

620

R

28 (3)

REVISTA del COLEGIO

FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

NUMERO 3/85 AÑO 28



Edificio Vistareal, donde la arquitectura conceptualizó en un sistema de ventanería



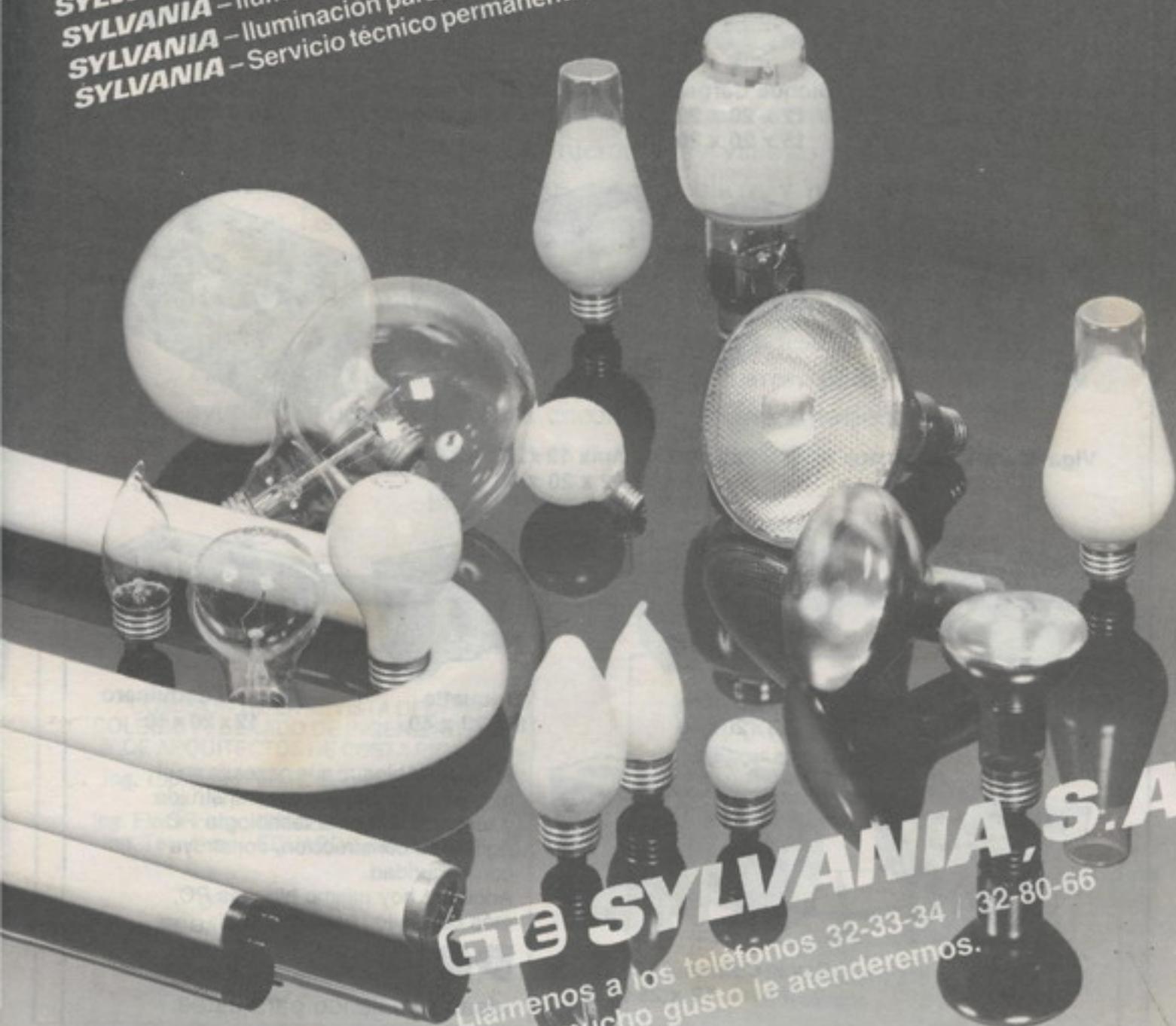
ESTRUCTURAS ESPECIALES DE ALUMINIO
TEL. 37-63-44



Diseño Arq. Manuel González Appel

Para obtener excelencia
y variedad en iluminación
usted sólo debe decir una palabra:
SYLVANIA

- SYLVANIA** - Bombillos para todo uso
- SYLVANIA** - Amplia gama de tubos fluorescentes
- SYLVANIA** - Iluminación industrial y comercial
- SYLVANIA** - Iluminación para interiores y exteriores
- SYLVANIA** - Servicio técnico permanente



GTE SYLVANIA, S.A.
Llámenos a los teléfonos 32-33-34 / 32-80-66
y con mucho gusto le atenderemos.

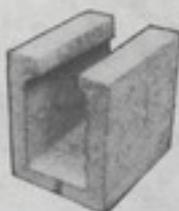
Siempre hay una mejor forma de construir.

