



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales



PROGRAMA DE
INFRAESTRUCTURA DEL
TRANSPORTE

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PI-GM-06-2014

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO EN RUTA 1-18-005 BARRIO SAN JOSÉ CURRIDABAT

Preparado por:

Unidad de Gestión Municipal

San José, Costa Rica
Febrero, 2014



Documento generado con base en el Art. 6, inciso j) de la Ley 8114 y lo señalado en el Capit.4, Art. 48 Reglamento al Art. 6 de la precitada ley, publicado mediante decreto DE-37016-MOPT.



Información técnica del documento

1. Informe LM-PI-GM-06-2014		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN ACTUAL Y PROPUESTA DE DISEÑO DE LAS ESTRUCTURAS DE PAVIMENTO EN RUTA 1-18-005 BARRIO SAN JOSÉ DE CURRIDABAT		4. Fecha del Informe Febrero, 2013
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales Universidad de Costa Rica, Ciudad Universitaria Rodrigo Facio, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica Tel: (506) 2511-2500 / Fax: (506) 2511-4440		
8. Notas complementarias		
9. Resumen Se presentan en este informe los resultados del proceso de evaluación de la condición actual de la vía y una propuesta de diseño de estructuras de pavimento para la Ruta Cantonal 1-18-005. Este informe es resultado de la gestión planteada por la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Curridabat por medio del oficio GVMC-456-11-2013. El informe presenta los resultados de los conteos vehiculares, pruebas de deflectometría de impacto, retro cálculo de módulos para las capas de subrasante, subbase y base, pruebas de caracterización de los materiales y sondeos de campo; finalmente, se hace una propuesta de diseño de intervención para los pavimentos existentes; estas propuestas corresponden a prediseños, los cuales son sometidos a revisión por parte de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Curridabat, quien en última instancia tomará la decisión sobre que intervención ejecutar.		
10. Palabras clave Evaluación de vías, estructuras de pavimento, Municipalidad de Curridabat	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 33
13. Preparado por: Ing. Josué Quesada Campos Ingeniero Civil Unidad de Gestión Municipal-PITRA  Fecha: 26 / 2 / 2014	14. Revisado por Ing. Jaime Allen Monge, M. Sc. Coordinador Unidad de Gestión Municipal-PITRA  Fecha: 26 / 02 / 2014	15. Revisado por: Lic. Miguel Chacón Alvarado Asesor Legal Lanamme UCR  Fecha: 24 / 02 / 14
16. Aprobado por: Ing. Guillermo Loría Salazar, Ph. D. Coordinador General PITRA  Fecha: 1 / 1 / 14		



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	4
1. INTRODUCCIÓN	5
2. UBICACIÓN.....	6
3. ALCANCE Y LIMITACIONES.....	7
4. METODOLOGÍA.....	8
5. RESULTADOS OBTENIDOS	9
5.1 CONTEOS VEHICULARES	9
5.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL	11
5.3 SONDEOS	13
5.4 PRUEBAS DE LABORATORIO	14
5.5 MODULOS RESILIENTES.....	14
5.7 PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN.....	16
6. CONCLUSIONES	18
7. RECOMENDACIONES	18
8. ANEXOS	19

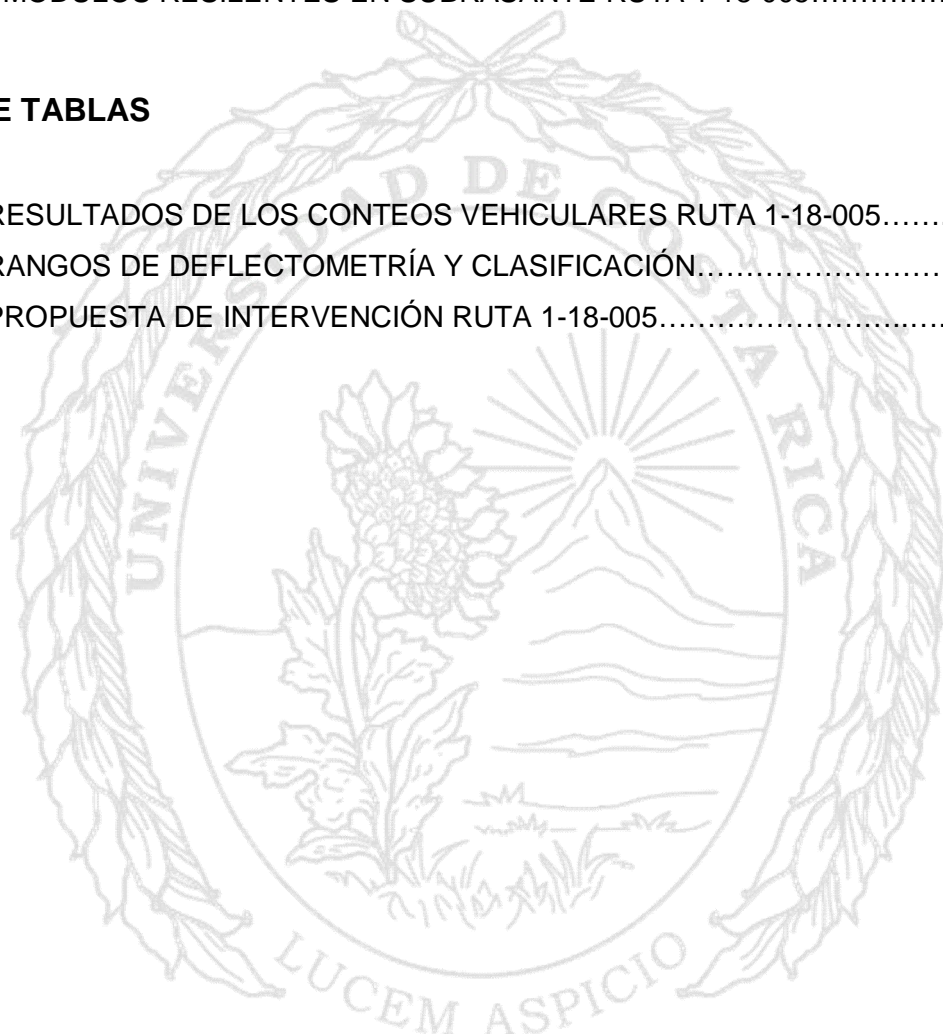


ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	6
FIGURA 2. CONTEOS VEHICULARES EN RUTA 1-18-005.....	15
FIGURA 3. RESULTADO DE LA DEFLECTOMETRÍA EN RUTA 1-18-005.....	17
FIGURA 4. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS EN RUTA 1-18-005.....	17
FIGURA 5. MODULOS RESILIENTES EN SUBRASANTE RUTA 1-18-005.....	19

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. RESULTADOS DE LOS CONTEOS VEHICULARES RUTA 1-18-005.....	10
TABLA 2. RANGOS DE DEFLECTOMETRÍA Y CLASIFICACIÓN.....	11
TABLA 3. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN RUTA 1-18-005.....	17





1. INTRODUCCIÓN

El presente documento corresponde al informe de evaluación de la condición estructural actual de la Ruta Cantonal 1-18-005 perteneciente al cantón de Curridabat y a la presentación de una propuesta de diseño de las estructuras de pavimento a construir en esta ruta.

El estudio se realizó de acuerdo con la gestión planteada por parte de la Municipalidad de Curridabat a la Unidad de Gestión Municipal del LanammeUCR por medio del oficio GVMC-456-11-2013 y dentro de las potestades otorgadas al LanammeUCR por medio de la Ley 8114 y su reforma mediante la ley 8603 que incorpora el inciso j) del artículo 6, referente a las tareas que pueden ejecutarse en conjunto con las Municipalidades.

El estudio se desarrolló por medio de cuatro etapas secuenciales: se inició con la realización de conteos vehiculares, posteriormente se realizó el ensayo de medición de deflectometría de impacto, a continuación se ejecutaron sondeos en diferentes puntos de la ruta obteniendo espesores y materiales de losa de concreto, base, subbase y subrasante que fueron caracterizados en el laboratorio; finalmente, se procedió al análisis de la información y generación de las alternativas de intervención planteadas.

