

Año 40 - No. 697

# INGENIERÍA & ARQUITECTURA

REVISTA OFICIAL DEL COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

40(6)



Nuestra red vial al borde del colapso  
**¿QUÉ HACER CON ESTA INFINITA RIQUEZA ABANDONADA?**

**COFTEL** PORTE PAGADO  
PERMISO No. 145

Remite  
Apdo. 785-2050

# 1 ¿Cansancio en la búsqueda?



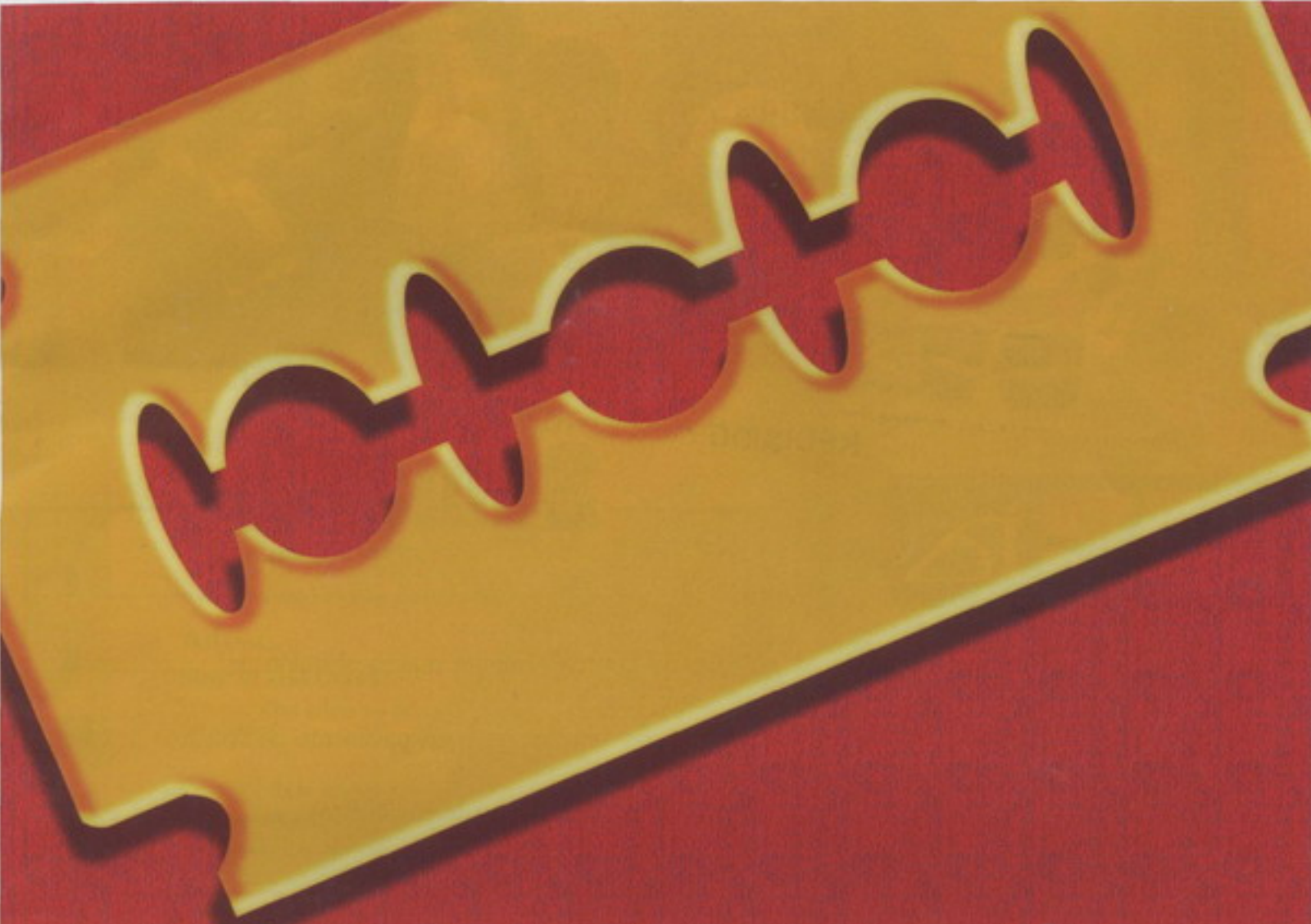
## 2 ¡Se acabó!

Con *Scotchtrak™* de 3M se acabaron las búsquedas infructuosas.

*Scotchtrak™* es un dispositivo electrónico para el rastreo de circuitos que consiste de dos partes: un transmisor y un detector. Permite al electricista y/o el técnico localizar, trazar e identificar líneas en caliente y neutros para alimentadores y cableados en derivación, interruptores, fusibles, tableros de distribución, tuberías y cortos circuitos. *Scotchtrak™* es un resultado más de nuestro singular espíritu corporativo, el mismo que nos permite dar el salto *desde la necesidad hasta la...*

# 3M *Innovación*

Para mayor información: 3M Costa Rica, S.A., teléfono: 260-3333



Si por falta de comunicación  
pierde un negocio millonario  
no se corte las venas.

Suscríbese hoy mismo a



**TICOPAGER**

El beeper más usado por la gente más buscada.

UNA EMPRESA  **CELPAGE**

Suscríbese al 296-5454



RECIBIDO 20 SEP 1997

# Sumario



Consejo Editor del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica

Coordinador del Consejo Editor  
Arq. Francisco Castillo Camacho  
Director Ejecutivo

Ing. Carlos Sandoval  
Colegio de Ingenieros Civiles  
Arq. José Antonio Soto Pacheco  
Colegio de Arquitectos  
Ing. German Moya  
Colegio de Ingenieros Electricistas,  
Mecánicos e Industriales  
Ing. Rodolfo Van Der Laat Valverde  
Colegio de Ingenieros Topógrafos  
Ing. Diógenes Alvarez  
Colegio de Ingenieros Tecnólogos  
Martin Chaverri Roig  
Asesor del Consejo Editor

Producción  
Alfredo H. Mass  
CD Ediciones S.A.  
Tél. 283 - 0760  
Directora Editorial  
Cristina De Fina  
Jefe de Redacción  
Pablo Ananía  
Diseño y Diagramación  
Luis Fernando Mata Bustamante. ☹  
Redactores  
Edmundo Ambas, Agustina Rojas F.  
Publicidad  
Ileana Cascante

La Dirección Editorial no se hace responsable por los comentarios u opiniones expresadas por los autores de los artículos. Se autoriza la reproducción de los mismos con expresa indicación de la fuente.

Editorial.....	4
¿Qué hacer con esta infinita riqueza abandonada? .....	6
Consejos para obtener un buen pavimento de concreto .....	14
Sistema de administración de pavimentos.....	20
MOPT apuesta a vías de concreto.....	25
Traslado del datum de Ocotepeque a Costa Rica.....	26
Encuesta .....	29



**CIC**  
Colegio de Ingenieros Civiles



**CA**  
Colegio de Arquitectos

**CIEMI**  
Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales



**CIT**  
Colegio de Ingenieros Topógrafos

**CITEC**  
Colegio de Ingenieros Tecnólogos



9 de cada 10\*

CASAS y edificios, de NUESTRO PAÍS SE CONSTRUYEN CON...

**PLYCEM®**  
**FIBROLIT®**

LAS LÁMINAS DE CEMENTO REFORZADO

**Plycem Fibrolit**

**NO CONTIENEN ASBESTO**

Por eso no son un riesgo para la salud \*

**Además**

**si SON RESISTENTES**

al fuego, a los golpes y a las inclemencias del tiempo.

**si SE PUEDEN USAR EN EXTERIORES**

e interiores y son fáciles de instalar y trabajar.

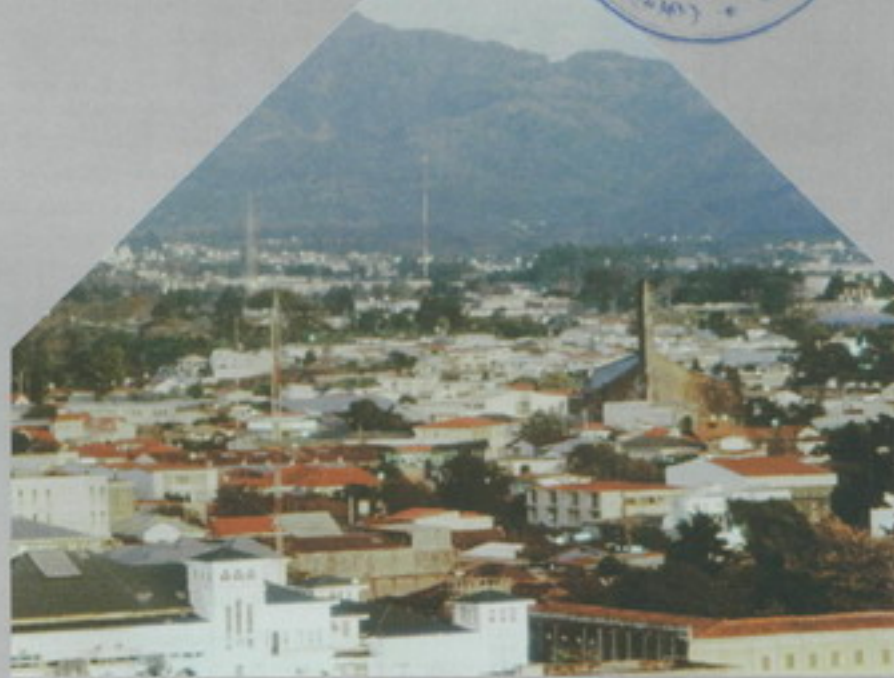
**si TIENEN TECNOLOGÍA**

de avanzada porque desde hace más de 15 años Ricalit superó la antigua tecnología de fabricar con asbesto, cuentan con la certificación de Underwriters Laboratories y cumplen con las normas nacionales e internacionales.

**si TIENEN RESPALDO**

porque son producidas por la empresa que ha sido líder en Costa Rica por más de 30 años: Ricalit y están disponibles en los más prestigiosos almacenes de materiales en todo el país.

\* En el decreto 25056-S-MEIC-MINAE se regula el uso, manejo, transporte e instalación de los productos de asbesto y se advierte que respirar polvo de asbesto es nocivo para la salud.



LÁMINAS SIN ASBESTO Plycem Fibrolit

Fabricadas en Costa Rica por

**Ricalit S.A.**

UNA EMPRESA  
**AMANCO**

\* Según encuesta de Unimer, abril 1996.

# Editorial

## Arquitecto José Antonio Soto

Cuando una red vial se deteriora, no solamente afecta a los usuarios, también entorpece toda la actividad comercial, resiente la competitividad del país, afecta el desarrollo económico y genera gravísimos problemas de comunicación interna y con el exterior. Costa Rica, que a partir de los sesentas fue un ejemplo para el resto de América Latina, es víctima hoy de casi treinta años de mala gestión vial en materia de mantenimiento y conservación.

Los resultados son visibles: calles deterioradas, carreteras de alta peligrosidad, puentes en precario estado de conservación, caminos secundarios virtualmente inaccesibles. En los diferentes gobiernos, la respuesta a tanta desolación ha sido la misma: no alcanzan los recursos. Lo cierto es que esos recursos existieron (si nos referimos a recursos genuinos que provee la red vial o a los diversos impuestos teóricamente imputados a su conservación) pero se destinaron a otras áreas de la actividad o desaparecieron con destino desconocido. Es así como gigantescas obras viales encaradas con préstamos externos hacia mediados de los sesentas están llegando al final de su vida útil.

El esfuerzo económico de generaciones pasadas está a punto de perderse cuando todavía siguen impagos los préstamos que se nos concedieron. Falta de maquinaria en condiciones de operar, ejecución deficiente de los trabajos realizados en conservación, falta de planificación y organización, mantenimiento deficiente de la maquinaria, trabas burocráticas y administrativas, baja calificación

promedio del personal empleado en tareas de mantenimiento de la red, desconocimiento del significado que para el país tiene la conservación vial, son algunas de las causas más importantes que determinan hoy esta situación de deterioro.

Sin embargo, resulta claro que es el sistema inadecuado de financiamiento de la conservación vial el que no funciona: nadie concibe que un programa de mantenimiento estable, seguro, pensado para el mediano y el largo plazo, pueda depender de fondos provenientes del presupuesto nacional, sobre todo cuando la asignación de esos fondos depende a su vez de decisiones políticas y cuando, es evidente, la conservación vial tiene poco o ningún rédito en materia eleccionaria.

Existe, por otra parte, una gran confusión en cuál puede ser el aporte de la empresa privada en esta materia. Hay quienes entienden que la concesión de obra pública no es el camino correcto (más por motivos ideológicos que por argumentos técnicos y financieros), otros se oponen inclusive a la operatoria por peaje, muchos se resisten a encarar la construcción de pavimentos de concreto (porque suponen -sin investigación exhaustiva- que sus costos son demasiado elevados, cuando en realidad en el largo plazo resultan más baratos) y no pocos sostienen que aún es posible recurrir a contratistas que ya han ejecutado en forma deficiente trabajos de conservación: no existe claridad y menos aún consenso entre los profesionales, los burócratas, los políticos. En algo, sin embargo, todos coinciden: el casi fracaso del programa enarbolado con tanto énfasis ("cero hue-

cos") apenas a fines del año pasado, la suspensión de obras vitales, la postergación del inicio de otras, debe apurar una decisión, tanto en materia legal (revisión de la ley de concesión de obras públicas) cuanto en materia administrativa y de control de fondos (creación de una Comisión Permanente, básicamente constituida por ingenieros viales y especialistas, que regule, vigile, recaude y distribuya recursos para conservación vial).

