



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA)

Proyecto: LM-PT-030-11

SONDEOS A CIELO ABIERTO EN LA AUTOPISTA BERNARDO SOTO RUTA NACIONAL NO.1, TRAMO AEROPUERTO – SAN RAMÓN

INFORME CORTO

Preparado por:

**Unidad de Investigación
Unidad de Auditoría Técnica
Laboratorio de Campo**

San José, Costa Rica
Mayo, 2011

Información técnica del documento



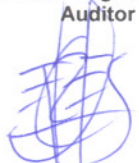


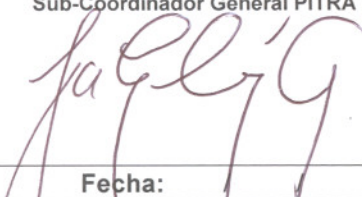

1. Informe LM-PT-030-11		2. Copia No. 1
3. Título y subtítulo: SONDEOS A CIELO ABIERTO EN LA AUTOPISTA BERNARDO SOTO RUTA NACIONAL NO.1, TRAMO AEROPUERTO – SAN RAMÓN; Informe corto.		4. Fecha del Informe Mayo, 2011
7. Organización y dirección Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales 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 <i>Este informe corto presenta las observaciones realizadas los días 26 y 30 de mayo del 2011a las labores realizadas en los sondeos mediante excavaciones a cielo abierto que se están ejecutando actualmente en la Autopista Bernardo Soto, Ruta Nacional No. 1. Tramo Aeropuerto Internacional Juan Santamaría – San Ramón. La entidad encargada de las labores de excavación es el laboratorio LGC, el cual está contratado para ejecutar estos sondeos para la empresa Hernán Solís. De las 11 excavaciones a cielo abierto encontradas, se destacan observaciones relacionadas con la manera en que se definen los puntos de extracción de las muestras, el desgaste existente en las puntas utilizadas en los ensayos de Cono de Penetración Dinámico (CPD) y los importantes deterioros presentados en el recubrimiento superficial colocado a las diversas excavaciones el cual pone en inminente peligro de seguridad vial a los usuarios de esta vía.</i>		
10. Palabras clave Sondeo a Cielo Abierto, DCP, Bernardo Soto	11. Nivel de seguridad: Ninguno	12. Núm. de páginas 25
13. Preparado por:		
Ing. Edgar Camacho Investigador  Fecha: / /	Ing. Gustavo Badilla Investigador  Fecha: / /	Ing. Victor Hugo Cervantes Auditor  Fecha: / /
Ing. Mauricio Salas Auditor  Fecha: / /	Ing. Melissa Rojas Jefe Laboratorio de Campo  Fecha: / /	Fecha: / /
14. Revisado por:		15. Aprobado por:
Ing. Fabián Elizondo Arrieta Sub-Coordinador General PITRA  Fecha:	Fecha: / /	Ing. Guillermo Loria Salazar, PhD Coordinador General PITRA  Fecha: / /



TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
RESUMEN EJECUTIVO.....	5
INFORME DE VISITA.....	6
TRABAJOS REALIZADOS EN LA CAPA DE RUEDO ASFÁLTICA	13
<i>SONDEOS A CIELO ABIERTO ENCONTRADOS</i>	<i>13</i>

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. UBICACIÓN DE LOS SONDEOS A CIELO ABIERTO	8
---	---

