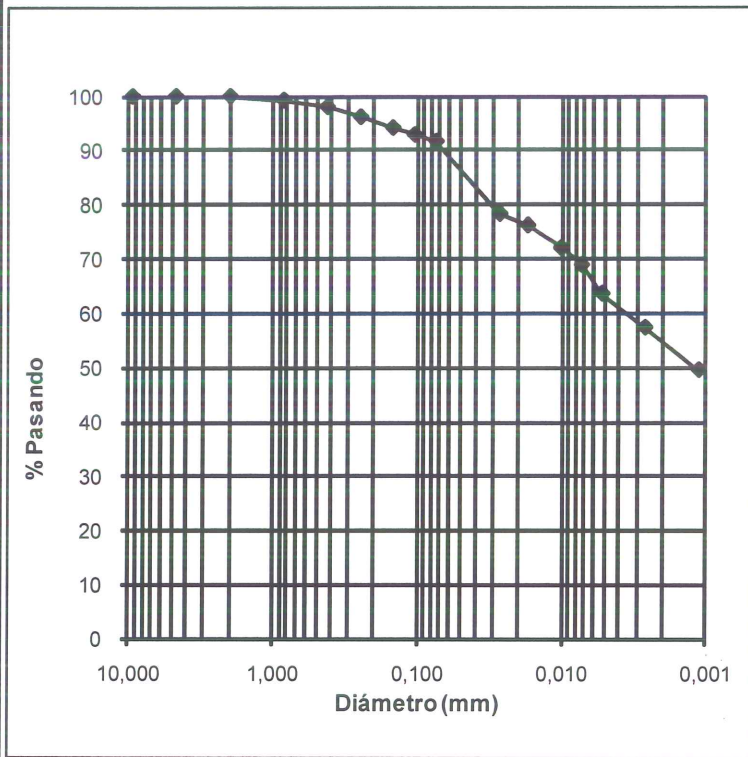


No. de informe: I-0327-14

Tabla 19. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0380-14.

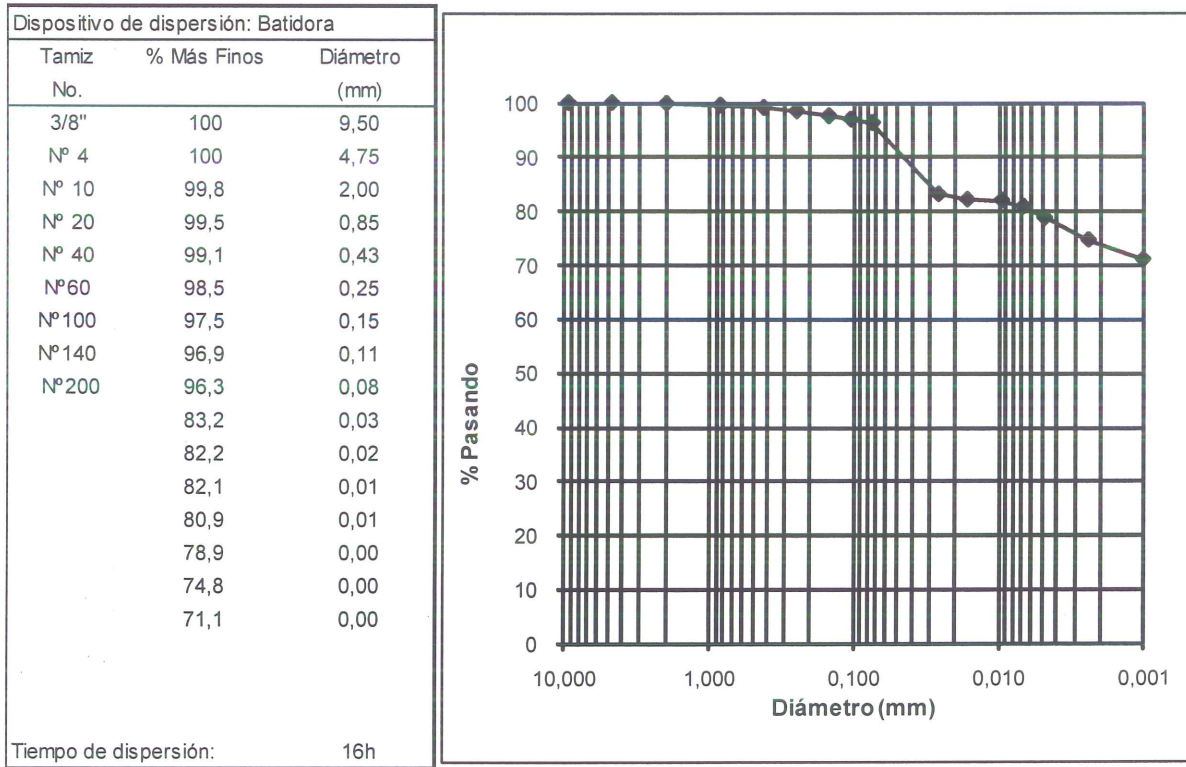
Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	100,0	2,00
Nº 20	99,3	0,85
Nº 40	98,0	0,43
Nº60	96,2	0,25
Nº100	94,2	0,15
Nº140	92,9	0,11
Nº200	91,6	0,08
	78,3	0,03
	76,2	0,02
	72,1	0,01
	68,9	0,01
	63,7	0,01
	57,4	0,00
	49,6	0,00

Tiempo de dispersión: 16h



No. de informe: I-0327-14

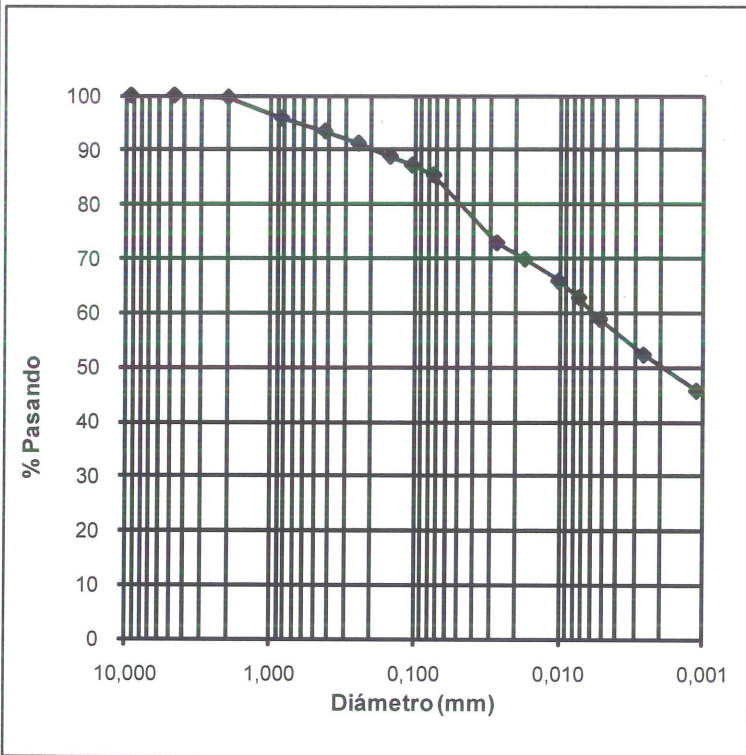
Tabla 20. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0382-14.



