

# INGENIERÍA & ARQUITECTURA

COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

620  
R

41 (1)



Campos electromagnéticos

## ¿Afectan la Salud?

## Concreto • Economía Construcción

**CORTEL** PORTE PAGO

PERMISO No. 148

Remite  
Apdo. 785-2050

**1** Malas conexiones,  
cortos circuitos

**2** ¡Aisle y proteja!



La cinta eléctrica de vinilo *Scotch™ Super 33* es una cinta aislante de primera calidad de 0,178 mm. de espesor, capaz de ser utilizada como aislante eléctrico bajo cualquier condición climática. Es la única diseñada para trabajar continuamente a una temperatura ambiente hasta 105°C (220°F). Por su gran calidad tiene una excelente resistencia a la abrasión, humedad, álcalis, ácidos, corrosión y condiciones variables del ambiente, incluyendo la exposición a los rayos ultravioleta. La combinación que se obtiene entre un respaldo de gran elasticidad y un adhesivo altamente agresivo, hace que esta cinta brinde una excelente protección eléctrica y mecánica, con un mínimo de abultamiento.

La cinta *Scotch™ Super 33* y miles de innovaciones más son un resultado más del singular espíritu corporativo 3M, el intercambio libre de ideas y el deseo de tomar retos que permiten dar el salto *desde la necesidad hasta la...*



**3M** *Innovación*

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

# La perfección de la rosa no tiene competencia



Conectores **MINI-JACK**® el corazón de nuestro sistema para cableado estructurado.



PANDUIT DE COSTA RICA, LTDA.  
La Argentina, Grecia.  
Costa Rica, Centroamérica.  
Tel.: (506) 494-1800  
Fax: (506) 494-1900  
Internet: [panduit@sol.racsa.co.cr](mailto:panduit@sol.racsa.co.cr)

PANDUIT CORP.  
17301 Ridgeland Ave.  
Tinley Park, IL. 60477-3091  
Phone: 708-532-1800  
Fax: 708-532-1811  
Internet: [info@panduit.com](mailto:info@panduit.com)



6

Campos de energía que ponen en peligro su salud ¿Verdad o mentira?



Tigres asiáticos con problemas estructurales

# S u m a r i o

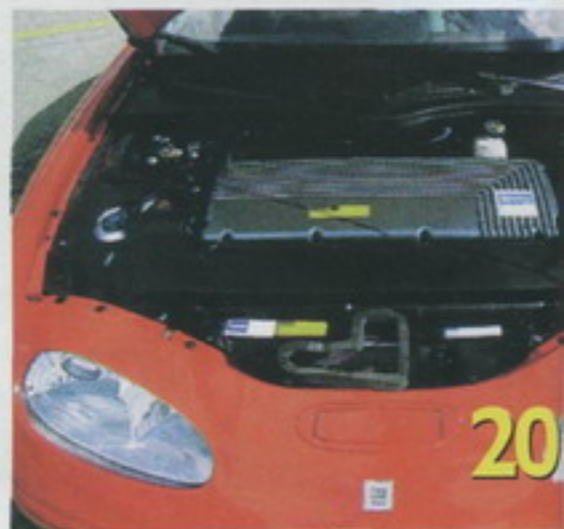
COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

1107\*

CENTRO DE DOCUMENTACION

RECIBIDO - 3 FEB 1998

<b>Editorial</b>	<b>4</b>
Campos electromagnéticos y salud	6
Pavimentos de concreto	12
Triplex y marcos de metal	18
El auto eléctrico de la Chrysler	20
Los tigrecitos de papel	24
Método Hazop	28



20

Potente auto movido únicamente a base de electricidad. Conozca esta maravilla electrónica.



**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
- **Ing. Martin Chaverri Roig**, Asesor del Consejo Editor

**CD Ediciones S.A. Tel. 283 - 0760 • Directora Editorial:** Cristina De Fina

**Producción:** Alfredo H. Mass • **Jefe de Redacción:** Pablo Anania

• **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 firma y fuente.



**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



PROTECTO PRESENTA LA PRIMERA PINTURA DEL SIGLO 21

# HIGH STANDARD ALTO DESEMPEÑO

(High Performance Paint)

## LO QUE HACIA FALTA EN PINTURAS.

- Se pega más a la pared.
- Soporta miles de restregadas y lavadas.
- Resiste como ninguna el tiempo y el mal tiempo.
- Es 100% antihongos.
- Cubre más, la primera mano basta.
- Rinde mucho más.
- En cuatro diferentes acabados para que usted escoja.
- En latex, viene lista para usarse y sin olor.
- Le ofrece miles y miles de colores Protecto.
- Y a un precio que sólo puede ofrecer el líder en pinturas.



Aceite Mate

Latex Mate

Latex Satinado

Aceite Brillante



Protecto High Standard Alto Desempeño es la única que viene con Sello de Satisfacción Garantizada.

**HIGH STANDARD  
ALTO DESEMPEÑO**



LIDER ES  
**Protecto**  
LA DURADERA

## ¿SIEMPRE SERÁ MEJOR LO QUE PUEDA HACER MAÑANA?

**C**omo en la vida cotidiana, en la que hay hombres que buscan el amor de una mujer sólo para no pensar más en ella, para olvidarla, en la vida política de un país hay hombres que anhelan gobernarlo para luego ignorar sus necesidades. Es éste que se inicia un mes recalentado por la actividad electoral. Hasta febrero escucharemos las promesas de amor que los candidatos suelen improvisar para seducir al electorado. Por ello, nunca más exacto este tiempo para hacer memoria y balance de lo real que padecemos los costarricenses, de lo que se dijo y no se hizo, de lo que hay que hacer y ni siquiera se proyecta.

Ingenieros y arquitectos somos protagonistas y testigos de cuanta ineficiencia se instaló en nuestro sistema de telecomunicaciones, en materia vial, en el camino hacia la globalización, en la apertura de nuevos mercados comerciales, en la consolidación de nuevas industrias, en educación, en salud, en control del narcotráfico... Esta revista, durante todo 1997, pretendió dar cuenta en sus artículos de fondo de hasta qué extremos nos llevaron las promesas incumplidas, la indolencia, las controversias inútiles y los regueros de corrupción que estallaron casi sin solución de continuidad en todo el país.

Carreteras inaccesibles, puentes angostos y en mal estado, falta de señales, huecos inauditos, delincuencia incontrolada, han llevado a una dramáti-

ca reducción de las corrientes turísticas que hasta hace pocos años prometían convertir a esa industria en uno de los pilares de nuestra economía.

Hemos discutido hasta el hartazgo el tema de las privatizaciones sin producir, en realidad, por la venta o la modernización del ICE, a través de alianzas estratégicas o por el simple camino de la concesión pública, la profunda transformación que necesita Costa Rica para alcanzar mínimos niveles de competitividad. Hoy, el conocimiento técnico, el conocimiento científico, está allí, virtualmente disponible para quien quiera accederlo. Es la más valiosa mercancía de un mercado decididamente cada vez más planetario. Pero pareciera ser que no existe **decisión política** de poner punto final a los desaciertos para dar paso a las realizaciones concretas. Nos quedamos en promesas, no combatimos con rigor y efectividad los actos de corrupción que enriquecen a muy pocos y sumen en la pobreza, el resentimiento y la incredulidad a las mayorías.

Tiempos hubo en que a los costarricenses todo nos salía bien. Aún lo que hacíamos mal. Ahora, sin embargo, la rueda ha virado, los dados salen cambiados, la ruleta siempre canta doble cero. Por algo los antiguos griegos se aterrorizaban ante la Diosa Fortuna, esa veleidosa. El azar es un rival invencible y se ha mudado de país. Hoy tenemos la sensación de que todo está mal hasta cuando parece que hacemos las cosas bien (ver en esta edición el al-

boroto técnico-médico que produjo el tema de los campos electromagnéticos a partir de la gran noticia de la instalación de INTEL).

¿Botaremos finalmente a esos inversionistas que no tienen el menor interés en dictarnos qué políticas económicas seguir sino que lo único que les importa es producir desde Costa Rica porque les conviene tanto geográfica como impositivamente? En INTEL están asombrados por el nivel técnico de nuestros ingenieros. ¿Dejaremos escapar esa única oportunidad que se nos brinda de transformar al país en un polo latinoamericano de desarrollo tecnológico? En esta nación hasta los más chiquitos, que apenas asoman sus cabezas del maternal, hablan palabras como arropa, red o autopista de la información. ¿Les quitaremos a ellos la oportunidad de sobrevivir en un mundo que no perdona la ineficiencia? ¿Qué otra nación de América Latina es tan pequeña, tan controlable, tan rica en su biodiversidad, tan tolerante, tan extraordinaria en sus manifestaciones populares de solidaridad? Sin embargo, como solía decir con humildad José Martí para quitarse mérito sobre lo realizado, "siempre será mejor lo que pueda hacer mañana". Quizá podamos, a partir de esta nueva oportunidad política que se nos abre en febrero, aplicar esa consigna a nuestros actos futuros. Pero hará falta algo más para vencer los esquivos designios del azar: inteligencia, coraje y -sobre todo- honestidad. ■

## Conozca el lado bueno de las tapias...

**DECOTAPIAS** ... tapias especialmente moldeadas para lograr en ambos lados acabados como: madera rústica, ladrillo viejo o piedra.

- Sistemas de paneles y columnas.
- Sistema de concreto reforzado de alta resistencia.
- Instalación rápida y limpia.
- Menor costo contra acabados similares.
- Conexión invisible de paneles.
- No necesita mantenimiento.
- Diseño versátil.
- Funcional a cualquier temperatura o clima.
- No se quema.
- Contra termitas.
- No ocupa repello ni pintura.



# CAMPOS ELECTROMAGNETICOS Y SALUD

Ing. Hernán Robles V.  
(profesor de la UCR)

**P**or razones que no son fáciles de comprender, los medios de comunicación tienden a dar énfasis a las noticias que saben producen impacto en su audiencia, como por ejemplo, las relativas a insinuaciones de que "algo" puede ser perjudicial para la salud. Las noticias de haber encontrado que ese mismo "algo" es inocuo, que no es perjudicial, ni llaman la atención ni reciben el beneficio de ser publicadas.

Precisamente esta suerte corre la información relativa a campos electromagnéticos, a los que cotidianamente estamos expuestos en nuestra vida moderna, pues dependemos cada vez más de esa imperceptible pero admirable forma de energía, que nos permite disfrutar más de la vida, hacerla más segura, y en verdad más prolongada. Gracias a la electricidad hoy en día contamos con: medios más eficientes para detectar precozmente problemas de salud; una enorme flexibilidad para ayudarnos en los trabajos pesados; facilidad para procesar y almacenar alimentos de forma más higiénica y duradera, beneficios que a su vez nos ayudan a gozar de una mayor esperanza de vida. Pero como es de suponer, precisamente porque es imperceptible, ¡aunque no al tacto!, por incolora,





*Los resultados positivos de los estudios epidemiológicos en sí mismos no llevan a otra conclusión que el con-sabido: "aquí podría haber algo", a menos que el riesgo relativo detectado sea verdaderamente contundente (situación que no se ha dado con los campos electromagnéticos). Es en el laboratorio a nivel de tejidos y especímenes vivos, que sometidos a pruebas bien diseñadas para evitar distorsiones injustas, donde se debe dar la repetitividad y demás consecuencias que el método científico exige para demostrar la relación causa efecto que se pretende comprobar.*

ha sido y es fácil presa de tabúes.

Como bien se sabe, probar la negación de una hipótesis, por ejemplo: asegurar que la pasta de dientes no es mala para la salud, que el agua no es mala, etc., no es posible, aunque el opuesto, decir que son perjudiciales, es algo que cualquiera puede hacer sin mayor esfuerzo, pues le bastará partir de algún resultado que insinúe que lo son. Por esta misma dificultad, en términos legales ha resultado indispensable partir de la inocencia del acusado hasta no comprobar lo contrario. Se valoran las evidencias y de acuerdo con ellas se concluye lo conducente. En el presente caso, de los miles de estudios que se han efectuado en los últimos 20 años, ninguno ha permitido probar fehacientemente que los campos electromagnéticos asociados a las líneas eléctricas de transmisión y distribución sean dañinos. Cuando mucho han insinuado la conveniencia de hacer más estudios. Estos resultados, por lo tanto, denotan ser evidencias que más bien conducen a la obvia conclusión de que **no hay razón para preocuparse**, como bien lo dijo el Dr. Abel Pacheco en su programa de televisión hace algún tiempo.