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE SONDEOS A CIELO ABIERTO	9
FIGURA 2. UBICACIÓN DE SONDEOS A CIELO ABIERTO	9
FIGURA 3. DETALLE DE LAS DIMENSIONES Y GEOMETRÍA REQUERIDAS SEGÚN LA NORMA ASTM D6951.....	12
FIGURA 4. KILÓMETRO 1+600. PRIMEROS CIELOS ABIERTOS ENCONTRADOS.	13
FIGURA 5. KILÓMETRO 1+600. PRIMEROS CIELOS ABIERTOS ENCONTRADOS.	13
FIGURA 6. KILÓMETRO 2+650. ZONA DE TRABAJO ENCONTRADA.	14
FIGURA 7. KILÓMETRO 2+650. COLOCACIÓN DE MATERIAL SOBRE LOS CIELOS ABIERTOS.	14
FIGURA 8. KILÓMETRO 2+650. ZONA DE TRABAJO ENCONTRADA.	15
FIGURA 9. KILÓMETRO 2+650. CONDICIÓN OBSERVADA, COMPACTACIÓN DEFICIENTE.	15
FIGURA 10. KILÓMETRO 2+650. CONDICIÓN AL MOMENTO DE PARTIR LA CUADRILLA.....	16
FIGURA 11. KILÓMETRO 2+650. MATERIAL COLOCADO.	16
FIGURA 12. KILÓMETRO 2+650. EQUIPO UTILIZADO DURANTE LOS SONDEOS.....	17
FIGURA 13. KILÓMETRO 2+650. EQUIPO UTILIZADO DURANTE LOS SONDEOS.....	17
FIGURA 14. KILÓMETRO 2+650. EQUIPO UTILIZADO DURANTE LOS SONDEOS.....	18
FIGURA 15. KILÓMETRO 2+650. EQUIPO UTILIZADO DURANTE LOS SONDEOS.....	18

Informe LM-PT-030-11	Fecha de emisión: 31 de Mayo de 2011	Página 3 de 26
----------------------	--------------------------------------	----------------



FIGURA 16. KILÓMETRO 2+650. EL RETROEXCAVADOR CORTA MATERIAL EN EXCESO.....	19
FIGURA 17. KILÓMETRO 2+650. CIELO ABIERTO CERRADO CON MEZCLA ASFÁLTICA.....	19
FIGURA 18. KILÓMETRO 39+276. CIELO ABIERTO ENCONTRADO.....	20
FIGURA 19. KILÓMETRO 39+276. CIELO ABIERTO ENCONTRADO.....	20
FIGURA 20. KILÓMETRO 38+118. CIELO ABIERTO ENCONTRADO.....	21
FIGURA 21. KILÓMETRO 33+000. CORTE PARA REALIZAR EL CIELO ABIERTO.....	21
FIGURA 22. KILÓMETRO 33+000. CORTE PARA REALIZAR EL CIELO ABIERTO.....	22
FIGURA 23. KILÓMETRO 6+010. CIELO ABIERTO FRENTE A DOS PINOS.....	22
FIGURA 24. KILÓMETRO 3+220. CIELOS ABIERTOS ENCONTRADO EN LA SEGUNDA VISITA 30 MAYO 2011.....	23
FIGURA 25. KILÓMETRO 3+220. CIELOS ABIERTOS ENCONTRADO EN LA SEGUNDA VISITA 30 MAYO 2011. CARRIL DERECHO.....	23
FIGURA 26. KILÓMETRO 3+220. CIELOS ABIERTOS ENCONTRADO EN LA SEGUNDA VISITA 30 MAYO 2011. CARRIL IZQUIERDO.....	24
FIGURA 27. KILÓMETRO 1+600. DESPRENDIMIENTOS EN LA COBERTURA ASFÁLTICA COLOCADA.....	24
FIGURA 28. KILÓMETRO 1+600. DESPRENDIMIENTOS EN LA COBERTURA ASFÁLTICA COLOCADA. CARRIL IZQUIERDO.....	25
FIGURA 29. KILÓMETRO 2+650. DESPRENDIMIENTOS EN LA COBERTURA ASFÁLTICA COLOCADA.....	25
FIGURA 30. KILÓMETRO 2+650. DESPRENDIMIENTOS EN LA COBERTURA ASFÁLTICA COLOCADA. CARRIL IZQUIERDO.....	26
FIGURA 31. KILÓMETRO 6+000. DESPRENDIMIENTOS EN LA COBERTURA ASFÁLTICA COLOCADA. CARRIL IZQUIERDO.....	26



RESUMEN EJECUTIVO

El presente informe presenta las observaciones realizadas los días 26 y 30 de mayo del 2011 a las labores realizadas en los sondeos mediante excavaciones a cielo abierto que se están ejecutando actualmente en la Autopista Bernardo Soto, Ruta Nacional No. 1. Tramo Aeropuerto Internacional Juan Santamaría – San Ramón. La entidad encargada de las labores de excavación es el laboratorio LGC, el cual está contratado para ejecutar estos sondeos para la empresa Hernán Solís.