No. de informe: I-0327-14

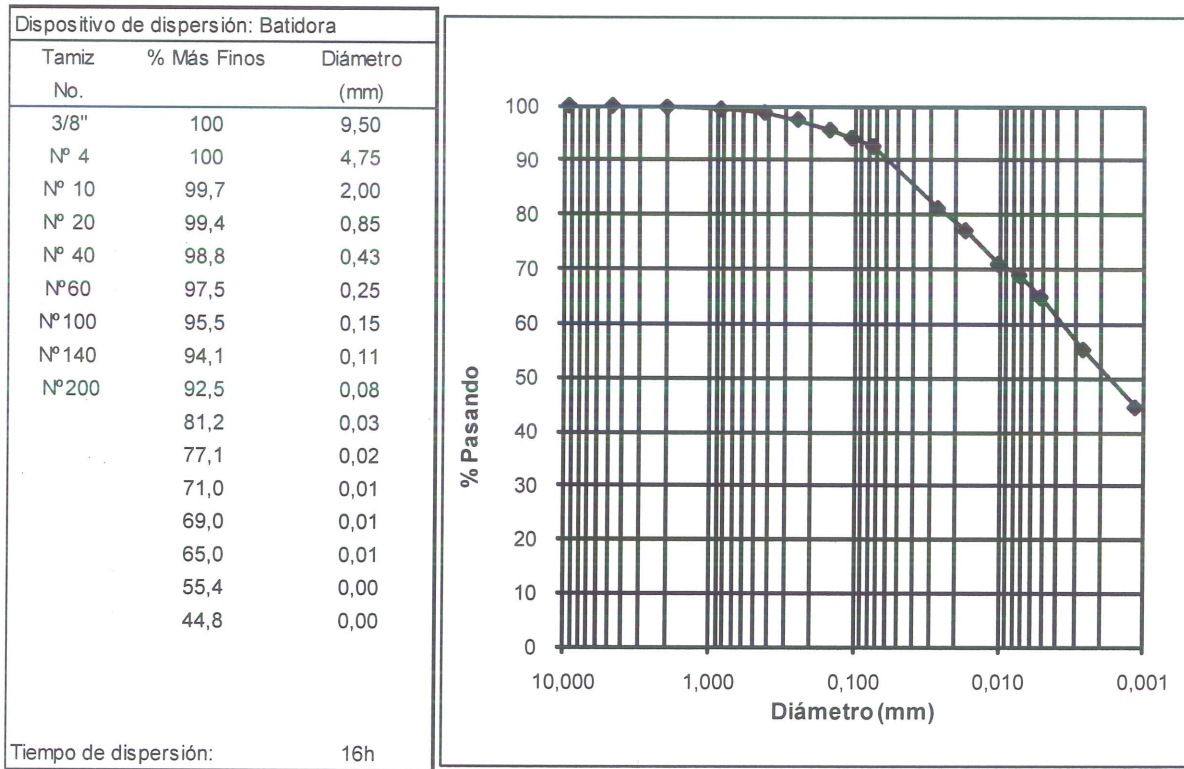
Tabla 21. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0384-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	99,6	2,00
Nº 20	95,8	0,85
Nº 40	93,4	0,43
Nº 60	91,2	0,25
Nº 100	88,9	0,15
Nº 140	87,2	0,11
Nº 200	85,4	0,08
	73,0	0,03
	69,9	0,02
	65,9	0,01
	62,9	0,01
	58,9	0,01
	52,5	0,00
	45,9	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

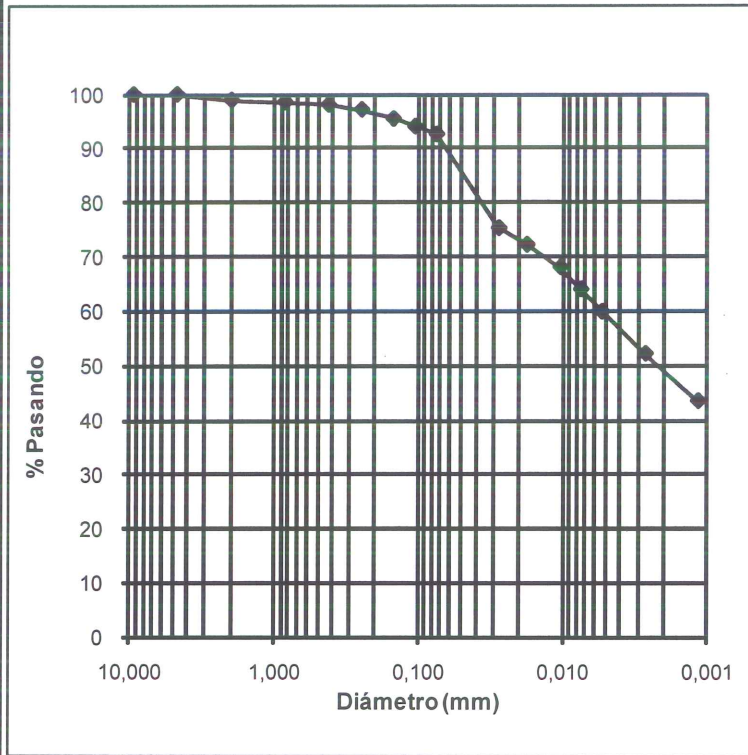
Tabla 22. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0385-14.



No. de informe: I-0327-14

Tabla 23. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0387-14.

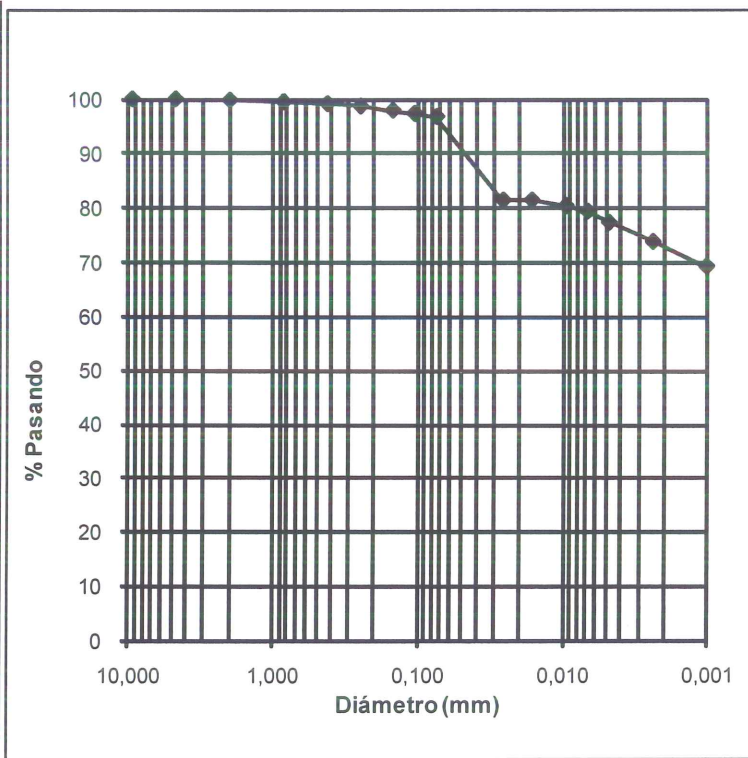
Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	98,9	2,00
Nº 20	98,5	0,85
Nº 40	98,1	0,43
Nº 60	97,2	0,25
Nº 100	95,4	0,15
Nº 140	94,0	0,11
Nº 200	92,6	0,08
	75,3	0,03
	72,2	0,02
	68,0	0,01
	64,0	0,01
	59,9	0,01
	52,1	0,00
	43,5	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

Tabla 24. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0388-14.

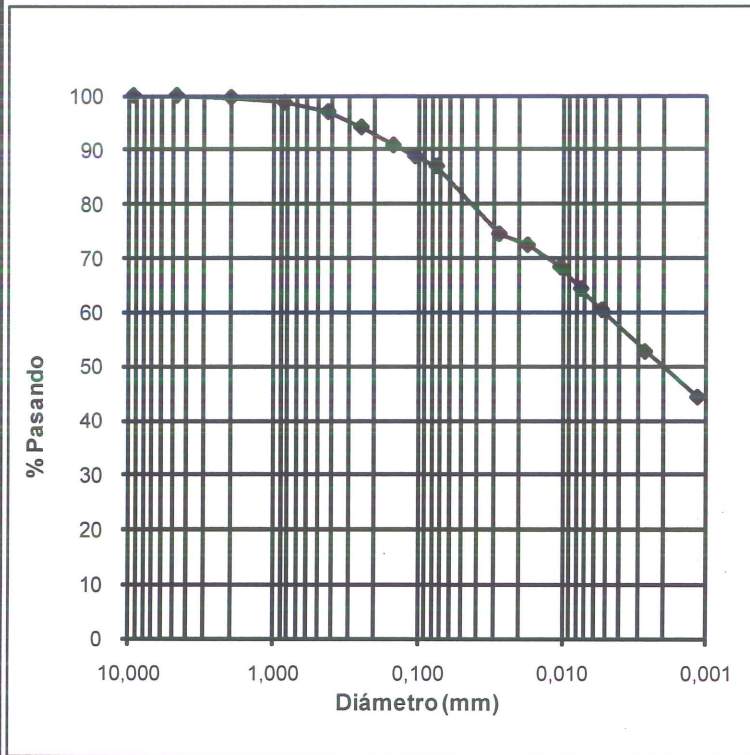
Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	99,8	2,00
Nº 20	99,5	0,85
Nº 40	99,1	0,43
Nº 60	98,7	0,25
Nº 100	97,9	0,15
Nº 140	97,3	0,11
Nº 200	96,8	0,08
	81,5	0,03
	81,5	0,02
	80,5	0,01
	79,4	0,01
	77,4	0,00
	73,9	0,00
	69,4	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