Construya con lo mejor **BLOQUES PC**

Más variedad de tipos y tamaños.



Medio
15 x 20 x 40



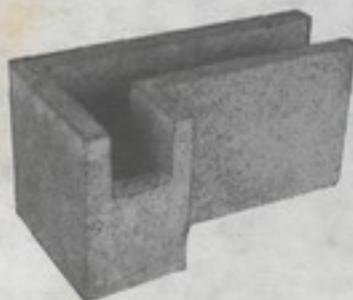
Bloque Cargador
12 x 20 x 20
15 x 20 x 20



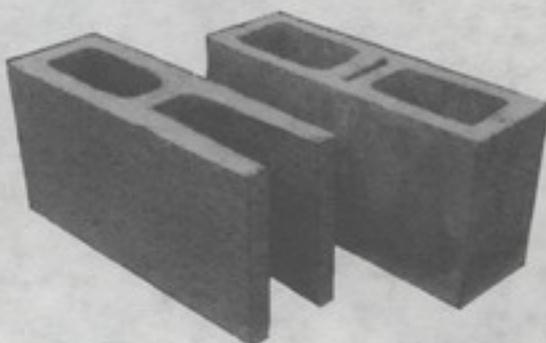
Medio Pavas
12 x 12 x 25



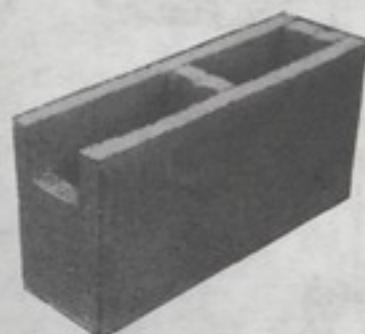
Medio
20 x 20 x 40



Viga Bloque Esquinero
12 x 20 x 40



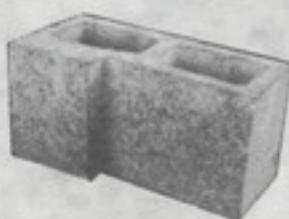
Patarrá Columna 12 x 20 x 40
Patarrá 12 x 20 x 40



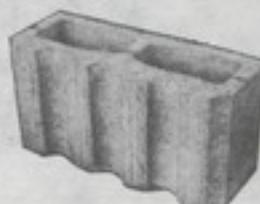
Viga Bloque
12 x 20 x 40



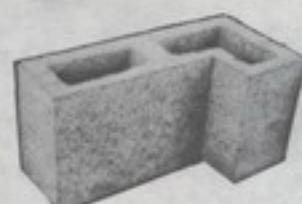
Bloque
15 x 20 x 40



Esquinero
15 x 20 x 40



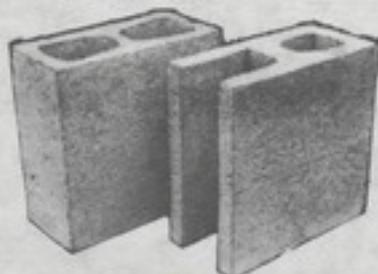
Briquette
15 x 20 x 40



Patarrá Esquinero
12 x 20 x 40



Bloque
20 x 20 x 40



Pavas Columna 12 x 25 x 25
Pavas 12 x 25 x 25

PC tiene el bloque que necesita en el momento que lo necesita, construido y respaldado por la tecnología PC. Agilice su construcción, construya con seguridad. Adquiera hoy mismo bloques PC, más cerca de usted en:

PC Productos de Concreto, S.A.
Ideas trabajando para usted.

Editorial



Del 13 al 18 de mayo pasado, se llevó a cabo en la sede de nuestro Colegio, una de las actividades de más relevancia que se han efectuado en él, y que fue el III Congreso de Ingeniería Civil. Esta importante actividad tuvo como objetivo primordial el obtener de los miembros de este Colegio, el aporte de ideas en la consecución de soluciones a múltiples problemas en el desenvolvimiento del profesional en el ejercicio de la profesión y en el contorno de la sociedad.

El marco en que esto se efectuó fueron 16 mesas redondas, 14 charlas técnicas, 3 conferencias magistrales y 3 visitas a proyectos importantes en proceso de construcción.

El resultado de la actividad fueron muy valiosas conclusiones y recomendaciones a muchos entes públicos y privados para mejorar las actividades que ellas desarrollan, con lo que estamos contribuyendo con este aporte al mejoramiento del desarrollo de nuestra sociedad. Esta actividad ha sido indudablemente una gran experiencia para nuestro Colegio Federado y que con otras actividades similares, podemos ayudar a nuestra Nación a encontrar mejores soluciones a los graves problemas que nos aquejan.

Ing. Fernando Cañas R.
Presidente C.I.C.