En dichas visitas se encontraron 11 excavaciones a cielo abierto de los cuales en términos generales se encontraron las siguientes observaciones:

- Respecto a los puntos definidos para el sondeo, se definió que se realizaran aproximadamente cada kilómetro. Sin embargo, algunas decisiones definitivas de los puntos a muestrear son tomadas por el encargado del laboratorio y al parecer, estas decisiones, consideran criterios de facilidad para la extracción de la muestra en lugar de considerar los puntos de mayor representatividad conforme al tipo de estructura que se desea analizar.
- Aunque no fue posible ver en ejecución los ensayos de Cono de Penetración Dinámico, CPD, se observó que las puntas utilizadas en el equipo disponible, presentan un desgaste considerable que afectará los resultados obtenidos.
- Un aspecto preocupante encontrado, es el deterioro que se ha dado en el recubrimiento superficial colocado a las diversas excavaciones, el cual pone en inminente peligro de seguridad vial a los usuarios de esta vía.



INFORME DE VISITA

Se visita la carretera Bernardo Soto el día 26 y 30 de mayo de 2011 con el fin de inspeccionar las labores de sondeos mediante excavaciones a cielo abierto que se están ejecutando actualmente en este proyecto.

El día 26 de mayo, al llegar al sitio se encuentra un cierre total de un carril de circulación (carril rápido), sentido Puntarenas-San José, a la altura del estacionamiento 2+650 tal como se observa en la figura 3. En dicha zona de trabajo se encuentra una cuadrilla de trabajadores realizando las excavaciones indicadas. Además se encuentra destacado el señor David Picado, inspector de CONAVI quien supervisa las labores realizadas.

La entidad encargada de las labores de excavación es el laboratorio LGC, el cual está contratado para ejecutar estos sondeos por la empresa Hernán Solís.

Según comenta el inspector del CONAVI las labores iniciaron el jueves 19 de mayo de 2011, realizando las primeras excavaciones en el tramo ubicado a partir de San Ramón hacia San José. Al día de la primera visita el 26 de mayo se han realizado 9 sondeos. Para el día 30 de mayo se realizaron 2 sondeos más (sondeo 10 y sondeo 11), para un total de 11 sondeos a cielo abierto hasta la fecha. Posteriormente se visitan cada uno de los puntos con el fin de observar las condiciones en las que se encuentran cada uno, así como recabar información referente a cada sondeo, como se detalla en la



Tabla 1, figuras 1 y 2.



Tabla 1. Ubicación de los sondeos a cielo abierto

Número de Sondeo	Estación	Descripción	Ubicación GPS	
			Latitud Norte	Longitud Oeste
Sondeo 1	1+600	Huella derecha, carril externo. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas. Aproximadamente a 43.6 m del puente elevado de la ruta 124 sobre la Bernardo Soto.	9°59.948'	84°13.211'
Sondeo 2	1+600	Huella derecha, carril interno. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas. Aproximadamente a 43.6 m del puente elevado de la ruta 124 sobre la Bernardo Soto.	9°59.948'	84°13.211'
Sondeo 3	2+650	Huella izquierda, carril externo. Dos carriles en sentido Puntarenas-San José.	9°59.751'	84°13.738'
Sondeo 4	2+650	Huella izquierda, carril interno. Dos carriles en sentido Puntarenas-San José.	9°59.751'	84°13.738'
Sondeo 5	6+010	Huella derecha, carril externo. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas. Aproximadamente al frente del rótulo de la Dos Pinos.	9°59.712'	84°15.554'
Sondeo 6	6+000	Huella derecha, carril interno. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas.	9°59.719'	84°15.553'
Sondeo 7	39+276	Huella derecha. Un carril en sentido San José - Puntarenas. Aproximadamente a 127.8 m del puente sobre el Río Grande.	10°04.781'	84°27.726'
Sondeo 8	38+118	Huella derecha, carril externo. Dos carriles en sentido Puntarenas - San José. Aproximadamente a 17.8 m de Muebles Kevin.	10°04.381'	84°27.450'
Sondeo 9	33+000	Huella derecha, carril externo. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas. Punto de sondeo marcado y cortado, pero aún no se ha hecho la extracción de material y/o ensayos de campo. Aproximadamente a 175 m del puente elevado de la ruta 148 sobre la Bernardo Soto.	10°04.853'	84°25.836'
Sondeo 10	3+220	Huella derecha, carril externo. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas.	9°59.634'	84°14.588'
Sondeo 11	3+220	Huella izquierda, carril interno. Dos carriles en sentido San José - Puntarenas.	9°59.634'	84°14.588'