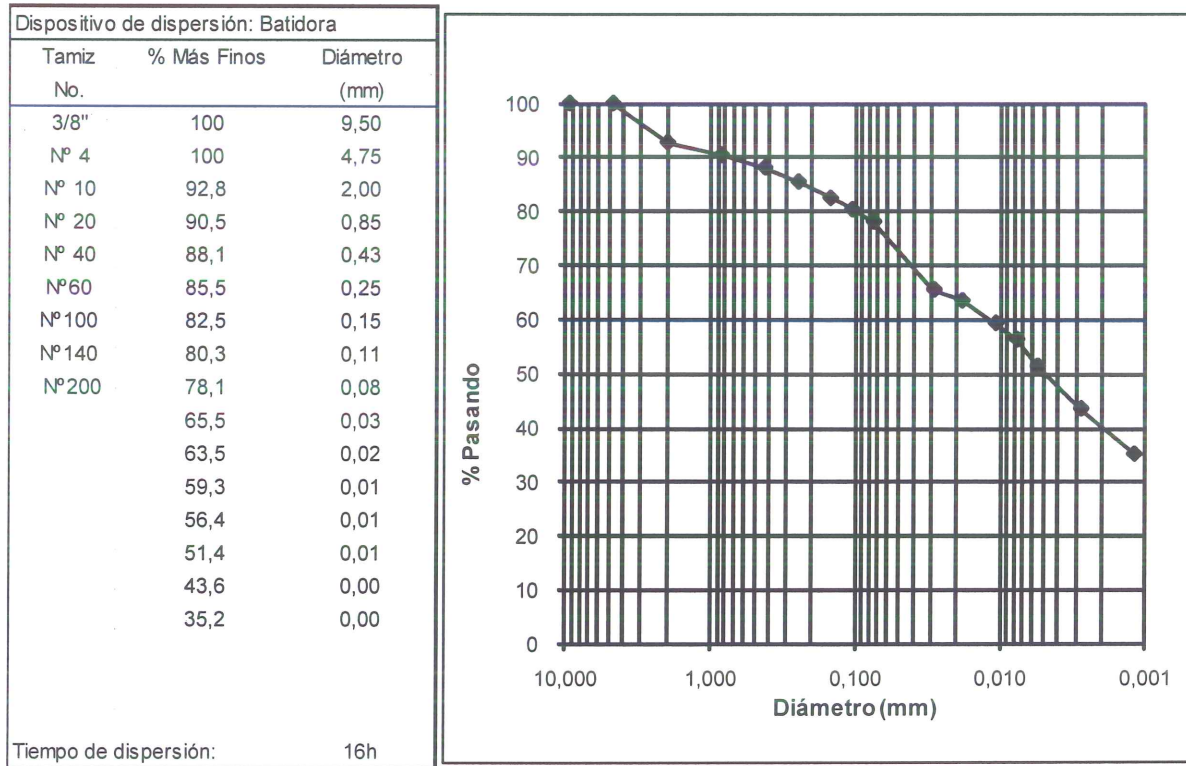
Tabla 25. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0389-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
N° 4	100	4,75
N° 10	99,6	2,00
N° 20	98,7	0,85
N° 40	97,0	0,43
N° 60	94,1	0,25
N° 100	90,8	0,15
N° 140	88,8	0,11
N° 200	87,0	0,08
	74,4	0,03
	72,4	0,02
	68,3	0,01
	64,3	0,01
	60,4	0,01
	52,6	0,00
	44,2	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

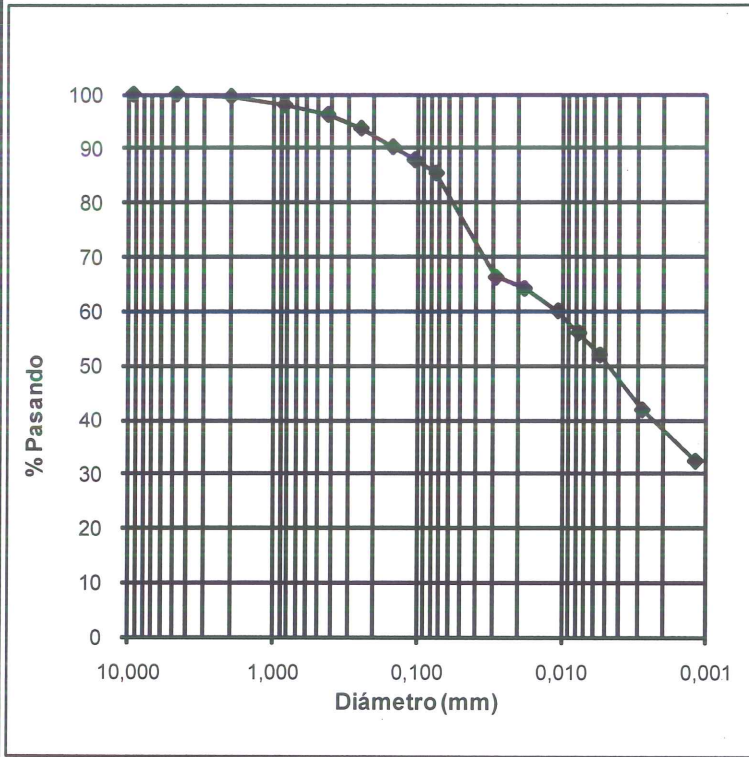
Tabla 26. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0390-14.



No. de informe: I-0327-14

Tabla 27. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0391-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	99,6	2,00
Nº 20	98,0	0,85
Nº 40	96,2	0,43
Nº 60	93,7	0,25
Nº 100	90,2	0,15
Nº 140	87,9	0,11
Nº 200	85,4	0,08
	66,3	0,03
	64,2	0,02
	60,1	0,01
	56,1	0,01
	52,0	0,01
	42,0	0,00
	32,5	0,00
Tiempo de dispersión:		16h

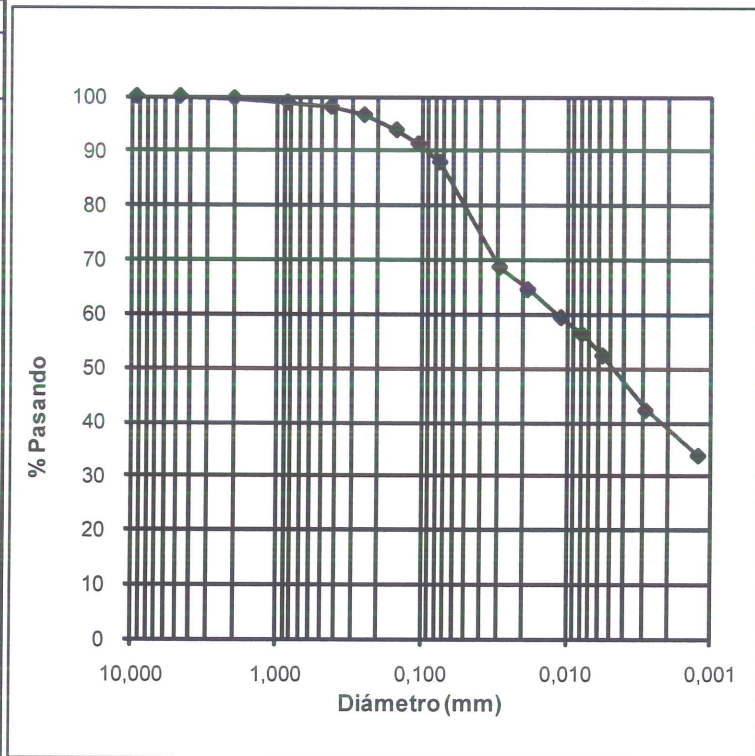


No. de informe: I-0327-14

Tabla 28. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0392-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	99,6	2,00
Nº 20	98,9	0,85
Nº 40	98,1	0,43
Nº 60	96,6	0,25
Nº 100	93,8	0,15
Nº 140	91,3	0,11
Nº 200	87,9	0,08
	68,6	0,03
	64,5	0,02
	59,4	0,01
	56,3	0,01
	52,3	0,01
	42,2	0,00
	33,8	0,00