COMISION DE LA REVISTA DEL
COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS
Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

Ing. Topógrafo **MARTIN CHAVERRI**
Ing. Civil **BERNAL LARA**
Ing. Electricista **ISMAEL RETANA**
Ing. Tecnólogo **EDUARDO ARRIETA**

Director Ejecutivo
Lic. **EDUARDO MORA VALVERDE**

Diagramación **CRISTINA DE FINA**
Producción **ALFREDO MASS**

El Colegio no es responsable de los comentarios u opiniones expresadas por sus miembros en esta revista. Pueden hacerse reproducciones de los artículos de esta revista, a condición de dar crédito al autor y al CFIA, indicando la fecha de su publicación.



Apartado Postal 2346, San José
Teléfono 24-73-22



ILUMINACION

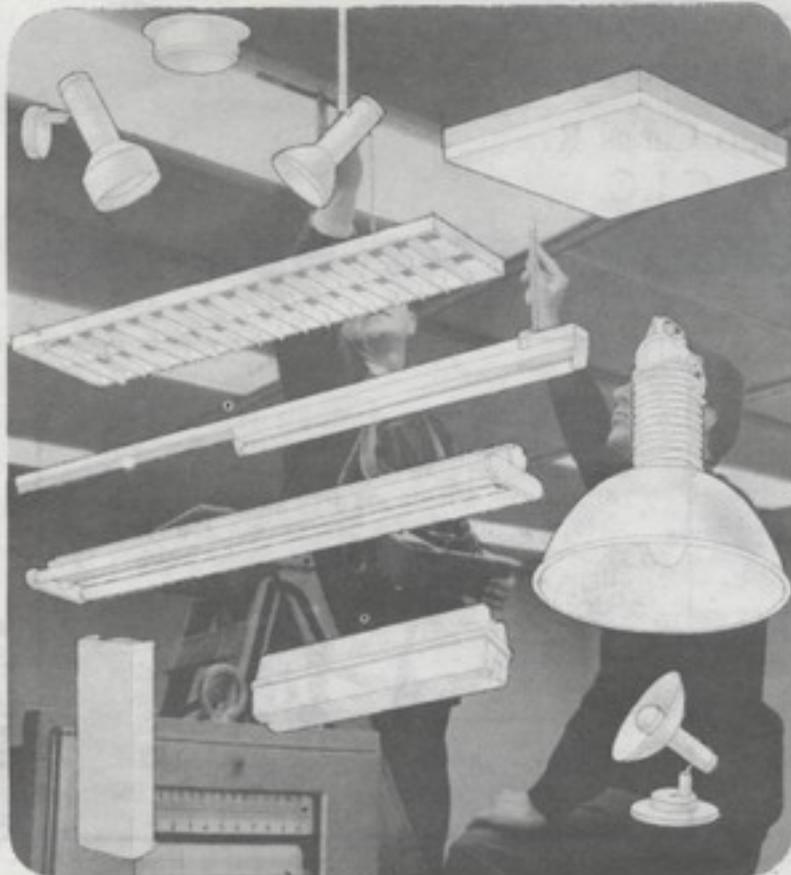
PHILIPS

Industria de Productos Eléctricos Centro-Americana S.A.

Apartado 4325 - 1000 San José
Tel.: 21-01-11

• EQUIPOS DE ILUMINACION EN GENERAL

Bombillos incandescentes de todo tipo
 Bombillos incandescentes decorativos
 Reflectores incandescentes
 Bombillos halógenos
 Bombillos de fotografía
 Bombillos de proyección
 Bombillos para automóviles
 Bombillos miniatura e indicadores
 Bombillos especiales para uso industrial, terapéutico,
 agricultura, etc.
 Bombillos de descarga a vapor: mercurio, luz mixta,
 sodio, mercurio halogenado etc.
 Tubos fluorescentes



• LUMINARIAS Y REFLECTORES PARA LA ILUMINACION DE:

- * Calles.
- * Parques
- * Edificios en general
- * Iglesias
- * Teatros
- * Estudios de T.V.
- * Hospitales
- * Estadios
- * Gimnasios
- * Aeropuertos
- * Areas Portuarias
- * Fábricas
- * Bodegas
- * etc. etc.

• BALASTROS, ACCESORIOS Y REPUESTOS PARA ALUMBRADO.

• ASESORAMIENTO DE ILUMINACIONES

INPELCA

Con el vidrio no se juega



Vaya a la segura, venga a Cebi!

Al adquirir vidrios para su vivienda o su construcción, usted debe tener en cuenta que se trata de un detalle de gran importancia, donde la calidad juega un papel primordial. Por eso, vaya a la segura con la garantía de calidad y el servicio profesional de Cebi.

**MEJOR
CALIDAD POR
EL MISMO
PRECIO**

Visítenos, nuestra especialidad
y nuestra experiencia no le cuestan
más.



Avenida 3, calles 10 y 12
Teléfonos: 21-6376 / 23-0909 / 23-0693
Apartado: 2-842 (1000), San José. Telex: 2157 CEBI

ILUMINACION PHILIPS

ACRY-LITE[®]

Acrílico...