Figura 1. Ubicación de sondeos a cielo abierto



Figura 2. Ubicación de sondeos a cielo abierto



De acuerdo con lo comentado por el encargado por parte de LGC, la dimensión del espesor total de la excavación es de 60 cm, conformada por la capa de base de 25 cm, mientras que la capa de subbase tiene un espesor entre 20 a 25 cm aproximadamente. En cuanto a la carpeta asfáltica indica que la capa superficial tiene un grosor aproximado de 8 a 10 cm, encontrando debajo de ésta en algunos sitios, una capa definida como de “tipo tratamiento superficial” de unos 4 cm de espesor. De cada una de estas capas se toman materiales para posteriormente ser caracterizados en las instalaciones centrales del laboratorio de LGC.

Señala además que únicamente se están haciendo ensayos con el cono de penetración dinámico a nivel de subrasante, profundizando los primeros 30 cm de la capa, lo cual es adecuado. Indica que en las demás capas no se ha realizado dicho ensayo, a excepción de una solicitud expresa realizada por los representantes de una empresa que visitó la ejecución de las excavaciones. Hay que tener en cuenta que los resultados obtenidos por este equipo en materiales de base y subbase puede que no sean los más adecuados si los materiales no reúnen las características solicitadas por la norma de ensayo.

Además informa que se tiene definido que los sondeos se realizaran aproximadamente cada kilómetro, alternando por sentido de carril San José – Puntarenas, Puntarenas – San José. También comenta que los sitios de excavación están siendo ubicados con un retiro de unos 55 a 60 cm del espaldón, según las condiciones del sitio lo permitan y basado en el criterio de él mismo. Se pudo constatar que las excavaciones realizadas a la altura del tramo de San Ramón en su totalidad se ubican a la margen de la calzada, cercanas a la línea blanca, mientras que los sondeos que se ubican en las cercanías del Coyol de Alajuela se efectuaron según la condición descrita. (Ver figuras 4,17, 19, 22 y 23)

Considerando las diversas adecuaciones que se han realizado a lo largo de los últimos años en distintos tramos de la carretera Bernardo Soto, entre las de mayor importancia, la habilitación de la estructura de espaldón como un carril de circulación. Es fundamental evaluar la estructura más crítica, para ser tomada en cuenta en un posible diseño de una nueva estructura, por lo que alejarse o dejar por fuera la estructura del espaldón podría no permitir evaluar la presencia de materiales de menor resistencia en este nuevo diseño. De acuerdo con lo expresado por el encargado, las estructuras de ambos carriles (uno existente siempre y el otro construido sobre el espaldón antiguo) son muy parecidas, cosa que parece no ser lógica por la deformación presentada en algunos tramos del carril externo y porque es

Informe LM-PT-030-11	Fecha de emisión: 31 de Mayo de 2011	Página 10 de 26
----------------------	--------------------------------------	-----------------



posible que no se haya colocado la misma estructura en lo que en algún momento fue espaldón. (Esto sería mejor determinarlo por medio de sondeos propios del LanammeUCR o verificando los espesores de los sondeos que LGC haga). En el caso del sondeo 2+650 se extrajo material del lado izquierdo del carril que está construido sobre el espaldón antiguo. Lo más lógico es que se hiciera en el lado derecho (en sentido del carril) donde puede que exista menos estructura o menos espesores. Estas decisiones son tomadas por el encargado del laboratorio y se toman por facilidad de la extracción de las muestras, no por ser puntos de mayor representatividad.