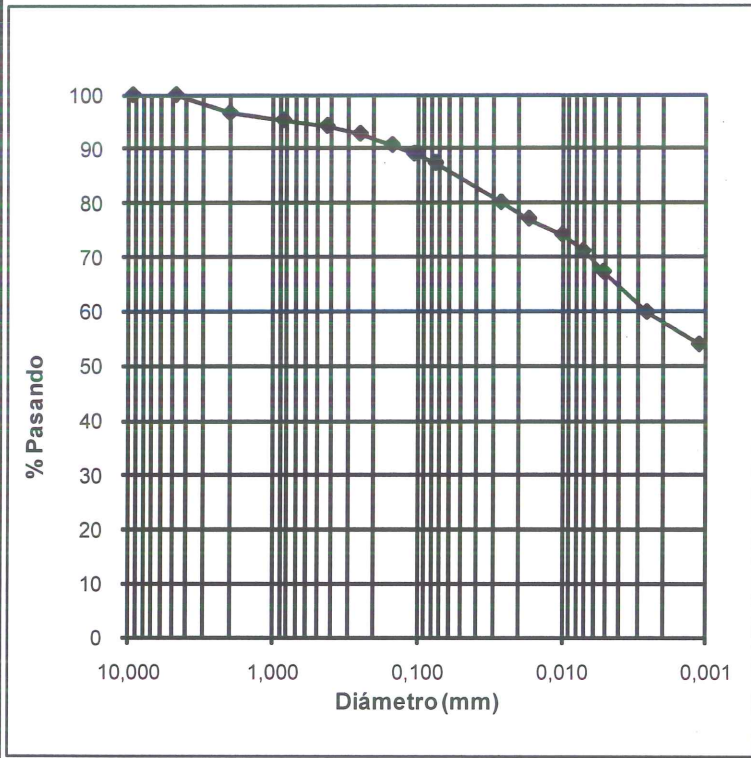
Tiempo de dispersión: 16h



No. de informe: I-0327-14

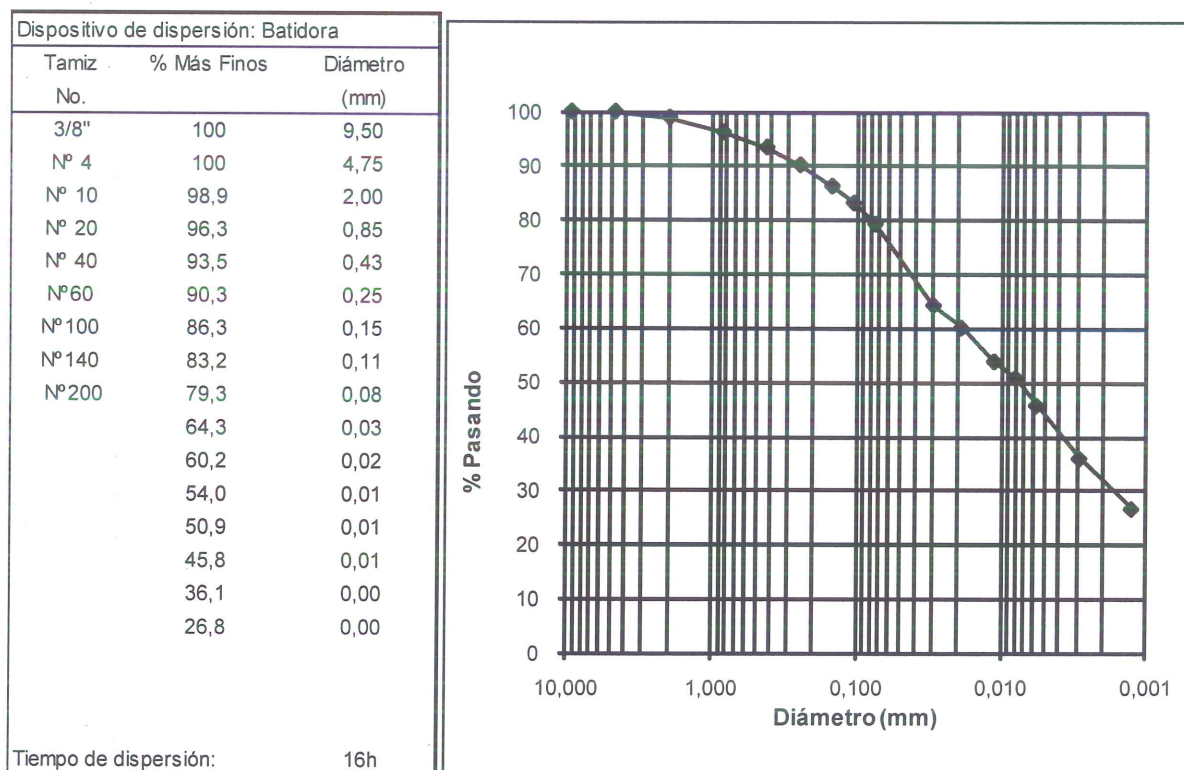
Tabla 29. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0393-14.

Dispositivo de dispersión: Batidora		
Tamiz No.	% Más Finos	Diámetro (mm)
3/8"	100	9,50
Nº 4	100	4,75
Nº 10	96,6	2,00
Nº 20	95,3	0,85
Nº 40	94,2	0,43
Nº 60	92,8	0,25
Nº 100	90,7	0,15
Nº 140	89,1	0,11
Nº 200	87,4	0,08
	80,1	0,03
	77,0	0,02
	74,0	0,01
	71,1	0,01
	67,2	0,01
	59,7	0,00
	53,8	0,00
Tiempo de dispersión:		16h



No. de informe: I-0327-14

Tabla 30. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda: muestra 0394-14.



Nota:

- El ensayo del hidrómetro es realizado para todas las muestras con material pasando el tamiz N° 10.



LABORATORIO NACIONAL
DE MATERIALES Y MODELOS ESTRUCTURALES



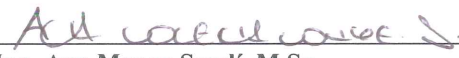
No. de informe: I-0327-14

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 las muestras indicadas 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:

Aprobó:



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



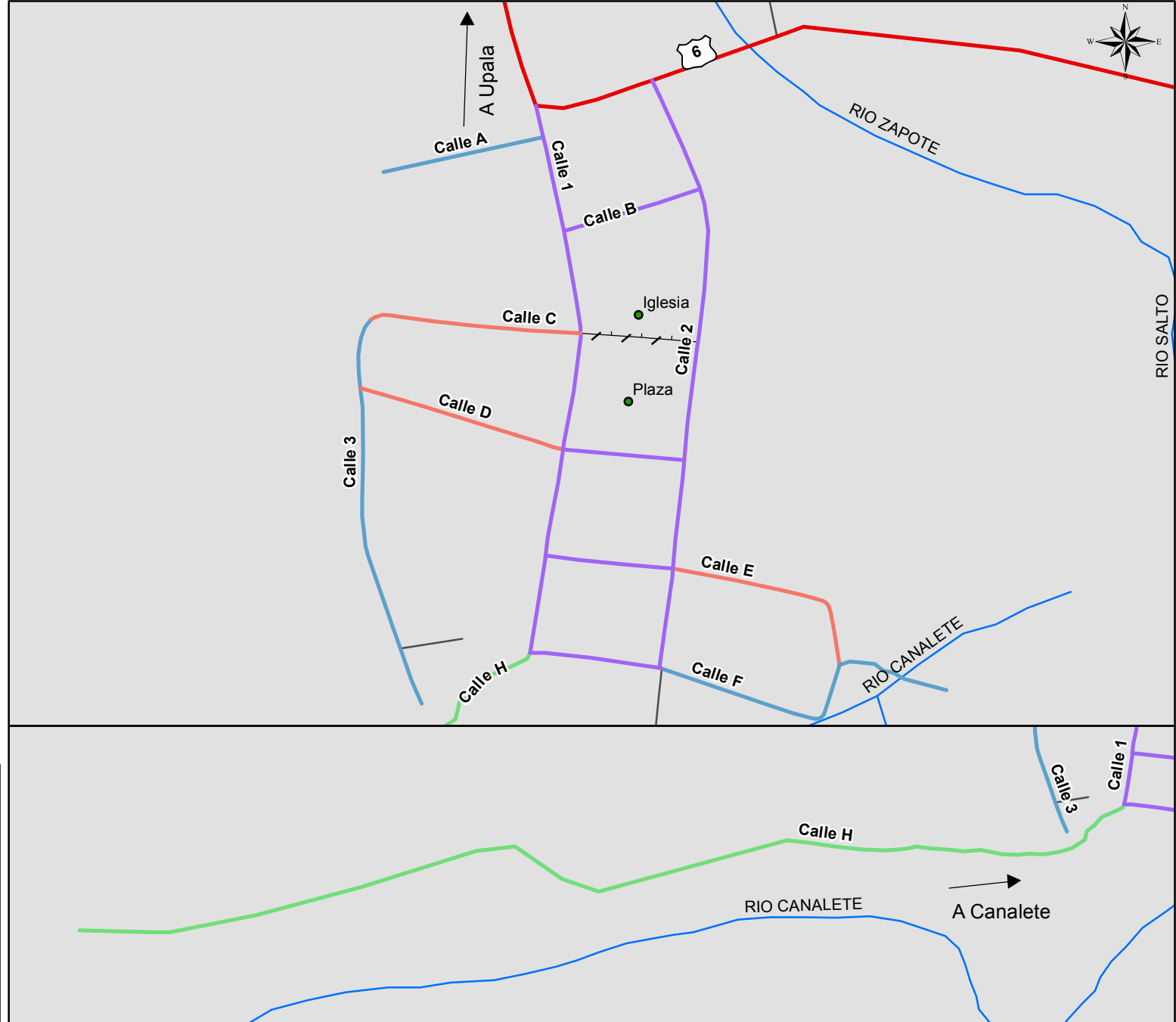
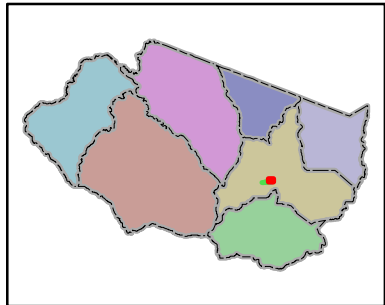
Ing. Alejandro Navas Carro, M.Sc.
Director LanammeUCR