Costa Rica es poseedora de un patrimonio todavía millonario en red vial. El salvataje hoy es todavía posible. Si en otras áreas se ha registrado un cambio cualitativo tendiente a buscar una mayor integración con el resto del mundo (por ejemplo: la política de inversiones dirigida hacia industrias de alto contenido tecnológico) no se debe desatender la integración dentro del propio territorio nacional.

La rehabilitación de carreteras, el masivo y urgente señalamiento de vías y caminos, las mejoras en puertos y aeropuertos, la parcial reconstrucción de la red ferroviaria, deben acompañar lo que ya se hizo en materia de infraestructura (aeropuerto Daniel Oduber, muelle turístico para cruceros en Puntarenas) sea cual fuere la modalidad elegida, por concesión de obra pública o por el sistema de contratación de empresas confiables. Finalmente, serán los propios usuarios de caminos y carreteras los que pagarán la puesta en marcha y la realización de todos los programas que garanticen una red vial que no sólo es fuente de divisas sino también pilar del desarrollo sostenible. ■

## En cableado estructurado nuestra flexibilidad no tiene límites

**ORTRONICS**  
OPEN SYSTEM ARCHITECTURE



La flexibilidad de nuestros sistemas es nuestro principal objetivo. Esto porque sabemos que las necesidades para su red de telecomunicaciones de voz y datos son muy especiales.

Nosotros atendemos sus necesidades y le creamos soluciones de redes flexibles, las cuales se diseñan para que evolucionen con usted hacia el futuro.

Desde lo más avanzado en fibras ópticas hasta los mayores adelantos tecnológicos en organización de cableado, tenemos la solución de más alto rendimiento para usted.

- \* Estaciones de trabajo, canaletas, gabinetes de interconexión (patch panels), transconectores (110 cross-connects), organizadores de cableado, cordones de interfaz (patch cords), fibra óptica y más de 8.000 productos en catálogo.

- \* Programas de entrenamiento, apoyo técnico y planificación de sistemas.

- \* 25 años de garantía a nuestros sistemas certificados.

- \* Calidad sin límites.

Llámenos a nuestra planta en Costa Rica. Teléfonos: 293-6565 y 293-1229, o envíenos su fax al 239-3684 para hacerle llegar nuestro catálogo gratis.



### ORTRONICS Communications International

Zona Franca Metropolitana, Apartado Postal 119-3006  
Barreal de Heredia, Costa Rica  
Tel.: (506) 293-6565 y 293-1229 Fax: (506) 239-3684  
E-mail: [Fibrasop@sol.racsas.co.cr](mailto:Fibrasop@sol.racsas.co.cr)

**ORTRONICS**  
OPEN SYSTEM ARCHITECTURE

# ¿Qué hacer con esta infinita riqueza abandonada?

Pablo Ananía

**D**urante los años sesentas, Costa Rica extendió la red vial mejor estructurada de América Latina para un país con condiciones geográficas tan adversas y dificultades de comunicación a veces insalvables. Aún hoy, casi treinta años después, su valor estratégico es varias veces millonario en dólares. Sin embargo, el deterioro de los caminos, la falta de mantenimiento rutinario, el fracaso de los programas de conservación, están llevando al colapso a la red caminera, esencial para el desarrollo económico. Múltiples factores (sobre todo políticos) incidieron para que se dejara de la mano de Dios una riqueza que será difícil recuperar. Pero alternativas para el salvataje no faltan. Qué proponen los ingenieros asesores del MOPT. Perspectivas que ofrece la modalidad de concesión de obras públicas. La necesidad de creación de un ente autónomo para administrar y controlar los fondos dedicados a conservación vial.

Sobre 51.000 km<sup>2</sup>, el territorio nacional de Costa Rica alberga una población de 3.2 millones de habitantes, de los cuales casi la mitad vive en áreas urbanas. Estos datos -es obvio- no bastan para definir las características esenciales del costarricense pero sí indican qué infraestructura de servicios puede demandar, por su concentración demográfica, el país y su gente. Si además consideramos otros indicadores vitales (salud, vivienda, educación, infraestructura vial y de servicios, saneamiento ambiental, pobreza, distribución del ingreso, índices de productividad, finanzas públicas, actividad privada) podría configurarse un cuadro que no es -si se comparan iguales rubros de otros estados de América Latina- tan desalentador como quieren hacer creer algunos intencionados discursos políticos o según lo percibe el costarricense medio, inmerso como está en las contradicciones que plantea la dura vida cotidiana.

Por cierto, hay sectores donde el agua llega al cuello y aún más arriba. Allí, donde la nación está seriamente amenazada, es donde se hace necesario producir una profunda transformación que apuntale, al menos sectorialmente, el desarrollo nacional. Ingeniería & Arquitectura se propone, en ésta y en sucesivas ediciones, plantear sin hipocresía (y con cifras) dónde, con quiénes y por qué tropezamos. Para iniciar esta serie de artículos elegimos uno de los sectores que más sensibiliza a los profesionales, porque si alguna vez fue orgullo del país, hoy se encuentra en grado extremo de agonía: la red vial, un patrimonio millonario del pueblo costarricense que está al borde del colapso.

Con todo, el estado actual de carreteras, puentes y caminos no constituye el problema más grave aunque requiera terapia intensiva. Es el futuro (mediato e inme-

diato) el que angustia y desespera: los fondos actuales disponibles para rehabilitación y mantenimiento vial se calculan en 5.000 millones de colones (21.5 millones de dólares) al año. Pero -como afirmó Marcos Teoli, ingeniero consultor del MOPT- si se cumplimentara con el programa de rehabilitación y conservación que necesita en verdad la red costarricense, durante un lapso continuo de 6 años -mínimo indispensable para alcanzar resultados apenas satisfactorios-, se requerirían realmente cifras no inferiores a los 15 mil millones de colones anuales (65 millones de dólares), y eso sólo para conservación y rehabilitación de la actual red pavimentada. Ni hablar de obra nueva. Si el dinero con el que se cuenta hoy es sólo la tercera parte de esa suma, resulta previsible el impacto que producirá semejante déficit no sólo sobre las carreteras sino en detrimento de la economía nacional, cuya dependencia del sistema de transportes terrestres es absoluta. Para analizar la magnitud del problema es necesario analizar los gráficos 1 y 2.

Según el ingeniero Rafael Angel Sánchez B. -quien preparó un exhaustivo informe para la Cámara de Constructores de Carreteras y Puentes- las vías calificadas como "muy buenas" únicamente requerirían mantenimiento preventivo, las "buenas" mantenimiento rutinario, las "regulares" son aquellas en las que debería sustituirse parcialmente la capa de rodamiento (o colocarles una capa adicional), las "malas" son aquellas en las que deberían sustituirse por completo dicha capa y parcial o totalmente la base, finalmente las vías calificadas como "muy malas" son aquellas en



**GRÁFICO 1. ESTADO DE LA RED VIAL NACIONAL EN COSTA RICA**

ESTADO	RED VIAL NACIONAL			
	CARPETA ASFALTICA Y TRATAMIENTO SUPERFICIAL (1)		LASTRE Y TIERRA (2)	
BUENO	708Km	17%	200Km	6%
REGULAR	1128Km	27%	1316Km	41%
MALO	2340Km	56%	1702Km	53%
TOTAL	4176Km		32Km	

(1) Sistema de Administración de Pavimentos, HDM III  
Asesoría en Planificación, MOPT

(2) Sistema de Programación y Ejecución del Mantenimiento (SPEM)  
Área de Conservación Vial, MOPT, Marzo 1997

**GRÁFICO 2. ESTADO DE NUESTRA RED VIAL**

CLASIFICACIÓN SEGÚN RODAMIENTO	MUY BUENA	BUENA	REGULARES	MALAS	MUY MALAS
Con carpeta Asf.	7%	25%	30%	22%	16%
Con trat.sup bit	10%	26%	31%	22%	11%
Con tobas y gravas	0%	17%	45%	24%	14%

las cuales deben sustituirse las capas de rodamiento y de base totalmente y parcialmente la capa de sub-base. Llevar al estado de "muy buena" a nuestra red vial implicaría aquel gasto anual de 65 millones de dólares, todo ello sin incluir puentes pero sí considerando un costo de conservación.

Para el ingeniero Edwin Moya, asesor del MOPT, entrevistado por nuestra revista, "el patrimonio vial de Costa Rica irá disminuyendo y cada año que pase la necesidad de inversión para conservación será mayor". De acuerdo con el ingeniero Sánchez B. "por cada un colón que deja de invertirse en conservación vial, los usuarios desembolsan innecesariamente, por gastos extras en la operación de vehículos, tres colones. Esto quiere decir que somos todos los costarricenses los que cargamos sobre nuestras espaldas el mal estado de las carreteras, a lo cual debemos agregar el costo significativo de accidentes y la irreparable pérdida de vidas por la misma causa".

"La gran mayoría -reflexiona Edwin Moya- asocia la idea de progreso a construir, reconstruir o mejorar. Pero siempre se relaciona el éxito con la construcción de obra nueva, y aquellos políticos que logran finalizar una obra alcanzan prestigio público. La inauguración de una obra lleva a un momento de gloria al político que la gestó. En cambio, la conservación de las vías existentes (los motores verdaderos del desarrollo) no tienen fama, no gozan del fervor popular ni hacen que los políticos se desvelen. Entonces sucede que no es sólo por falta de fondos, porque los trabajos de conservación se ejecutan en forma deficiente, por falta de planificación y programación de los trabajos de conservación: también influye un ingrediente político que -retorcido entre las trabas burocráticas y administrativas- hace aún más grave el problema".

Es así, aunque parezca de Perogrullo: se multiplican los huecos, se profundizan las grietas, se producen accidentes fatales, se botan miles de millones de dólares en el

mantenimiento de vehículos dañados por las fallas camineras, todo el mundo tiene en claro que es bajísima la eficiencia de la gestión vial, "pero en beneficio de políticas electorales -según juzga el ingeniero Marcos Teoli- no se proveen desde hace muchos, muchos años, los fondos suficientes para la conservación de rutas, caminos y puentes".

La inadecuada organización vial costarricense depende de un pequeño departamento dentro de un gran ministerio que no tiene ningún peso en la toma de decisiones a pesar de la buena voluntad que puedan tener los funcionarios. Hombres transparentes y profesionales de conducta intachable naufragar en sus intenciones de darle solución al más grave problema que afecta el desarrollo sostenible del país.

Por cierto, el tema es mucho más complicado y, en ese sentido, de mayor dificultad su resolución. Un informe de MIDEPLAN, en medio de la retórica que necesariamente florece en este tipo de publicaciones, analiza los problemas de fondo vinculados en Costa Rica con el uso de la tierra: "en nuestro país -se señala- no se ha tomado en cuenta la vocación del territorio en la reorganización del uso de la tierra, situación que ha provocado diversos trastornos como el crecimiento irracional de la frontera agrícola y la sobreutilización del suelo, así como la mala ubicación de actividades en áreas no propicias para su desarrollo (...) Existe un crecimiento descontrolado de las ciudades, especialmente en el Área Metropolitana, el Gran Puntarenas y Limón, además de graves problemas y dificultades para abastecer y suplir con servicios básicos a la población, lo que implica el deterioro de las condiciones sociales, económicas y ambientales, así como la calidad de vida. El Gran Área Metropolitana presenta el mayor problema de organización espacial del país: en un 4% del territorio nacional, que va desde San Ramón de Alajuela hasta Paraíso de Cartago se concentra alrededor del 55% de la población total. La GAM se extiende sobre los suelos más fértiles, profundos y de mejor drenaje del país. Sin embargo, la mayor parte de esas tierras está ocupada por viviendas y carreteras o reservada para urbanizaciones e industrias. Se presenta un crecimiento de-

sordenado de tipo horizontal que a la vez de eliminar el suelo agrícola aumenta los costos de los servicios básicos -electricidad, agua, teléfonos, alcantarillados, etc.-"

Queda claro para los analistas que el problema más grave lo enfrenta la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Con un área de 2.169 km<sup>2</sup> -4.3% del territorio nacional- alberga 1.7 millones de habitantes. Allí se concentra cerca del 70% de los beneficios de café, el 85 % de las industrias y circula el 88% de los vehículos particulares y el 79 % de los vehículos públicos. Un verdadero desatino urbano para un país tan pequeño.

Los problemas de infraestructura en el área son tremendos (¿insolubles?). La gran demanda de recursos y servicios para satisfacer las necesidades crecientes de sus ha-

bitantes y el deterioro ambiental por efectos de los procesos de producción y consumo de esta población sumados al deterioro incontenible de la red vial hacen poco creíble cualquier promesa electoral que enarbole banderas de desarrollo sostenible. ¿Pero cómo dominar a este monstruo de miles de cabezas venenosas que se ha extendido sobre la Meseta Central como una peste y se nutre de la pobreza, de la ineficiencia y de la corrupción? ¿Se lo puede acaso atacar globalmente, mudar la ciudad capital? ¿Vamos, por el contrario, a seguir tratando con aspirinitas un cáncer terminal? Seguramente ni lo uno ni lo otro ha de ser conducente. No se puede hablar de cirugía extrema cuando están afectados todos los órganos de un cuerpo: si simultáneamente están atacados el hígado, el corazón, el cerebro, los riñones y las vías circulatorias, ni el trasplante masivo hará mi-

lagros. Parece esencial, en primera instancia, ir de a poco, estudiar el cerebro, es decir, revisar la mentalidad de quienes tienen en sus manos la responsabilidad de implementar políticas adecuadas en cada una de las áreas y buscar, por ahora, respuestas sectoriales.