En lo relativo a resultados positivos reportados en estudios que de una u otra forma han ocupado lugares de importancia en las noticias, debe tenerse presente que no son de extrañar, en razón del grado de dificultad que implican los experimentos o procedimientos estadísticos en que se basan y de la pequeñez de las muestras que se evalúan. Son tan pocas las dolencias que se aducen y tan infrecuentes, que al hacer estudios epidemiológicos el grado de imprecisión que se maneja es sustancial, y por consiguiente propenso a insinuar resultados engañosos. Igualmente ha sucedido con experimentos a nivel de laboratorio, donde las previsiones que se deben tomar son sumamente estrictas, para evitar que los especímenes y los procesos que se estén estudiando, no induzcan a conclusiones erróneas por comportamientos espurios, producto del manejo inadecuado del material. Un ejemplo simple, es el caso del estudio de abejas en campos eléctricos donde, de no tomarse las previsiones del caso podría resultar que se reporten disminuciones en su producción de miel por la presencia del campo, no porque este afecte su salud, sino porque podría desgarrarlas el he-

cho de que al entrar a la colmena les salten molestas, aunque pequeñas, chispas producto de un mal diseñado experimento.

La comunidad científica ha dado la voz de alarma en el sentido de que **se están malgastando sumas muy importantes de recursos económicos en un campo que no lo amerita**, en el tanto que se está desaprovechando esfuerzo y recursos para atacar problemas reales y de urgente solución en otras áreas de salud, como lo puede ser el cáncer de la piel, cáncer gástrico, etc. Pero debemos mantenernos informados: (Ver por ejemplo "Influencia Biológica de Campos Electromagnéticos de Baja Frecuencia (60 Hz)", en la revista Tecnología - ICE de agosto 1994, y "Campos Electromagnéticos y Salud Humana en la edición de la misma revista de diciembre 1996".)

Al hacerlo encontramos que:

- En primer término el National Research Council que pertenece a la National Academy of Science de los EUA, en noviembre 1996, en un renombrado reporte comisionado por el Congreso de Estados Unidos, **manifestó que no existe evidencia convincente que relacione el riesgo de padecer cáncer con campos electromagnéticos.** Que en su concepto la evidencia no demuestra que exista riesgo a la salud humana producto de la exposición a estos campos. El reporte que tomó 3 años de estudio, abarcó el análisis de 500 investigaciones efectuadas en los últimos 17 años y la consiguiente entrevista de gran cantidad de científicos, por los 16 expertos que conformaron el comité encargado de su elaboración.
- La American Physical Society, la organización más prestigiosa de físicos en EUA, que ha venido brindando sus servicios a la humanidad y a la ciencia desde su fundación en 1899, en abril 1995 manifestó que no obstante el esfuerzo que se dedica a investigar los campos electromagnéticos, es posible hoy, en vista de la evidencia acumulada, decir que, la literatura científica y las minuciosas revisiones que se han efectuado por otros científicos, **demuestran que no hay una consistente y significativa**

La práctica de la “evitación prudente” de los campos electromagnéticos, “prudent avoidance”, surgió como una inteligente disposición para optimizar el manejo de los recursos físicos y económicos de un sistema eléctrico. Si igual cuesta construir una línea eléctrica por el centro que por los márgenes de una ciudad, obvio es que construirla en las afueras facilita el alcance del óptimo beneficio para el conglomerado.

Pero si para obviar la construcción de esa línea dentro de la ciudad deben consumirse recursos en exceso, en procura de un beneficio que cuando mucho alcanza a ser incierto, las justificaciones se desvanecen.

relación entre cáncer y los campos electromagnéticos de líneas eléctricas. Agrega que dentro de la literatura relativa a estudios epidemiológicos, la investigación sobre sistemas biológicos, y el análisis de mecanismos teóricos de interacción, ningún mecanismo biofísico plausible ha sido identificado como responsable de que los campos electromagnéticos produzcan la sistemática iniciación o promoción del cáncer. La preocupación que se ha dado en algunas poblaciones, como producto de los resultados reportados en los medios de comunicación, ha motivado costosos procesos para mitigar los campos, y/o para litigar, costos que en definitiva tendremos que pagar todos.

- Más recientemente, el 3 de julio del presente año, el National Cancer Institute de los EUA, reportó que muy posiblemente no haya relación entre los campos electromagnéticos y leucemia en niños. En este reporte, luego de 3 años de estudio, que abarcó 638 niños con leucemia y un número similar de niños sanos, se llegó a la conclusión de que no hay un aumento significativo en el riesgo para niños que habitan casas con campos electromagnéticos superiores a 2 miligausses. Los investigadores afirmaron que no pueden excluir la posibilidad de que se dé un aumento para niños en casas con niveles de campo muy altos, pero que globalmente, los resultados obtenidos no respaldan la hipótesis de que el vivir en casas con altos niveles de campo, o en aquellas cercanas a líneas de transmisión o distribución tenga relación con el riesgo de padecer leucemia en niños.

Como se puede observar los estudios científicos anteriores son muy recientes, han sido elaborados por científicos de reco-

nocida capacidad, para instituciones muy serias inclusive el Congreso de EUA, y por consiguiente dignos de toda credibilidad y respeto.

Con el propósito de cubrir de la mejor forma posible los resultados obtenidos en esta década, agregamos que:

- La World Health Organization preparó un libro en 1989, titulado Non-Ionizing Radiation Protection, en el cual concluyó que los campos eléctricos y magnéticos producen efectos biológicos, obviamente (un efecto



biológico es por ejemplo la reacción de la pupila del ojo ante el destello de una luz). Pero que excepto por los campos intensos capaces de inducir densidades de corriente sobre el nivel desencadenante de la estimulación de tejidos nerviosos (niveles a los que no estamos expuestos en la vida cotidiana), no hay consenso sobre la posibilidad de que estos efectos sean perjudiciales a la salud del ser humano.

- Similarmente, en 1990, el Non-Ionizing Radiation Committee de la International Radiation Protection Association (IRPA), publicó sus lineamientos interinos, “Interim Guideli-

Este trabajo realizado por un grupo de investigadores conformado por más de 10 doctores en medicina y/o Ph. D's, dirigido por la Dra. M. Linet, mereció ser publicado en el *New England Journal of Medicine*. Como es usual en un reporte científico de este tipo, algunos colegas de la Dra. manifestaron puntos de vista opuestos en la misma revista y por igual, como es usual también, los que estuvieron de acuerdo no se tomaron la molestia de hacer pública su posición. Pero para un documento en campo tan polémico como éste, la reacción fue a lo sumo tenue, y permitió que la Dra. reafirmara sus conclusiones de que los resultados del estudio produjeron poca evidencia de que el riesgo de leucemia aumente para niños en casas con campos magnéticos altos, por lo que mantiene que los resultados nos deben tranquilizar en vez de alarmar.

nes on Limits of Exposure to 50/60 Hz Electric and Magnetic Fields, concluyendo que: "No obstante que los resultados de algunos estudios epidemiológicos sugieren una asociación entre la exposición a campos electromagnéticos de 50/60 Hz y cáncer, otros estudios no la sugieren". Agregando que además de no haberse probado esta asociación, la información disponible no da base para valorar riesgos a la salud que conduzcan al establecimiento de límites a la exposición.

- En mayo 1993 la International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection confirmó las conclusiones de IRPA, destacando que la información relacionada con el cáncer no suministra base alguna para valorar riesgos a la salud humana producto de la exposición a campos electromagnéticos de 50/60 Hz.
- En 1991 la Conférence Internationale des Grands Réseaux Electriques (CIGRE), estableció un grupo de expertos para que estudiara la inquietud sobre los efectos de los campos electromagnéticos. Paralelamente la Institution of Electrical Engineers (IEE), conformó un grupo similar en 1992. CIGRE reportó en 1991, que la evidencia sobre la influencia de los campos electromagnéticos como causa de cáncer no es persuasiva y que tal relación es cuestionable, pero que no obstante conviene investigar más. El IEE en 1996 reportó que no hay evidencia convincente de efectos sobre la salud producidos por campos electromagnéticos de baja frecuencia en humanos. Que la preocupación del público no se justifica a la luz del conocimiento científico actual, ni por la magnitud del riesgo posible, el cual de existir, sería indubitablemente muy pequeño.

El amable lector y el costarricense en general, como padres de familia y como ciudadanos, hacen muy bien en esforzarse por estar permanentemente informados sobre los avances científicos, especialmente en el campo de la electricidad, tan ligada a nuestra vida diaria, conocedores de que el desarrollo del país depende y de-

Experimentamos una densidad de campo magnético de un miligauss al ubicamos a un metro de separación, frente a un alambre conductor por el que circula una corriente de 0.5 Amp (la requerida por una bombilla incandescente común de 60 W).

pendará cada vez más de la infraestructura que podamos edificar.

Pero debemos tener muy en claro el costo de lo que es razonable y de lo que no es, pensando siempre en el bienestar de nuestra población, en nuestras limitaciones económicas, y en nuestra realidad de país del tercer mundo. Con la conciencia tranquila de que los campos que circundan nuestras líneas de transmisión no son motivo de preocupación.

Para finalizar valga repetir la conclusión a que arriba el Dr. Campion en el editorial del *New England Journal of Medicine* de EUA, de Julio de 1997, (con respecto al reporte del National Cancer Institute,) indicando que:

- los campos electromagnéticos no tienen efectos biológicos reproducibles excepto a niveles muy lejanos de los que encontramos en nuestros hogares.
- Es triste que altas sumas de dinero se hayan consumido en estudios que nunca tuvieron mucha promesa de encontrar el motivo de la tragedia de cáncer en niños.
- Estos años de investigación han producido un alto nivel de paranoia, pero poca información y ninguna prevención.
- La investigación debe ser redirigida hoy de los campos electromagnéticos hacia causas que evidencien verdaderas posibilidades de provocar la enfermedad.

Nuevos esfuerzos se darán en este campo, a pesar de las afirmaciones anteriores, dedicados a escudriñar otras posibilidades, a plantear nuevas ideas, a mejorar conocimientos. Todos serán bienvenidos, pero para nuestra tranquilidad es evidente que la realidad aquí expuesta no tiene expectativas de cambiar. ■

# Ticopager... el beeper más usado por la gente más buscada



**Ticopager** es una empresa que lleva más de dos décadas en el mercado Costarricense, ofreciendo la más alta calidad en servicio.

Sabemos que cada día más y más gente depende del mundo de las comunicaciones personales. En el mundo que vivimos, estar en contacto no solo es moda, sino una necesidad básica. Por esto, en cualquier momento, las 24 horas al día, los 365 días al año, si sus clientes, familiares, proveedores y amigos desean transmitirle información, solo deberán llamar a nuestra moderna Central de Operadores donde su mensaje será digitado y transmitido en cuestión de segundos. Instantáneamente usted está comunicado

en cualquier lugar de nuestra amplia área de cobertura.

## SERVICIOS DE TICOPAGER:

- ✓ Central Telefónica Única
- ✓ Servicio Continuo
- ✓ Comunicación Instantánea
- ✓ Envío de Mensajes por medio de su computadora, **Word Sender**, **Alphamate**.
- ✓ Envío de Mensajes desde cualquier parte del mundo hasta su **Beeper**
- ✓ Servicio Bilingüe
- ✓ Envío de Mensajes desde cualquier parte del mundo hacia su beeper por medio de Internet
- ✓ Anuncio automático en su **Beeper** cuando recibe un **Correo Electrónico**
- ✓ Cobertura
- ✓ Servicios de Verificación
- ✓ Cuota especial para abonados al sistema de telefonía celular

El beeper más utilizado por nuestros clientes es el modelo Memo Express de Motorola. Este modelo de beeper alfanumérico es muy fácil de usar y tiene como ventajas las siguientes características: tiene tres botones de funciones, una variada selec-

ción

de tonos de alerta, seis colores, luz de fondo, alerta silenciosa/vibración, alarma, reloj, calendario, registro de hora y fecha de los mensajes, protección de mensajes, indicador de batería baja y retención de memoria. Por el **Memo Express** se cobra de una mensualidad de **¢5,990.00**

Además del modelo **Memo Express**, ofrecemos el modelo **Scriptor** y **Advisor Gold**.