Anexo	Contenido
8	Mapa de Estructuras de Pavimento

Municipalidad de Upala

Canalete

Estructuras de Pavimento Propuestas: Opción 1



Simbología

● Referencias

— Red Hidrográfica

Estructura de Pavimento: Opción 1

— EP1

— EP2

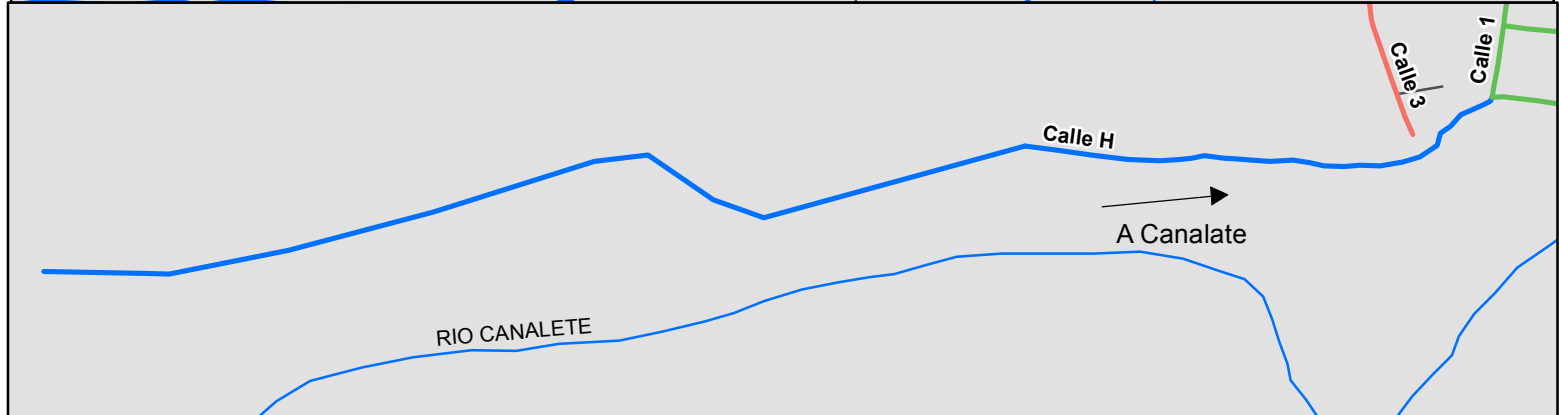
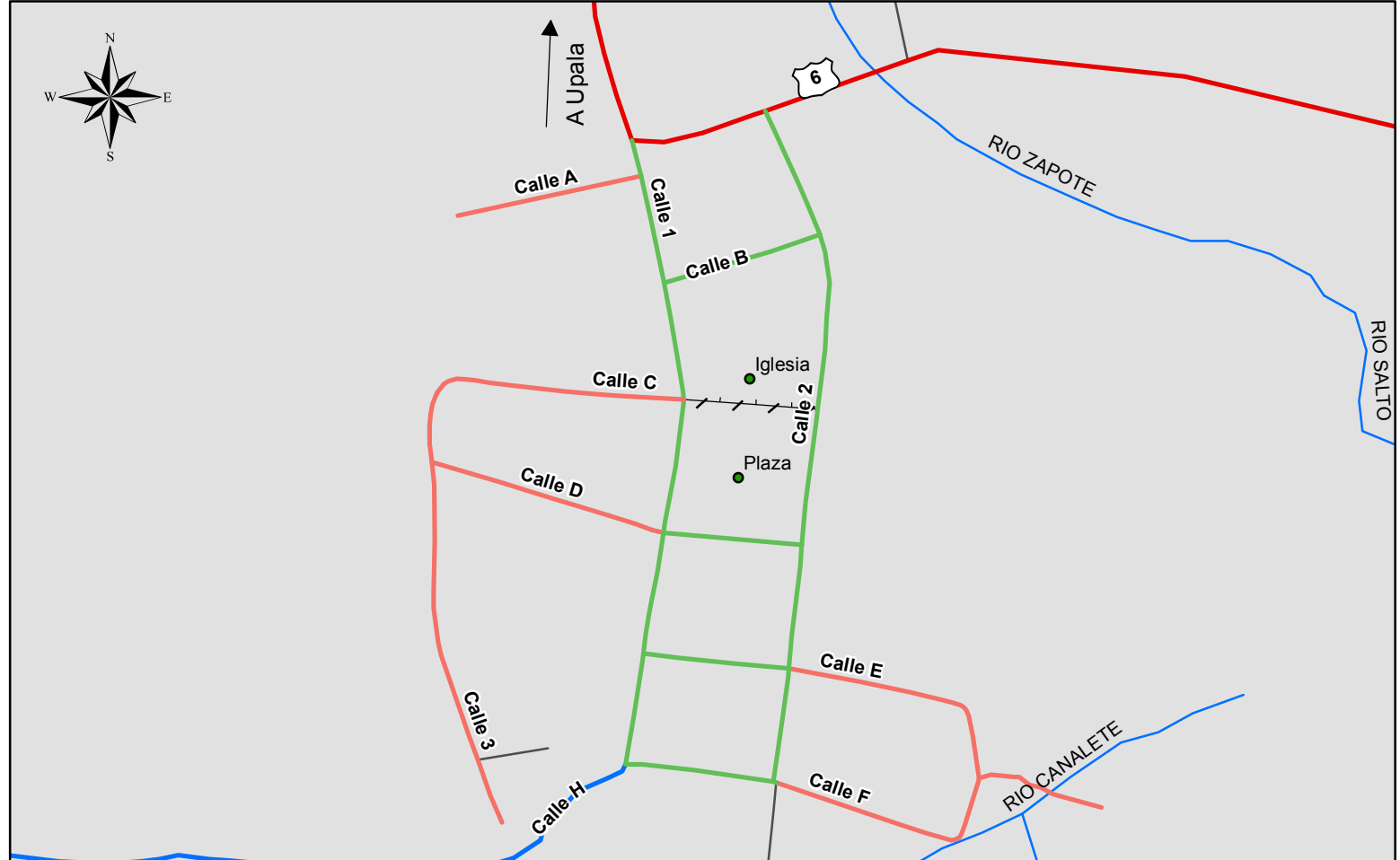
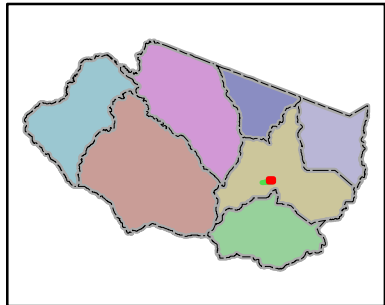
— EP3