Se adjuntan los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y los formularios de sondeos ejecutados con la colaboración de la Municipalidad de Curridabat.

Informe LM-PI-GM-06-2014	Fecha de emisión: Febrero 2014	Página 5 de 33
--------------------------	--------------------------------	----------------

2. UBICACIÓN

El estudio se ubicó sobre la Ruta Cantonal 1-18-005 ubicada entre la intersección con la Ruta Nacional 211 hasta la entrada del Barrio Maria Auxiliadora para una longitud aproximada de 650 metros.

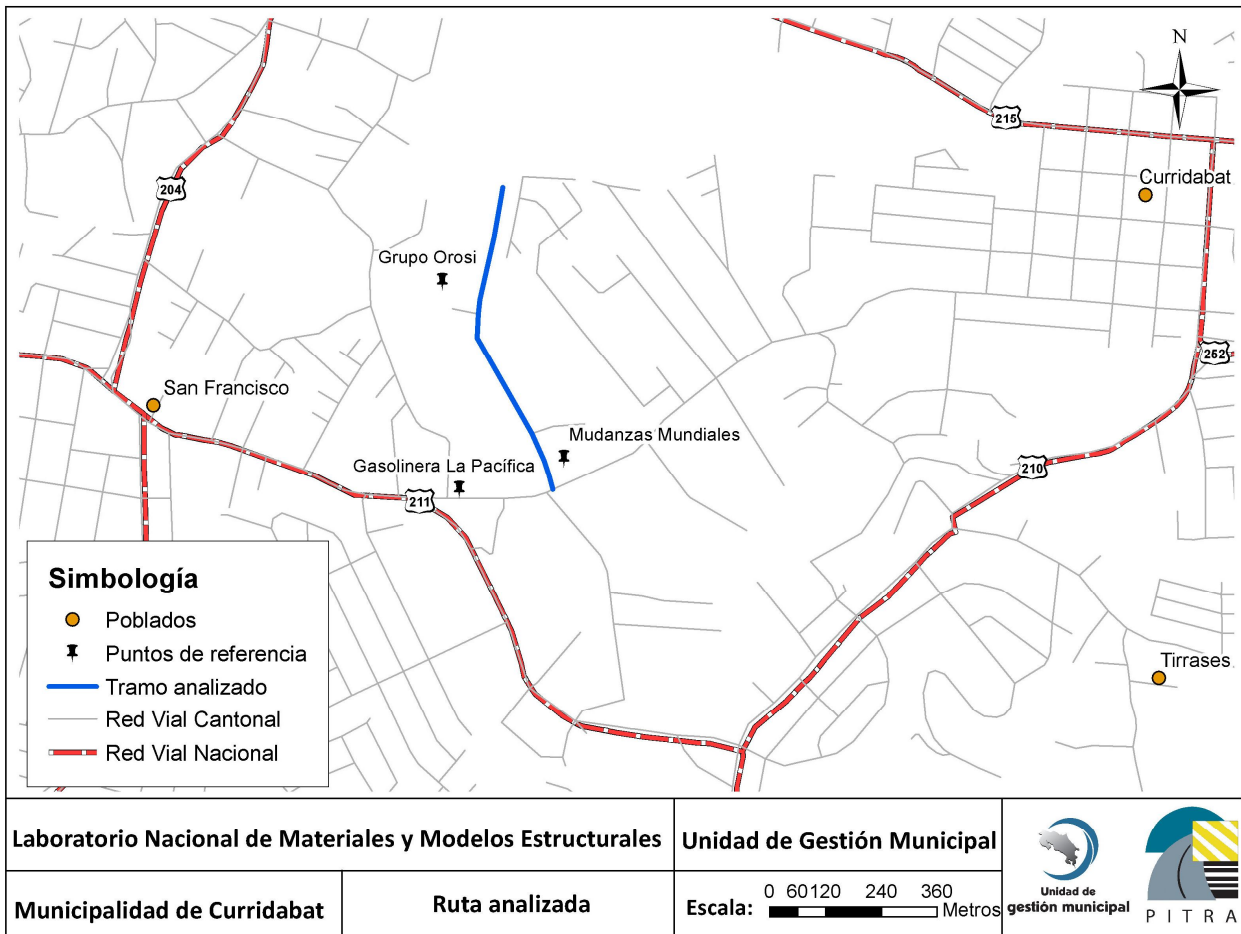


Figura 1. Ruta Cantonal analizada 1-18-005.
Fuente: UGM-PITRA-Lanamme UCR



3. ALCANCE Y LIMITACIONES

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

- El estudio se realizó en la totalidad de los 650 metros que componen parte de la ruta, por lo que los resultados obtenidos son representativos y consideran las condiciones propias de la vía en cuanto a su configuración de capas de pavimento como su composición de tránsito.
- No se ejecutaron pruebas que muestren la condición superficial de la vía, sin embargo en sitio es posible observar un evidente deterioro del pavimento actual, especialmente en la zona donde se ubica el pavimento rígido ya fracturado.
- Las propuestas de diseño consideran las condiciones de espesores existentes y tipos de materiales en la zona; además, se basan en las condiciones de tránsito medido y se asumen ciertas condiciones y valores necesarios para ejecutar el diseño. Es importante mencionar que estas propuestas podrían verse modificadas según el criterio de los responsables de la obra, por lo que no se considera que las mismas constituyan un diseño definitivo sino una guía sobre la magnitud de las intervenciones a realizar para mantener un buen comportamiento de la estructura durante el periodo de diseño establecido.

Informe LM-PI-GM-06-2014	Fecha de emisión: Febrero 2014	Página 7 de 33
--------------------------	--------------------------------	----------------



4. METODOLOGÍA

El estudio se realizó siguiendo una secuencia lógica de cuatro etapas: (a) ejecución de conteos vehiculares, (b) medición de capacidad estructural actual por medio de la prueba de deflectometría, (c) ejecución de sondeos en campo y caracterización en laboratorio de los materiales de subrasante, y finalmente (d) realización del procesamiento de los datos y el diseño de las alternativas de intervención.

El proceso de recolección de información de campo se realizó por parte de personal profesional y técnico de la Unidad de Gestión Municipal del PITRA-LanammeUCR en materia de carreteras; los conteos vehiculares fueron ejecutados durante el mes de enero de 2014, en tanto que las pruebas de deflectometría se realizaron el día 19 de diciembre de 2013, por último, los sondeos en campo se ejecutaron entre el 13 y el 15 de Enero de 2014. Cada uno de estos procesos fue seguido de un análisis y procesamiento de datos en las oficinas del LanammeUCR en busca de la solución más adecuada desde el punto de vista técnico y de acuerdo a los recursos disponibles en la zona. Se tomó como referencia la legislación, reglamento y especificaciones vigentes para cada aspecto del análisis, así como el criterio profesional experto del personal del LanammeUCR.

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

Informe LM-PI-GM-06-2014	Fecha de emisión: Febrero 2014	Página 8 de 33
--------------------------	--------------------------------	----------------

5. RESULTADOS OBTENIDOS

Se presentan a continuación los resultados obtenidos de los procesos de evaluación en la Ruta Cantonal 1-18-005 en Barrio San José de Curridabat.

5.1 CONTEOS VEHICULARES

Los conteos vehiculares ejecutados en la ruta se ubicaron de acuerdo con la facilidad para instalación de los equipos de conteo y con base en la experiencia del personal técnico del LanammeUCR. Estos se ubican en puntos donde se obtiene una muestra representativa del tránsito de la zona. En total se realizaron dos conteos vehiculares durante periodos de 24 horas en las ubicaciones mostradas en la figura 2.