Quién le ha dicho
que es más caro?

...es más BELLO, más MODERNO y
más FUNCIONAL, pero NO MAS
CARO! Gracias a excelentes
materias primas cuidadosamente
seleccionadas, a una alta tecnología
importada y a la participación de
mano de obra costarricense muy
inteligente



Acrílicos de Centroamérica, S.A.
Unicos fabricantes de láminas
acrílicas en Costa Rica.

Pone a su disposición **ACRY-LITE** "Acrílico de lujo
al precio más competitivo".



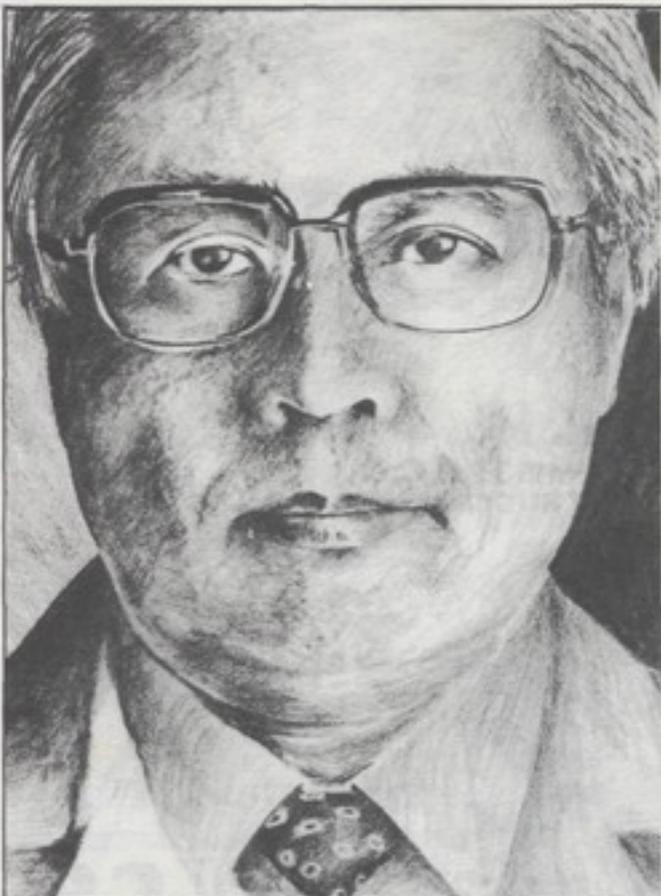
Amigo Profesional

Compruébelo visitando nuestra planta de Ochomogo.
Nuestro Departamento Técnico le brindará el
asesoramiento que Ud. necesite antes de proyectar!

Llámenos...
¡La consulta que resulta!

PLANTA: 29-98-09
VENTAS: 32-45-69
RADIOMENSajes: 25-25-00
EFRAIN FERNANDEZ UMAÑA
REPRESENTANTE DE VENTAS.





¿QUIÉN PUEDE VENDER ALTA TECNOLOGÍA A ESTE JAPONÉS?

Vender alta tecnología a un país que vende alta tecnología al resto del mundo requiere una compañía con productos superiores y mucho más.

Un contrato multimillonario con los japoneses requiere una compañía líder en equipo digital de telefonía alrededor del mundo.

PRESENTAMOS los nuevos

SISTEMAS TELEFONICOS COMPUTARIZADOS ITT MICRO SERIES I/II

Los Sistemas MICRO I y MICRO II emplean tecnología microelectrónica digital avanzada para asegurar un amplio repertorio de facilidades y servicios programables especialmente seleccionados para SIMPLIFICAR LA OPERACIÓN DIARIA del sistema, AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD del personal y REDUCIR SUS COSTOS DE COMUNICACIÓN.



Teléfono 21-65-35
Calles 24 y 26 - Paseo Colón





SU AMIGO EN LA
CONSTRUCCION



EI

...Que no revienta
auténticamente nacional.

Todo tipo de bloques y adoquines para
construcción
Usted ya nos conoce, somos nuevos en sistemas y
equipos, pero viejos en experiencia... somos

Su amigo en la construcción

Teléfonos

35-56-66

35-51-11

Los Angeles de Santo Domingo, Heredia



Sumario



3 Editorial

12 III Congreso de Ingeniería Civil

14 Sistema prefabricado

Ing. Federico Lachner Ch.

22 Reconstrucción de maquinaria eléctrica

Ing. Jorge Lizano S.

30 Riesgo sísmico

Ing. Franz Sauter F.

42 Noticias

48 Agua Residuales

Ing. Manuel E. López M.