— EP4

Municipalidad de Upala

Canalete

Estructuras de Pavimento Propuestas: Opción 2



Simbología

- Referencias
- Red Hidrográfica

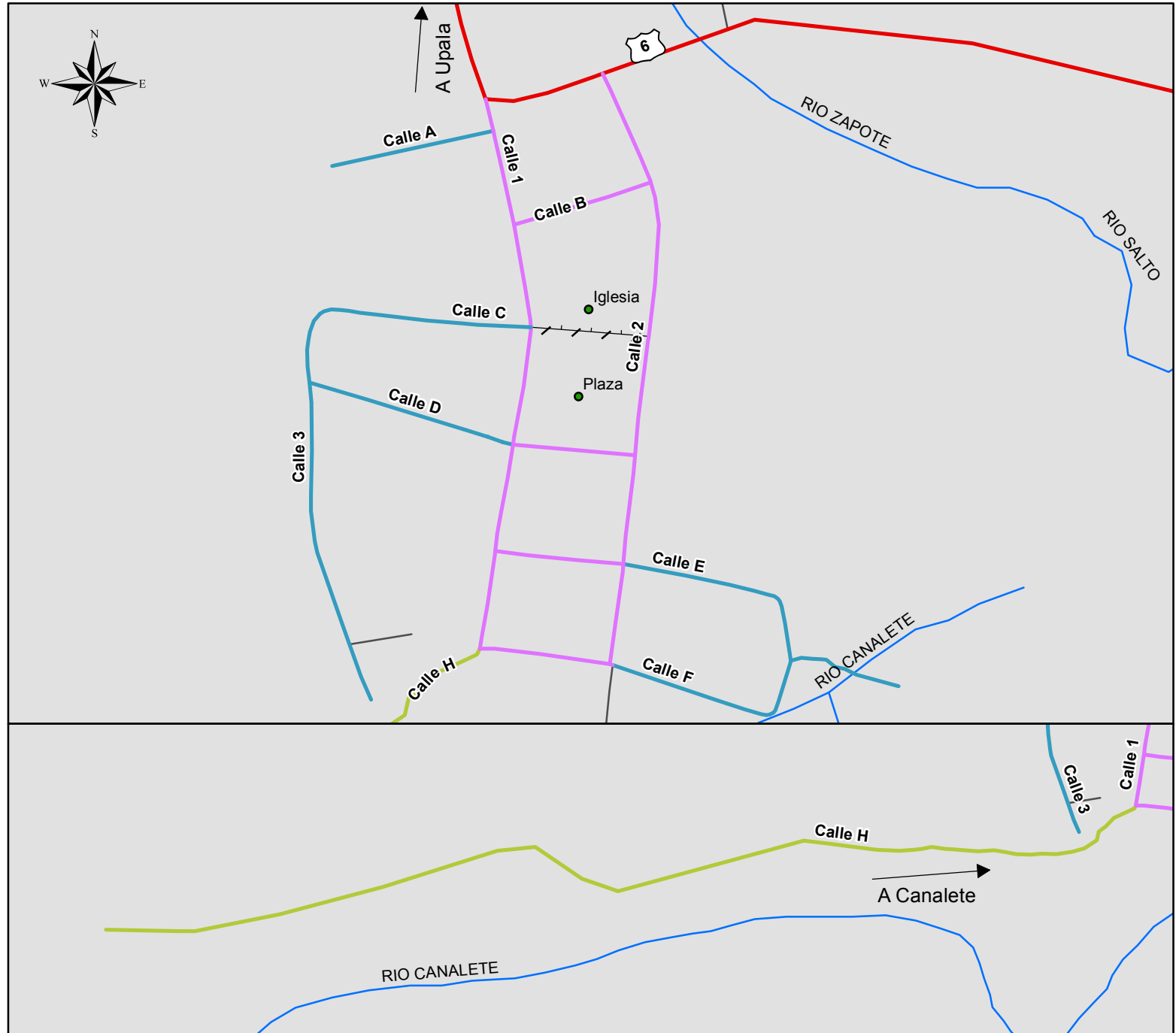
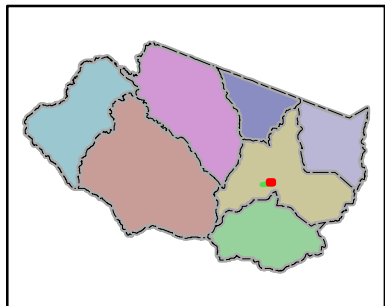
Estructura de Pavimento: Opción 2

- EP5
- EP6
- EP7

Municipalidad de Upala

Canalete

Estructuras de Pavimento Propuestas: Opción 3



Simbología

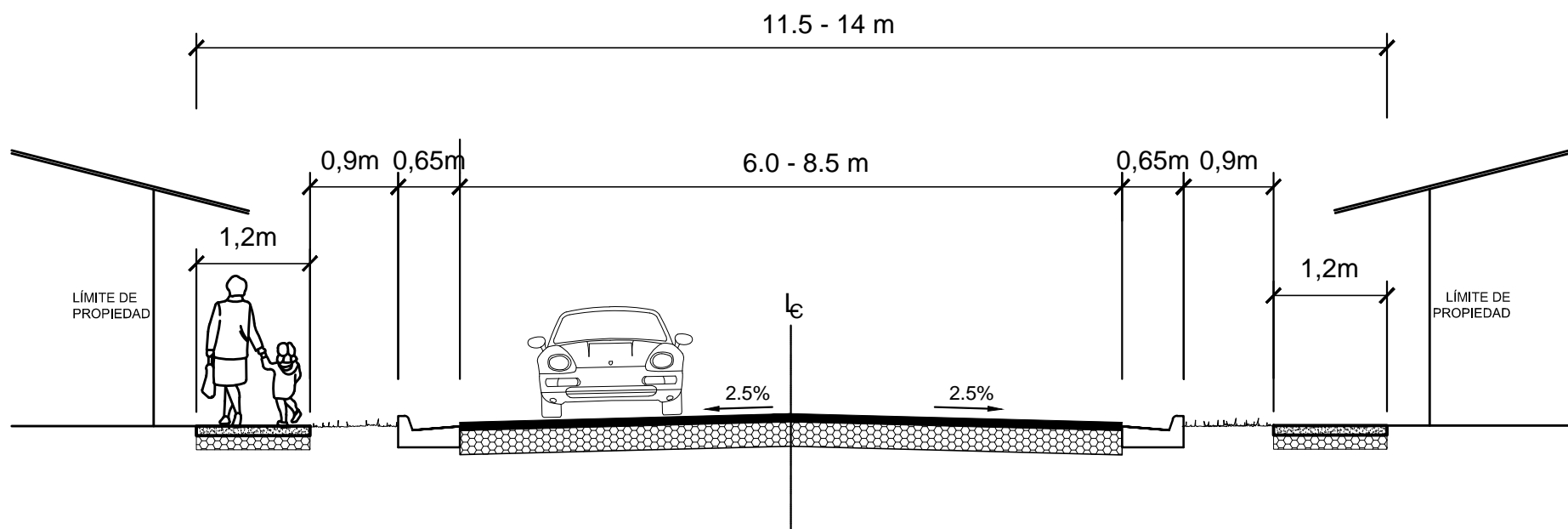
- Referencias
- Red Hidrográfica

Estructura de Pavimento: Opción 3

- EP8
- EP9
- EP10

Anexo	Contenido
9	Secciones Transversales

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-1 OPCIÓN 1



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



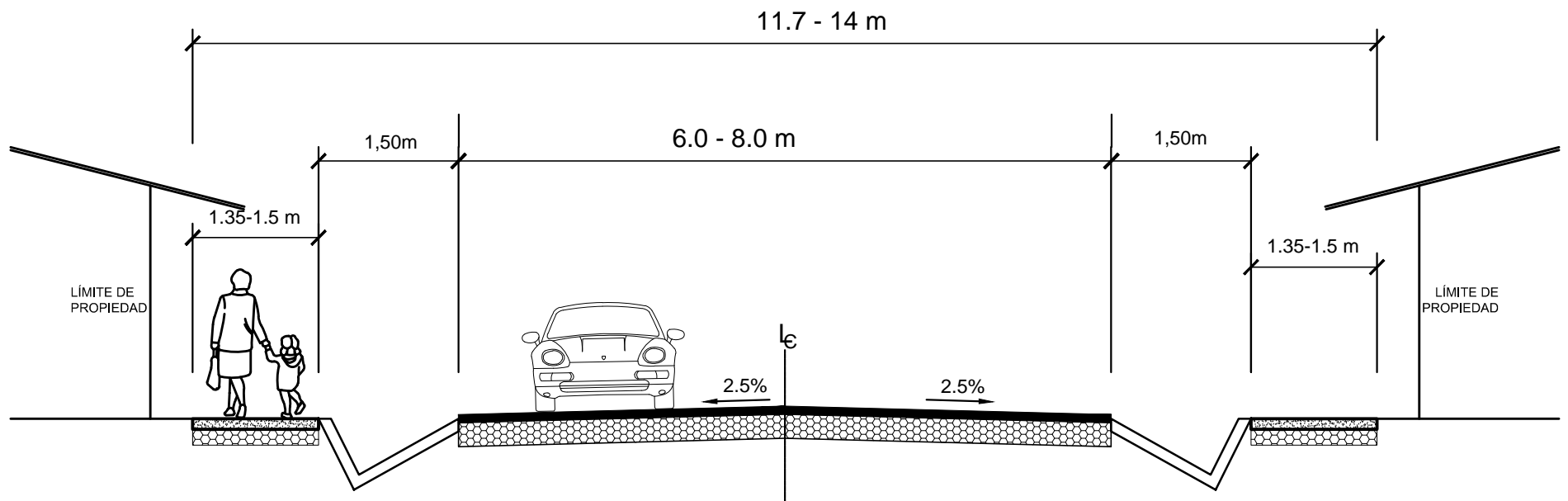
Sección Transversal ST-1

Proyecto Canalete
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-2 OPCIÓN 1