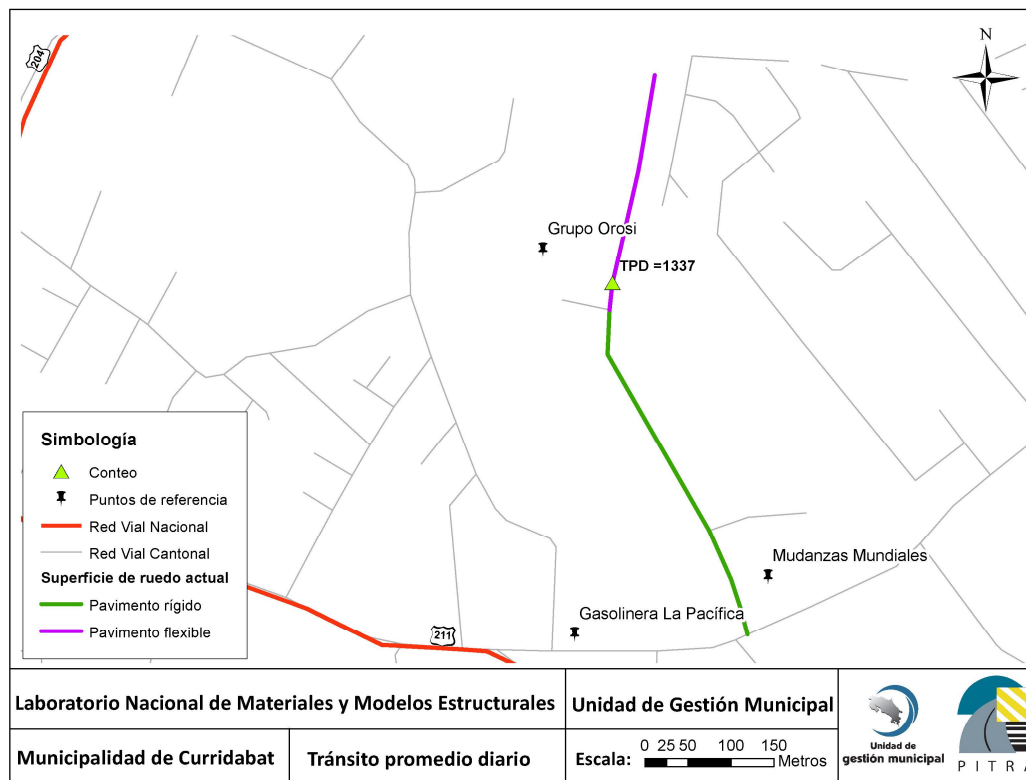


Figura 2. Conteos vehiculares en Ruta 1-18-005
Fuente: Lanamme UCR

Los resultados obtenidos de los conteos vehiculares y el procesamiento de los datos dio como resultado que el Tránsito Promedio Diario corresponde aproximadamente a 1337 vehículos.

Es importante notar que los porcentajes medidos de vehículos clasificados como medianos y pesados es de 22.8%; esta consideración es acorde con lo visto en campo, pues en esta zona existen industrias que generan tránsito pesado en la zona. Esto evidentemente tiene una influencia importante en el dimensionamiento de espesores en la propuesta de diseño derivado del número de ejes equivalentes de diseño. En la tabla 1 se muestran los resultados de los conteos.

Resultados de los conteos vehiculares	
Vehículos contados (24 horas)	1337
Motos	13.54%
Vehículos livianos	63.58%
Vehículos tipo C2+, C2, C2 bus	8.30%
Vehículos tipo C3	11,51%
Vehículos tipo T3-S2	3.07%
% Vehículos pesados	22.89%

Tabla 1. Resultados de los conteos vehiculares Ruta 1-18-005
Fuente: Lanamme UCR

5.2 CAPACIDAD ESTRUCTURAL

La capacidad estructural de un pavimento es una de las variables más importantes en la determinación de las intervenciones a realizar para el mejoramiento de una vía. En el caso de la Ruta 1-18-005 se realizó la evaluación de esta capacidad por medio de la prueba de deflectometría en la totalidad del tramo. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 3.

Los resultados de la deflectometría se subdividen en rangos que dependen de la cantidad de tránsito que se tiene en la vía, de esta manera, existen cuatro subdivisiones para los posibles resultados de la deflectometría, tal y como se muestra en la tabla 2.

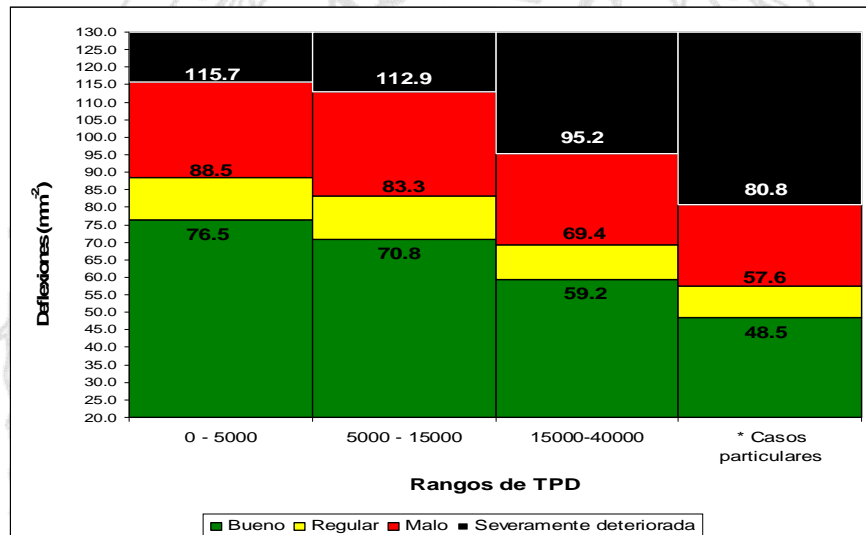


Tabla 2. Rangos de deflectometría y clasificación
Fuente: Lanamme UCR

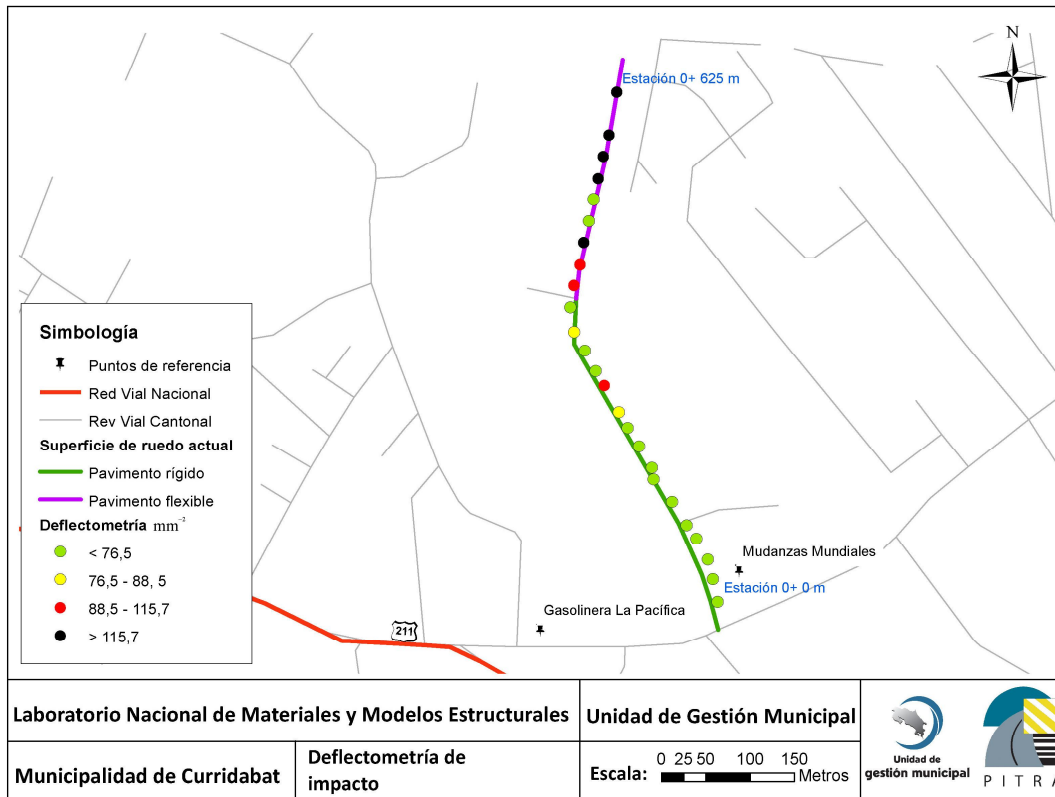


Figura 3. Resultado de la deflectometría en Ruta 1-18-005
Fuente: Lanamme UCR

Una posible causa de los resultados positivos obtenidos en esta prueba en el tramo inicial es la presencia de losas de concreto en la superficie de rudo hasta aproximadamente 300 metros desde la intersección con la Ruta Nacional 211. La condición actual de esta zona donde se tienen múltiples fracturas de estas losas hace necesario sustituir las mismas. En la zona donde se tiene una estructura de pavimento flexible se nota que los valores de la deflexión son menores.