69 Actualización de direcciones

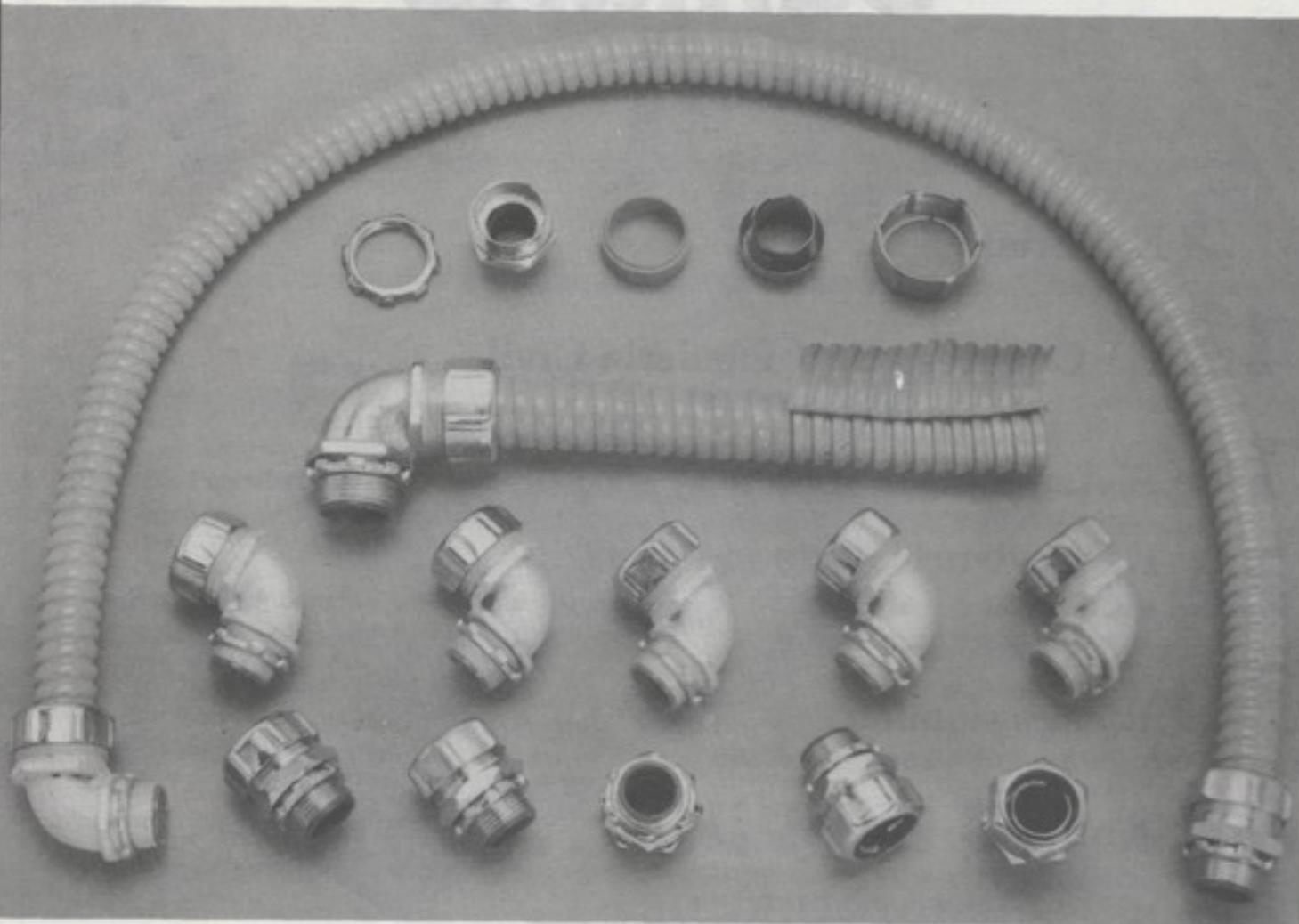
COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS
Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

0298

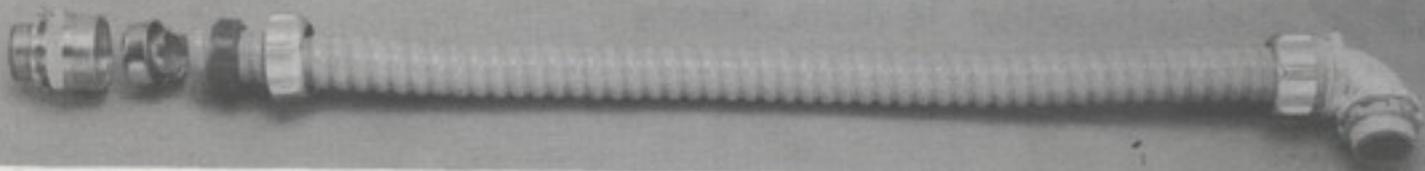
CENTRO DE DOCUMENTACION

¿Seguridad total?

Sólo con tubos B-X



Los tubos B-X (biex) con revestimiento de PVC y sus componentes (acoples) están diseñados para garantizar la no penetración de polvo, aceite, agua, vapor o cualquier otro producto que pueda dañar sus instalaciones eléctricas o sus equipos.



El B-X ofrece una inigualable seguridad y dá una mayor estética al equipo y al lugar donde se utiliza.