Estos modelos son más elegantes e igualmente fácil de usar. El **Advisor Gold** cuenta con la última tecnología de pantalla, incluye una agenda y tiene la posibilidad de programar alarmas en los mensajes para que alerten nuevamente a la hora y fecha predeterminadas. Tanto el **Scriptor** como el **Advisor Gold** tienen la función programable de apagado y encendido automático.

Llámenos al 296-54-54 de Ticopager y con gusto le atendemos. ☑



Para no quedarse  
anclado



comuníquese en todas partes con la eficiencia de



**TICOPAGER**

El beeper más usado por la gente más buscada.



UNIDAD DE INFORMACION

UNA EMPRESA  **CELPAGE**

Suscríbese al 296-5454

# NUEVOS CONSEJOS PARA OBTENER UN BUEN PAVIMENTO DE CONCRETO (PROTECCIÓN CONTRA EL BOMBEO)

POR ING. CIPRIANO A. LONDONO N.

Los pavimentos de concreto comienzan a deteriorarse por las juntas, especialmente cuando la transferencia de cargas en ellas es inadecuada; esos deterioros se presentan en forma de expulsión del material de base (bombeo), escalonamiento y fisuración de las losas que en algunos casos pueden reducir la vida útil del pavimento a la mitad.

## CONCEPTOS BÁSICOS

El bombeo se presenta cuando se dan simultáneamente tres condiciones: repetición de cargas pesadas, presencia de agua en el interior de la estructura y por último bases erodables.

La primera de estas condiciones no se puede evitar en muchos de los proyectos de pavimentación, y es claro que el tráfico pesado influye en el bombeo por la deflexión que genera en los bordes longitudinales y transversales de las losas. Para atenuar este efecto se recomiendan dos acciones; primero, la utilización de los pasadores de carga en las juntas transversales, y segundo, la construcción de bermas de concreto unidas al pavimento mediante barras de anclaje.

El efecto de las otras condiciones (presencia del agua y bases erodables) se puede atenuar si se reduce tanto como sea posible el tiempo de la presencia del agua en el contacto entre la losa y su soporte, por un lado, y, por el otro, haciendo mínimo el riesgo de la formación de cavidades bajo los pavimentos de concreto, que son los que constituyen los pozos de bombeo no erosionables.

Hay que tener presente que:

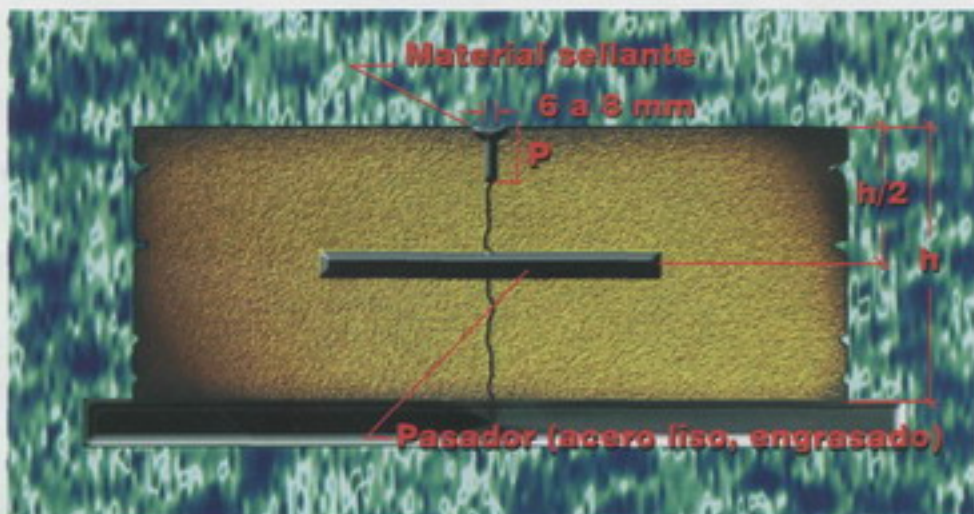


Figura 1: Pasadores de carga en un pavimento de concreto

- La eficiencia tanto del drenaje como el uso de materiales no erodables es más alta en los pavimentos con pasadores de carga en las juntas transversales que aquellos que no los tienen.
- El bombeo se ha observado aun a 250 mm. Pero el riesgo del bombeo aumenta con la precipitación y a medida que aumenta la impermeabilidad de la base.
- Para evitar el bombeo hay que luchar contra la "trampa de agua".

Basta ya de diagnósticos. ¿Cómo impedir que se formen las trampas de agua? Hasta el momento se han planteado dos posibilidades: drenar el agua que ha entrado bajo la losa y utilizar materiales no erosionables para la construcción de las bases y de las bermas.

El agua puede entrar o estar presente en el pavimento por varias razones, entre ellas se mencionan: hasta el pozo del agua lluvia puede penetrar por las juntas de los pavimentos si éstas están mal selladas, como se

ha demostrado en muchos estudios. También son fuentes de agua las infiltradas y las subterráneas cuyo nivel freático puede llegar a alcanzar la misma estructura del pavimento.

La erosionabilidad de un material es la facilidad que tiene un material de cambiar sus características de textura y de dimensiones cuando actúan simultáneamente sobre él cargas mecánicas y agua a presión.

En el caso de las bases de los pavimentos se trata de una característica superficial de las capas inferiores de la estructura (de la vía o de la berma) sometidas a esfuerzos de fricción cortante y a procesos de desgaste de origen hidrodinámico. Estas acciones traen como consecuencia desprendimientos de materiales de la superficie y con ello cambios en la textura y geometría de las capas, como quien dice formación de cavidades.

La teoría de la hidrodinámica del bombeo ha permitido establecer dos conceptos importantes para la erosión de las bases, que son la velocidad de expulsión del agua

y la etapa crítica de erosión. Esto ha llevado a caracterizar los materiales de construcción para bases teniendo en cuenta el concepto de "resistencia a la erosión".

### DRENAJE

El drenaje está compuesto de dos sistemas que son: el drenaje superficial cuyo objeto es interceptar el agua lluvia para impedir que entre en el pavimento. Los elementos que lo constituyen son las cunetas, los bordillos, las bermas, la geometría misma de las diferentes secciones, los sumideros, descoles, etc. El otro sistema que constituye el drenaje es el que tiene como objetivo el de remover las aguas superficiales que han penetrado bajo las losas del pavimento y se puede llamar drenaje interno.

### DRENAJE INTERNO

La eliminación de las aguas infiltradas en las interfases losa base-berma se puede hacer mediante tres técnicas constructivas que son: el cordón longitudinal drenante, la base granular drenante bajo el pavimen-

to, en la parte más activa del filtro, con los finos de erosión procedentes del apoyo de las losas.

Se recomienda que para las vías de tránsito pesado el material drenante esté estabilizado con cemento o con otro material para evitar asentamientos en la unión pavimento-berma. Es importante anotar que los sistemas de drenaje se deben mantener, por eso es necesario que el diámetro de los tubos drenantes sea mayor de 5 cm y compatible con los equipos de limpieza. Este es el procedimiento más utilizado en las carreteras de tráfico pesado. Se ha demostrado que el uso de sistemas de drenaje aumenta considerablemente la vida útil de los pavimentos.

### BASE GRANULAR DRENANTE BAJO EL PAVIMENTO

Esta base puede ser tratada o no, demostrando un mejor comportamiento la primera. Se recomienda que se instale un geotextil que actúe como barrera antifinos en la parte exterior de la zanja que asegure la evacuación completa del agua de la base

rior al 4% para garantizar que se dé un flujo transversal en la base drenante.

Cuando se usa esta solución es importante que los suelos, especialmente si son sensibles a los cambios de humedad, estén estabilizados para evitar posibles riesgos de una pérdida de la capacidad portante. Para vías de tránsito pesado es necesario que la base drenante cumpla satisfactoriamente con los requisitos de aportar homogeneización y rigidización al conjunto que constituye el soporte del pavimento. Esta solución es recomendada cuando la superficie que se va a pavimentar tiene más de 15 m.

### CAPA DRENANTE PREFABRICADA DELGADA PUESTA BAJO EL PAVIMENTO

Este es un procedimiento en desarrollo que consiste en poner bajo la losa un geotextil diseñado especialmente para este objetivo.

Las características del geotextil deben ser tales que permitan una transmisión hidráulica de 100 litros por metro y por hora y la porosidad de 250 micras. El uso de las capas drenantes prefabricadas tiene como fortaleza la homogeneidad de un producto industrial que posee como garantía el buen comportamiento mecánico e hidráulico. Su único problema radica en la imposibilidad de hacerle mantenimiento, sin embargo, es prácticamente imposible que el geotextil se colmate.

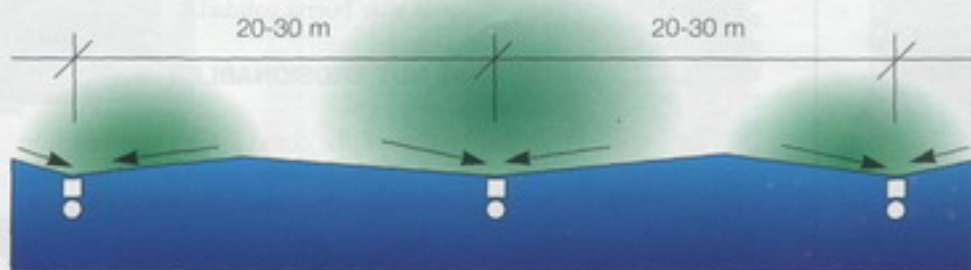
Se recomienda que para las vías de tránsito pesado el material drenante esté estabilizado con cemento o con otro material para evitar asentamientos en la unión pavimento-berma.

### EMPLEO DE MATERIALES POCO EROSIONABLES EN LAS INTERFASES

Si se impide la generación de finos en el material de las bases de los pavimentos se elimina una de las causas que posibilitan el fenómeno del bombeo. Los materiales pueden ser desde "extremadamente resistentes a la erosión..." hasta ser "muy erosionables".

### MATERIALES EXTREMADAMENTE RESISTENTES A LA EROSIÓN

Es el mejor material que se puede con-



Pendientes en un pavimento de concreto para facilitar su drenaje

to de concreto y la capa drenante prefabricada puesta bajo el pavimento.

### CORDÓN LONGITUDINAL DRENANTE

Los cordones drenantes se pueden proteger de la colmatación si se ponen geotextiles en la parte exterior del cordón en el lado correspondiente a la berma. No se recomienda envolver completamente el cordón en geotextil para evitar riesgos de col-

drenante continua. Este sistema tiene que estar dotado también de un medio para evacuar el agua en el sentido longitudinal, que cumpla con las condiciones de mantenimiento.

El análisis de este sistema ha arrojado como conclusión que debe existir una relación superior a 1.000 entre las permeabilidades de la base drenante y la capa subyacente. Se recomienda además que la pendiente de la capa sobre la que descansa la base drenante tenga una pendiente supe-

# Compre esta lámina

y llévase gratis **muchísimas** horas de luz \*

En Plastiluz® le ofrecemos los sistemas de techado más económicos y acordes a 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.



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



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



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.

seguir dentro de condiciones razonablemente económicas. El material típico de esta categoría es el concreto pobre con contenido de cemento de 7%.

## MATERIALES RESISTENTES A LA EROSIÓN

La erosionabilidad de estos materiales es cinco veces más alta que la de los extremadamente resistentes a la erosión. El material tipo sería una grava-cemento producida en planta con un contenido de cemento de 5%.

## MATERIALES RESISTENTES A LA EROSIÓN

Estos materiales son 5% más erosionables que los precedentes. El contenido de material conglomerante está muy próximo al punto por debajo del cual la erosionabilidad crece muy rápidamente en razón inversa al contenido de conglomerante. El material típico de esta categoría es una grava-cemento producida en planta con un contenido de cemento de 3,5%. La resistencia a la erosión dependerá de las condiciones de construcción (compactación, dosificación de cemento y agua, etc.), de las de operación y de las ambientales.