5.3 SONDEOS

Los sondeos realizados en la ruta 1-18-005 fueron ubicados de forma aleatoria en cada uno de los tipos de estructuras presentes en este tramo. Por lo tanto, se ejecutó un sondeo en la zona de las losas de concreto y otro en la zona de pavimento flexible.

Por medio de los sondeos se logró determinar los espesores de las capas componentes de la estructura de pavimento, se recuperó material de sitio para realizar la caracterización en el laboratorio. Adicionalmente, se llevó a cabo la prueba de medición en sitio del Índice de soporte de California (CBR) de la subrasante, en el cual se obtuvieron resultados variables.

Se obtuvo valores de CBR bajos (en promedio de 3.6%). La figura 4 muestra los puntos de sondeo y resultados de la prueba de CBR en sitio y los resultados de los sondeos se adjuntan como anexo.

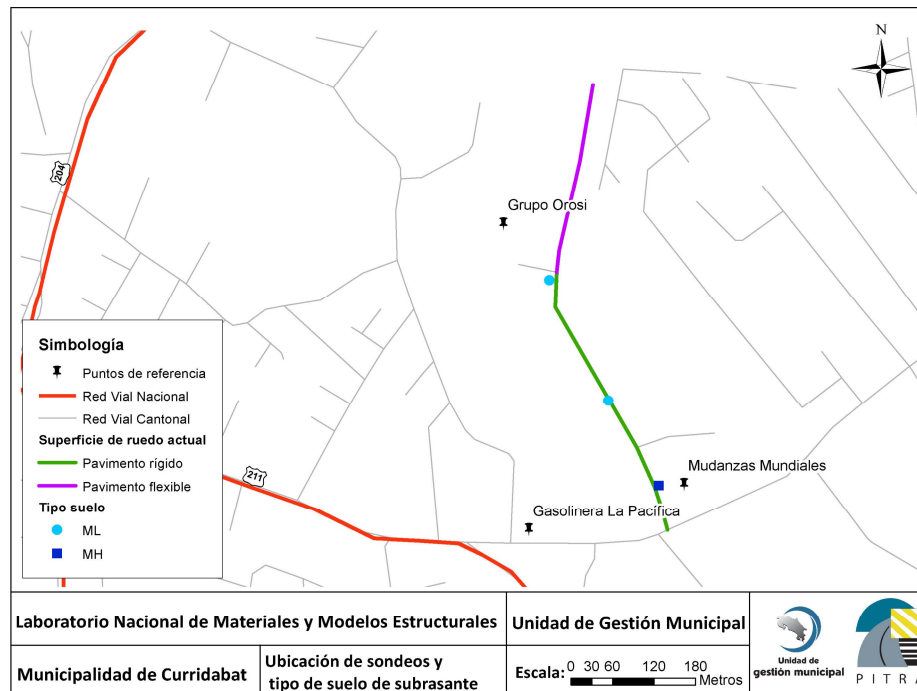


Figura 4. Ubicación de los sondeos realizados en ruta 1-18-005
Fuente: Lanamme UCR



5.4 PRUEBAS DE LABORATORIO

Los materiales muestreados durante la ejecución de los sondeos fueron analizados en el laboratorio de agregados y suelos del LanammeUCR donde se realizaron las pruebas de granulometría, límites de plasticidad y líquido. Los resultados que se muestran en el informe de laboratorio I-0062-14 como anexo muestran las granulometrías y límites de Atterberg para los materiales extraídos.

De los resultados de este informe se establece que los suelos presentes en este tramo corresponden a limos de alta y baja plasticidad. Los valores obtenidos de la prueba de CBR en sitio confirman este hecho al registrar valores relativamente bajos, acorde a lo esperado para este tipo de suelos. Esta condición evidentemente constituye una desventaja para las estructuras de pavimento presentes pues su capacidad de soporte es baja.

5.5 MODULOS RESILIENTES

Los módulos resilientes constituyen una característica de los materiales granulares y asfálticos relacionada directamente con la capacidad de deformación que posee un material específico. De esta manera, un valor alto de módulo constituye un material con una capacidad de soporte superior (se deforma menos), dependiendo del tipo de material (clasificación por granulometría y límites) se tienen rangos de resistencia relacionados con los módulos resilientes.

La determinación de estos valores se realiza a partir de los datos suministrados por la prueba de deflectometría al hacer un retrocálculo de módulos resilientes de la subrasante basado en la deformación de los materiales dada la carga impuesta y a lo largo del tramo medido con los geófonos correspondientes.

Estos valores obtenidos a partir del retrocálculo de módulos para la subrasante muestran la respuesta del suelo ante la aplicación de cargas; conocer esta respuesta es fundamental para determinar las intervenciones a realizar y las dimensiones de las capas de la estructura de pavimento a construir. Los resultados obtenidos se muestran en el anexo 1.

Informe LM-PI-GM-06-2014	Fecha de emisión: Febrero 2014	Página 14 de 33
--------------------------	--------------------------------	-----------------

Estos valores son importantes para las labores de diseño, pues con estos se podrá determinar una solución basada en datos reales y no en suposiciones teóricas. Por lo tanto, estos datos son los que se utilizan para la generación de propuestas de intervención en este informe. Los resultados para la capa de subrasante en la ruta 1-18-005 se muestran en la siguiente figura.