Disponibles en medida de 3/8" - 1/2" - 3/4" - 1" - 1,1/2" - 2".

Distribuidor exclusivo:

Circuito Cinco S.A. Av. 22, C. 9 y 11

Tel.: 27-9806 - 54-0080

Apartado 8-6120-1000 San José, Costa Rica.

**circuito
cinco
S.A.** 

La Electricidad Controlada...

Una mejor alternativa

El programa MBA de National University es su mejor alternativa para alcanzar la Maestría en Administración de Empresas.

El sistema especial le permite escoger entre tres énfasis: Mercadotecnia, Negocios Internacionales o Recursos Humanos. Además, usted puede realizar sus estudios sin descuidar sus ocupaciones diarias, pues está diseñado para profesionales que ya ocupan importantes posiciones dentro del sector público y privado del país.

El programa consiste en quince cursos que se llevan uno cada mes, en horario nocturno.

Los títulos que otorga National University son reconocidos por la Western Association of Schools and Colleges.



NATIONAL UNIVERSITY

San José, Costa Rica
San Diego, California

LA EXCELENCIA AL SERVICIO DEL DESARROLLO

Para mayor información, favor llamar a los
teléfonos: 53-1426 ó 25-5878

Hay financiamiento por medio de CONAPE.



III Congreso de

Julio 4 de 1985

Con mucho esfuerzo y dedicación se pudo ofrecer a los distinguidos colegas un Congreso que pudo reunir a personalidades de nuestro mundo profesional e intelectual para que aportaran con sus conocimientos, los más variados comentarios e ideas para mejorar su aspecto profesional, moral y ético.



Ingeniería Civil

Mesas Redondas, Conferencias Magistrales, Conferencias Técnicas, Visitas a Proyectos, exhibición de productos relacionados con la ingeniería y la industria de la construcción, actos de inauguración y clausura, fiesta de clausura, todos formaron una compleja gama de actividades muy pocas veces vista en nuestro país para un Congreso de esta naturaleza.



CONTENIDO

- Introducción
- Planteamiento del sistema
- Descripción del sistema prefabricado
- Tiempos de erección
- Algunas viviendas diseñadas con el sistema
- Costos del sistema
- Conclusión

INTRODUCCION

Estamos conscientes de que uno de los mayores y más graves problemas que padece el país es el de la vivienda, problema que se ha venido acrecentando no sólo cuantitativamente, pues el déficit de vivienda aumenta año con año; sino cualitativamente, ya que por consecuencia de la crisis económica, la vivienda ha aumentado vertiginosamente su costo, pasando este aumento del 466% en los últimos cinco años (Índice enero 1980: 151.45 y enero 1985: 705.71).

Creo que los gobiernos deberán atacar este problema a fondo y la única forma de hacerlo es consiguiendo la financiación para iniciar un programa a nivel nacional de construcción masiva de vivienda.

Cuando todas las condiciones que deben darse para que lo anterior se ponga en marcha, se conjuguen, especialmente las políticas y las financieras, entonces se dará inicio a una carrera constructiva a todo lo largo y ancho del país de magnitudes nunca alcanzadas, que irán a producir problemas logísticos de grandes proporciones.

Si se pensara en un plan de construcción de 20.000 unidades por año, modesto para la magnitud del problema que se estima en 100.000 unidades, tendríamos que fabricar 20 millones de bloques, transportarlos en 40.000 camiones y pegarlos en sitio con 1000 albañiles trabajando todo el año. Si con los programas en proceso actualmente del INVU e IMAS de aproximadamente 1500 unidades ya se tienen problemas, ¿qué tal sería con las 20.000 unidades?

Industria Prefabricada



Vista principal de la vivienda.

Sistema prefabricado

Ing. Federico Lachner Ch.

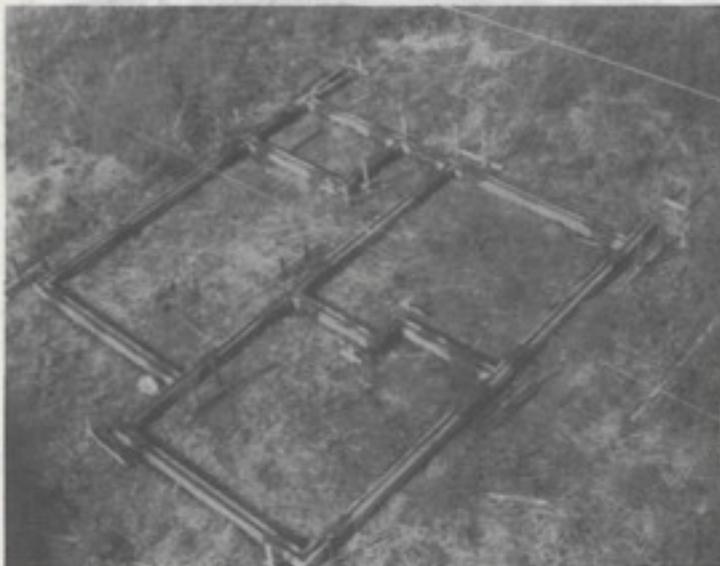
Ante tal problema y siempre con la mente puesta en encontrar una solución viable, práctica y económica al problema constructivo de la vivienda, es que me he dedicado de nuevo, aprovechando tiempos menos ocupados en el ejercicio de mis funciones en la compañía en donde trabajo, a buscar un sistema que pueda ser una de las soluciones al problema. Así es como hoy les presento este Sistema Prefabricado para Vivienda Económica.