Un aspecto preocupante que se observó es el deterioro que se está presentando en el trabajo realizado para el tapado de los sondeos, en los cuales el material se está desprendiendo y dejando al descubierto las excavaciones, con el inminente peligro de seguridad vial para los usuarios de esta vía, tal como se pudo constatar en las diversas ubicaciones de los sondeos. (Ver figuras 5, 18, 20)

Se observó que las labores de compactación se realizan con un apisonador, dejando una densificación insuficiente que se ve posteriormente afectada por el paso del tránsito, sobretodo de vehículos pesados, los cuales deforman la capa de material de ruedo, formándose nuevamente el desprendimiento de material y posterior bache. (Ver figuras 7 a 10). Además, el agua de lluvia penetra, saturando el material colocado, y posteriormente se va desprendiendo y deformando.

Al examinar la punta del equipo utilizado para efectuar el ensayo con el cono de penetración dinámica, se logró evidenciar un desgaste importante en la punta de acero utilizada en el mismo (ver figuras 12 a 15). Según lo establece la norma ASTM D6951 del uso del Cono de Penetración Dinámico, la punta debe tener las siguientes dimensiones: el diámetro de la base del cono es de 20 mm (tolerancia de 0,25 mm) y la punta debe formar un ángulo de 60 grados (tolerancia de 1 grado), (Ver figura 3). Las puntas pueden ser reemplazables o desechables. Se debe asegurar que la punta mantenga esta forma sino se debe reemplazar antes de realizar el ensayo. Esto debido a que la forma geométrica y el área de contacto se encuentran directamente relacionadas con el esfuerzo aplicado al suelo y por lo tanto con la resistencia del suelo ante la penetración. Así pues, el desgaste mostrado en la punta del equipo utilizado puede influir de manera directa en las mediciones realizadas.

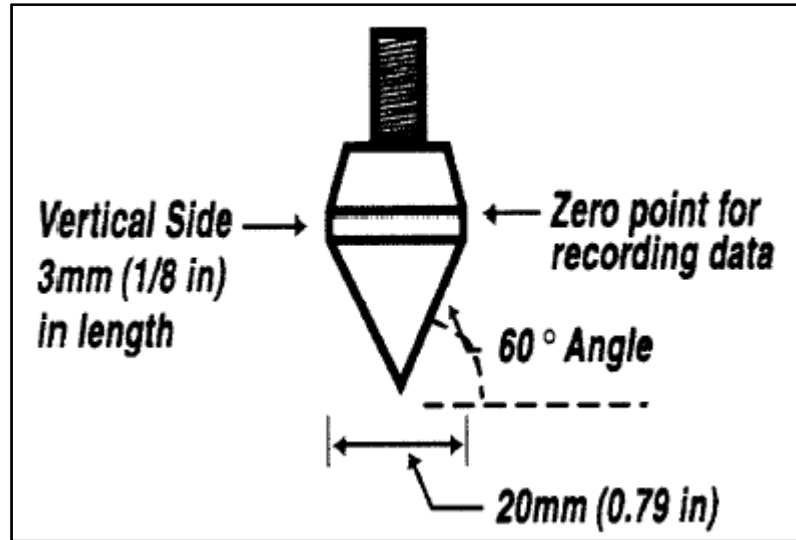


Figura 3. Detalle de las dimensiones y geometría requeridas según la norma ASTM D6951

Nuevamente se visita la carretera Bernardo Soto el día 30 de mayo de 2011 con el fin de continuar inspeccionando las labores realizadas, sin embargo, este día no se encontró ninguna cuadrilla de trabajo realizando sondeos. Al recorrer la carretera, se hallaron dos nuevos sondeos. Al igual que en la primera visita, se observó un importante deterioro de debido a la manera en que estos sondeos fueron tapados, donde nuevamente las excavaciones quedaron al descubierto debido a los desprendimientos, particularmente en el carril izquierdo o interno, el cual corresponde al carril que preferiblemente utilizan los vehículos que circulan por esta carretera y a velocidades más altas, con el inminente peligro de seguridad vial para los usuarios de esta vía. (Ver figuras 24, 25 y 26).