## MATERIALES BASTANTE EROSIONABLES

Estos son cinco veces más erosionables que los anteriores, la erosión dependerá del cuidado que se tenga durante la construcción. La homogeneidad es difícil de alcanzar. Un material típico de esta categoría sería un grava-cemento producida *in situ* con una dosificación de 2.5 % de cemento, también los suelos finos tratados en obra con cal o cemento y finalmente las bases granulares sin tratar, de buena granulometría y de buena calidad.

## MATERIALES MUY EROSIONABLES

Esta categoría de materiales exhibe como mínimo una erosión cinco veces más alta que los "materiales erosionables". El material típico es una grava tratada con granulometría inadecuada, con alto contenido de finos y con mayor motivo un limo sin tratar.

## ELECCIÓN DEL MATERIAL DE BASE

En pavimentos para tránsito pesado y en especial si se trata de losas sin pasadores en sus juntas, se recomienda la utilización de materiales extremadamente resistentes a la erosión dependiendo de las condiciones ambientales, especialmente la presencia de humedad.

En los casos de tránsito medio con materiales resistentes a la erosión bajo condiciones especiales, es posible conseguir un nivel de calidad aceptable si las operaciones de construcción se llevan a cabo de forma cuidadosa.

Cuando se trata de tránsitos livianos y si la situación económica es difícil, se puede recurrir a materiales "bastante erosionables". Por último, los materiales "muy erosionables" sólo se deben usar en vías forestales, agrícolas, plazas y vías peatonales. ■

(Noticreto)



# Por más antisísmico que sea su diseño, su cliente temblará de emoción al verlo

Todo entra por la mirada. Por eso ud. necesita la Impresora EPSON Stylus Color 1520. La mejor aliada para convencer clientes.

Con su resolución de 1440 puntos por pulgada, usted logra la máxima calidad, tanto en fotos como en reproducciones de dibujos y diagramas lineales.

Además, su impresión a color hace mil veces más llamativo cada elemento de su diseño. Y por si fuera poco, usted puede imprimir planos de tamaño C (43x55 cm.), sin tener que recurrir a costosos plotters.

Por su versatilidad y profesionalismo, la impresora EPSON Stylus color 1520 es sin duda una inversión muy rentable para su negocio, porque es económica y está hecha a la medida de sus proyectos.

Logre una impresión así, en una EPSON Stylus Color 1520, a 1440 puntos por pulgada



Compatible con AutoCad, Microsoft Windows y Apple Macintosh

Búsquela en su distribuidor autorizado EPSON más cercano



# EPSON

# Amatek®

## Marca una nueva etapa de tecnología en maderas

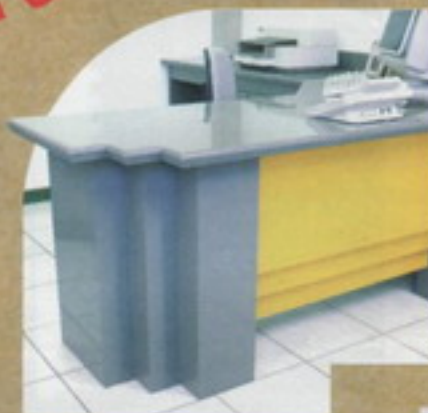
Amatek son productos de madera, con calidad de exportación, procesados tecnológicamente bajo los más estrictos controles que exigen las instituciones internacionales especializadas.

Láminas MDF®: un producto AMATEK

Con las Láminas MDF de AMATEK es fácil trabajar sus muebles, utilizando cualquier herramienta. Vienen pulidas, son flexibles, livianas y muy resistentes.

Las láminas MDF de Amatek le brindan mayor economía en sus costos con relación a otros materiales.

Encuéntrelas en los mejores almacenes de materiales en todo el país.



**Amatek**  
La nueva era en maderas

**AMANCO**

# AGUAS RESIDUALES SIN CONTAMINACIÓN

## NUESTRA ESPECIALIDAD EN INDECO

- Brindamos soluciones integrales a sus problemas de aguas residuales tanto de origen doméstico como industrial.
- Examinamos la composición físico - química de las aguas.
- Elaboramos estudios de tratamiento de aguas.
- Evaluamos sus sistemas actuales.
- Analizamos la calidad de las aguas ya tratadas.
- Emitimos los reportes que se requieren para permisos sanitarios.
- Diseñamos, construimos, equipamos y operamos las plantas de tratamiento.
- Instalamos los sistemas de recolección de aguas residuales.



Le brindamos las mejores soluciones. Llámenos al 232-1055, fax 231-5690.



**INDECO**  
División INDECO  
Sistema de Tratamiento de Agua



Ricalit

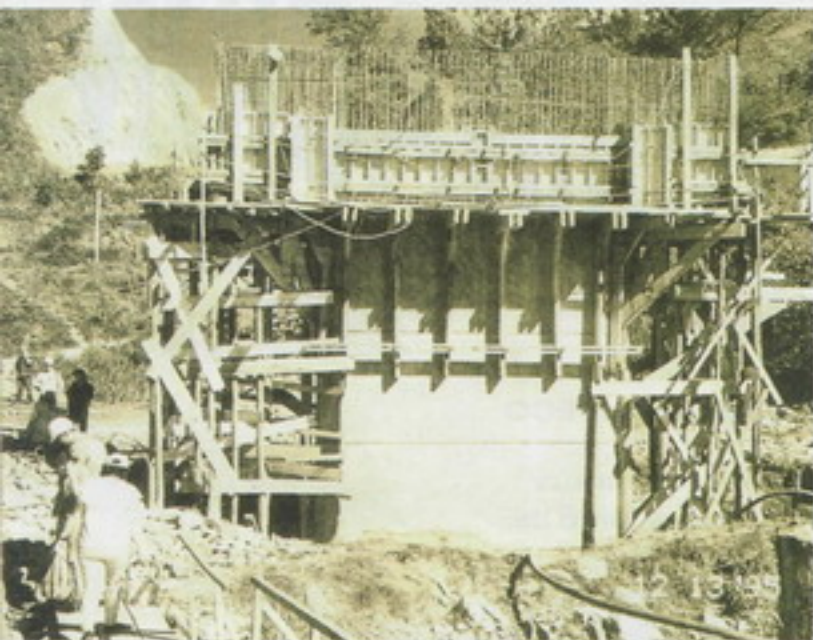


UNIDAD DE INFORMACION

# TRIPLEX Y MARCOS DE METAL

## SISTEMAS DE FORMALETERÍA EN EUROPA Y ESTADOS UNIDOS

ING. JORGE NORIEGA



*Formaleta utilizada para la construcción de puentes en la vía al llano, con característica de triplex fenólico.*

Una de las piezas fundamentales en el proceso constructivo y que muy pocas veces se le da la importancia necesaria, es la fabricación de formaletas o sistemas de formaletería; si se confeccionaran correctamente, beneficiarían al constructor en tiempo y en economía. Tradicionalmente los materiales más utilizados para la fabricación de formaletas son el metal y las maderas (ordinarias y finas).

Las formaletas de metal son utilizadas cuando el constructor tiene niveles de producción altos o permanentes y son iguales o repetitivos, y tienen regularmente entre 100 y 300 usos, y si son de aluminio unos 1.500 usos. Cuando se hace referencia a formaleta de metal, se habla en realidad de un sistema de formaletería.

Las formaletas de madera se utilizan cuando se requiere hacer formaletas especiales, para obras donde no se repiten elementos, que prácticamente se desechan después de fundida la estructura. También de madera se fabrican las conocidas "camillas" que se utilizan como formaleta para placas o losas de edificios, que dan un acabado pobre.

La experiencia permite establecer que una formaleta de madera ordinaria dura de tres a cuatro usos, después de los cuales es in-

dispensable hacerle mantenimiento. Una formaleta de cedro macho puede soportar unos ocho usos antes de exigir mantenimiento. Adicionalmente a que la madera es un material "delicado" que exige cuidados, es un material con el que no se fabrican sistemas de formaletería, sino formaletas, a las cuales no se les dedica mucho tiempo en el diseño, siendo sometidas durante su utilización a permanentes modificaciones o se les maltrata, se les coloca clavos y se almacenan mal.

El triplex es una madera procesada, con dimensiones establecidas, que no tiene los problemas inherentes a la madera maciza como son los de torcerse, rajarse y el exigir varios procesos previos en la fabricación de la formaleta.

A nivel mundial se producen triplex con dos tipos de pegantes: pegantes con base en resina de urea formol y pegantes con base en resinas fenólicas. Las resinas fenólicas no son solubles en agua por lo que los triplex fabricados con ella resisten el contacto con la humedad sin deshacerse.

Adicionalmente, si se hace con triplex un buen diseño de formaleta, si se fabrica un sistema fácil de manejar y se manipula con cuidado, se puede obtener entre 40 y 50 usos. Por otra parte, si se coloca en marcos metálicos y se recubre con pinturas epóxicas pueden lograrse entre 300 y 600 usos.

Debido a las ventajas obtenidas, en el mundo se fabrican varios sistemas con marcos de metal y superficie de triplex, donde la combinación de estos materiales permite dar un sistema con las siguientes características:

- Buena durabilidad**
- \* Costo y precio intermedio
- \* Buen acabado al concreto
- \* Bajo peso

La ventaja más relevante es que un sistema así puede repararse o recuperarse fácilmente con sólo cambiar las láminas de madera que forman la superficie de contacto. (Cuando la superficie de contacto es de metal es difícil repararla).

### BENEFICIOS

Los beneficios se relacionan por cada segmento de mercado. Otros beneficios para estos dos segmentos de mercado, según catálogo de American Plywood Association, Plywood Concrete Forms Construction Material and Procedures, son:

- Resistencia a las cargas
- Resistencia a los impactos
- Resistente al agrietamiento
- Estable dimensionalmente
- Liviano
- Menos manejo
- Reutilizable
- Menos juntas
- Valor
- Fácil de curvar
- Acabado terso
- Fácil de reparar
- Fácil de contar
- Menor espacio de almacenamiento
- Fácil maquinado
- Aislamiento térmico

Para obtener buenos resultados con el producto es importante tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La formaleta debe diseñarse bien, haciendo una modulación óptima para aprovechar bien las láminas y para que la distribución de los tableros sea cómoda en la obra, cuando se está armando. Además, se debe impedir el estar modificándola periódicamente para evitar el deterioro que origina el corte, colocación de tornillos y refuerzos, etc.
- Es usual que la formaleta termine como leña en toda la obra, por lo que cambiar o entrenar al personal es un punto en el que debe hacerse énfasis.
- Si se desea un alto número de reusos de los tableros, los refuerzos o marcos también deben cumplir este requisito: si son de madera, debe usarse madera que no se tuerza; si son de metal, deben fijarse bien para que no se desprendan.
- Los cantos de las láminas son el punto más vulnerable, tanto para el deterioro que puede ocasionar el agua como los golpes. Los cantos absorben y pierden agua con facilidad, por eso deben sellarse.
- Antes de cada vaciado de concreto se debe aplicar un desmoldante uniformemente a la superficie.
- Después de cada vaciado, la formaleta se retirará, se limpiará y se almacenará en forma adecuada, sin que las caras de los tableros entren en contacto con puntillas u otros elementos.
- Cuando se desee un número de usos entre 50 y 100, puede acudir a pintar los tableros con una pintura epóxica o similar. Este trabajo debe hacerlo personal calificado para lograr una buena aplicación. ■

CONSTRUCTORES DE	BENEFICIOS
Obras civiles	Permite obtener concretos de excelente apariencia.
Vivienda masiva	Evita la colocación de pañetes Disminuye los escombros de la obra. Disminuye los tiempos de construcción.