PLANTEAMIENTOS DEL SISTEMA

Un sistema constructivo de la vivienda concebido para ser desarrollado masivamente a todo lo largo y ancho del territorio nacional, debe tener una serie conjunta de características que lo hagan factible desde cualquier perspectiva que se mire. Tales características deberán ser por lo menos las siguientes:

a) **Económico:** nada ganaríamos con un sistema muy atractivo, muy rápido de fabricar o construir o muy fácil de transportar, si no es económico. Para que un sistema constructivo sea económico, debe ser de tecnología muy sencilla, de equipo o herramientas de bajo costo, de materiales y mano de obra de bajo costo, muy rápido de construir, de transporte barato, en fin, resumiendo, debe ser económico.

b) **Prefabricado:** previendo los problemas logísticos apuntados, el sistema ideal es el prefabricado, dado que la mano de obra especializada es usada en taller, en donde las condiciones de trabajo en cuanto a planta física, herramientas, energía, etc. hacen que el aprovechamiento, tanto de materiales como de mano de obra, sea óptimo. Ahí se dan también las condiciones necesarias para tener un buen control de calidad. Este sistema es prácticamente el principio de la producción en serie tan usado desde los inicios de este siglo en la producción de innumerables productos. Sin embargo, el sistema prefabricado en construcción tiene algunos inconvenientes que le restan economía, tales co-



Vista aérea de los cimientos de una vivienda ya terminados.

Diseño de sistema prefabricado para vivienda económica.

Presentado en el
III Congreso de Ingeniería Civil

mo los elevados costos de transporte y erección.

c) De bajo costo de Transporte: si el transporte es tan caro, hoy día, para qué transportar? Lo lógico y eficiente es llevar la fábrica al sitio en donde se construirán las viviendas, de esta manera, se acarrea únicamente lo necesario, obteniendo localmente lo más pesado de una casa: los agregados. Para poder llevar la fábrica al sitio, es necesario que la maquinaria y las instalaciones requeridas sean mínimas. Para tal efecto, diseñé la máquina en donde se fabrican los elementos de pared, las formaleas de los cimientos y las mesas en donde se fabrican las mallas y armaduras de refuerzo. Todo este conjunto puede ser transportado fácilmente en un solo camión e instalarlo en obra en cuestión de tres o cuatro días.

d) De fácil Erección: los costos del equipo de construcción son muy elevados y por lo tanto, el uso de grúas es hoy día un lujo que sólo lo pueden pagar las estructuras pesadas y complicadas como edificios, puentes, muelles, etc. pero no una vivienda económica. De esta manera, el elemento de pared de la casa debe ser liviano pero sin usar materiales de alta tecnología, pues volvemos marcha atrás en los costos. Llegando a un compromiso, escogí un elemento de concreto normal, esbelto y de tamaño reducido. Así es que me propuse que fuera tan liviano como para que pudiera ser manipulado a mano y con la ayuda de no más de cuatro hombres.

e) De material sólido y durable: el elemento escogido de concreto normal reforzado con malla de acero es muy sólido desde el aspecto estructural y tiene las características conocidas del concreto de durabilidad e incombustibilidad.

f) De fácil cimentación: la cimentación de una vivienda es un renglón de costo bastante importante y que toma tiempo en construirse. De manera que opté por un sistema de cimentación corrida en concreto convencional y prefabricado, de manera que no hubiera necesidad de hacer excavaciones del todo. Esto fue posible



PERSPECTIVA

también gracias a lo liviano de los elementos de pared y a la estructura de la casa en general que le transmiten una carga de 0.5 Kgs/cm² al cimiento, permitiendo cimentar prácticamente en cualquier suelo.

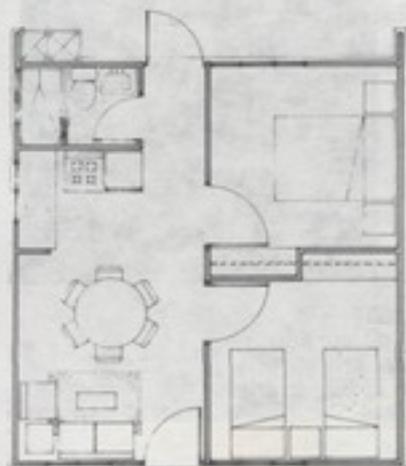
g) De gran sencillez en los detalles: el sistema concebido no tiene cielo falso, ni tiene cerchas, ni canoas, ni bajantes. La viga de corona es prefabricada en taller en acero así como también la viga central del techo. Los pisos se cuegan una vez techada la casa y habiendo colocado en sitio las instalaciones prefabricadas en PVC de cañería, aguas negras y electricidad.