Por otro lado, se observó que en algunos de los sondeos que fueron vistos el pasado 26 de mayo, se les colocó un recubrimiento asfáltico. Sin embargo, nuevamente, se presentaron desprendimientos, producto del paso del tránsito y/o condiciones ambientales, lo cual afecta la seguridad de los usuarios. (Ver figuras 27a 31)

Trabajos realizados en la capa de ruedo asfáltica

Sondeos a cielo abierto encontrados



Figura 4. Kilómetro 1+600. Primeros cielos abiertos encontrados.



Figura 5. Kilómetro 1+600. Primeros cielos abiertos encontrados.



Figura 6. Kilómetro 2+650. Zona de trabajo encontrada. Se estaba trabajando en tapar el hueco que se abrió del sondeo hecho el día anterior.



Figura 7. Kilómetro 2+650. Colocación de material sobre los cielos abiertos hechos el día anterior.



Figura 8. Kilómetro 2+650. Zona de trabajo encontrada.



Figura 9. Kilómetro 2+650. Condición observada, compactación deficiente y material evidentemente saturado de agua.



Figura 10. Kilómetro 2+650. Condición al momento de partir la cuadrilla. Se puede ver el material suelto en la superficie. Estos huecos se taparon con Mezcla ese mismo día en horas de la tarde.



Figura 11. Kilómetro 2+650. Material colocado.



Figura 12. Kilómetro 2+650. Equipo de cono de penetración utilizado en los sondeos.



Figura 13. Kilómetro 2+650. Puntas utilizadas en el equipo de cono de penetración.



Figura 14. Kilómetro 2+650. Puntas utilizadas en el equipo de cono de penetración.



Figura 15. Kilómetro 2+650. Puntas disponibles para el equipo de cono de penetración.



Figura 16. Kilómetro 2+650. El retroexcavador corta material en exceso para darle el acabado final.



Figura 17. Kilómetro 2+650. Cielo abierto cerrado con mezcla asfáltica el mismo día en horas de la tarde.



Figura 18. Kilómetro 39+276. Cielo abierto encontrado.



Figura 19. Kilómetro 39+276. Cielo abierto encontrado.



Figura 20. Kilómetro 38+118. Cielo abierto encontrado.



Figura 21. Kilómetro 33+000. Corte para realizar el cielo abierto.



Figura 22. Kilómetro 33+000. Corte para realizar el cielo abierto



Figura 23. Kilómetro 6+010. Cielo abierto frente a Dos Pinos.



Figura 24. Kilómetro 3+220. Cielos abiertos encontrados en la segunda visita 30 mayo 2011



Figura 25. Kilómetro 3+220. Cielos abiertos encontrados en la segunda visita 30 mayo 2011.
Carril derecho.



Figura 26. Kilómetro 3+220. Cielos abiertos encontrado en la segunda visita 30 mayo 2011.
Carril izquierdo.



Figura 27. Kilómetro 1+600. Desprendimientos en la cobertura asfáltica colocada el 26 de mayo. Visita realizada el 30 de mayo.



Figura 28. Kilómetro 1+600. Desprendimientos en la cobertura asfáltica colocada. Carril izquierdo.



Figura 29. Kilómetro 2+650. Desprendimientos en la cobertura asfáltica colocada.



Figura 30. Kilómetro 2+650. Desprendimientos en la cobertura asfáltica colocada. Carril Izquierdo



Figura 31. Kilómetro 6+000. Desprendimientos en la cobertura asfáltica colocada. Carril Izquierdo