Así como en ediciones anteriores de esta revista se plantearon los problemas y se apuntaron algunas propuestas para solucionar en parte los graves problemas de vivienda, en la misma forma aspiramos a tratar, en este número de *Ingeniería & Arquitectura*, el fenómeno de la conservación y rehabilitación vial. Como se puede deducir del análisis de los gráficos 1 y 2, no resulta suficiente lo que intenta el MOPT. En el gráfico 3 ha de visualizarse cuál es la programación de obras clasificadas en materia de carreteras.

**GRÁFICO 3.** Programación de las obras clasificadas, excepto los compromisos del MOPT así como los proyectos ya decididos por el mismo

Ruta	Longitud (km)	Localización aproximada		Caso vial actual	Tránsito promedio diario	Posibles contratos
		Inicio	Fin			
N0014	7,02	Golfito (hotel gaviotas - inicio zona urbana)	golfito (r.14-deposito libre)	C232	de 2700 a 5300	1998
N0023	13,095	Barranca (r.1)	puerto caldera	C232	de 2700 a 5300	1998
N0027 G	9,545	san rafael escazú (casetas peaje)	brasil (r.22)	A181	mayor 5300	1998
N0032	10,815	guápiles (r.247,calle emilia)	guácimo (r.248)	A181	mayor 5300	1998
N0032	23,245	guácimo (r.248)	pocora (r.812)	A132	mayor 5300	
N0111	7,345	san francisco (r.3)	intersección san antonio(r.1)	A293	de 2700 a 5300	1998
N0111	3,907	intersección san antonio (r.1)	rio segundo(r.3)	A393	de 1115 a 2700	
N0120	15,13	vara blanca (r.126)	parque nac.volcan poas (volcan poas/centro visitantes)	C493	de 500 a 1115	1998
N0141	9,808	ciudad quesada (r.140)	florencia (r.35)	A293	de 2700 a 5300	1998
N0147	5,223	santa ana (r.121)	san rafael oeste (r. 122)	A293	de 2700 a 5300	1998
N0150	8,925	nicoya (r.21)	casitas (r.157)	C493	de 500 a 1115	1998
N0153	2,175	aeropuerto (r.1,radial alajuela)	alajuela (r.3)	A181	mayor5300	1998
N0153 G	1,965	aeropuerto (r.1,radial alajuela)	alajuela( r.3)	A181	mayor5300	1998
N0202	5,711	el cristo (r.203)	san ramón de tres ríos (iglesia)	A293	de 2700 a 5300	1998
N0202	3,779	san ramón de tres ríos (iglesia)	tres ríos (r.221)	C493	de 500 a 1115	
N0209	9,917	tarbaca (r.222)	san ignacio de acosta (r.301)	C493	de 500 a 1115	1998
N0230	2,844	santa cruz (iglesia)	turrialba(r. 10)	C322	de 1115 a 2700	1998
N0237	16,895	santa cecilia (escuela)	agua buena (iglesia)	C493	de 500 a 1115	1998
N0247	8,359	guápiles (r.32,calle emilia)	pueblo nuevo de la rita (r,248)	C222	de 2700 a 5300	1998
N0247	15,919	pueblo nuevo de la rita (r,248)	campo cinco(escuela)	C222	de 2700 a 5300	
N0251	1,82	curridabat (r,2)(galera)	lte prov.san josé / cartago (laguna de curridabat)	B112	mayor 5300	1998
N0251	5,091	lte prov.san josé(cartago (laguna de curridabat)	sn rafael de la unión (r,2)	C232	de 2700 a 5300	
N0618	6,389	Quepos (r.235)	playa manuel antonio (playa)	C493	de 500 a 1115	1998
N0721	3,976	Cebadilla (cruce a centro de población)	la garita (r.3)	A293	de 2700 a 5300	1998

# TECNOLOGIA CEMPA

Nuestro CEMENTO está garantizado por el más alto control de calidad



**SALA DE CONTROL**  
Desde aquí se controla el proceso de producción.



**LABORATORIO FISICO**  
Prensa hidráulica para fallar cubos de cemento.



**EQUIPO DE RAYOS X**  
Determina la composición química de los materiales del proceso.



**MICROSCOPIO**  
Para determinar la composición mineralográfica de los materiales.



**CEMPA**  
Cementos del  
Pacífico S.A.

Tel: 276-6001 - Fax: 276-6637  
Apdo. 6558-1000 San José, Costa Rica

Silos de homogenización y almacenamiento de harina de crudo - Planta 1

Si se cumplieran mínimamente las programaciones del MOPT para 1998 (lo cual todos nuestros entrevistados pusieron en duda), la situación general esencialmente no variaría: la ausencia durante los últimos años de un mantenimiento preventivo, con un mínimo e insuficiente mantenimiento rutinario, ha agravado hasta tal punto el problema que deberían triplicarse los gastos en rehabilitación, cuyos costos son varias veces superiores a los de mantenimiento rutinario.

Los ingenieros Marcos Teoli y Edwin Moya coincidieron al afirmar que las causas de la situación creada han sido varias, pero una principal fue la necesidad de muchas obras nuevas, las cuales -como se dijo- llevan por lo general el sello particular de un dirigente político o de la dirigencia de las comunidades. Y tan importante aporte al poder político no fácilmente puede ser sacrificado. Marcos Teoli puntualizó asimismo que "la rentabilidad que genera un mantenimiento adecuado de las obras viales se estima en el orden del 40%, en tanto que el beneficio obtenido por la inversión en obra nueva de este mismo tipo es aproximadamente del 24%. En algunas de nuestras carreteras, con tráficos superiores a los 5.000 vehículos diarios, se ha comprobado que la Tasa Interna de Retorno es superior al 100% anual, sobre todo cuando la inversión se ha canalizado para la rehabilitación propia del pavimento. Esto, sin duda, genera un gran beneficio que se distribuye entre todos los usuarios, pero con el consiguiente ahorro de divisas para el país".

Para el ingeniero Marcos Teoli la alternativa de solución al problema no es imposible. "Como los presupuestos incluidos para la rehabilitación y el mantenimiento de los caminos, así como el personal, la maquinaria y otros recursos del MOPT están sujetos y continuamente asediados para llenar una serie variada de necesidades por demanda de las comunidades, y ante la imposibilidad política de crear un ente autónomo (así como hay un Instituto para la Vivienda, podría pensarse en un Instituto para Carreteras) que administre, construya y mantenga todo el sistema vial del país, habría que considerar la posibilidad de crear una Comisión (aún dentro del MOPT, con control del propio Ministro si

fuera necesario) que, con la participación del sector público y del sector privado, administre y vigile el empleo de recursos ordinarios y extraordinarios en obras de conservación".

El ingeniero Moya, también conocedor profundo del tema, fue terminante: "Si se dedicara la totalidad de lo recaudado por el impuesto a la propiedad de vehículos, si se aumentara como corresponde el impuesto a los combustibles para destinar fondos para conservación, mantenimiento y rehabilitación de la red vial, si el timbre para la inscripción de vehículos contara con un porcentaje para carreteras, si el destino de los impuestos a la importación y fabricación de llantas, al traspaso de vehículos usados, a las infracciones de tránsito, etc. etc. se destinaran a la compra de equipos, construcción y mantenimiento de la red vial, al menos gran parte de los problemas que tenemos estarían resueltos".

Que se revise la estructura de precios de los combustibles, que se eliminen las ayudas que el MOPT da a otras instituciones con ingresos que produce el sector carretero, que se modifique la tabla de impuestos que se aplica a la importación de vehículos usados, que se establezcan tarifas por peaje de mayor volumen que las actuales, son algunas de las medidas imprescindibles que deben tomarse, siempre y cuando exista una Comisión como la que propone el ingeniero Teoli que administre y vigile los fondos sin sospecha alguna de que serán realmente destinados a la conservación y recuperación de la red vial costarricense.

Por cierto, existen también otras alternativas. **Ingeniería & Arquitectura** entrevistó a la estadounidense Jill Jamieson (31 años, consultora del actual gobierno en materia de concesiones públicas desde enero de este año). Su mirada (en parte porque está menos sumergida en los entretijos burocráticos y los padecimientos de los profesionales que fungen en el MOPT, en parte porque tiene el distanciamiento que le da su condición de extranjera) es más abarcadora.

Jamieson tiene en claro que no solamente la red vial exige mayores recursos económicos de los que se disponen: "Está

en bancarrota, también, el sistema ferroviario y tienen severos problemas estructurales los aeropuertos, fundamentalmente el Juan Santamaría. Y este último caso es gravísimo: en no más de veinte años Costa Rica necesitará un nuevo aeropuerto internacional cuyo costo será superior a los 500 millones de dólares. Si la red vial exigirá en el mismo lapso (para conservación, rehabilitación y nuevas obras de infraestructura) una cifra cercana a los mil millones de dólares, si ya no existen posibilidades de préstamos externos que financien a los gobiernos semejantes gastos en infraestructura, Costa Rica debe pensar entonces en las mismas soluciones que están adoptando otros países del área latinoamericana: la concesión de obra pública. Para ello, obviamente, es imprescindible cambiar la mentalidad de los dirigentes, reacios casi siempre a esa modalidad porque confunden concesión con privatización, porque temen que la corrupción administrativa desbarate la realización de obras que son impostergables".

Precisamente, el ingeniero Edwin Moya descartó en forma contundente que las concesiones puedan constituirse en una solución. No sólo esgrimió un ejemplo local sino que describió el fracaso casi absoluto de la modalidad en México, donde se realizaron obras que no fueron rentables para el sector privado y que finalmente tuvo que soportar financieramente el gobierno mexicano. "Sin embargo -defendió Jamieson- la transferencia de derechos y obligaciones al sector privado con un marco legal adecuado, con un marco financiero adecuado y con un sistema de garantías adecuado, con estricto control estatal y hechas las concesiones públicas con absoluta transparencia, han producido éxitos extraordinarios en otros países, Chile, por ejemplo. El caso de la Bernardo Soto, en Costa Rica, fracasó por la inexistencia de un adecuado marco legal: la ley, en el país, está viciada de defectos, no protege al inversor y no permite controlar los riesgos que se transfieren del sector público al privado. El problema es grave: éste es el momento en que los inversionistas internacionales están dispuestos a invertir en obras de infraestructura, de hecho lo están haciendo en otros países del área, pero si la ley no es amable con los inversores, descartarán Costa Rica por aquellos estados que ofrezcan mayores seguridades".

Entre otros puntos no menos conflictivos, lo que cuestiona Jamieson es el artículo 34 de la ley aprobada por la Asamblea Legislativa en 1994. El mismo refiere a las causas de extinción de la concesión otorgada que deja virtualmente sin defensa a la empresa privada frente a cualquier decisión de rescate por parte de las autoridades nacionales.

Si según datos del MOPT, los ingresos en 1998 del subsector Transporte por Carretera, rondarán los 6 mil millones de colones y la cifra considerada adecuada por el ingeniero Teoli para el mantenimiento y rehabilitación de rutas es de 5 mil millones, si no se fugara una parte sustancial de ese ingreso con destino desconocido, teóricamente a sostener otras falencias del sistema, si se considerara (como aspira el ingeniero Moya) la financiación de sostenimiento de la red vial con mayores y genuinos aportes impositivos (sobre todo los que tributa la venta de combustibles), si existiera una comisión del MOPT pero con amplios poderes de decisión, dedicada por entero al control, administración y vigilancia de los fondos basán-

dose en el estricto informe técnico y las recomendaciones de los ingenieros, si se tomara en cuenta la necesidad que plantea la licenciada Jamieson de transparentar el marco legal que posibilite la llegada de nuevos capitales por inversión en obras fundamentales de infraestructura, es probable que proyectos como el de la Bernardo Soto, el ya poco creíble "cero huecos", el imprescindible nuevo aeropuerto y los tantos otros que están a medio hacer o definitivamente suspendidos, puedan concretarse.

Como se puede percibir en este informe, todo se reduce a una cuestión política y de transparencia administrativa.

Las herramientas, las ideas, el dinero, la capacidad de nuestros profesionales, están disponibles. ¿Habrá alguien (hoy, ahora, en el próximo gobierno) con el coraje necesario para poner un punto final a más de veinte años de desaciertos administrativos y dinero mal gastado? ¿Habrá quien entienda el lastre para la economía de un país que significan los caminos en mal estado, un aeropuerto insuficiente, un sistema de transpor-

tes obsoleto? ¿Habrá alguien con cierto poder y no menor honestidad que se preocupe por el futuro inmediato del país, cuando en veinte años a más tardar ni siquiera puedan ingresar en Costa Rica aviones con mayor caudal de carga o cuando caminos y rutas colapsen por completo? En los inicios de este artículo se habló de la necesidad de ir resolviendo paso a paso cada uno de los problemas que afectan a este organismo vivo que es la nación: si las vías circulatorias se congestionan y colapsan, no habrá ideología ni discurso político ni retórica salvacionista que las reviva. No se debe desestimar la opinión de los profesionales costarricenses, ingenieros que dedicaron sus vidas por completo al MOPT. Tampoco se puede ideologizar la resolución de un conflicto: construir un aeropuerto moderno y eficiente (vía la concesión de obra pública) no debe compararse con la privatización o venta del ICE, como algunos intentan hacer. La empresa privada no monopólica tiene mucho que ofrecerle al país. Si la inteligencia en la toma de decisiones se acompaña con honestidad y transparencia, habrá un solo ganador: Costa Rica, su gente. ■

# Llévese esta lámina y obtenga un descuento en su recibo de electricidad\*

En Plastiluz® le ofrecemos los sistemas de techado más económicos y acordes con sus necesidades y presupuesto. No importa el techo que usted tenga ni el tipo de estructura, nosotros le asesoramos acerca de las mejores alternativas. Recuerde que puede contar con nuestro excelente servicio de instalación.