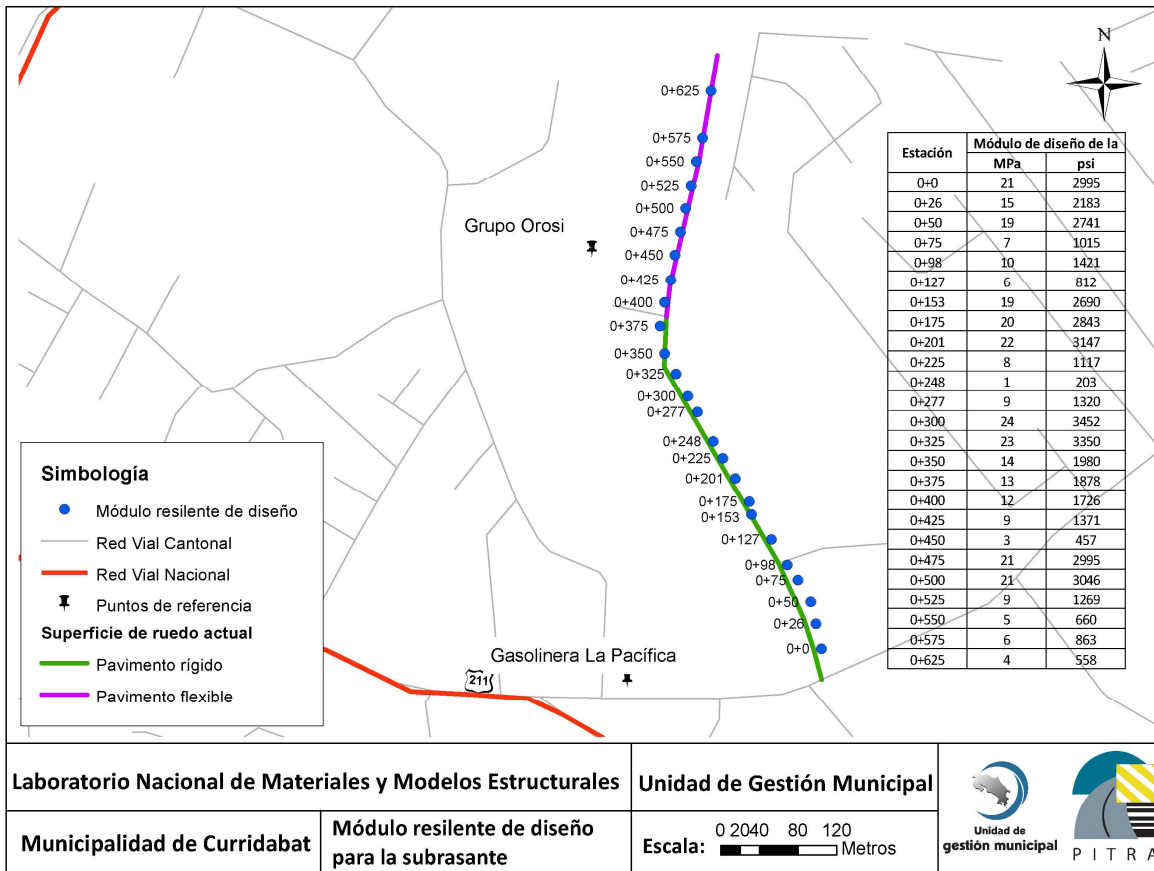


Figura 5. Módulos resilientes en subrasante Ruta 1-18-005
Fuente: Lanamme UCR



5.7 PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Para la determinación de las posibles intervenciones a realizar se plantea un periodo de diseño de 10 años. Para el caso de las estructuras de pavimento se consideran dos condiciones: pavimento flexible con la colocación de una base granular estabilizada con cemento (BE-25) y pavimento rígido con la colocación de material granular como soporte. Por lo tanto, se presentan dos opciones de paquete estructural diferentes.

Se considera oportuno hacer hincapié en que la decisión de intervención es responsabilidad de la Unidad Técnica de Gestión Vial de la Municipalidad de Curridabat en su papel de administrador de la Red Vial Cantonal y por ende de esta ruta; por lo que los resultados aquí planteados constituyen una recomendación (prediseño) y no un diseño definitivo o un plano constructivo.

También es importante mencionar que el éxito de la ejecución de un proyecto de este tipo depende en gran medida del manejo de las aguas superficiales por medio de cunetas, alcantarillas y otros dispositivos de manejo pluvial, por lo que se recomienda que dichos aspectos sean debidamente valorados en el proyecto.

Para la determinación de las alternativas de intervención se utiliza la metodología AASHTO93; los cálculos que llevan a estas configuraciones se muestran como anexo.

OPCION	Estructuras de pavimento			OBSERVACIONES
	Carpeta Asfáltica	Base estabilizada tipo BE-25	Subbase Granular	
1	14	25	33	<p>-La capa granular existente tiene un espesor promedio de 30 cm y está compuesta por material de lastre.</p> <p>-Se propone eliminar las losas de concreto existentes dada su mala condición.</p>
2	Losa de concreto	Base Estabilizada tipo BE-25	Subbase Granular	<p>- La capa granular existente tiene un espesor promedio de 30 cm y está compuesta por material de lastre primordialmente.</p>
	22	20	25	<p>- Se propone eliminar las losas de concreto existentes dada su mala condición.</p>

Tabla 3. Propuesta de intervención Ruta 1-18-005

Fuente: Lanamme UCR

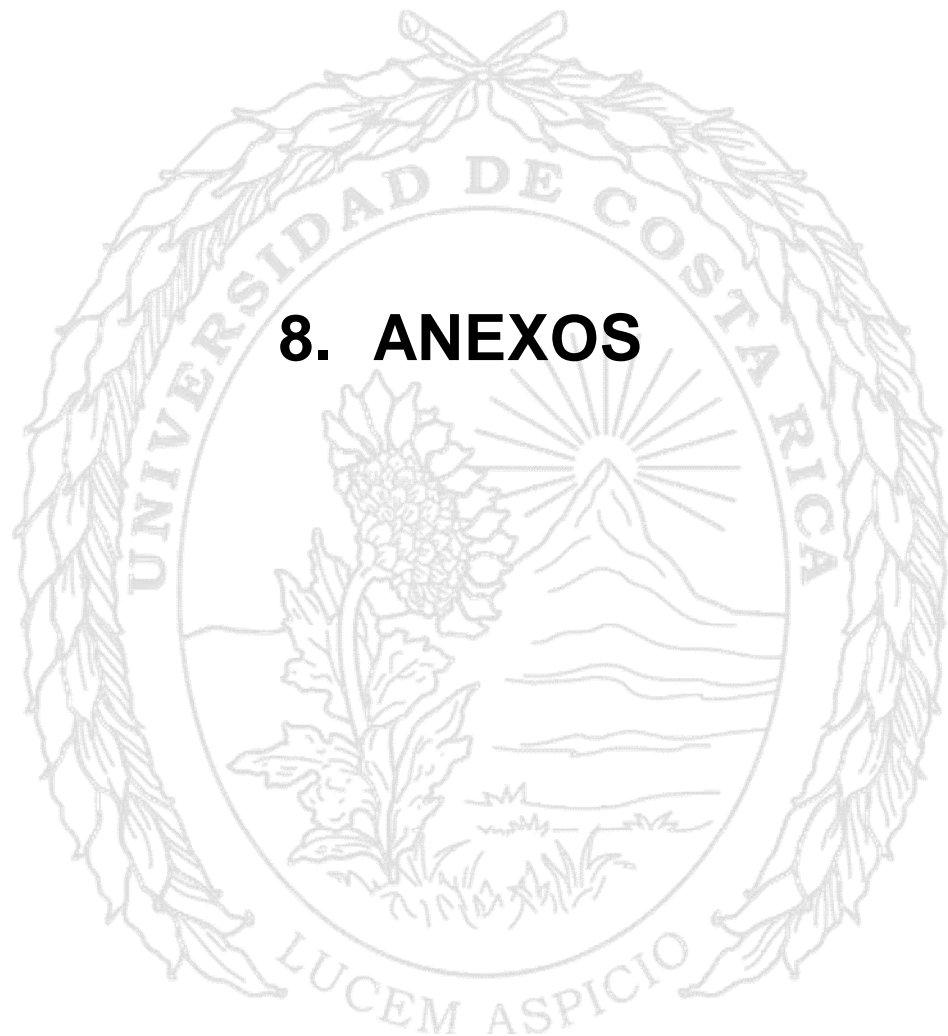


6. CONCLUSIONES

- Por medio de los ensayos en sitio y en laboratorio se logró realizar un diagnóstico de las condiciones actuales en la ruta 1-18-005 y se realizaron propuestas de intervención para las condiciones de tránsito esperables en un periodo de diseño de 10 años.
- Las soluciones propuestas constituyen criterios mínimos que se deberían respetar al momento de generar los diseños finales y se ajustan a las condiciones observadas, volúmenes de tránsito, cargas vehiculares y características de los materiales de la estructura de pavimento existentes de acuerdo con los resultados de los ensayos de campo y laboratorio realizados. La decisión final sobre la intervención a ejecutar será en todo caso responsabilidad de la Municipalidad de Curridabat.

7. RECOMENDACIONES

- Las obras de intervención de las vías requieren ir acompañadas de obras de manejo de aguas pluviales, con esto se busca reducir los efectos negativos del agua en la estructura de pavimento; en caso de intervenir únicamente la estructura de pavimento se correría el riesgo de que los trabajos se vean afectados por lluvia y reduzcan así la vida útil de forma considerable.
- Cualquier intervención que se decida hacer, en apego a las buenas prácticas de la ingeniería, requiere contar con la aplicación de los criterios mínimos establecidos en el CR-2010 en materia de construcción de caminos.