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



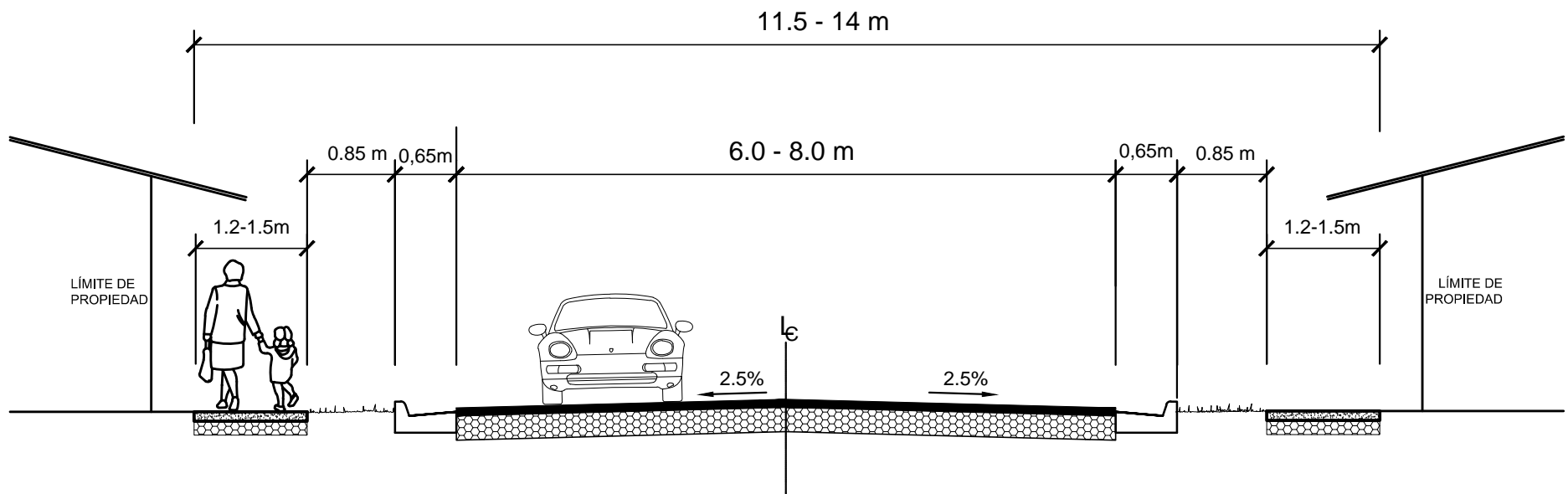
Sección Transversal ST-2

Proyecto Canalete
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-3 OPCIÓN 1



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



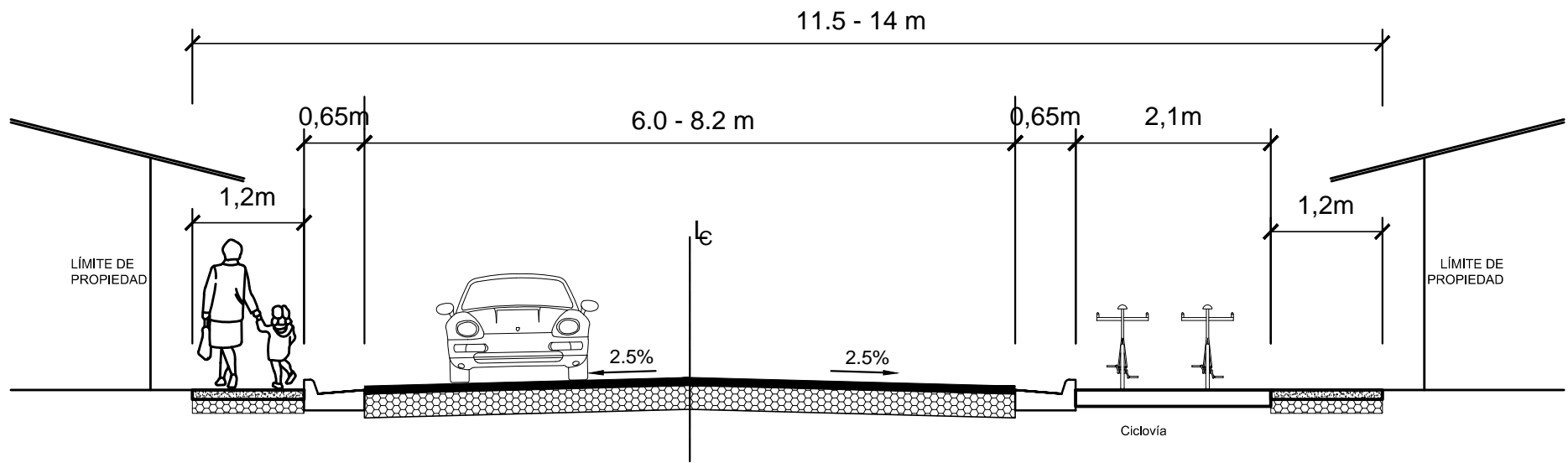
Sección Transversal ST-3

Proyecto Canalete
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-1 OPCIÓN 2



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



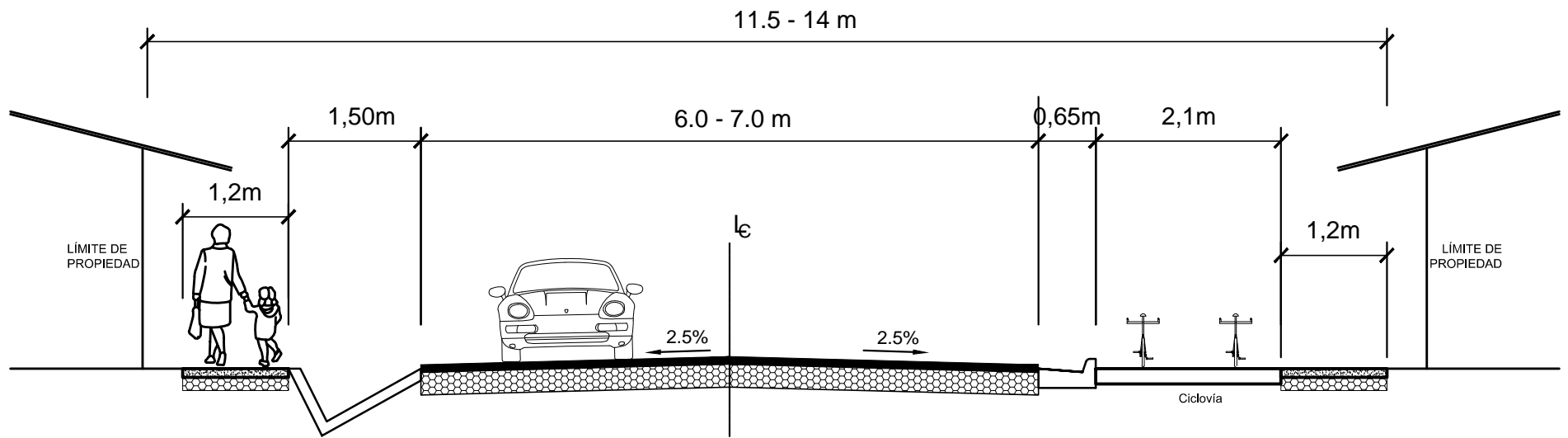
Sección Transversal ST-1

Proyecto Canaleta
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-2 OPCIÓN 2