**plastiluz**  
División Comercial de Neon Nieto S.A.



Ahora tenemos a disposición láminas reflectivas del calor, tipo RFX de 16 mm. de espesor, triple pared, con sistema antirreflejo, exclusivo de Polygal®. Nuestras láminas tienen garantía limitada hasta por 10 años (más detalles con su vendedor).

Llámenos 240-2980 / Fax: 240-2982. E-mail: [plastiluz@neonnieto.icr.co.cr](mailto:plastiluz@neonnieto.icr.co.cr)

\* Estas láminas permiten el paso de la luz natural y repelen el calor, disminuyendo el uso de luz artificial en gran parte del día, lo que significa un importante ahorro en su recibo de electricidad.

Una profesión que exige cambios cualitativos profundos

# ARQUITECTO DEL SIGLO XXI SE BUSCA

Edmundo Ambás

La desaparición del mundo bipolar, la supuesta globalización de los mercados y las verdades absolutas que se desprenden de los sistemas de pensamiento de la modernidad, signados por el neoliberalismo salvaje, no han hecho más que profundizar la desigual diferencia que existe entre países pobres y países ricos. No se puede negar: existen el blanco y el negro, el bien y el mal, el norte y el sur, el infierno y el paraíso. Aplicada esa generalidad a las ciudades del mundo sur, se podría hacer un pronóstico apocalíptico sobre el futuro de los países subdesarrollados y sus megaciudades, construidas siempre con déficit en infraestructura de servicios, sin resolver el problema de las viviendas-tugurio y atiborradas de conflictos que carcomen el habitat comunitario. Es en medio de ese panorama donde el arquitecto colombiano Horacio Basaldúa Alfaro, consultor de empresas en Sistemas de Calidad, cuestionó el nuevo lugar que le corresponde al arquitecto contemporáneo. Entrevistado por esta revista, dio por tierra con todas las concepciones acerca de qué es arquitectura hoy, qué significa en verdad ser un arquitecto "sometido a las leyes de mercado: ya no se trata sólo de hacer 'buena arquitectura'. Además tenemos que prestar un servicio eficiente y global a nivel empresario".

El persistente crecimiento de la población mundial y de las megaciudades, la exigencia de los "clientes ricos" que ponen en duda la capacidad de los arquitectos para adaptarse a la cada vez mayor exigencia de propuestas válidas que involucren análisis de costos, estudios de inversión y hasta la creación de tipologías de vivienda que se aislen y distinguan del conglomerado caótico, ca-

rente de infraestructuras básicas, que ostentan las ciudades populosas de América Latina, se han convertido en un desafío insoluble para los profesionales. "Las empresas constructoras -capaces de lidiar con mayor éxito en los mercados emergentes- cada vez con mayor frecuencia, cuando toman una obra, incluyen el servicio que deberían prestar los arquitectos. Por otra parte, el comitente ahora es virtualmente anónimo. Ya no existe casi el típico "cliente" del arquitecto, aquél que encargaba personalmente la obra. Son compañías multinacionales u organismos estatales los que solicitan no solamente 'buenos proyectos' sino también **normas de calidad**, para garantizarse tiempos de entrega, cumplimiento de contratos, capacidad de organización, servicios profesionales eficientes".

"Esta idea de que la arquitectura ya no sólo es un arte -sostuvo con claridad Basaldúa Alfaro- sino un **arte útil**, implica que el arquitecto debe participar (y hacerse cargo) de la condición mudable de los flujos económicos y las organizaciones sociales, de la versatilidad y volatilidad de los mercados y de la capacidad de cumplimiento de los contratistas. Ya no se trata sólo de pensar si tal o cual edificio se asienta sobre un terreno imponiendo su trama y su ley, su belleza y su orden, sino de concebirlo como un organismo vivo que también, a su vez, obedece las leyes de mercado, que también se somete al espíritu de los contables y los administradores, que responde a los cánones de la alta tecnología, a la inteligencia de los complejos sistemas de comunicación y, sobre todo, a las necesidades de seguridad absoluta que imponen sociedades alteradas por una delincuencia incontenible. Un arquitecto del siglo XXI no debe sólo co-

no-cer profundamente su arte, su disciplina, si desea estar activo en la próxima década. Su tarea no debe limitarse a hacer buenos proyectos. Tiene que entender que, también, es un empresario y un ejecutivo. Países como los nuestros, que abordan crisis financieras dramáticas, crisis culturales e ideológicas de dimensiones inesperadas, que están ante las puertas de la modernidad pero con un pie todavía en el siglo diecinueve, necesariamente exigen de los arquitectos una fuerte voluntad modernizadora que, casi siempre, los aleja del tablero y los sumerge en el no menos ardiente y creativo mundo de los negocios de alta competitividad".



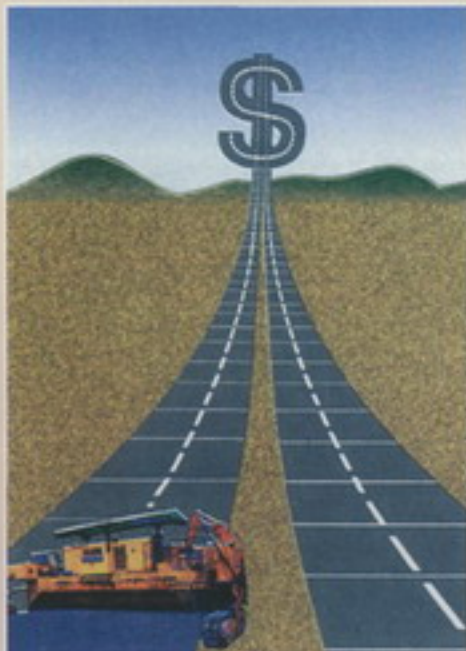
## Reportaje a René Castro, asesor del MOPT

# Se hace camino al andar...

Pablo Ananía

**H**ay un viejo proverbio de Confucio que bien podría aplicarse a la actual situación de Costa Rica en materia de carreteras: "Si lo dices me olvido. Si lo veo, tal vez lo recuerde. Si lo hago, comprendo...". Todo el mundo lo sabe: la promesa política se remite, casi siempre, a decir algo, al mero discurso retórico; total, la gente olvida fácil. En cambio, cuando se pone en marcha un programa, es posible que al ver las realizaciones, un ciudadano atento retenga en su memoria parte de lo que se le prometió y pueda constatar algo de lo que se va cumpliendo. Pero lo que es rigurosamente cierto es que cuando ese ciudadano concretamente **hace algo** (o, en el caso específico de los caminos vecinales y cantonales, **participa activamente y/o paga para que algo se haga**) en efecto **comprende** hasta sus últimas consecuencias la necesidad de lo que se está haciendo y el porqué de los hechos.

Cuando en una entrevista exclusiva con esta revista, don René Castro (66 años, actual asesor del Ministro de Obras Públicas, tal vez el hombre que más sabe del tema carreteras en Costa Rica) recordó el Plan Cooperativo que se puso en marcha en los años sesentas para consolidar y construir la red vial cantonal no hizo otra cosa que confirmar el proverbio de Confucio. "Pregúntele usted hoy -más de 30 años después- a cualquier persona en qué consistió el Plan Cooperativo: todos lo recuerdan porque se hizo con la participación de todos -afirmó-. Precisamente, en 1962 (con seis años de atraso), se inició el Plan Vial Nacional, pero hubo una virtual sublevación municipal. La gente reclamaba por caminos cantonales y vecinales. El resultado de semejante participación ciudadana puede verificarse: se consolidó entonces una red cantonal que hoy tiene más o menos 27.000 km. Y mientras funcionó el Plan Cooperativo, con sus comités cantonales de mantenimiento vial, la comunidad organizada pudo sostener en buen estado los



Caminos en buen estado generan divisas para todos los costarricenses.

caminos. Fue recién a partir del año 1978 que el plan dejó de operar y los resultados de esa ausencia están a la vista: caminos en estado precario y sin mantenimiento. Porque el MOPT atiende la red vial nacional, las rutas que nos conectan con los países vecinos, que unen los mares o que posibilitan en cierta medida el turismo. ¿Pero quién se ocupa del resto? Los municipios, y estos no están en condiciones ni técnicas ni económicas de hacerlo".

La radiografía es precisa y el diagnóstico simple. Para René Castro, que porta en su maletín los rigurosos análisis del Sistema de Administración de Pavimentos elaborados por el MOPT con asesoría internacional, "los costarricenses estamos absolutamente preparados para revertir la situación de deterioro de nuestras vías y caminos. Hemos analizado hasta el último de los huecos y conocemos la totalidad de las necesidades. **Pero ahora hay que hacer.** La red nacional la mantiene el gobierno. El resto de las vías cantonales debe hacerse con el aporte de todos. Hacen falta recursos, es cierto, pero también hace falta con-

cientizar a la gente del problema que padece. Hay que preguntarle a un productor de café qué le resulta más caro, sacar el café quebrando carros o hacerlo en buenos caminos. Entonces va a aceptar que **debe participar** con su aporte para la rehabilitación o mantenimiento de carreteras. La gente tiene que tener en claro que el MOPT sólo se ocupa de la red vial nacional y que es responsabilidad de cada comunidad, de cada municipio, el estado de sus propios caminos. A mí cuando alguien me pregunta qué diferencia hay entre una carretera cantonal y una nacional, le digo que vaya hasta la puerta de su casa y mire la calle: si ve huecos, esa es una vía municipal".

El humor y la acidez no le impiden a René Castro ser optimista: "Éste es un país increíble para enfrentar los problemas y resolverlos. Creo que cuando logremos que la gente tenga claro que debe organizarse en su cantón y acepte que tiene que aportar un porcentaje de lo que cuesta la reparación de sus caminos, ya sea con la creación de nuevos impuestos o la actualización de los actuales, y con el aporte efectivo que de todas maneras tiene que hacer el MOPT en divisas, hombres y máquinas, volveremos al lugar de privilegio que Costa Rica ocupó en América Latina en materia vial. Para nada sirve tener la red nacional en óptimas condiciones si no hacemos algo similar con la red de caminos cantonales. Si en los sesentas pudimos revolucionar en forma radical todo el sistema de caminos y carreteras del país, sobre todo con la puesta en marcha del Plan Cooperativo, hoy -con mejor tecnología y con el aporte significativo de los buenos profesionales que tiene Costa Rica- podremos lograrlo nuevamente, siempre y cuando los contribuyentes entiendan que los caminos hay que pagarlos, que no los puede ya más regalar el Estado. Por otra parte, está comprobado a nivel mundial que la rentabilidad que genera el mantenimiento adecuado de las obras, del orden del 36 %, implica un enorme beneficio que se distribuye entre todos los usuarios". ■



Consejos para obtener  
un buen pavimento  
de Concreto



**Ing. Cipriano A. Londoño N.**

**E**l diseño de los pavimentos de concreto involucra la determinación de dos variables que tienen gran incidencia en la definición del espesor de las losas, que son: capacidad de soporte del suelo y el tránsito. En lo que respecta al suelo, salvo errores muy grandes y evidentes en la determinación de sus características y propiedades, se podría asegurar que es un parámetro inmodificable con el tiempo. Esto quiere decir que una vez que está hecha la evaluación y aún cuando ésta encierre incertidumbres, simplificaciones y aproximaciones, igualmente se puede alcanzar un conocimiento bastante exacto de esta variable. El suelo existe, está ahí, tiene experiencias realizadas sobre él, en él. Se lo puede drenar, proteger, sustituir, cubrir, impermeabilizar, estabilizar, modificar, compactar, consolidar, en fin, dotarlo de algunas características más o menos ideales. No se debe ser avaro con el estudio profundo de los suelos, pues la incidencia que tiene su costo en el valor final del pavimento no alcanza al 0.5% del total. En cuanto al tránsito, que es la otra variable que tiene gran incidencia en la definición del espesor de la losa, más vale que se vaya con calma.

Los pavimentos de concreto se diseñan, siempre, para que duren 25, 30, 35 o más años pero existen datos de otros países en los que se suponen duración de hasta 100 años.

Un período de diseño tan largo encierra tanta incertidumbre acerca del número, peso y tipo de vehículos que pasarán por el pavimento, que es recomendable evaluar con mucho cuidado esta variable. Además, resulta que los pavimentos de concreto son particularmente sensibles a las sobrecargas. Mientras los vehículos livianos no le generan al pavimento ninguna molestia (es más, ni los sienten), los pesados, especialmente aquellos por encima de los estimativos, sí lo pueden deteriorar, y muy rápido.

Para una diferencia entre los esfuerzos generados, en la losa, de 0,4 MPa (4 kgf/cm<sup>2</sup>), situación que se da en una losa de 180 mm de espesor, construida sobre un suelo con un módulo de reacción de la subrasante -k- igual a 0,3 MPa (3 kg/cm<sup>3</sup>)

el número de repeticiones del eje sobrecargado con 10 t respecto del eje de 8 t es del 6%.

#### **Haga bien el diseño de las juntas**

El espesor del pavimento no es lo único sujeto a diseño. También es necesario definir la longitud y ancho de todas y cada una de las losas que se van a construir. Esta actividad se conoce como diseño de las juntas, y se hace con el fin de evitar la formación de fisuras erráticas.

*Los pavimentos de concreto se diseñan, siempre, para que duren 25, 30, 35 o más años. Pero existen datos de otros países con duración de hasta 100 años.*

Durante las primeras horas de vida del pavimento se presentan los mayores cambios en la estructura física del concreto, pues se pasa de tener una mezcla fluida, a tener algo parecido a una piedra.

En ese proceso se presentan reacciones químicas, que calientan la mezcla, permitiéndole al concreto desarrollar sus características físicas y mecánicas. Luego, dichas reacciones son más lentas, permitiendo a su vez el enfriamiento del pavimento.