8. ANEXOS



Anexo 1. Resultados obtenidos del retrocalculo de módulos resilientes

Elmod.6

lunes, febrero 03, 2014

Deflection Data Report

FWDr1A_mdb

<u>Geophone distances, (mm):</u>		0	200	300	450	600	900	1200	1500	1800	
<u>Chainage Drop</u>	<u>Stress</u>	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	
	<u>kPa.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	<u>Mic.</u>	
0.000	1	594	370	312	287	251	215	160	120	90	70
0.000	2	599	372	313	288	253	216	161	120	90	70
0.026	1	586	334	318	298	275	243	176	121	97	63
0.026	2	561	316	301	285	260	230	168	116	82	59
0.050	1	602	311	294	276	250	221	163	111	84	65
0.050	2	602	311	294	275	249	220	163	112	82	63
0.075	1	616	532	590	531	416	322	82	68	60	50
0.075	2	616	532	589	530	415	321	79	69	59	49
0.098	1	601	347	353	319	277	240	181	119	75	46
0.098	2	601	348	354	320	277	241	183	120	77	47
0.127	1	609	662	532	485	283	171	127	84	70	51
0.127	2	617	664	532	485	283	169	138	83	69	54
0.153	1	589	522	425	375	311	259	179	122	90	79
0.153	2	592	523	426	376	313	261	181	121	90	76
0.175	1	587	518	499	472	330	284	205	145	101	77
0.175	2	563	499	481	454	314	270	195	138	95	73
0.201	1	594	340	312	282	232	194	127	86	61	32
0.201	2	600	337	309	279	229	188	122	81	56	31
0.225	1	584	433	419	406	368	328	246	176	118	68
0.225	2	566	427	413	400	363	325	244	176	121	68
0.248	1	578	805	760	739	710	134	107	76	50	23

0.248	2	565	784	741	721	696	129	100	75	54	13
0.277	1	593	1032	832	680	368	114	142	90	71	59
0.277	2	593	1024	825	679	366	115	141	91	70	60
0.300	1	594	378	328	295	245	195	123	84	58	82
0.300	2	593	378	328	295	245	195	123	84	57	130
0.325	1	606	324	310	280	227	188	144	115	89	60
0.325	2	604	323	309	278	227	189	145	115	88	70
0.350	1	575	798	697	567	370	230	142	109	96	3
0.350	2	569	782	685	559	365	226	140	107	95	0
0.375	1	595	404	358	330	287	246	177	127	94	4
0.375	2	598	403	358	330	287	246	177	127	94	6
0.400	1	571	963	788	622	449	322	187	127	92	66
0.400	2	567	950	777	615	444	318	185	126	93	63
0.425	1	565	957	751	624	475	361	197	133	101	1
0.425	2	571	957	753	628	479	363	202	131	100	1
0.450	1	560	1488	1157	842	589	402	210	130	88	2
0.450	2	566	1482	1166	843	591	405	212	131	90	0
0.475	1	603	597	491	390	270	189	101	66	47	2
0.475	2	604	593	489	391	268	189	100	63	51	2
0.500	1	565	679	456	326	191	116	72	55	47	3
0.500	2	566	675	454	326	192	116	72	56	46	1
0.525	1	544	1365	1000	714	413	236	105	80	70	11
0.525	2	557	1380	1015	728	425	244	112	84	70	6
0.550	1	507	2562	1723	1245	726	410	179	109	80	5
0.550	2	523	2612	1770	1292	752	429	187	116	79	1



Geophone distances (mm): 0 200 300 450 600 900 1200 1500 1800

Chainage Drop Stress D1 D2 D3 D4 D5 D6 D7 D8 D9
kPa. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic. Mic.

0.575	1	545	2033	1384	945	523	312	186	165	112	3
0.575	2	558	2050	1408	964	539	322	190	164	125	2
0.625	1	579	1475	1260	760	488	348	232	171	142	6
0.625	2	562	1438	1225	732	472	336	223	165	139	4

Elmod 6

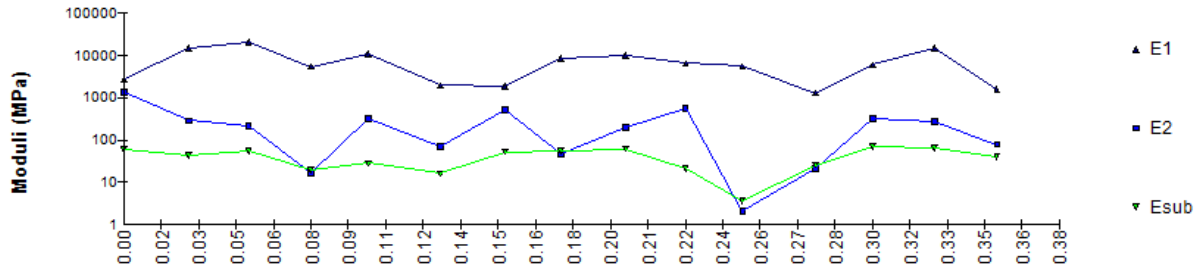
Lunes, febrero 03, 2014

Moduli Report

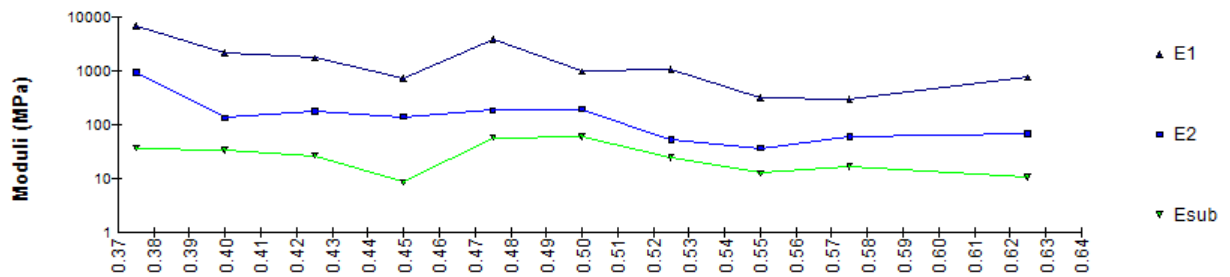
FWDr1A_mdb

Chainage (mm)	Layer Thickness (mm)				Moduli (MPa)					Non-linearity		Depth to Bedrock
	H1	H2	H3	H4	E1	E2	E3	E4	E5	CO	N	
0.000	130	220			2695	1325	59			51	-0.09	7701
0.026	130	220			15308	288	43			43	0.00	3891
0.050	130	220			20143	212	54			54	0.00	4374
0.075	130	220			5498	16	20			20	0.00	1409
0.098	130	220			10946	319	28			28	0.00	2806
0.127	130	220			1968	71	16			16	0.00	1329
0.153	130	220			1820	511	53			53	0.00	3778
0.175	130	220			8733	46	56			56	0.00	4258
0.201	130	220			9935	200	62			62	0.00	3048
0.225	130	220			6493	551	22			22	0.00	3212
0.248	130	220			5576	2	4			4	0.00	1786
0.277	130	220			1291	21	26			26	0.00	1005
0.300	130	220			5995	319	68			68	0.00	3956
0.325	130	220			14757	267	66			58	-0.08	7484
0.350	130	220			1628	78	39			39	0.00	2000
0.375	90	220			6863	935	37			37	0.00	2829
0.400	90	220			2180	135	34			31	-0.09	3172
0.425	90	220			1763	182	27			27	0.00	2053
0.450	90	220			728	143	9			5	-0.45	1932
0.475	90	220			3854	186	59			59	0.00	2084
0.500	90	220			991	196	60			60	0.00	1372
0.525	90	220			1081	53	25			25	0.00	1268
0.550	90	220			318	37	13			13	0.00	1245
0.575	90	220			307	60	17			17	0.00	1205
0.625	90	220			759	68	11			11	0.00	1164