VENTAJAS DE LA FORMALETA DE MADERA	VENTAJAS DE LA FORMALETA DE METAL
Es económica, no exige un alto nivel de inversión Es liviana Fácil de trabajar Fácil de modificar o adaptar	Dan buen acabado al concreto Dan alto número de usos Se consiguen en el mercado sistemas de formaletería que permiten construir a niveles industriales.
DESVENTAJAS	DESVENTAJAS
Maderas ordinarias tienen poca durabilidad Se tuerce y se raja Se requiere mucha mano de obra y varios procesos previos a la fabricación de la formaleta: secado, dimensionamiento, calibrado, etc. No hay suministro continuo y se desconoce mucho sobre los diferentes tipos de maderas y sus propiedades mecánicas.	Exigen una alta inversión inicial Son pesadas Los elementos que las conforman deben ser pequeños o de lo contrario se requiere grúa para su manejo Son difíciles de reparar, sobre todo la "superficie de contacto".

# EL AUTOMÓVIL ELÉCTRICO DE LA CHRYSLER

## UNA COMPUTADORA A 150 POR HORA

Edmundo Ambás

**U**o cabe duda de que los responsables de la General Motors se esfuerzan al máximo por rodear a su nuevo carro eléctrico de un halo de misterio. Lograr una entrevista con uno de sus ejecutivos cuesta tanto como conseguir pasar unos minutos a bordo del EV1 cupé. "No tenemos nin-

gún coche de esos", contestan los portavoces de la empresa. Pero el hogar del EV1 está en Troy, un suburbio al norte de Detroit.

General Motors empezó en 1990 a desarrollar el EV1, el primer coche eléctrico totalmente nuevo que se construye en Detroit desde hace 75 años, con la intención

de que cumpliera las leyes medioambientales de California. El vehículo se pondrá a la venta este año por un precio de \$35.000 dólares en California y Arizona.

El panel de control está a la derecha, en una barra de la anchura de una maleta, que alberga también 26 baterías de ácido y plomo. El grupo de baterías forma una T que



se extiende a lo largo del eje del vehículo y por detrás de los asientos.

No tiene llave de contacto. La llave sólo sirve para abrir la puerta. Basta pulsar 11111 (cinco unos) en el teclado de a bordo para que se prenda una luz, sin ningún ruido, una luz que advierte que el carro está en marcha.

Se iluminan unos pilotos de emergencia situados a lo largo de la base del parabrisas. El aceite, la gasolina, las correas de transmisión, las bujías, el carburador, el alternador, la caja de cambios o los silenciadores son cosa del pasado. Este ordenador descapotable, más que un automóvil, puede prescindir de todas esas cosas. A todas luces, el EV1 es más cerebro que músculo. En caso de avería, se llama a un programador en vez de a un mecánico.

Cuando el carro se desplaza a 100 km. por hora, un piloto indica que el radio de acción es de 50 km. Un ordenador a bordo del EV1 calcula el radio de acción en función de las condiciones meteorológicas, del estado del tráfico y de la forma de conducir del conductor. El EV1 tiene una autonomía de 144 km. en carretera con las baterías cargadas a full.

Otro indicador señala al conductor la cantidad de energía que se está gastando. El indicador muestra también cuándo no se consume electricidad. El coche en forma de gota, una sinfonía aerodinámica de plástico y aluminio, con tan sólo 1.350 kg. de peso, se desliza silencioso por la autopista a una velocidad regular. El cargador tiene una altura similar a la de un surtidor de gasolina, pero su tamaño es tres veces menor. Una lengüeta de plástico negro situada en el extremo de una manguera

de 2 cm de indica el sistema de carga inductiva, de donde se transfiere energía a través de un campo magnético a un dispositivo, desarrollado por Siemens y Matsushita, situado dentro del orificio de carga. Este innovador sistema evita los contactos metálicos y, por tanto, permite a los conductores recargar las baterías del coche incluso cuando llueve. La General Motors tiene la intención de instalar 100 cargadores en varios lugares públicos de Los Angeles antes de que finalice el año. Se tarda tres horas en cargar por completo las baterías. La General Motors dice que el EV1 es capaz de pasar de 0 a 95 km./h en nueve segundos.

La revista "Road & Track" correspondiente al mes de octubre de 1996 comenta que "un recorrido en el coche demostró que el EV1 es mucho más que el carrito de golf más caro del mundo, si bien su autonomía entre 70 y 90 millas no le permite superar los 18 hoyos". La verdad es que la mayoría de las personas que utilizan el carro para ir a su trabajo no recorren trayectos más largos en un día. Si el EV1 baja de precio, esta promesa automovilística podría convertirse en una rutilante estrella de la industria de la automoción.

Los fabricantes de automóviles norteamericanos se ven sometidos a una gran presión. Sobre todo en California, estado en donde la contaminación es muy alta, se cierra una etapa de la industria automovilística. Ahí los llamamientos a favor de los coches con emisiones cero se han ido volviendo cada vez más apremiantes. En la práctica, esto implica la utilización de coches eléctricos, que en el año 2003 deberán suponer el



La combinación mágica: para abrir las puertas del auto hay que introducir un código de cinco dígitos en vez de una llave



Control electrónico: el corazón del EV1, alojado bajo el capó, controla todas las funciones importantes del vehículo.



El sistema de carga inductivo elimina la necesidad de contactos a la hora de recargar las baterías. El proceso dura tres horas.



Ésta sería la manera en que se recarga la batería. Simula la carga de combustible de los autos tradicionales.

10 % de todos los coches vendidos en este estado de la costa oeste de los EE UU. Es un reto al que, desde Detroit, ha respondido la General Motors, gigante de la industria automovilística que ha presentado ya el elegante EV1. Este otoño, el EV1 se pondrá a la venta en el sudoeste de los EE UU, cuyo clima cálido y seco es óptimo para el corazón electrónico del EV1, muy sensible al frío. El vehículo cuesta en realidad \$35.000 dólares; pero con las subvenciones resultará \$10.000 dólares más barato.

Con sus 140 CV, el EV1 alcanza una velocidad máxima de 130 a 150 km/h. No obstante, los problemas empiezan con la autonomía bastante limitada del vehículo, entre 110 y 150 km., distancia tras la cual las 26 baterías de ácido de plomo han de recargarse en una estación de carga especial. Con la unidad de carga (1,2 kw, 120 v) que viene con el coche y que va alojada en el maletero, se tarda entre 12 y 14 horas en recargar las baterías.

Más prácticas son las unidades de carga de 6,6 kw y 220 v, que hacen el trabajo en tan sólo dos o tres horas. Pero son más grandes y más pesadas, y habría que instalarlas, por ejemplo, en lugares públicos como las estaciones de servicio convencionales. Ya se han puesto en marcha planes para que la empresa privada y las autoridades públicas instalen algunas en áreas con gran densidad de tráfico.

El talón de Aquiles del coche eléctrico

son las baterías: no solo tienen que alimentar al motor, sino también todos los otros dispositivos eléctricos, como el reproductor de discos compactos, el sistema de acondicionamiento de aire y los eleva-vidrios. Por esta razón el EV1 va equipado con un complejo sistema electrónico diseñado para ahorrar energía. Un ejemplo son los sistemas de tracción y de frenos, que regulan las prestaciones del motor para ahorrar energía durante el frenado, y el sistema de acondicionamiento de aire, que ahorra energía gracias



El futuro del carro eléctrico depende principalmente de las formas aerodinámicas y los materiales ligeros.

a un precalentamiento programado del coche. "El coche eléctrico no es especialmente práctico" explica Francois Castaing, asesor técnico de Chrysler. "Incluso con las baterías llenas, los niveles de energía equivalen sólo a los de un coche de gasolina cuando va en reserva". Una posible solución a este dilema técnico sería desarrollar un vehículo híbrido que, además de baterías, dispusiera de un minigenerador. Este generador compacto, diseñado para proporcionar al coche una energía suplementaria durante las aceleraciones y en las cuestas muy empinadas, funcionaría con hidrógeno y metanol, lo que acarrearía una cierta contaminación. Las casas Mercedes Benz, Renault y Chrysler trabajan actualmente en un vehículo con esas características. No obstante, los partidarios del coche eléctrico y los del coche híbrido están de acuerdo en un punto: la necesidad de que ambos tipos de vehículos dispongan de un complejo sistema electrónico, lo que encarece mucho el producto. Es esencial también conseguir una reducción del peso mediante la utilización de materiales similares a los usados en la industria aeronáutica. Sin embargo, estos materiales tienen también sus inconvenientes desde el punto de vista de la seguridad del vehículo. Según opinan algunos expertos, los informes que auguran la muerte inminente del automóvil convencional, pecan de exagerados. Todavía pasarán algunas décadas para que se produzca el auge del carro eléctrico. ■



# 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
- Pisos Cerámicos
- Listelos
- Fraguas
- Morteros
- Grifería
- Loza Sanitaria
- Muebles para Baño
- Accesorios para Baño
- Sistemas de Hidromasajes
- Tapices Españoles
- Accesorios Eléctricos
- Muebles de Cocina
- Plantillas y Hornos
- Extractores de Grasa
- Fregaderos

MEGASOL

Finos acabados para su hogar

Moravia, diagonal Colegio Saint Francis.  
Tel: (506) 240-3282 / 236-5285 • Fax: (506) 256-7865

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

Horarios: De Lunes a Viernes de 8:00 a.m. a 6:00 p.m. Jornada Continua.  
Sábados de 8:00 a.m. a 12:00 m.d.

## GAÑE 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: 280-1133 / 283-9302 / 225-1949  
280-0555 • Fax: 234-2569



Producimos diversos tamaños y capacidades

**CALIDAD Y SERVICIO EN TANQUES PREFABRICADOS**

# LOS TIGRECIOS SON DE PAPEL

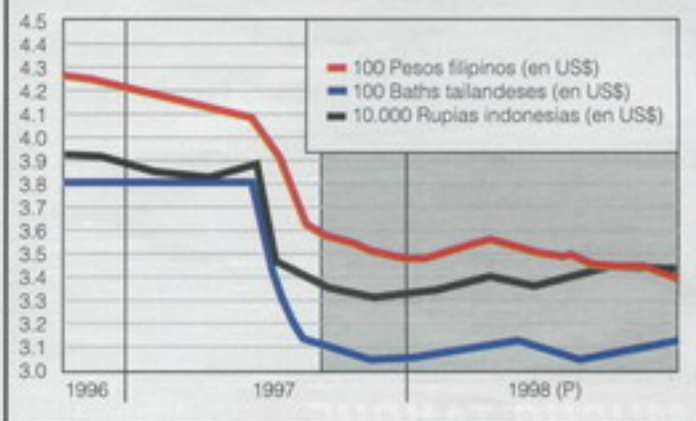
Pablo Ananía

U n nuestra edición anterior, en un intento de análisis teórico de la situación que derivó en el tembladeral de las economías del sudeste asiático, observamos que ni sus tasas de crecimiento, ni la estructura de sus mercados, ni la composición y peso relativo de sus exportaciones, tasas de ahorro, inflación y disponibilidad de recursos, fueron suficientes como para insertar a esas naciones en el proceso de transnacionalización. Señalamos que el modelo idealizado por los pregoneros del neoliberalismo, estaba al borde del colapso y que ello implicaba un alerta roja para Costa Rica, el único país democrático de América latina que se resiste a doblar por completo sus políticas económicas a las recetas inflexibles del Fondo Monetario. En esta edición de Ingeniería & Arqui-

itectura puntualizaremos -tomando como ejemplo el caso de Tailandia- con números, gráficos y un análisis objetivo que las estadísticas no pueden desmentir, con qué debemos enfrentarnos los países de economías marginales cuando hablamos de globalización.