Este "caliente" y "enfriado" trae como consecuencia una dilatación y, posteriormente, una contracción. Esos movimientos se ven restringidos por la fricción de-

sarrollada entre la losa y la base, lo cual a su vez puede inducir fisuras en el pavimento, llamadas de contracción.

La experiencia ha demostrado que las fisuras de contracción se presentan con espaciamentos irregulares, entre 12 m y 25 m, dependiendo de las condiciones de curado, de las características del concreto y del soporte de las losas, de las condiciones ambientales, etc.

Cuando el concreto se endurece, queda sometido a la acción de los agentes climáticos que obligan a las losas de concreto a tomar posiciones cóncavas y convexas, que a su vez le inducen a las losas esfuerzos de tracción en la cara inferior y en la superior respectivamente.

La magnitud de los esfuerzos inducidos depende del espesor y longitud de la losa, además de la capacidad de soporte del suelo.

Aunque no son completamente lineales, se puede decir que los esfuerzos son proporcionales a la longitud de la losa hasta alcanzar un valor para el cual los valores son constantes. Dicho máximo se alcanza cuando la longitud de las losas es cercana a 5,5 m y es de 0,2 MPa (20 kg/cm<sup>2</sup>), valor que es alto y ayuda a que el pavimento se fatigue más rápido.

Para evitar esto, se recomienda disminuir la longitud de las losas a valores cercanos a los 5 m. Pero no sólo la contracción del concreto y los esfuerzos generados por las condiciones ambientales pueden fisurar las losas, también lo hacen las restricciones impuestas al movimiento del concreto por parte de elementos ajenos al mismo pavimento como son: los sumideros, las cámaras de inspección, los parámetros de las construcciones, y aun los cambios de dirección del pavimento.

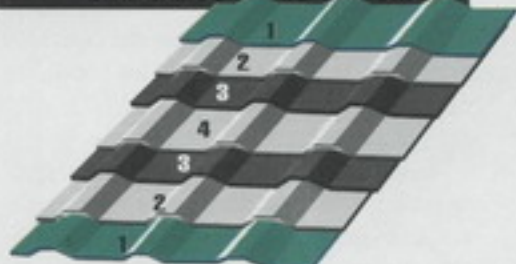
Esto obliga a que el diseñador de las juntas del pavimento "piense como una losa" o que "sienta como una placa" para establecer qué puntos del pavimento pueden tener movimientos restringidos.

En el diseño de las juntas hay que andar con cautela, pues los pavimentos

# NUEVA LÁMINA ESTRUCTURAL

## Con Acero Galvanizado de grueso calibre

### Detalle Técnico



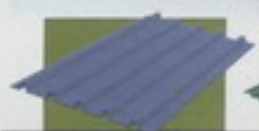
1. Laca antihongos
2. Lámina de aluminio
3. Asfalto tratado
4. Lámina de acero

Con características  
que las hacen únicas

- Aluminio de protección extra resistente
- Decorativas
- Aislante térmico y acústico
- No requieren pintura adicional
- Mayor distancia entre clavadores ( hasta 3 mts. )



### Láminas Clásicas



Cindurib



Acerolit



Cinduteja



Pizarra Asfáltica

**CINDU**  
DE COSTA RICA S.A.

# Uniones inteligentes ofrecen soluciones inteligentes

A partir de noviembre,  
RICALIT y PPC, empresas  
del Grupo Amanco, unieron  
sus fuerzas en una inteligente alianza  
estratégica, formando  
AMANCO de Costa Rica, S.A.

Esta unión vendrá a ofrecer  
un sistema completo de  
soluciones en el área de la  
construcción,  
garantizándole a sus clientes,  
los más altos estándares  
de calidad y una excelente  
atención y servicio.

Visítenos en nuestra nueva casa,  
200 al norte de la Agencia Mazda  
en la Uruca, o consúltenos al  
teléfono 290-3232 fax: 232-6464.



Ricalit

PPC

AMANCO

como las empresas, en muchas ocasiones, se acaban por ellas.

La vida útil de los pavimentos depende de los esfuerzos desarrollados en las juntas. Por esto, cualquier cosa que se haga para disminuir los esfuerzos en los bordes de las losas tienen como consecuencia un incremento en la vida útil del pavimento.

Los esfuerzos son consecuencia lógica de las deflexiones de las losas, de manera que si se disminuyen éstas, lo hacen también aquellos. El problema radica en que es necesario dotar a las losas de un mecanismo que transmita movimientos verticales sin que se restrinjan los horizontales. Una losa le puede transmitir a su vecina, desde nada hasta la mitad de la deflexión. La capacidad o habilidad de transmitir cargas entre losas se llama "Eficiencia de la junta"

Se recomienda que para las vías de tránsito medio y pesado la eficiencia de las juntas sea de 75% o más.

La eficiencia de la transferencia de cargas se logra con un correcto diseño de las juntas y una mejor construcción del pavimento.

Existen básicamente tres formas para lograr una buena transferencia de cargas que son: la trabazón de agregados, la instalación de un sistema de transferencia de cargas y elevar el módulo de reacción de la subrasante colocando una base estabilizada.

#### **Transferencia de cargas a través de los agregados**

La primera forma de transferencia de cargas entre las losas, la trabazón de agregados, se incrementa cuando: aumenta el espesor del pavimento, se disminuye la longitud de las losas, existe confinamiento lateral, como, por ejemplo, bermas o cunetas, si el soporte es drenante y, finalmente, si existen las obras del drenaje superficiales.

Para mantener una eficiencia de 75% o más, cuando se trata únicamente de transferencia de cargas a través de los agregados, se pide que el ancho de la junta no sea superior a 1,3 mm o a 1,4 mm.

El tamaño de los agregados es importante en la transferencia de cargas, pues los que tienen menos de 10 mm le aportan muy poco a ella.

El comportamiento de las juntas de las losas de concreto, hechas con agregados triturados, es superior al de las vaciadas con agregados redondeados, de superficies lisas, por su mayor rugosidad.

Las investigaciones han demostrado que la transferencia de cargas a través de los agregados, en losas de menos de 5 m de longitud, es adecuada para las vías solicitadas por menos de 120 vehículos pesados por día o para volúmenes de tránsito, por carril, inferiores a los cinco millones de ejes equivalente de 8,2 t.

#### **Transferencia de carga a través de pasadores de carga**

Cuando los volúmenes de tránsito son más altos que los recién mencionados, los agregados no están en capacidad de mantener elevadas la transferencia de cargas. Por esto es necesario ponerles pasadores a las juntas de los pavimentos destinados a vías de tránsito pesado, que generalmente tienen 200 mm o más de espesor.

Los pasadores de carga, llamados también dovelas, son barras de acero liso, colocadas en las juntas de manera que no



se restrinja el movimiento horizontal de las losas. Las dovelas ayudan también a disminuir la deflexión y los esfuerzos en las losas reduciendo, en consecuencia, el escalonamiento y el bombeo, además de las fisuras de esquina posibles. Todo esto trae como resultado un incremento en la vida útil del pavimento.

En mediciones realizadas al movimiento de las losas de algunos pavimentos en servicio se observa: que un pavimento de 250 mm de espesor, con dovelas en sus juntas y con un 80% de eficiencia en las juntas, presenta la misma deflexión que un pavimento de 300 mm de espesor sin dovelas y con un 40% de eficiencia.

Mientras más grande mejor, es la recomendación sobre el diámetro de las dovelas, el cual debe ser, como mínimo, de un octavo del espesor del pavimento, para evitar que el concreto alrededor de las dovelas se vea sometido a esfuerzos grandes que pudieran deteriorarlo.

Las dovelas se instalan en la mitad del espesor de las losas, espaciadas 300 mm. Sin embargo, algunos pavimentos contruidos con las dovelas distribuidas heterogéneamente, disminuyendo el espaciamiento en las zonas por donde circularán los vehículos, han demostrado un buen funcionamiento.

Es importante recordar que la transferencia de cargas a través de los agregados existe también cuando se usan las dovelas.

#### Las bases estabilizadas

Se podría decir que éste no es un sistema de transferencia de cargas, sin embargo, cualquier procedimiento para disminuir la deflexión de las losas implica una disminución de los esfuerzos desarrollados. Por lo anterior es por lo que se consideran las bases estabilizadas como un elemento de transferencia de cargas.

Las bases estabilizadas tienen un coeficiente de reacción mucho más alto que

las bases granulares. Por lo tanto, la deflexión que se produce en las losas es menor si se compara con la producida en las losas apoyadas sobre bases granulares. Esto trae como consecuencia un mejor comportamiento de las juntas, tal como lo demuestran los estudios que han evaluado la evolución de la eficiencia de las juntas de los pavimentos, en los cuales se observa que la eficiencia de las juntas entre losas construidas sobre subrasantes naturales, bases granulares y bases estabilizadas que tienen valores de 90, 95 y 98% respectivamente.

Esas mismas juntas tienen una eficiencia, después de un millón de aplicaciones de carga, de 30, 52 y 78% respectivamente, es decir, la eficiencia de las juntas de los pavimentos contruidos sobre bases estabilizadas es de más del doble de la de las juntas de los pavimentos apoyados directamente sobre la subrasante y de un 5% más si se compara con los pavimentos contruidos sobre bases granulares. (Noticreto)■

**SUNDS  
MAYORISTAS**



**ALPHA  
CEL, S.A.**

**Todo en teléfonos celulares análogos y digitales  
Teléfonos inalámbricos de alto alcance**

**Llámenos o visítenos  
Alpha Cel, S.A.**

Los Yoses, de la Subaru 200 sur y 25 Este.  
Tels.: 283-3379 • 225-3326 Fax: 225-3326  
alphacel@sol.racsa.co.cr  
Parqueo al frente GRATIS



**SENAO**  **NOKIA**  **MOTOROLA**  **ERICSSON**

# SISTEMA DE ADMINISTRACION DE PAVIMENTOS

## UNA NUEVA VISION PARA EL MEJORAMIENTO DE NUESTRAS CARRETERAS

Ing. Jorge E. Rojas Soto

**E**n enero de 1995 el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (M.O.P.T.), contrató para la prestación de servicios de consultoría a la firma BCEOM, la cual se encargaría de instaurar la Asistencia Técnica en la Administración de Pavimentos y el uso del programa HDM III (Highway Design and Maintenance Standards Model).

Para la creación de un Sistema de Administración de Pavimentos (SAP), es necesario obtener una base de datos que pueda ser procesada. Para tal fin se obtuvo el software de nombre VISAGE, el cual es usado en Francia para almacenar y procesar los datos relacionados con las rutas nacionales de ese país.

Actualmente en el M.O.P.T., en la Asesoría de Planificación, se encuentra instalada esta base de datos para cerca de 3.300 km, de los 4.000 km de la Red Vial Nacional, los cuales se utilizan para la implementación del SAP. En ella se encuentra un inventario de los pavimentos de la Red Vial Nacional, datos relacionados con el historial de los pavimentos, deflexiones, tráfico deducido, geotecnia, etc. Algo importante de destacar, es que esta base de datos se encuentra actualizada, y se pretende seguir con este procedimiento para que así se pueda implementar eficientemente el SAP, además de poseer un banco de información de fácil acceso para la obtención de estadísticas acerca de la Red Vial Nacional.

El Sistema de Administración de Pavimentos es un sistema en el que se labora día con día para una constante actualiza-

ción, por lo que se puede obtener datos estadísticos en cualquier momento que se requieran, brindando así un panorama de la Red Vial Nacional.

Para la implementación del SAP, se localizaron secciones cortas, en donde se realizaron diferentes estudios geotécnicos costosos (perforación-deflexión-análisis de material). Se localizaron 338 secciones de estudio de 500m en cada 10 km, logrando así poder representar un buen banco de datos de la red.

### Análisis acerca de la situación de nuestras carreteras

Basándose en los datos existentes en

la base del Sistema de Administración de Pavimentos, se pudo obtener las características para la Red Vial Nacional estudiada hasta el momento. A continuación se brinda los resultados para la deflexión, rugosidad, índice de daño, nota de calidad del pavimento.

### Deflexión

Para el estudio de la deflexión se tomó los resultados de las secciones de estudio y se definieron tres clases de deflexión las cuales se definen en la siguiente tabla:

Tabla 1: Definición del tipo de deflexión

	Baja	Media	Alta
<b>Tipo de base</b>	menor que	entre	mayor que
Granular, capa rodadura delgada (menor de 8 cm)	70-95	95	
Granular, capa rodadura gruesa (mayor de 8 cm.)	50	50-80	80
Estabilizada	40	40-95	95

Nota: Deflexiones en 1/100 mm.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes de acuerdo al tipo de capa de rodadura:

Gráfico 1. Deflexión en base granular, capa de rod. delgada (evaluación de las secc. de estudio 1995-1997) (1/100)mm

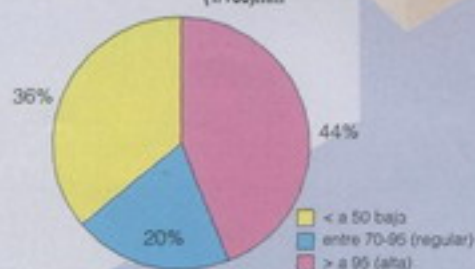


Gráfico 2. Deflexión en base granular, capa de rod. gruesa (evaluación de las secc. de estudio 1995-1997) (1/100)mm

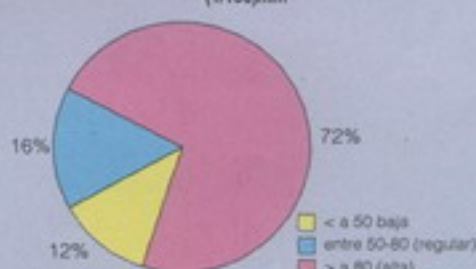
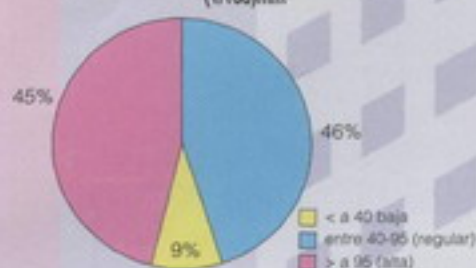


Gráfico 3. Deflexión en base estabilizada (evaluación de las secc. de estudio 1995-1997) (1/100)mm



De los gráficos anteriores se puede observar como la deflexión obtenida de las secciones de estudio, en su mayoría se encuentran en el valor alto, lo cual muestra un gran deterioro estructural de los pavimentos de nuestra Red Vial Nacional.