Elastic Moduli Curridabat



Elastic Moduli Curridabat



Anexo 2. Formularios de los sondeos

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA								SONDEOS A CIELO ABIERTO								INSTITUTO COSTARRICENSE DE INVESTIGACIONES DE TRANSPORTES	
1. UBICACIÓN				2. IDENTIFICACION DEL CAMINO				3. SONDEOS									
PROVINCIA	San Jose			RUTA	San Jose												
CANTON	Curridabat			DE:	Curridabat												
DISTRITO				A:													
SONDEO No	1			SONDEO No	2												
CODIGO DEL CAMINO				CODIGO DEL CAMINO													
ESTACIONAMIENTO	0+450			ESTACIONAMIENTO	0+200												
ANCHO PROM DV (m):				ANCHO PROM DV (m):													
ANCHO PROM SR (m):				ANCHO PROM SR (m):													
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS										
N	9	54	43,4	N	9	54	37,7										
W	84	3	1,0	W	84	2	58,2										
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO													
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)											
No. 1	Asfalto	3,0		No. 1	Losa	13,0											
No. 2	Losa	6,0		No. 2	Lastre	22,0											
No. 3	Lastre	22,0		No. 3													
No. 4				No. 4													
SUELO				SUELO													
CAPAS	DESCRIPCIÓN			CAPAS	DESCRIPCIÓN												
No. 1	Asfalto			No. 1	Losa Concreto												
No. 2	Concreto			No. 2	Lastre arenoso, gris fino.												
No. 3	Arenoso gris			No. 3	Suelo Arcilloso Café												
No. 4	Suelo negro con betas de arcilla café			No. 4													
SUELO				SUELO													
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													
Frente a Euromobilia																	
VALORES DE CI				VALORES DE CI													
1	1180	11		1	1270	11											
2	1220	12		2	1280	12											
3	1280	13		3	1220	13											
4	1290	14		4	1230	14											
5	1450	15		5	1220	15											
6	1270	16		6	1470	16											
7	1250	17		7	1480	17											
8	1430	18		8	1480	18											
9	1480	19		9	1290	19											
10	1280	20		10	1240	20											
FECHA	13/01/2014			APUNTADOR	Fernando Porras Fonseca												

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA								SONDEOS A CIELO ABIERTO							
1. UBICACIÓN				2. IDENTIFICACION DEL CAMINO											
PROVINCIA	San Jose			RUTA											
CANTON	Curridabat			DE:											
DISTRITO				A:											
3. SONDEOS															
SONDEO No	3			SONDEO No											
CODIGO DEL CAMINO				CODIGO DEL CAMINO											
ESTACIONAMIENTO	0+050			ESTACIONAMIENTO											
ANCHO PROM DV (m):				ANCHO PROM DV (m):											
ANCHO PROM SR (m):				ANCHO PROM SR (m):											
COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS	COORDENADAS GPS	GRADOS	MINUTOS	SEGUNDOS								
N	9	54	33,7	N											
W	84	2	55,8	W											
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO				ESTRUCTURA DE PAVIMENTO											
CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)		CAPAS	DENOMINACION	ESPESOR (cm)									
No. 1	Losa	10,0		No. 1											
No. 2	Lastre	36,0		No. 2											
No. 3	Suelo	46,0		No. 3											
No. 4				No. 4											
SUELO				SUELO											
CAPAS	DESCRIPCION			CAPAS	DESCRIPCION										
No. 1	Losa concreto			No. 1											
No. 2	Arenoso gris			No. 2											
No. 3	Suelo arcilloso café			No. 3											
No. 4				No. 4											
SUELO				SUELO											
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											
Frente Mudanzas Mundiales															
VALORES DE CI				VALORES DE CI											
1	930	11		1		11									
2	1010	12		2		12									
3	950	13		3		13									
4	1260	14		4		14									
5	980	15		5		15									
6	930	16		6		16									
7	1240	17		7		17									
8	1250	18		8		18									
9	1010	19		9		19									
10	1270	20		10		20									
FECHA	13/01/2014			APUNTADOR	Fernando Pizarro Fonseca										



Anexo 3. Informe I-0062-14



Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0062-14

Informe de Ensayo

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

ST- 0025 -14

1. Información del cliente:

Nombre: Unidad de Gestión Municipal (Ing. Eliecer Arias).
Proyecto: Municipalidad de Curridabat.
Domicilio: San Pedro, Montes de Oca.

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:

No. de identificación:	Descripción:
0050-14	1 Bolsa de suelo. Identificada por el cliente como: Sondeo N°1. Material combinado, de suelo color café claro, en forma de bloques, de suelo semicompactos con regular cantidad de suelo suelto tipo orgánico muy negro, presenta poca partícula rocosa.
0051-14	1 Bolsa de suelo. Identificada por el cliente como: Sondeo N°2. Suelo limoso arcilloso, color café oscuro amarillento, en forma de bloques de suelo muy compactos, presenta ligera cantidad de lastre gris.

500 metros al norte de Supermercado Muñoz y Nanne, Finca #2, Universidad de Costa Rica
Código Postal 11501-2060, Universidad de Costa Rica, Costa Rica. Tel (506) 2511-5423, Fax (506) 2511-4440
e-mail: dirección.lanamme@ucr.ac.cr





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0062-14

0052-14

1 Bolsa de suelo. Identificada por el cliente como: Sondeo N°3. Suelo limoso arcilloso, color café rojizo claro, amarillento, en forma de bloques de suelo muy compacto, con ligero rastro de lastre gris.

Aportadas por:

Técnico Andrey Chavarría.

Fecha de recepción :

2014/01/13

Fecha de realización del ensayo:

2014/01/20 – 2014/02/03

4. Información del muestreo:

Fecha de muestreo:

2014/01/13

Ubicación:

Frente a planta de Grupo Orosí, Curridabat.

Procedimiento de muestreo:

Muestreo de agregado realizado por la Unidad de Gestión Municipal de acuerdo a la norma ASTM D-75.

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
0050-14	48	29	19
0051-14	49	28	21
0052-14	59	35	25

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-0062-14

Tabla 2. Gravedad específica del suelo. Muestras Indicadas.

MUESTRA	MÉTODO	G _T	G _s
0050-14	A	2,751	2,749
0051-14	A	2,736	2,734
0052-14	A	2,796	2,794

Tabla 3. Análisis granulométrico de suelos vía seca. Muestra 0050-14.

MASA INICIAL: 3129 g MASA FINAL: 850 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	14,7	4,70	4,70	95,3
1"	25,0	42,3	1,35	6,05	94,0
1/2"	12,5	31,4	1,00	7,05	92,9
3/8"	9,50	13,0	0,41	7,47	92,5
Nº 4	4,75	25,0	0,80	8,27	91,7
Nº 10	2,00	36,2	1,16	9,42	90,6
Nº 20	0,85	47,2	1,51	10,9	89,1
Nº 40	0,43	48,6	1,55	12,5	87,5
Nº60	0,25	60,4	1,93	14,4	85,6
Nº100	0,15	105	3,34	17,8	82,2
Nº140	0,11	130	4,16	21,9	78,1
Nº200	0,08	164	5,24	27,2	72,8

No. de informe: I-0062-14

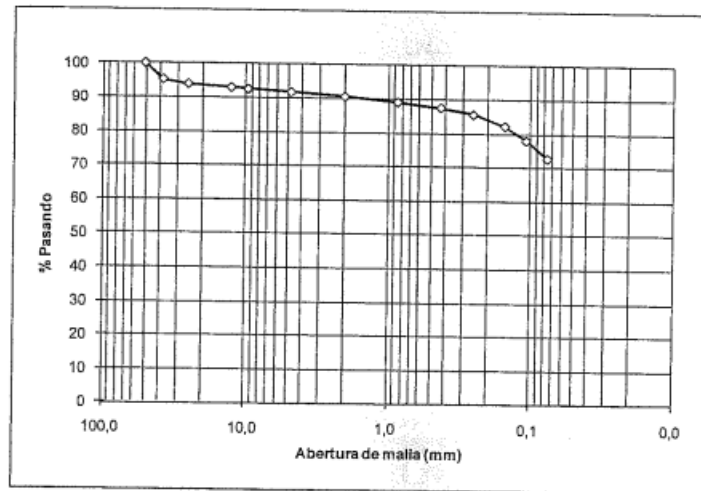


Gráfico 1. Curva granulométrica. Muestra 0050-14.

Tabla 4. Análisis granulométrico de suelos vía seca. Muestra 0051-14.