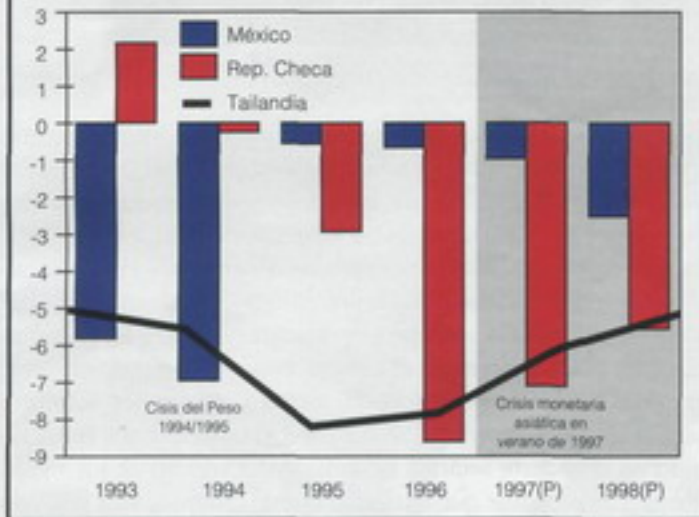
Tras un año de estancamiento en sus exportaciones y fuertes caídas de precios en los mercados de acciones del sector inmobiliario, a mediados del año pasado, Tailandia debió rectificar su política cambiaria: bajo la presión de cuantiosas ventas a término por parte de los fondos de inversión internacionales, en julio del '97 se estableció la libre fluctuación del bath tailandés. El Banco Central suspendió la paridad fija del dólar y dejó que el cambio se modificara según el libre mercado. Inmediatamente, hacia mediados de agosto, el peso filipino y la rupia indonesia adoptaron la misma medida, afectándose luego por igual el ring-

**Tipos de cambio: devaluaciones drásticas en verano de 1997-tocan fondo en otoño-, estabilización en 1998**



Fuente: FMI; pronóstico (P) del servicio de información del FAZ.

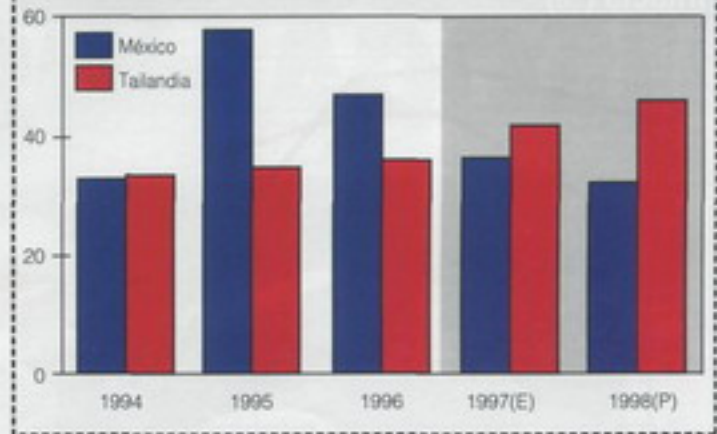
## Tipos de cambio: devaluaciones drásticas en verano de 1997-tocan fondo en otoño-, estabilización en 1998



Fuente: FMI; estimación (E) y pronóstico (P) del servicio de información del FAZ.

git malayo y el dólar de Singapur. La estrategia de vincular sus políticas monetarias y financieras al dólar han evidenciado su tremenda fragilidad. ¿Qué sucederá ahora? ¿Se producirá la huida de los inversionistas y la consiguiente sequía económica? Con una balanza de pagos por su cuenta corriente deficitaria desde hace años, la rectificación a la baja de la valoración de la llamada "burbuja" económica tailandesa que arrastró al resto de las economías del sudeste asiático en el ya conocido efecto dominó, era inevitable. La financiación por medio de créditos a corto plazo la ha hecho especialmente sensible a las fluctuaciones de los tipos de cambio y tipos de interés. La reducción de los plazos de financiación por parte de los bancos ya había evidenciado anteriormente estos resultados. Como todos sabemos, América latina vivió escenarios catastróficos similares en el 94/95, obra del sismo "tequila" tras la devaluación escandalosa y masiva de la moneda mexicana. El proce-

## Deuda exterior: La devaluación incrementa la carga por deudas (en % del PIB)

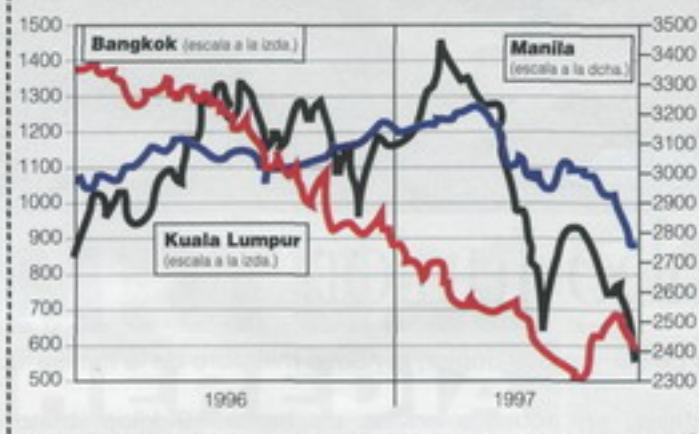


Fuente: FMI; estimación (E) y pronóstico (P) del servicio de información del FAZ.

so siguió siempre el mismo patrón: un creciente y crónico déficit por cuenta corriente crea una fuerte demanda de capital importado que se sacia en una primera fase por vías de la inversión exterior directa y posteriormente en mayor volumen a través de los créditos bancarios y la emisión de bonos. (¡Alerta Costa Rica: la deuda interna del país ya ha superado el billón de colones!). Sucede luego que, por efecto de los intereses compuestos, la carga crece rápidamente de manera exponencial. Los inversionistas de títulos en cartera con su orientación cortoplacista se retiran y obligan a una rectificación a la baja de los mercados de acciones e inmobiliarios. Los bancos, que siempre se ponen eufóricos en momentos de gran inversión, comienzan de inmediato a registrar las pérdidas, encienden las luces rojas de sus semáforos y -de inmediato- la divisa nacional acusa la presión y la burbuja acaba por reventar.

En el caso asiático hubo factores adicionales: son mercados

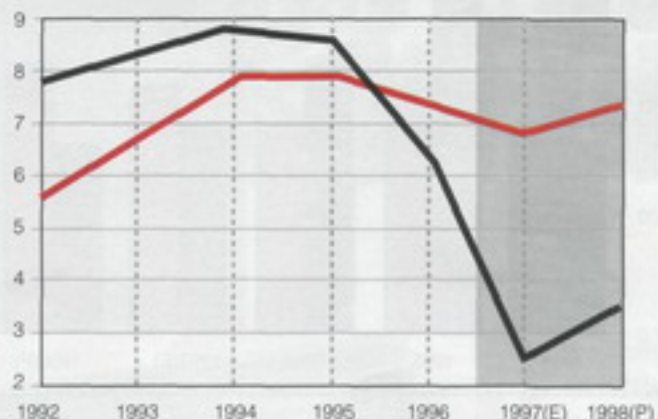
## Mercado de acciones: rebajas de verano



Fuente: "Asian Wall Street Journal".



**Crecimiento del PIB: Tailandia disuadida, pero la tendencia al crecimiento se mantiene intacta (%)**

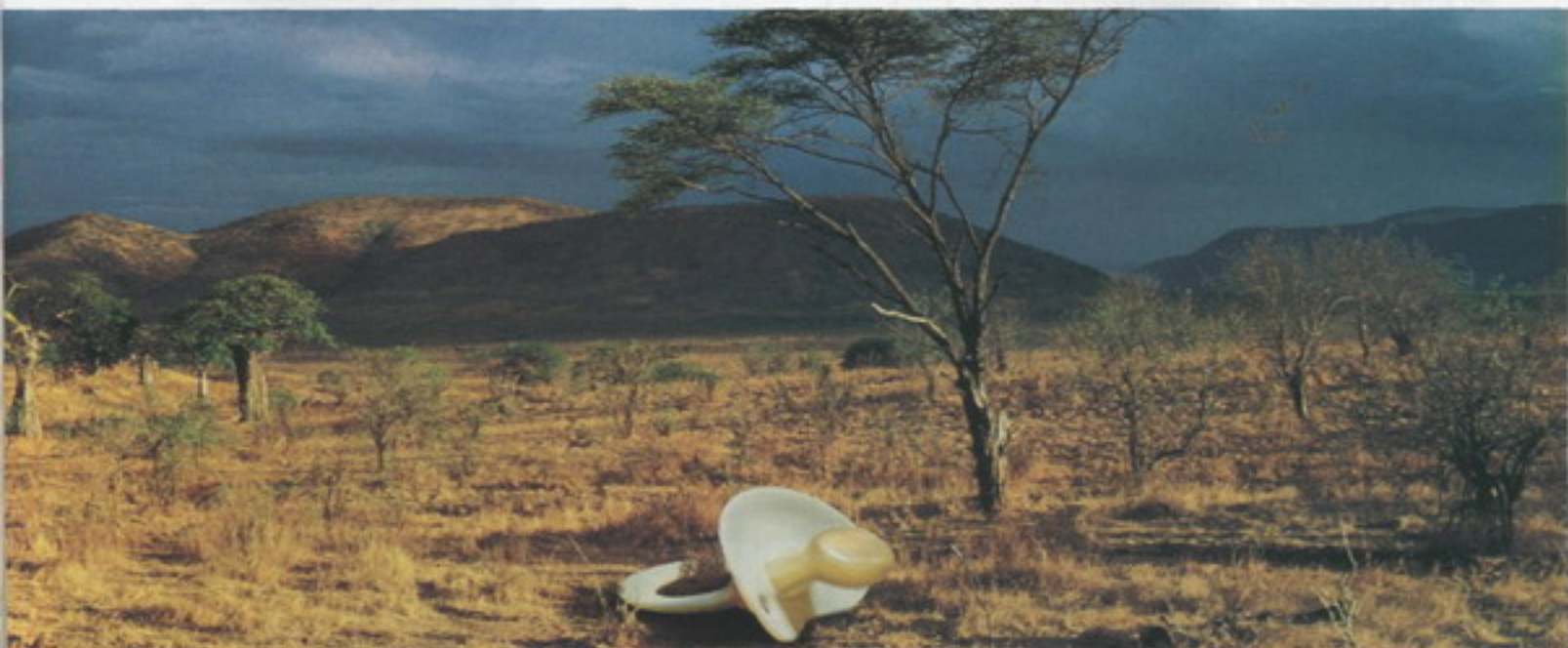


Fuente: FMI; estimación (E) y pronóstico (P) del servicio de información del FAZ.

crecientemente dominados por el yen y la revalorización del dólar americano frente a la moneda japonesa les supuso a todas las monedas de la región una fuerte pérdida de competitividad. Altamente dependientes de las importaciones japonesas, todos los países del sudeste asiático tienen que afrontar un fuerte incremento de los costos de producción. La receta que les encuentra el Fondo Monetario Internacional, no cambian.



Préstamos adicionales con una sola condición: ahorro, ajuste, más ahorro, más ajuste. Reducir tajantemente el gasto público, restringir drásticamente las importaciones, subir los impuestos sobre el consumo, exigir a los Bancos Centrales la aplicación de una política de escasez de dinero para evitar la explosión inflacionaria, reducir los índices de crecimiento del PIB... y allá ellos si lo cumplen. Mientras tanto, las transnacionales que ocasionaron el caos ya están invirtiendo en otras regiones ávidas de inversionistas extranjeros que les permitan sanear su deuda interna... Se dice que el tropezón que se ha vivido en el sudeste asiático no calmará el apetito de los tigres, quienes es probable que entren al nuevo milenio, otra vez, con altas tasas de crecimiento. Aunque los críticos del neoliberalismo sostengan lo contrario. Corea del Sur, que acaba de obtener una gracia de 55 mil millones de dólares, tiene órdenes claras del Fondo Monetario: reducir del 8 al 3 por ciento su crecimiento. Lo cual significa mayor concentración de la riqueza en pocas manos, mayor inequidad social, menores posibilidades de saldar sus deudas y un sombrío panorama para el año 2002, fecha clave en la que debe cancelar los préstamos. ■



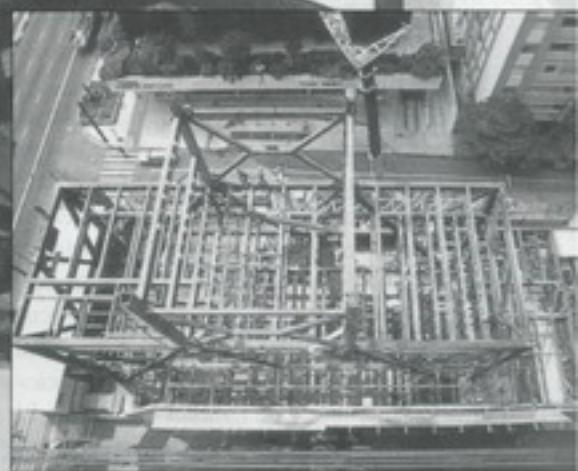
## ¡Ya nació Jumbo Junior!