### Rugosidad

Para el caso de la rugosidad, se tenían datos para un total de 3.737 km de carreteras de la Red Vial Nacional.

Del estudio realizado para la implementación del SAP, se notó que nuestro país posee valores bastante altos de rugosidad, así que para poderlos clasificar se propuso los límites que se muestran en la tabla 2.

Tabla 2

Tipo de rugosidad	Descripción
Baja	menor o igual a 4 m/km
Media	entre 4 y 5.5 m/km
Alta	mayor de 5.5 m/km

Los resultados obtenidos se muestran en la tabla que a continuación se presenta:

Tabla 3

Tipo rugosidad	Descripción	Cantidad kilómetros	Porcentaje
Baja	menor o igual a 4m/km	706,5	19%
Media	entre 4 y 5.5 m/km	1662,0	44%
Alta	mayor de 5.5 m/km	1368,4	37%
TOTAL		3736,9	

Se ha de notar que apenas un 19% se encuentra en la clase baja, lo que representa 706,5 km. Por otro lado en la clase alta encontramos un total de 1368,4 km con un porcentaje del 37%.

Al observar la tabla 4, se nota que el valor promedio para la clase baja es de 3,6 muy cerca del límite inferior, además posee una desviación estandar de apenas 0,26. Lo mismo que para la clase media, cuyo valor promedio es de 4,8 más cerca del límite superior.

### Índice de daño Is

El índice de daño Is, toma en cuenta factores visuales en forma global, se calcula a partir de tres grupos de daño:

- fisuración y cuero de lagarto;
- deformación y ahuellamiento;
- reparaciones.

Para obtener el valor de Is, se calcula primero un índice de fisuración If, cuyo valor viene dado por la gravedad y la extensión del cuero de lagarto y la fisuración. Luego se calcula un índice de deformación Id, el cual también depende de la gravedad de la deformación y del ahuellamiento. A partir de estos dos valores se obtiene el índice visual de daño (Is).

El rango para el índice global de daño (Is), para calificar el pavimento va de 1 a 7. A continuación se especifica la calificación para este índice:

- Is es 1 o 2: corresponde a un buen estado de la superficie, la cual no necesita trabajos de mantenimiento, o pudiendo posponerse.

Tabla 4

Tipo rugosidad	Descripción	Cantidad kilómetros	Porcentaje
Baja	menor o igual a 4m/km	706,5	19%
Media	entre 4 y 5.5 m/km	1662,0	44%
Alta	mayor de 5.5 m/km	1368,4	37%
TOTAL		3736,9	

- Is es 3 o 4: corresponde a una condición mediocre de superficie, esto implica planear operaciones de mantenimiento.

- Is es 5, 6 o 7: corresponde a un pésimo estado de la superficie, lo cual hace necesario grandes trabajos de mantenimiento o de refuerzo.

Actualmente en la base de datos, se posee los valores del índice de daño para un total de 3.475 km. En el gráfico 4 se puede observar como se distribuye el valor de Is, en nuestra Red Vial Nacional estudiada.

**Nota de calidad del pavimento Qi**

La nota de calidad del pavimento viene dada por la combinación del índice Is, comentado anteriormente, y la categoría de la deflexión dada por el soporte global de pavimento y la subrasante.

La evaluación de la nota de calidad viene dada de la siguiente manera:

- Q1, Q2, Q3: significa que solo se deben hacer trabajos de mantenimiento.

- Q7, Q8, Q9: significa que en el pavimento se hace necesario trabajos de refuerzo.

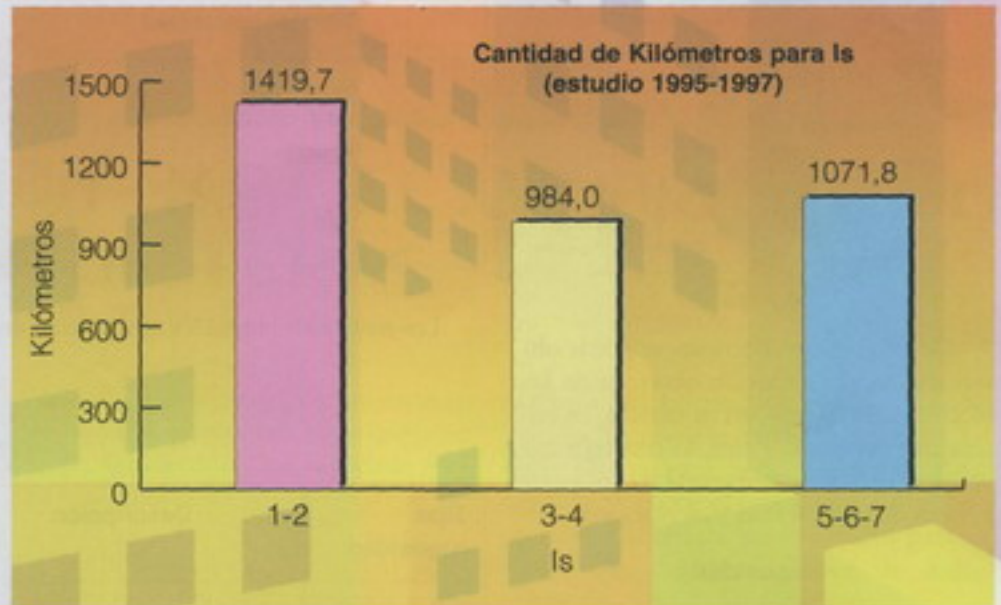
- Q4, Q5, Q6: corresponde a una zona de indeterminación, la causa se debe a una contrariedad entre el soporte y el examen visual, para ello se debe ver lo siguiente:

Q4: Es un pavimento que presenta un daño pronunciado, pero aparenta tener un buen soporte. Dependiendo de cual es prioritario se recalificará como Q2 (prioridad para la deflexión) o en Q7 (prioridad para el daño visual)

Q5: Posee el mismo razonamiento que el caso Q4, debe ser recalificado como Q3, Q7 o Q8.

Q6: Es un pavimento con una deflexión fuerte, pero sin daño aparente. Se debe recalificar como Q3 o Q8.

**Gráfico 4**



Nota: Total de kilómetros estudiados 3.475 km.

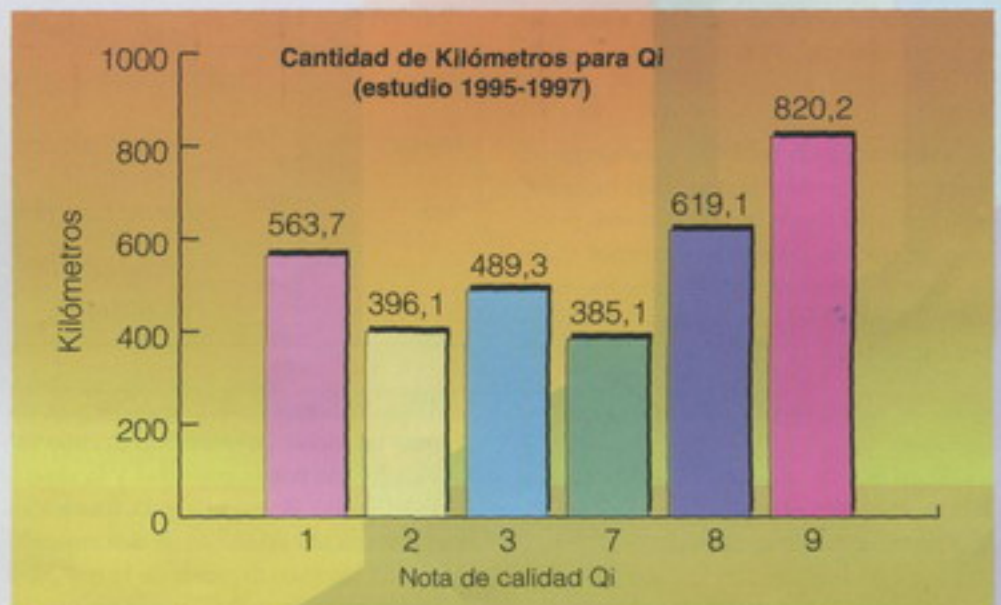
De lo anterior podemos notar que para la presentación de los resultados, solo tendremos notas de calidad del pavimento con valores Q1, Q2, Q3, Q7, Q8, Q9.

3.276 km de la red. Podemos notar que 1824 km se encuentran en un estado que necesita algún tipo de refuerzo, de ellos 820 km presentan un estado de deterioro muy avanzado, con una nota de calidad de Q9. Porcentualmente un 56% de lo

En los gráficos 5 y 6 se muestran los resultados del estudio para un total de

3.276 km necesitan refuerzo.

**Gráfico 5**



Nota: Total de kilómetros estudiados 3.276 km.



# GANE TIEMPO EN SU PROYECTO

## Instale tanques prefabricados para agua potable y sépticos

Evítese las complicaciones, desperdicios y filtraciones que le dan los tanques hechos con bloques.

Ordene ahora y mañana le instalamos su tanque en sólo 15 minutos.

¿Y el precio? ¡Hasta un **40%** más económico que con los métodos tradicionales!

¡Comuníquese con nosotros!

**MUCHO TANQUE S.A.**  
Tanques Prefabricados de Concreto

Teléfonos: 225-1949 / 283-9302 • Fax: 234-2569



*Producimos diversos tamaños y capacidades*

**CALIDAD Y SERVICIO EN TANQUES PREFABRICADOS**



## La nueva opción en construcción

**Tubo estructural:**  
Astm A-500 grado B

**Formas:**  
• Cuadrados  
• Rectangulares

**Características Físicas:**  
• Resistencia a la tracción=400 MPa  
• Límite elástico=317 MPa  
• Alargamiento en 2 M= 23%

**Características Químicas:**  
• Carbón Max= 0.30%  
• Fósforo Max= 0.05%  
• Azufre Max= 0.063%

**Ventajas con respecto a lo que tradicionalmente se usa en nuestro país:**  
a. Mayor durabilidad  
b. Agradable apariencia estética  
c. Mayor rapidez en construcción  
d. Seguridad total en su estructura  
e. Economía en solduras, mano de obra, etc.

Almacén Roag • Tel.: (506) 231-3555  
Fax: (506) 231-3128  
500 mts. norte del Hospital México, carretera al INA  
San José, Costa Rica Tel.: (506) 257-2222  
Fax: (506) 233-7779. Av. 14 Calle 4,  
La Uruca • 231-3555

### Conclusión:

La creación de una base de datos acerca de las características de la Red Vial Nacional, que pueda ser procesada con facilidad, además de poder establecer un Sistema de Administración de Pavimentos, es un logro de vital importancia para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

Es así que se ha podido presentar este breve estudio, acerca de varias características del estado en que se encuentra la Red Vial Nacional.

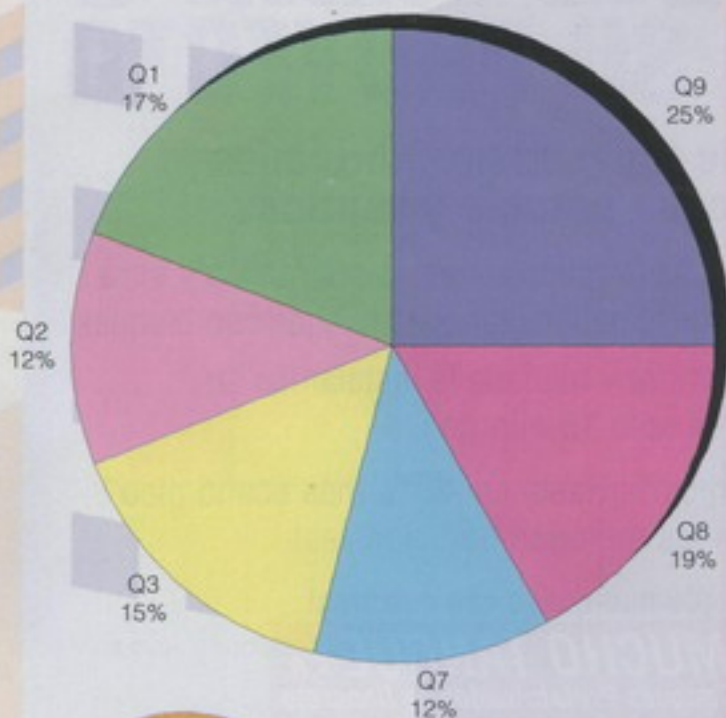
Como resultado se puede notar que el estado actual de nuestras carreteras se encuentra en una situación crítica, por lo que se hace necesario poder llevar a cabo obras para el pronto restablecimiento, muchas de las cuales no podrán ser mejoradas solamente con un mantenimiento rutinario.

Esta situación no solo se puede decir que se presenta en la parte superficial, sino que los grandes valores que obtenemos para la deflexión muestran un problema estructural serio. Se denota también los valores altos de rugosidad cuyo límite inferior tiene un valor de 3,6 m/km con una desviación estándar de apenas un 0,26, para apenas un 19% de los 3.737 km estudiados.