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



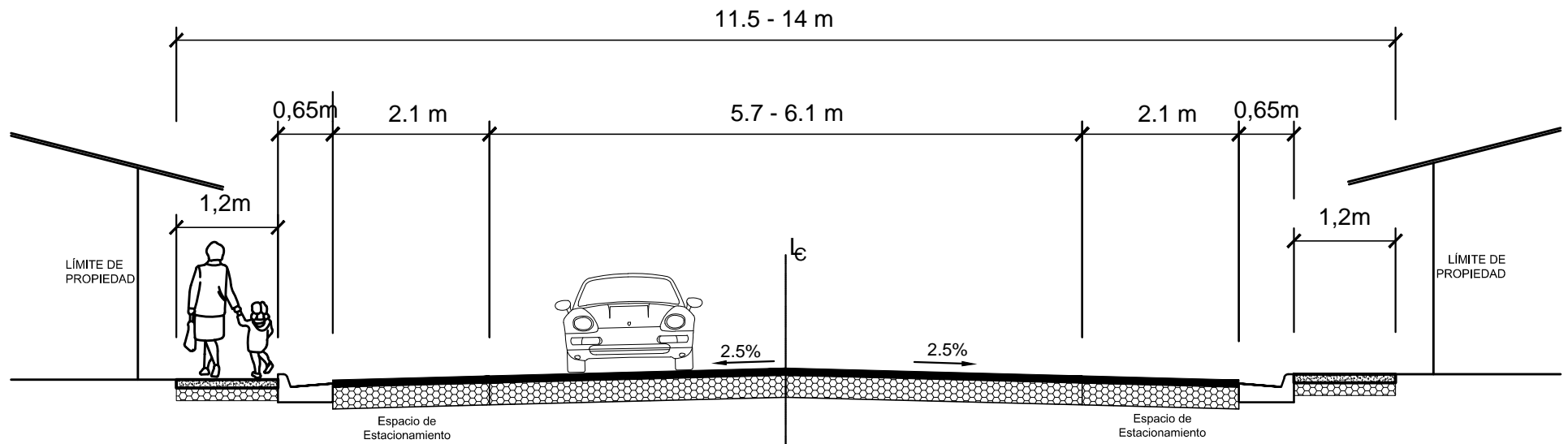
Sección Transversal ST-2

Proyecto Canalete
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

SECCIÓN TRANSVERSAL ST-3 OPCIÓN 2



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



Sección Transversal ST-3

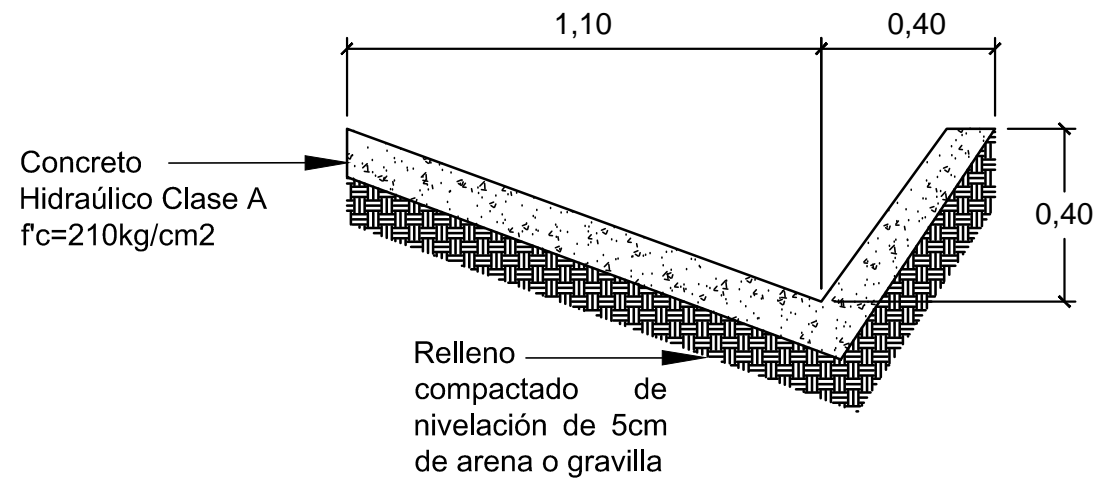
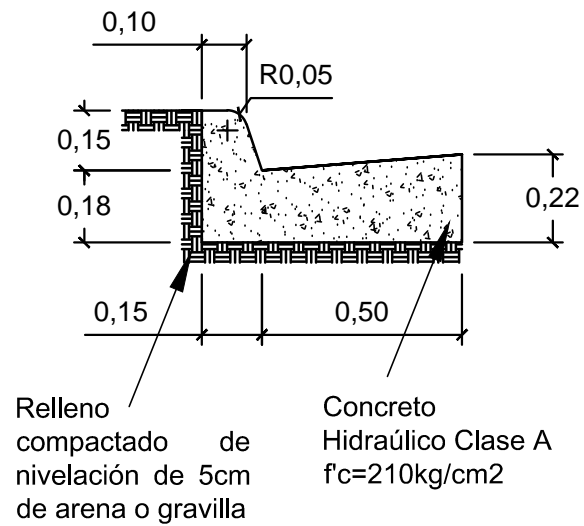
Proyecto Canalete
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Escala: 1:75

Enero 2015

DETALLE DE CUNETETA REVESTIDA

DETALLE DE CORDON Y CAÑO



Universidad de Costa Rica
Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales



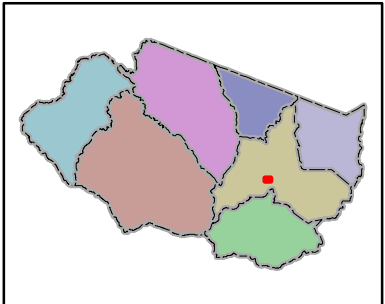
Estructuras de drenaje (cunetas)

Proyecto Canaleta
Cantón: Upala, Provincia: Alajuela

Sin Escala

Enero 2015

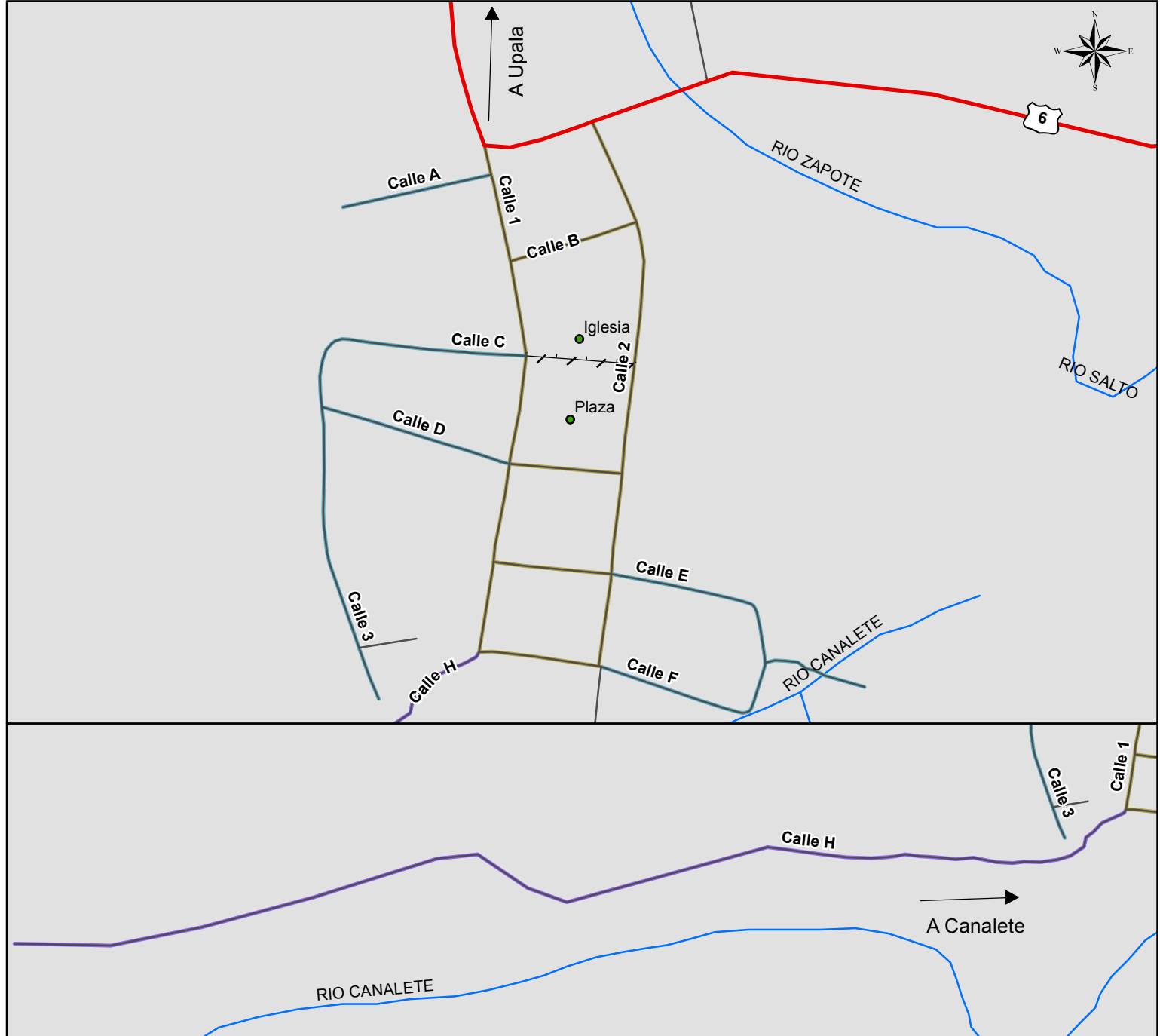
Anexo	Contenido
10	Mapa de Secciones Transversales



Municipalidad de Upala

Canalete

Secciones Transversales Propuestas



Simbología

- Referencias
- Red Hidrográfica

Vías Canalete

- Bulevar
- Cantonal
- Ruta Nacional

Secciones transversales

- ST1
- ST2
- ST3

Anexo	Contenido
11	Información Digital