DHL se enorgullece en anunciar el nacimiento de Jumbo Box Junior; el nuevo miembro de la familia Jumbo. Jumbo Box Junior le ofrece grandes ventajas, en aquellos envíos de hasta 10 kilos, brindándole permanentemente precios más cómodos. Jumbo Box Junior le ofrece recogida

rápida, servicio de aduana y entregas puerta a puerta, a cualquier parte del mundo.



# CONSTRUCTORES Y DESARROLLADORES



Su proyecto urbanístico es ahora más fácil con el trámite ágil que brinda **MUTUAL HEREDIA**



**MUTUAL  
HEREDIA**

Consulte sobre nuestra línea especial de Créditos  
para el Desarrollo de Proyectos Habitacionales.

Informes en el Departamento de Crédito.

Oficinas Centrales:

Tel. 261-3222 - Fax. 237-7524

# MÉTODO HAZOP

## CÓMO IDENTIFICAR RIESGOS EN PROCESOS INDUSTRIALES

**E**l método Hazop tiene como esencia la definición de palabras "guías" para el análisis de problemas relacionados con riesgos en el diseño y operación de procesos, para derivar de ellas un conjunto de desviaciones que permiten encontrar causas, consecuencias y acciones correctivas para un proceso cuyos objetivos o intenciones han sido previamente definidos.

El método propuesto también sigue la secuencia de palabras guías, desviaciones, causas, consecuencias y acciones correctivas para ajustar el proceso a una intención definida. Sin embargo, define palabras guía diferentes y con otros significados, por cuanto se relacionan con una aplicación para el estudio de problemas de calidad y productividad en procesos, productos y servicios.

**HAZOP** es una metodología sistemática para la identificación de riesgos en el diseño, revisión y operación de procesos industriales. Esta técnica trata de estimular la imaginación de los diseñadores y técnicos de una manera sistemática, de tal forma que pueda identificar riesgos potenciales en el diseño y operación de procesos industriales.

El concepto de riesgo será enfocado como un resultado indeseable que puede ocurrir; puede referirse tanto a un accidente como al incumplimiento de especificaciones o parámetros de calidad prefijados. El concepto de siniestro será enfocado como la ocurrencia de un riesgo o evento indeseable de mayor gravedad que puede estar relacionado con la presencia de defectos críticos en un producto o servicio, con la ocurrencia de accidentes de trabajo o con el paro de un proceso.

Esta técnica requiere la participación de un grupo de técnicos y conocedores del trabajo para poder cumplir el propósito de manera sistemática.

### LOS PRINCIPIOS DE ANÁLISIS

Después de que ocurre un accidente, un defecto o se detecta un procedimiento de-



En cualquier área, el trabajo grupal debe ser guiado siempre por un líder.

fectuoso, existen algunos métodos para determinar sus causas, entre los cuales merece destacarse la "Tormenta de Ideas" con personal experto y con la utilización de diagramas apropiados. El trabajo de grupo es la clave para garantizar la confiabilidad de los estudios.

La imaginación no es suficiente. El trabajo de los miembros de un grupo debe ser guiado por un líder que estimule las ideas creativas con relación a todas las actividades y procesos de una empresa.

Esencialmente, el proceso de análisis hace una descripción completa de los procesos, haciendo preguntas para cada parte de ellos, con el fin de descubrir desviaciones a la intención u objetos de los subprocesos.

Cada parte o subproceso debe ser sometida a una serie de preguntas alrededor de las palabras guías, las cuales se constituyen en la base del análisis. Cuando cada una de ellas es aplicada a todos los subprocesos o partes del diseño, se generan desviaciones con relación a la intención de los mismos. Este es el momento en el cual debe hacerse la tormenta de ideas para encontrar las causas de las desviaciones y las consecuencias que

ellas implican en caso de presentarse.

El diagrama de Pareto se constituye en una buena herramienta para determinar las causas vitales de las desviaciones y eliminar aquellas que son triviales o poco significativo.

Una vez que han sido detectadas las causas y consecuencias vitales de todas las desviaciones, se procede a definir las acciones correctivas pertinentes, las cuales harán parte de una estrategia para el mejoramiento de la calidad y la productividad.

De todas maneras, el éxito de esta metodología depende de cuatro aspectos fundamentales:

- La exactitud del diseño y de los datos tomados como base para el estudio.
- La habilidad técnica y la perspicacia de los miembros del grupo.
- La habilidad del grupo para orientar su imaginación hacia la visualización, causas y consecuencias.
- La habilidad del grupo para mantener un sentido objetivo de la proporción, particularmente cuando se va a valorar la importancia de los riesgos identificados.



Calidad y productividad son los objetivos del método Hazop

#### PROCEDIMIENTO PARA EL ESTUDIO

- Definir los objetivos y su alcance
- Los objetivos deben estar relacionados con el mejoramiento de la calidad y la productividad. De igual manera, es necesario delimitar el alcance del estudio para el logro de objetivos concretos.

#### SELECCIONAR EL GRUPO

Las personas que conformen el grupo deben ser expertos en el diseño y proceso respectivo. Un líder y un secretario deben ser asignados como punto de partida para el trabajo. Un equipo ideal debe estar conformado por un máximo de cinco técnicos y tres personas de apoyo.

#### PREPARARSE PARA EL ESTUDIO

Todos los miembros del grupo deben tener buena disposición y disponibilidad para el trabajo, lo mismo que allegar toda la información necesaria.

#### LLEVAR A CABO EL ANÁLISIS

Un análisis de manera sistemática y estructurada es una condición necesaria para la obtención de buenos resultados.

#### SEGUIMIENTO

Los miembros del grupo deben hacer un seguimiento permanente del proceso para asegurar que todos los aspectos están bajo control.

#### REGISTRO DE RESULTADOS

Los miembros resultados y conclusio-

nes de cada etapa no deben mantener el hábito de registrar de manera ordenada y oportuna toda la información de interés. Sólo de esta manera se le dará validez a las bondades del método.

#### CONCEPTOS BÁSICOS DEL MÉTODO PROPUESTO

Los términos que se definen a continuación, difieren significativamente del método HAZOP, ya que se trata de una adaptación para el estudio de problemas relacionados con la calidad y la productividad.

#### LA INTENCIÓN

Es la descripción técnica de lo que se desea hacer en cada subproceso para obtener un producto o servicio de calidad. Para ellos se requiere concretar los siguientes parámetros:

- Calidad de entrada: Especificaciones de materias primas, materiales y productos o servicios parcialmente elaborados. (Clientes internos).
- Calidad durante el subproceso: Especificaciones técnicas de operación, secuencia de actividades, métodos de trabajo y distribución de la planta.
- Calidad de salida: Especificaciones técnicas del producto o servicio, parcial o totalmente elaborado, y sus características de calidad.

Es recomendable que los subprocesos previamente definidos sean relativamente simples con relación a las especificaciones técnicas, para facilitar el análisis. De otra manera se incluirá una complejidad inne-

cesaria en la definición de las desviaciones. Es deseable que el número de especificaciones técnicas no sea mayor que dos, en cuyo caso será necesario analizar el incumplimiento de ellas de manera conjunta.

## NO

#### PRIMERA PALABRA GUÍA

Se refiere a la negación total o parcial de la intención previamente definida con relación al producto o servicio parcialmente elaborado. Más específicamente, se refiere al no cumplimiento de la calidad de salida, lo cual significa que al menos una de las especificaciones técnicas no se verifican, o que el producto o servicio no tiene todas las características de calidad deseables. Si la intención de un subproceso es la de generar un producto o servicio con dos especificaciones de calidad A y B, entonces las desviaciones correspondientes serían:

- El producto o servicio no cumple las especificaciones A y B de manera simultánea.
- El producto o servicio no cumple las especificaciones A.
- El producto o servicio no cumple las especificaciones B.

Tomando como base las desviaciones de que no se cumplen de manera parcial o total las especificaciones técnicas, las cuales pueden estar centradas en:

- Nivel de calidad deficiente de materias primas y materiales.
- Tecnología inapropiada.
- Falta de entrenamiento y capacitación de los operarios.
- Falta de calibración de equipos.
- Interpretación incorrecta de las especificaciones.
- Deficiente nivel en la inspección.
- Problemas en el diseño del producto o servicio.
- Problemas en la dirección, etc.

Después de un examen exhaustivo de las causas, se procede a establecer cuáles de ellas son significativas o vitales, con el fin de canalizar los esfuerzos y recursos para su reducción o eliminación. Posteriormente se analizan las consecuencias de cada desviación y se clasifican en orden de gravedad, de tal manera que pueda identificarse aquellas que constituyen un siniestro para la empresa o para el consumidor. Los siniestros tienen relación con la ocurrencia de

eventos que afectan la integridad del consumidor o la estabilidad de la empresa.

#### **ALGUNAS CONSECUENCIAS QUE DETERMINAN UN SINIESTRO.**

- El producto o servicio no cumple el propósito para el cual fue diseñado.
- Disminución de la vida útil del producto o servicio.
- Problemas críticos en la utilización del producto o servicio.
- Incumplimiento de leyes o normas.
- Accidente de trabajos.

#### **OTRAS CONSECUENCIAS QUE SE DERIVAN DEL INCUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES, SON:**

- Descuentos en el precio de venta.
- Dificultades en el manejo del producto o servicio.
- Mala imagen del producto, el servicio o la empresa.
- Desventajas en la participación del mercado.
- Problemas en el mantenimiento o reparación del producto, etc.

## **MÁS**

#### **SEGUNDA PALABRA GUÍA**

Se refiere a un incremento cuantitativo en las condiciones de las materias primas, los materiales o el subproceso. Puede tratarse de una mayor cantidad en los materiales o materias primas utilizadas, o un incremento en sus características. También puede relacionarse con un incremento en las condiciones técnicas de fabricación o servicio, como por ejemplo un aumento en la temperatura o en el flujo del proceso. De todas maneras, esta palabra guía se relaciona con un incremento cuantitativo indeseable en la calidad de entrada o del subproceso.

Con la intención de generar un producto o servicio con una calidad especificada, las desviaciones están relacionadas con aspectos como:

- Más cantidad de una materia prima que la cantidad especificada.
- Más cantidad de materiales o componentes.
- Más velocidad en las máquinas.
- Más temperatura en los elementos del proceso, etc.

Las causas de estas desviaciones se en-

focan, entre otros, a los siguientes eventos:

- Falta de calibración de máquinas y equipos
- Descuido de los operarios.
- Ausencia de normas y especificaciones.
- Aplicación inadecuada de las normas de inspección.
- Incapacidad del proceso.
- Tecnología inadecuada.

Las consecuencias de estas desviaciones, son los efectos negativos de los incrementos cuantitativos. Entre ellos:

- Sobrecosto de la producción.
- Incumplimiento de las especificaciones.
- Mayor tiempo de operación.
- Desabastecimiento de inventarios de materias primas.
- Fallas en las máquinas y equipos.
- Accidentes de trabajo.

## **MENOS**

#### **TERCERA PALABRA GUÍA**

Decrecimiento cuantitativo en las condiciones de las materias primas, los materiales o el subproceso. Esta palabra guía determina desviaciones en sentido contrario a las que determina la palabra guía MÁS, pero siempre relacionadas con la variación en las materias primas, los materiales y las condiciones técnicas del proceso.

Algunas desviaciones que se derivan de contrastar esta palabra guía con la intención de generar un producto o servicio de calidad, son:

- MENOS cantidad de una materia prima o material.
- MENOS velocidad en las máquinas.
- MENOS temperatura en el proceso.
- MENOS velocidad en el flujo del proceso.

Las causas de estas desviaciones son similares a las obtenidas con la aplicación de la palabra guía MÁS. Entre ellas se pueden citar:

- Errores en medición o calibración de equipos.
- Descuido de los operarios.
- Inadecuada aplicación de las normas de inspección.
- Interpretación incorrecta de las normas de calidad.
- Inadecuada planeación de la calidad.
- Tecnología inapropiada.