En cuanto a nota de calidad del pavimento, como se vió, 1.824 km de carreteras necesitarán un trabajo de refuerzo, siendo esto un 56% del total de la red estudiada (3.276 km).

Aunque los datos brindados no presentan un panorama agradable, ya existe una herramienta para poder programar las obras a realizar año con año, esto fué el resultado de la consultoría para la implementación del Sistema de Administración de Pavimentos. Actualmente con el establecimiento del SAP, en la Asesoría de Planificación, se está actualizando constantemente la base de datos, con el fin de poder ir ofreciendo cada vez con más detalle las características viales de nuestra Red Vial Nacional. ■

Gráfico 6  
Porcentaje de distribución de Qi  
(estudio 1995-1997)



En su edición del 12 de junio, el periódico La República elaboró un artículo sobre concreto, que nos permitimos reproducir por las enormes implicancias que posee esa información en cuanto a la rehabilitación de la red vial y la puesta en marcha de nuevas obras.

# MOPT APUESTA A VÍAS DE CONCRETO

Rodrigo Peralta G.  
La República

La decisión está tomada: no importa invertir un poco más al principio si con ello se evitan gastos futuros que terminan por aumentar el precio final de una carretera.

La vieja polémica sobre cuál es superior, el asfalto o el concreto, está quedando atrás. Las amargas experiencias del país en vías asfálticas están cambiando la manera de pensar de autoridades, profesionales y empresarios.

El Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT) está decidido a impulsar con fuerza el uso del concreto en vez de asfalto sobre el pavimento de las vías más transitadas.

Tal convicción está también presente sobre las mesas de los ingenieros constructores que ven, en el cemento, la solución definitiva al eterno problema de los huecos en las principales carreteras de Costa Rica.

Las compañías productoras de concreto, por otra parte, están anunciando precios más competitivos respecto al asfalto y, de hecho, se han metido en la pelea para tomar un lugar importante en el mercado nacional dentro del área de la construcción de vías.

El cambio de rumbo ya se está viendo. Las últimas obras emprendidas por el MOPT, como son la carretera principal de Pavas (desde la embajada de los Estados Unidos hasta el supermercado Palí) y la de

Montelimar, en Guadalupe, frente al nuevo edificio de los Tribunales de Justicia, muestran firmes pavimentos de concreto.

Hace pocos días, un grupo de 30 ingenieros del MOPT terminó un curso de capacitación de un mes sobre diseño, construcción y mantenimiento de carreteras de cemento, así como la rehabilitación de vías asfálticas con la nueva tecnología de concreto, el cual fue organizado por el Instituto Americano de Concreto (ACI, siglas en inglés), capítulo de Costa Rica.

muy entusiastas con la resolución adoptada pues parece que la pesadilla de las vías de asfalto se va a terminar. "Hemos tenido contacto no sólo con empresas que han venido capacitando a nuestra gente sino también con universidades que han desarrollado investigaciones interesantes, dijo Jiménez.

Explicó que, aunque el cemento necesita de ciertos elementos contenidos en combustibles fósiles, los volúmenes requeridos son muy inferiores a las cantidades que presenta el asfalto. "Sumado a ello, la industria cementera del país está muy avanzada en la rehabilitación de calles de asfalto con una carpeta de concreto, llamada "hormigón". Jiménez recordó que además de las vías en Pavas y Guadalupe, existe el proyecto de rehabilitación de la autopista General Cañas con concreto.

## Contrastes

Según el ingeniero Manrique Lara Thomas, de la firma

Constructora Bel Ingeniería S.A., quien fue uno de los instructores que capacitó a los profesionales del MOPT, los asfaltos actuales presentan un descenso en su calidad como consecuencia de la crisis petrolera de hace 15 años.

"El asfalto se produce con los residuos del petróleo; como medida para producir más cantidad y por el temor de una nueva crisis se elaboran ahora con menos saturación de elementos químicos", dijo.

(Sigue en la pag. 31)



Ingenieros José Chacón Laurito -Director de Vialidad-, Manrique Arrea-Vicepresidente de ACI-, Francisco Jiménez -Viceministro del MOPT- y Eddy Bravo -Director Proyecto Carreteras de Concreto, INCSA-.

## Producto Nacional

El Viceministro del MOPT, Francisco Jiménez, confirmó a La República que efectivamente se tomó la decisión definitiva de incorporar las vías de concreto en aquellos sectores donde hay gran movilidad vehicular.

Sobre la capacitación que recibieron los ingenieros del Ministerio, el funcionario destacó que los cursillistas se mostraron

# Traslado del datum de Ocotepeque a Costa Rica con GPS

Trabajo elaborado por el Ing Rody Rodríguez Madrigal, graduado de la Universidad Nacional. Encargado de GPS, del Departamento de Topografía del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

**A**ntes de empezar el desarrollo de este artículo quiero agradecer a la Comisión Especial de Demarcación fronteriza Honduras - El Salvador de Honduras, por haber hecho posible la medición simultánea con equipo GPS el día 8 de Octubre de 1996, sobre el vértice Ocotepeque que es de la red nacional de Honduras y punto Laplace, origen del datum de Costa Rica; también al INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) de México, que suministró los datos de dos estaciones en México, aunque para los alcances de este artículo no se incluyen los resultados.

Este artículo es una presentación preliminar de lo que se ha observado entre el traslado de coordenadas, realizado por métodos convencionales en la década de los 30 empleando la triangulación y el realizado con la Tecnología GPS.

En una explicación muy somera, debemos saber que la Tierra no es esférica, por lo tanto la dirección de la plomada no apunta siempre al centro de la tierra, generándose un pequeño ángulo entre la vertical del lugar y la dirección de la plomada. A este ángulo se le llama desviación de la vertical, y varía de un lugar a otro y es consecuencia precisamente de la no esfericidad de la tierra y de influencias locales.

Un punto Laplace es un punto donde se realizan numerosas mediciones entre ellas: observaciones astronómicas, observaciones de la gravedad, magnetismo, etc., de tal forma que se puede determinar muy exactamente la diferencia entre la dirección al centro de la tierra y la dirección de

la plomada en ese lugar. Normalmente un punto Laplace es origen de coordenadas para una región. El vértice Ocotepeque es un punto Laplace y es el datum origen de las coordenadas para Costa Rica.

Las coordenadas geográficas de Ocotepeque y consecuentemente las de Costa Rica están generadas en el esferoide de Clarke de 1866. Las coordenadas GPS están generadas en el esferoide WGS 84 y centradas en Colorado, USA.

## ANTECEDENTES:

La primera sorpresa que se tiene al procesar los datos GPS, es la diferencia de 273 mts. lineales entre las coordenadas geográficas GPS ya transformadas a Clarke y las oficiales del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica (IGNCR). Esta situación desaparece al fijarse uno o más puntos.

Se desea realizar el traslado del datum con GPS, para comprobar los alcances de la nueva tecnología y además comparar resultados entre los métodos convencionales y GPS a larga distancia. Sabemos que se ha experimentado mucho con GPS a nivel mundial pero no hemos sido protagonistas en esas mediciones.

## PROCEDIMIENTO DE LA MEDICIÓN.

Se solicitaron al INEGI los datos observados de dos puntos que formarían un triángulo adecuado con Ocotepeque. Se aprovecharon mediciones que estaba realizando la Comisión fronteriza de Honduras para arrancar un receptor sobre el vértice Ocotepeque y en Costa Rica se arrancaron

varios receptores por parte del ICE y Catastro Nacional



Se programó la medición para observar durante ocho (8) horas, a una sincronización de cada 15 segundos, con máscara de 15 grados y un P DOP no mayor de 7.0.

## PROCESO DE LA INFORMACIÓN.

La totalidad del proceso de la información se realizó en el GPSurvey de Trimble. Los datos de las estaciones de México fueron observados con equipo Ashtech, en Honduras y Costa Rica se empleó Trimble, el proceso se realizó en el software de Trimble.

Se transformaron las coordenadas GPS (WGS 84) a Clarke 1866. Se hizo un ajuste libre y varias modalidades fijando por ejemplo Ocotepeque con el datum de NAD 27, con NAD 83 y

con el datum de Honduras. Además se experimentó con el empleo de los vectores triviales u observaciones dependientes.

Para los que han trabajado con GPS están familiarizados con las pequeñas diferencias que aparecen entre las coordenadas obtenidas con GPS sobre vértices IGN y los datos oficiales del IGN obtenidos por métodos convencionales. Estas diferencias obedecen a las técnicas de medición empleada, al dinamismo de nuestra corteza ya que en su mayoría son datos obtenidos en las décadas de los 40 y 50, al factor de escala y a la existencia de dos sistemas (Norte y Sur), cuyos orígenes son diferentes. Esta es la razón por la cual, cuando se indican coordenadas se anota al lado (ICE), por que son coordenadas nacionales integradas con GPS, similares a las del IGN, pero no idénticas.

Las diferencias anteriores se obtuvieron al restar las coordenadas generadas de un ajuste con puntos fijos contra las obtenidas de un ajuste libre. Precisamente están son las diferencias que nos llevaron a realizar esta investigación.

En algunos casos aparece dos veces cada punto se debe a que unas son coordenadas ICE y las otras son IGN, para indicar la relación entre las coordenadas obtenidas con métodos convencionales contra las obtenidas con GPS.

Este cuadro muestra lo peligroso que es emplear GPS sin puntos de referencia (amarres). Quién de nosotros no se perdería con 270 m. de diferencia en la cartografía, escogiendo un cauce equivocado o un sendero, he visto a gente asumir que el dato leído del receptor es incuestionable. El GPS es preciso si es relativo.

**ANÁLISIS DE RESULTADOS. CUADRO # 1  
DIFERENCIA DE COORDENADAS ENTRE UN AJUSTE LIBRE Y UNO FIJO.**

PUNTO	TIPO	LATITUD	LONGITUD
BN 60 L	GPS (ICE)	+5.1408	+6.9843
POLI	GPS (ICE)	+5.0159	+6.9860
POLI	IGN	+4.9909	+7.6824
SANTA ROSA	GPS (ICE)	+5.3762	+7.0080
SANTA ROSA	IGN	+5.3472	+7.0620

diferencias en segundos sexagesimales

**CUADRO # 2  
DIFERENCIAS DE COORDENADAS ENTRE EL DATUM NORTEAMERICANO  
Y EL DE OCOTEPEQUE.**

		LATITUD	LONGITUD
BN 60 L	GPS (ICE)	+9.4843	+6.5194
POLI	GPS (ICE)	+9.4720	+6.5874
POLI	IGNCR	+9.4470	+6.5964
SANTA ROSA	GPS (ICE)	+9.5206	+6.6953
SANTA ROSA	IGNCR	+9.4916	+6.7493

diferencias en segundos sexagesimales.

El cuadro # 2 muestra las diferencias entre el datum norteamericano (NAD 27) y el datum de Ocatepeque, las diferencias son mayores a las del ajuste libre mostrado en el cuadro # 1.

**CUADRO # 3  
DIFERENCIA DE COORDENADAS ENTRE DATOS OBTENIDOS CON GPS  
Y LOS MÉTODOS CONVENCIONALES.**

		LATITUD	LONGITUD
BN 60	GPS (ICE)	+0.1454	-0.1235
POLI	GPS (ICE)	+0.1421	-0.0925
POLI	IGNCR	+0.1172	-0.0835
SANTA ROSA	GPS (ICE)	+0.1962	-0.0328
SANTA ROSA	IGNCR	+0.1672	+0.0212

diferencias en segundos sexagesimales

Los datos del cuadro # 3 se obtienen al fijarse el vértice Ocotepeque con datos del datum Hondureño.

Las diferencias son notablemente pequeñas, muestran las diferencias de coordenadas trasladada por triangulación hace cuatro décadas y las obtenidas con GPS, no deja de sorprender la similitud de las mismas.

#### CONCLUSIONES:

-No existe una diferencia importante en el traslado del datum de Ocotepeque a Costa Rica. Las diferencias observadas en coordenadas geográficas son: 0.20 " en latitud y 0.12 " en longitud. Generadas básicamente por las diferencias metodológicas y las incertidumbres de los equipos.

-La Tecnología GPS es sumamente eficiente, bastó ocho (8) horas de observación para comprobar el traslado del datum de Honduras a Costa Rica y unimos con México. Mientras que este traslado por métodos convencionales llevó años.

-No se observaron fuertes evidencias de la inconveniencia de emplear los vectores triviales, quizás por la calidad de las observaciones recopiladas. En algunos casos la mayor diferencia fue de 5 mm que está dentro del rango de incertidumbre de los mismos equipos.

-Con esta red preliminar que incluye Costa Rica, Honduras y México, nos estamos preparando para unir toda Centroamérica y México en un solo sistema de coordenadas regionales, que con un esfuerzo similar se puede densificar al resto de los países Centroamericanos. Así poder enfrentar proyectos como SIEPAC; que consiste en una interconexión de 500 kV, para el trasiego de energía eléctrica desde Guatemala a Panamá, promovido y financiado por el gobierno Español y el BID. ■



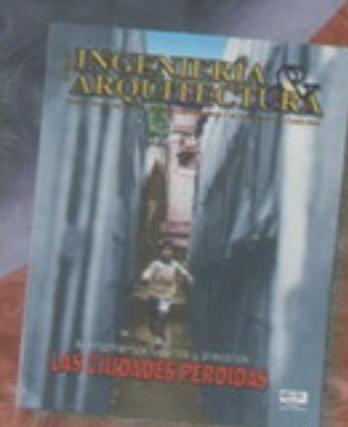
# ..... ¿Usted sabe..... ¿Usted sabe..... dónde vive? qué quiere?