MASA INICIAL: 2529 g MASA FINAL: 382 g

MALLA No.	ABERTURA (mm)	MASA RET.	% RET.	% RET AC.	% PAS.
3/4"	19,0	0,00	0,00	0,00	100,0
1/2"	12,5	6,23	0,25	0,25	99,8
N° 4	4,75	2,66	0,11	0,35	99,6
N° 10	2,00	9,24	0,37	0,72	99,3
N° 20	0,85	11,2	0,44	1,16	98,8
N° 40	0,43	20,7	0,82	1,98	98,0
N° 60	0,25	38,4	1,52	3,49	96,5
N° 100	0,15	72,8	2,88	6,37	93,6
N° 140	0,11	95,5	3,78	10,1	89,9
N° 200	0,08	125	4,96	15,1	84,9

No. de informe: I-0062-14

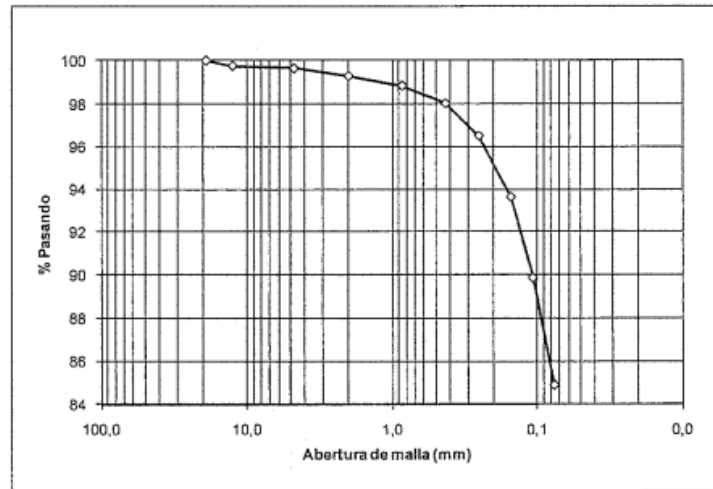
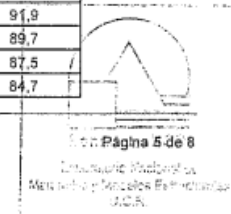


Gráfico 2. Curva granulométrica. Muestra 0051-14.

Tabla 5. Análisis granulométrico de suelos vía seca. Muestra 0052-14.

MASA INICIAL: 1913 g MASA FINAL: 292 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	31,7	1,66	1,66	98,3
3/8"	9.50	2,68	0,14	1,80	98,2
N° 4	4,75	10,5	0,55	2,34	97,7
N° 10	2,00	12,7	0,66	3,01	97,0
N° 20	0,85	19,8	1,03	4,04	96,0
N° 40	0,43	38,7	2,02	6,06	93,9
N° 60	0,25	39,9	2,09	8,15	91,9
N° 100	0,15	41,2	2,15	10,3	89,7
N° 140	0,11	42,9	2,24	12,5	87,5
N° 200	0,08	52,0	2,72	15,3	84,7



No. de informe: I-0062-14

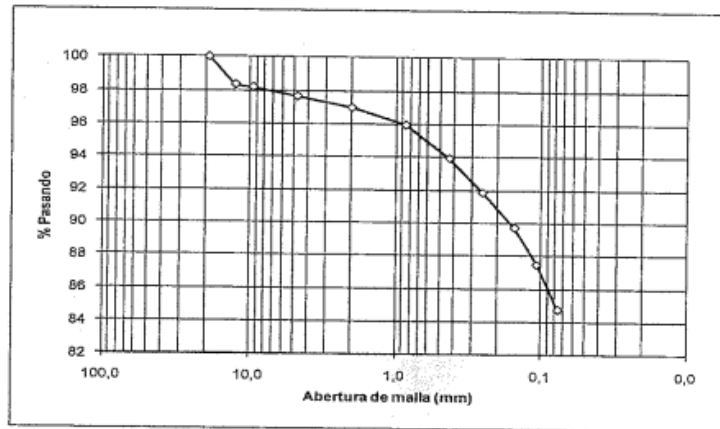
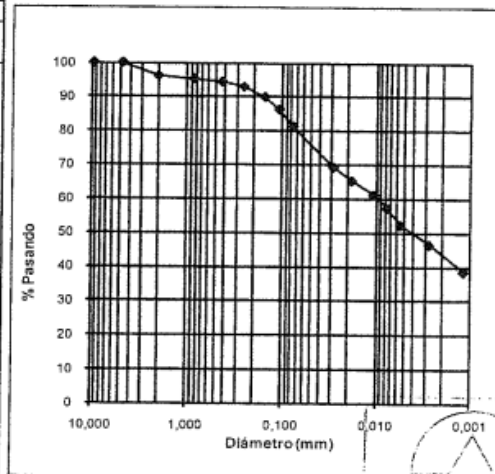


Gráfico 3. Curva granulométrica. Muestra 0052-14.

Tabla 6. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda. Muestra 0050-14.

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	95,3	0,85
N° 40	94,4	0,43
N° 60	92,9	0,25
N° 100	90,0	0,15
N° 140	86,4	0,11
N° 200	81,3	0,08
	69,3	0,03
	65,3	0,02
	61,3	0,01
	57,3	0,01
	52,3	0,01
	46,6	0,00
	38,7	0,00

Tiempo de dispersión: 15h



No. de informe: I-0062-14

Tabla 7. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda. Muestra 0051-14.

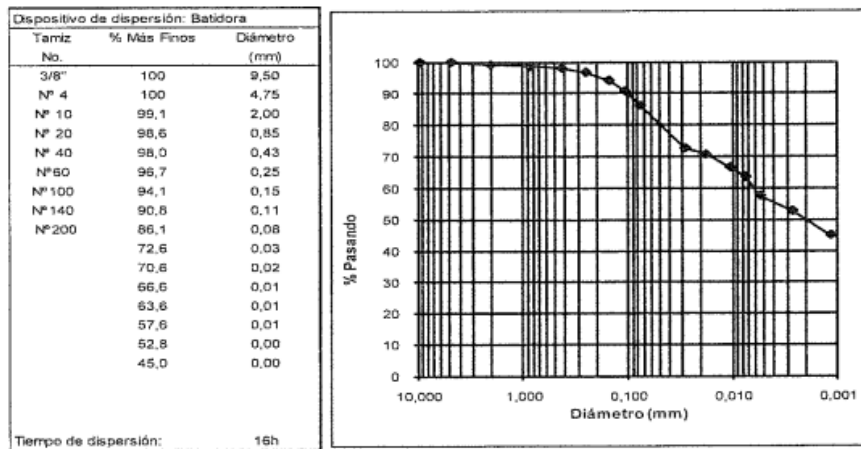
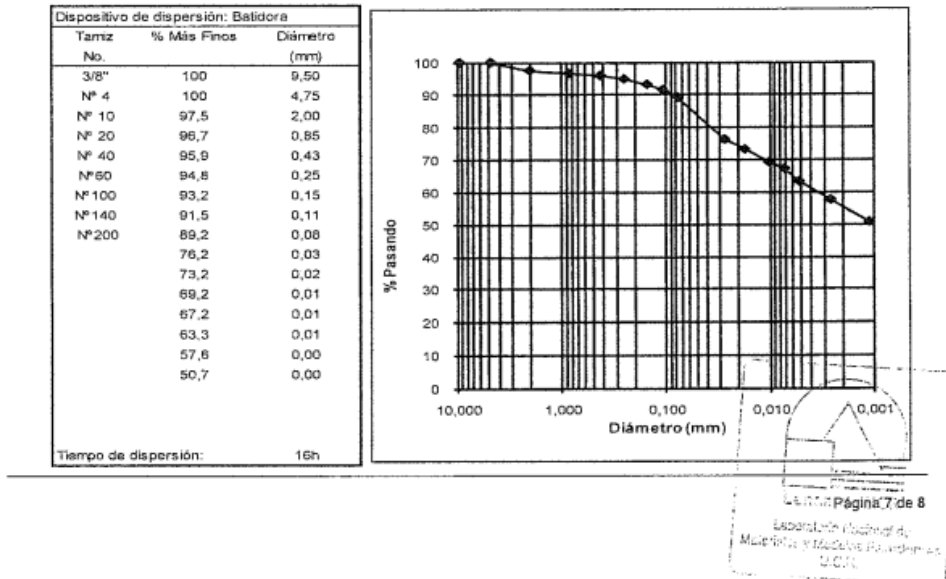


Tabla 8. Análisis granulométrico de suelos vía húmeda. Muestra 0052-14.





Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Universidad de Costa Rica



No. de informe: I-0062-14

Nota:

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

Aclaraciones:

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

Revisó:

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

Aprobó:

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