Las consecuencias que se derivan de estas desviaciones pueden estar relacionadas con un producto o servicio que no cumple los requerimientos del consumidor y, por lo tanto, puede tener problemas en su comercialización, utilización o permanencia en el mercado.

## **EN VEZ DE**

#### **CUARTA PALABRA GUÍA**

Se refiere a la sustitución de materias primas, materiales, máquinas, equipos o herramientas, cuando la sustitución genera un evento indeseable en términos de calidad o productividad. La planeación del proceso debe especificar el tipo de máquinas, equipos y materiales a utilizar, razón por la cual esta desviación sólo hace referencia a las sustituciones indebidas.

Las desviaciones que se derivan de esta palabra guía, son de la forma:

- Utilizar la materia prima A, EN VEZ DE la materia prima B.
- Utilizar la máquina A, EN VEZ DE la máquina B.
- Utilizar el equipo A, EN VEZ DE el equipo B.
- Utilizar el material A, EN VEZ DE el material B.

Como consecuencias, entre otras, podrán tenerse las siguientes:

- Mayor tiempo de proceso y por lo tanto menor productividad.
- Detrimento en la calidad del producto o del servicio.
- Sobrecosto del proceso y del producto.
- Incumplimiento de las normas de calidad.
- Insatisfacción del consumidor.

## **EN ORDEN, DIFERENTE A**

#### **QUINTA PALABRA GUÍA**

Se refiere al cambio en la secuencia del proceso, cuando ello determina problemas que puedan afectar la calidad del producto o el nivel de productividad deseado. No obstante, en algunas circunstancias puede darse el efecto contrario, en el sentido de que el cambio de secuencia puede generar





La ausencia de supervisión es un factor determinante de ineficiencia.

un mejoramiento en las condiciones del proceso bajo estudio, tal como ocurre con la aplicación de las técnicas de estudio del trabajo. Cuando se diseña un proceso, es una norma elemental la de elaborar diagramas de flujo que muestren la secuencia lógica de las actividades a realizar, con la finalidad de optimizar el flujo del proceso. De esta manera, se supone que existe una secuencia óptima para las actividades del proceso establecida en la etapa del diseño, la cual se toma como referencia para la aplicación de esta palabra guía.

Las desviaciones relacionadas con esta palabra guía, están dadas por enunciados de la forma:

- Las actividades A y B se realizan en "orden diferente a" lo establecido en el diagrama de flujo. Para la determinación de estas desviaciones es necesario tener en cuenta todos los ordenamientos factibles de las actividades en estudio, de tal manera que sean tomadas en cuenta aquellas variaciones que puedan darse desde un punto de vista práctico, y no se gasten esfuerzos en estudiar lo que no puede ocurrir.

Las causas de esta desviación, están relacionadas con:

- Descuido o mala fe de los operarios.
- Fallas en las máquinas o equipos.
- Desabastecimiento de materias primas.
- Interpretación inadecuada de instrucciones.
- Instrucciones incorrectas, etc.
- Falta de mantenimiento, etc.

Las consecuencias derivadas del cambio en la secuencia de las actividades, tienen un espectro muy amplio. Pueden ser eventos que afectan considerablemente la calidad y la productividad o eventos insignificantes que no tienen trascendencia. Algunos de ellos, pueden ser:

- Deficiente calidad del producto o servicio.
- Disminución de la productividad.
- Incremento en los desperdicios de materias primas o materiales.
- Incremento en el número de productos o servicios defectuosos.
- Accidentes de trabajo.

Las acciones correctivas relacionadas con las desviaciones de esta palabra guía, tiene relación con el cumplimiento de los manuales de operación y las instrucciones de trabajo.

## **OTRA MANERA DE SEXTA PALABRA GUÍA**

La palabra guía *Otra manera de* se refiere a la sustitución o cambio en los métodos de trabajo, relacionados con el trabajo del hombre y la disposición de todos los elementos necesarios para realizarlo. Toda empresa bien organizada debe incluir en su proceso de planeación y diseño todas las normas para la ejecución del trabajo, lo mismo que la distribución de la planta. Los estudios de tiempo y movimiento se cons-

tituyen en una herramienta eficaz para normalizar todas las actividades de un proceso, lo mismo que los estudios de distribución y diseño de plantas industriales o de servicio.

### **LAS DESVIACIONES INHERENTES A ESTA PALABRA GUÍA, SON DE LA FORMA:**

- La actividad A se realiza con "OTRA MANERA DE", o con otro método diferente.
- El método de trabajo A tiene "OTRA MANERA DE" estar ubicado.

Para definir las desviaciones no es necesario forzar la palabra guía para componer un enunciado. Basta con definirla, teniendo en cuenta el significado de la palabra guía, como por ejemplo decir: EL MÉTODO A SE CAMBIA POR EL MÉTODO B, O EL ELEMENTO C SE UBICA EN LA POSICIÓN D.

### **LAS CAUSAS MÁS COMUNES DE ESTAS DESVIACIONES, SON:**

- La ausencia o deficiente supervisión.
- La falta de normalización en los métodos de trabajo.
- Interpretación inadecuada de las normas y métodos.
- La resistencia de los trabajadores a los nuevos métodos.
- Mala fe de los trabajadores.

### **LAS CONSECUENCIAS DE LAS DESVIACIONES PUEDEN RESUMIRSE EN EL DETERIORO DE LOS NIVELES DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD:**

- Mayor tiempo de operación y, por lo tanto, menor productividad.
- Disminución en los niveles de calidad.
- Mayores niveles de fatiga y monotonía.
- Mayores desplazamientos en el puesto de trabajo.

Debe tenerse en cuenta que las desviaciones relacionados con esta palabra guía, tienen estrecha relación con los niveles de supervisión y dirección de la empresa. Dicho de otra manera, las desviaciones se generan por el incumplimiento de las normas de producción. Las acciones correctivas deben estar encaminadas a un cambio definitivo en los sistemas de control de la empresa.

## ASÍ COMO

### SÉPTIMA PALABRA GUÍA

Se refiere a la presencia de características adicionales no deseadas en las materias primas, el subproceso, el producto o el servicio. Puede decirse que esta desviación se genera por condiciones no especificadas para las materias primas, el proceso, el producto o el servicio, lo cual permite establecer controles adicionales. El producto o servicio cumple totalmente la intención, pero falla por otras características.

### LAS CAUSAS DE ESTA DESVIACIÓN SON MUY VARIADAS, DEBIDO A LA RÁPIDA EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE CALIDAD Y A LA PRESIÓN DE LA COMPETENCIA. ENTRE ELLAS

#### PODEMOS CITAR:

- La materia prima tiene las características especificadas así como otras características indeseable.
- El producto cumple las especificaciones, así como posee otra característica adicional indeseable y no especificada.

### LAS CONSECUENCIAS DE LAS DESVIACIONES A LA INTENCIÓN CON RELACIÓN A ESTA PALABRA GUÍA, PUEDEN SER LAS SIGUIENTES:

- El producto tienen una característica adicional que dificulta su comercialización.
- Un sobrecosto en la producción por desperdicio de materia prima.
- Dificultad en el proceso por características indeseable en materias primas

### ACCIONES CORRECTIVAS

Una vez detectados los riesgos con relación a la calidad del producto o del servi-

cio, es necesario encontrar soluciones adecuadas y oportunas. Para ello existen dos posiciones:

- Encontrar la solución cada vez que se detecte un riesgo. La solución está relacionada con la eliminación total o parcial de las causas que determinan las desviaciones a la intención.
- Encontrar soluciones después que hayan sido detectados todos los riesgos. Esta posición es útil cuando riesgos diferentes tengan causas comunes o exista dependencia entre ellos.

Lo más importante en la aplicación del método, es el hecho de que se tomen acciones correctivas oportunas para el mejoramiento de la calidad y la productividad.

### SECUENCIA DETALLADA PARA EL ANÁLISIS

Seleccione las componentes o subsistemas que se consideran críticos en la planta, utilizando un cursograma analítico u otra representación diagramática del proceso bajo estudio. Para el análisis crítico, deben seleccionarse aquellos procesos, subprocesos o actividades en donde se generan los defectos, los paros en el proceso, los cuellos de botella o los problemas de productividad. Cada una de estas etapas, deben ser desarrolladas por un grupo interdisciplinario.

- Clasifique los subprocesos, subsistemas o actividades del punto anterior en orden de prioridad, de tal manera que el análisis se inicie con los riesgos más importantes.
- Para cada uno de los subprocesos críticos, en orden de prioridad, desarrolle el siguiente análisis:
- Explique claramente la intención general del subproceso en términos de

calidad y productividad.

- Aplique las palabras guía de acuerdo a la intención del subproceso y desarrolle las desviaciones pertinentes.
- Haga un análisis de las causas para cada desviación y clasifíquelas en orden de importancia.
- Examine las consecuencias de cada desviación y clasifíquelas en orden de importancia. En este punto es útil diferenciar las que podrían llamarse "siniestros de calidad o productividad".
- Defina las acciones correctivas para la eliminación o reducción de las causas que generan las desviaciones, teniendo en cuenta el orden de importancia de las consecuencias.
- Haga un seguimiento para asegurar que las acciones correctivas han sido implementadas y puestas en práctica.
- Haga las mediciones correspondientes a todos los subprocesos analizados con el fin de constatar las mejoras.
- Repita el análisis cada vez que se detecten riesgos o problemas de calidad o productividad. Este método debe convertirse en una disciplina permanente para el mejoramiento.

Esta adaptación del método HAZOP al estudio de los problemas de calidad o productividad se constituye en una alternativa que complementa pero no sustituye otros sistemas para el mejoramiento de la calidad y la productividad, como son la Calidad total y la Reingeniería, aplicadas con relativo éxito en nuestro medio empresarial. Los sistemas y métodos son todos buenos en la práctica cuando ellos hacen parte de la filosofía de la empresa y se convierten en un compromiso de todos. ■

22 CM

**La Soldadura  
es más resistente  
que la propia varilla**

**ARO PARA ARMADURA ELECTROSOLDADO**

RESISTEN hasta CINCO veces más que el aro doblado a mano,  
LA CAJA DE 100 AROS: ₡ 3.182.-

\*No paga impuesto de ventas.

Distribuidor exclusivo para Costa Rica:

**ABONOS AGRO S.A.**

Abangares: 662-0647  
Escazú: 289-4169

San José: 256-4242  
La Uruca: 257-2533

1/4"Ø

8 CM

# Servitec

nuestro aporte a su construcción

Un departamento de servicio técnico para todos nuestros clientes, diseñado especialmente para brindarle el respaldo y la asesoría necesaria para la optimización en el uso y manipuleo del cemento



Algunas de nuestras actividades son:

- Servicio de laboratorio de materiales para la resolución de problemas de producción
- Charlas, conferencias y seminarios
- Asesoría en la selección y montaje de equipos industriales
- Silos de cemento de acuerdo a su necesidad
- Material Técnico especializado
- Patrocinio del ACI capítulo Costa Rica



Comuníquese con nosotros y conozca todas nuestras ventajas. Otro servicio con el respaldo de  
Teléfono: 276-6001 Fax: 276-6637 / Internet: [www.cempa.com](http://www.cempa.com)  
E-Mail: [cempac@sol.racsa.co.cr](mailto:cempac@sol.racsa.co.cr) / Apartado Postal: 6558-1000 San José Costa Rica

**CEMPA**   
CEMENTOS DEL PACÍFICO S.A.  
para construir Costa Rica



**CEMPA**   
Express

## Entrega de Cemento Express

Le entregamos el cemento oportunamente en su domicilio

# 276-6001

l l á m e n o s

# *Lleve el atractivo en su interior*

Todo el atractivo y la belleza del mármol pueden estar en el interior de su hogar.

Su textura y apariencia se salen de lo convencional, son un signo de distinción y elegancia que no pueden faltar en la decoración de su hogar. Es el arte de ser único.

Y por supuesto es de Sur, el verdadero innovador que cambió la forma de pintar y decorar en Centroamérica.

# Koral®

# SUR

SOLUCIONES INNOVADORAS PARA  
VIVIR MEJOR EN EL TROPICO