Nosotros no estamos completamente seguros de cuál es su domicilio o su apartado postal. Y porque queremos que reciba rigurosamente todas las ediciones de nuestra revista **Ingeniería & Arquitectura** le pedimos que nos devuelva el cupón que se encuentra en la página siguiente, vía correo o por fax, con la información correcta sobre dónde desea recibirla.

Desde hace ya casi un año, hemos venido haciendo cambios en la revista **Ingeniería & Arquitectura**: en el diseño, en su impresión y papel y -sobre todo- en el contenido. Decidimos que era importante para los profesionales de Costa Rica producir un espacio para el pensamiento y la reflexión de los grandes temas nacionales y de aquellos otros asuntos que, aunque menores, de todas maneras resultaran esenciales para ingenieros y arquitectos. Encaramos, en este tiempo, artículos vinculados con la privatización de empresas estatales, la deuda externa, la globalización, el análisis de la red vial, la búsqueda de soluciones a los problemas de vivienda... Lo hicimos comprometiéndonos profundamente, tomando posición, ofreciendo alternativas, generando ideas. Creemos que esa es la tarea de una publicación que representa a

la totalidad de los ingenieros y arquitectos del país. Por eso preferimos que los artículos técnicos (que con mejor criterio deben aparecer en las publicaciones especiales de cada uno de los colegios que integran el CFIA) dieran lugar a estos otros en los cuales se juega el destino de la comunidad costarricense. Por cierto, estamos abiertos a la crítica constructiva. En razón de ello preparamos la siguiente encuesta, para que usted también -con su opinión- colabore en la estructuración de una revista que sea en verdad representativa del sentir y el pensar de nuestros profesionales. Asimismo, queremos también verificar su dirección postal. En razón de ello le pedimos, si desea recibir en forma constante y sin interrupciones nuestra publicación que actualice su domicilio en el cupón adjunto en el reverso de esta misma página.

Nosotros estamos seguros de que en eso usted tampoco se equivoca. Por ello también le solicitamos su ayuda: conteste, al enviarnos su domicilio o apartado postal, las preguntas que le hacemos en la página siguiente para que la revista **Ingeniería & Arquitectura** satisfaga plenamente sus necesidades.





# Encuesta **Envíela hoy mismo por fax**



*(fecha de recepción hasta el 30 de octubre de 1997)*

**A** Marque con un número **(del 1 en adelante)** los temas que más le atraen de la revista en orden de preferencia **(1 al más importante, 2 al que le sigue en interés** y luego en forma consecutiva aquellos con menores atractivos para usted) :

- |  |   |
|--|---|
| <input type="radio"/> Temas políticos de actualidad  | <input type="radio"/> Arquitectura y urbanismo                                    |
| <input type="radio"/> Códigos y reglamentos del CFIA | <input type="radio"/> Sólo artículos técnicos de ingeniería (Aclare especialidad) |
| <input type="radio"/> Temas de la construcción       | <input type="radio"/> Temas sobre concreto  |
| <input type="radio"/> Economía y negocios            | <input type="radio"/> Listados de precios (construcción)                          |
| <input type="radio"/> Arte y cultura                 | <input type="radio"/> Electrónica   |
| <input type="radio"/> Nuevos productos               | <input type="radio"/> Informática   |
| <input type="radio"/> Telecomunicaciones             | <input type="radio"/> Maquinarias y herramientas                                  |
| <input type="radio"/> Topografía                     | <input type="radio"/> Otros (sus sugerencias)                                     |
- 

**B** Su opinión sobre las últimas tres ediciones de la revista **Ingeniería & Arquitectura**:

- |                                 |                                 |
|---------------------------------|---------------------------------|
| <input type="radio"/> Excelente | <input type="radio"/> Muy buena |
| <input type="radio"/> Buena     | <input type="radio"/> Regular   |
| <input type="radio"/> Mala      | <input type="radio"/> Muy mala  |
- 

**C** Debe mejorar:

- |                                |                              |   |
|--------------------------------|------------------------------|---|
| <input type="radio"/> Temática | <input type="radio"/> Diseño | <input type="radio"/> Otros (sus sugerencias) |
|--------------------------------|------------------------------|---|

**Señores CD Ediciones**

Apartado Postal 785-2050

**Telefax: 283-0760**

Nombre y apellidos: .....

Domicilio o apartado postal donde desea recibir la revista: .....



(Viene de la pág. 25)

En contraste con ello, Lara mencionó que los pavimentos de concreto de alto volumen cuestan casi lo mismo que los de asfalto, pero con la ventaja de que el valor de mantenimiento es mucho más bajo.

Mencionó que el problema con el asfalto es que las obras se hacen en etapas: primero se coloca una capa de 5 cm. sobre la vía; a los 5 años se refuerza con otra similar, y a los 15, nuevamente. Pero el problema costarricense, según Lara, es que en el país eso no se hace. "De todas formas, el proceso no es práctico en las vías de ciudades, porque tarde o temprano las capas pueden llegar a ser más altas que las aceras. En nuestro país es muy común ver que las capas llegan hasta cubrir las tapas de las alcantarillas", comentó.

#### Ventajas

Según Eddy Bravo, de la Industria nacional de Cemento S.A. (INCSA), las ca-

reteras de concreto pueden tener un costo inicial del 5% al 20% más caras que las de asfalto a la hora de su construcción, pero esa diferencia se compensa luego con el bajo costo de mantenimiento.



El espesor de un pavimento de concreto determina en buena medida el tiempo útil de la carretera, que puede superar los 30 años con bajísimo costo de mantenimiento.

Así, el valor total de la carretera de concreto en el ciclo de su vida es inferior a la asfáltica. "En 20 años, por ejemplo, los costos de mantenimiento y de los usuarios, por transitar sobre ella, hacen que el valor de la carretera de concreto sea más barata que la de asfalto en más de un 30%", aseguró Bravo, quien también afirmó que la vida útil de una carretera de concreto supera los 30 años con muy poco mantenimiento.

De acuerdo con un estudio reciente en Estados Unidos, los camiones pesados gastan hasta un 25% más de diesel cuando transitan por calles de asfalto que de concreto, debido a las deformaciones que se le van haciendo a la vías asfálticas a lo largo de los años.

"Ese análisis está en proceso de confirmación, pero de ser cierto demostraría que el costo de la construcción de concreto por ahorro de combustible se pagaría en 7 años, aún sin contar con la diferencia del mantenimiento", manifestó el ingeniero Bravo. ■

## MEGASOL. DAMOS NOMBRE AL BUEN GUSTO

En MEGASOL nos especializamos en brindarle la más amplia variedad en acabados para su hogar, construcción, remodelación o nueva decoración, venga a MEGASOL y descubra un mundo de alternativas en acabados con el mejor de los gustos.

- Azulejos
- Cerámica
- Listelos
- Fraguas
- Mortero
- Grifería
- Loza Sanitaria
- Tapices
- Plantillas
- Hornos
- Muebles de Cocina
- Fregaderos
- Sistemas de Hidromasaje
- Extractores de Grasa
- Accesorios para Baño
- Accesorios Eléctricos

Moravia, diagonal Colegio Saint Francis.  
Tel: (506) 240-5282 / 236-5285 • Fax: (506) 236-7865

Heredia, de la Universidad Nacional,  
600 mts. norte y 100 mts. este  
Tel: (506) 261-4794 • Fax: 261-4796

Horarios: De Lunes a Viernes de 8:15 a 12 m.d. y de 1:00 p.m. a 6:00 p.m.  
Sábados de 9:00 a.m. a 1:00 p.m.

Finos acabados para su hogar

MEGASOL

# Ortronics inaugura planta en Costa Rica

**H** Por su ubicación geográfica privilegiada, el alto nivel educativo de su gente y las condiciones excepcionales que ofrece la operatoria comercial desde su zona franca, Costa Rica sigue siendo el país latinoamericano con mayores ventajas para atraer inversiones de las más importantes firmas internacionales. El progreso nunca se presenta de manera sutil en los países en vías de desarrollo. Sin embargo, los problemas naturales que se generan en territorios como el nuestro, pueden superarse cuando existe la decisión política de cabalgar sobre el tigre del crecimiento. Así lo entendieron diversas compañías multinacionales, ansiosas de convertir a Costa Rica en base o puente para realizar exportaciones al resto de los países americanos.

No es ajena a esa intención la apertura, en Barreal de Heredia, de la nueva planta de Ortronics Corporation, una empresa norteamericana líder en el mundo en fibras ópticas y el diseño de sistemas de organización de cableado para redes de telecomunicaciones, de datos, voz y video. La firma, que operará en Costa Rica como Ortronics Communications International (OCI) encarará la manufactura de productos de cobre y fibras ópticas, ensamblaje, etiquetado y pruebas para la totalidad de los productos de Ortronics. Por cierto, la empresa también organizará actividades de entrenamiento e ingeniería para los profesionales costarricenses que pretendan absorber rápidamente el cambio tecnológico que acelera la globalización e intensifica la competencia.

A nuestros ingenieros, los evaluó de esta manera Stephen Orlando, presidente general de la Junta Directiva de Ortronics en USA: "Hemos seleccionado a Costa Rica no sólo por su estabilidad política y una infraestructura de negocios muy desarrollada, sino también por su fuerza de trabajo, que tiene un muy alto nivel de educación".

Como es obvio, las decisiones empresariales reflejan no sólo confianza en la gente sino también cierta credibilidad en las leyes, políticas e instituciones del país. "Cree-



mos -señaló Orlando- que es muy importante para la compañía establecerse más cerca de nuestros clientes y aprender de sus necesidades y culturas. El fundamento de nuestro éxito se basa en el respeto a nuestros clientes y a sus trabajadores". No caben dudas de que Costa Rica, desde su zona franca industrial, ofrece incentivos sustanciales a todas aquellas compañías que eligen nuestro territorio como base de operaciones que apuntan al inmenso mercado que representa en su conjunto América Latina y el Caribe. Nuestra desarrollada red de comunicación y la abundante mano de obra calificada se suman a los incentivos que ofrece el país en materia impositiva y a sus conocidas ventajas en cuanto a costos y servicios. Ortronics nombró como presidente para América Latina y el Caribe al señor Michael Fox, quien -previamente a este puesto- fungió durante 12 años como gerente de una compañía de sistemas de redes. Fox tiene su oficina en Boca Raton, Florida y el vicepresidente regional -el ingeniero costarricense Edgar Porras Thames, a su vez presidente del Colegio de Ingenieros Electricistas, Mecánicos e Industriales, CIEMI, y vicepresidente del CFIA- manejará la operatoria desde Barreal de Heredia, donde

ya se están fabricando productos de fibra óptica ("jumper cables") y cordones de interfaz en cobre ("patch cords"). Con la gerencia de planta a cargo del señor Richard Swierczewski, la fábrica muy pronto se ampliará para incluir la fabricación de productos para conectividad de telecomunicaciones de voz y datos. Ortronics ofrece desde lo más avanzado en fibras ópticas hasta los mayores adelantos tecnológicos en organización de cableado, estaciones de trabajo, canaletas, gabinetes de interconexión ("patch panels"), transconectores ("110 cross-connects"), organizadores de cableado, cordones de interfaz ("patch cords") y más de 8.000 productos en catálogo. Resulta interesante para los profesionales costarricenses que deseen acercarse a la compañía, que conozcan sus programas de entrenamiento, apoyo técnico y planificación de sistemas. Por otra parte, Ortronics, cuyo lema comercial es "calidad sin límites" ofrece para sus sistemas certificados una garantía real de 25 años. Quienes deseen recibir el catálogo gratis de la compañía pueden solicitarlo a los teléfonos 293-6565 y 293-1229 o, por fax, al 239-3684. El correo electrónico de Ortronics en Costa Rica es: [Fibrasop@sol.raesa.cr.co](mailto:Fibrasop@sol.raesa.cr.co) ■

Hay sistemas constructivos que producen grietas en las paredes, en la unión de los paneles. Este problema ha sido resuelto definitivamente por **enkasa**, el único prefabricado de paredes lisas de concreto liviano, que no produce grietas y es aislante acústico y térmico. Los paneles son de fácil manipulación y no requieren ni equipo pesado ni equipos o mano de obra especializada.

**enkasa** le permite construir hasta dos plantas sin refuerzos adicionales, utilizando nuestro sistema de entrepiso liviano.

**enkasa**. Una construcción limpia, rápida, segura y adaptable a cualquier diseño arquitectónico.

En estas paredes hay grietas



EL VERDADERO PREFABRICADO ANTISÍSMICO

# enkasa

ENTREPISOS KAISER S.A.

No produce grietas

Varillas de acero N° 2 sueldan los paneles entre sí dándole continuidad y unidad a la estructura.



Desde los cimientos hasta la solera se colocan varillas de acero N° 3 mínimo con dos funciones principales: soporte de las fuerzas cortantes y momentos producidos por sismos, y la unión del panel al cemento.



La varilla que sale de los cimientos se amarra a la viga corona o solera, integrando por completo la estructura.

En todo el cuerpo de cada panel existe un refuerzo de malla electrosoldada N° 2.

Entrepiso liviano **enkasa**

# enkasa

En Meseta Central, teléfonos 236-5815 Fax: 236-7326  
 Planta en Guanacaste: 671-1197 Fax: 671-1144  
 Correo Electrónico: [enkasa@sol.racsaco.cr](mailto:enkasa@sol.racsaco.cr)



# Sólo Sur Transforma sus Paredes en una Exquisita Joya de Mármol.

Sólo Sur lo ha podido  
hacer... un terminado de  
mármol granulado  
en 16 tonalidades  
de belleza inigualable,  
que transforma las paredes  
de su casa  
en ambientes únicos.

Koral de Sur.... la más nueva  
solución Sur para que usted  
satisfaga, aún más  
su exigente imaginación.



**SUR**

Ahora... el nuevo líder en pinturas  
Para orgullo de Costa Rica.