Las puertas y ventanas son prefabricadas en taller y colocadas en sitio al mismo tiempo que se erigen las paredes. Los closets, cajas de registro y tanque séptico son prefabricados (los primeros en ply-

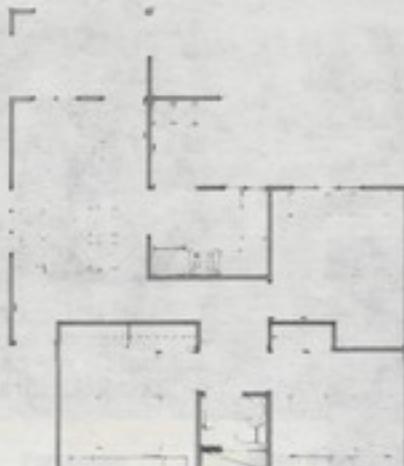
wood pre-cortado, las segundas en concreto normal y el tanque séptico en asbesto-cemento.) Con esta sencillez de detalles, la vivienda puede ser perfectamente erigida por cuatro personas sin ninguna preparación u oficio especial; basta con que una de ellas tenga los conocimientos básicos en cuanto a planos, escuadras y preparación de concreto, como para que la estructura sea terminada debidamente. Esta cualidad del sistema lo hace apto para que las viviendas sean erigidas por medio de la ayuda comunal, produciendo una reducción sustancial en costos.

DESCRIPCION DEL SISTEMA DE VIVIENDA PREFABRICADA

A continuación hacemos una descripción de los elementos que lo forman:



Planta tipo B



Planta tipo G



PERSPECTIVA

a) Cimientos:

Están formados por elementos prefabricados en forma de "T", "L" y piezas longitudinales de diferentes largos, de acuerdo a la distribución de la vivienda, los cuales se colocan sobre el terreno previamente nivelado con una capacidad soportante de 0.5 Kgr/cm² o mayor. Una vez alineados y nivelados los elementos, se vuelan con concreto las uniones, quedando una cimentación monolítica.

La sección típica del cimiento es de 15 x 15 cm con una ranura en la cara superior de 6.5 cm de ancho por 4 cm de profundidad. El refuerzo longitudinal lo componen 4 alambres de 4.8 mm Ø con arcos cada 20 cm. de alambres de 3.1 mm Ø, todo de acero pre-estirado. El concreto usado es de 210 Kgr/cm².

b) Paneles de Pared:

Los paneles son prefabricados en concreto, de 2.44 m de alto por 0.50 de ancho.

El núcleo central tiene un espesor de 4 cm y los bordes tienen un espesor de 6 cm. Hay tres tipos de paneles: el panel entero, el panel de ventana para baño, con una abertura en la parte superior de 38 por 55 cm y el panel de ventana, que tiene una altura de 1.12 m. Los paneles se colocan en posición vertical sobre la ranura del cimiento y se van uniendo mediante una clavija de varilla N^o. 2 a una altura de 1.04 cm.

El panel tiene un refuerzo en todo su perímetro de una varilla N^o. 2 y una malla de alambre de 3.1 mm Ø cada 10 cm en ambas direcciones en el resto de su área. El concreto usado es de 210 Kgr/cm². Los paneles enteros lle-

van un pin afilado de varilla N^o. 2 en la parte superior, con el objeto de que la viga de corona, que es de acero, sea perforada y luego se doble, dando una fijación firme a la misma.

c) Viga de Corona:

La viga de corona está constituida por un perfil de acero tipo RT 1 de 1.6 mm de espesor (calibre 16) en forma de "C". Este perfil se corta y se prepara en taller dejándole las previstas para que las juntas hechas en sitio sean remachadas o atornilladas. La viga central del techo es un perfil vertical de acero tipo RT-3 de 1.6 mm de espesor con una pieza de madera de 50x100mm atornillada en taller. Sobre estas vigas de corona y central se fija el techo mediante tornillos.

d) Techo:

Se usa un techo autoportante como Ondulit de 6 mm. de espesor en diversos largos de acuerdo a la distribución de la vivienda. La caída de las aguas pluviales es libre, de manera que hay gran economía en ese aspecto.

e) Cierre Superior:

Las aberturas que producen las ondas del techo y las pendientes del mismo, van cerradas en Fibrolit de 8 mm. sujeto con tornillos.

f) Puertas y Ventanas:

Son prefabricadas en madera de caobilla o similar, pintadas con dos manos de pintura de aceite y se montan al mismo tiempo que las paredes.

g) Pisos:

Dado que el cimiento es de 15 cm de altura, el interior de la vivienda se rellena con 8 cm de lastre, grava o arena compactadas y se vuelan una losa de piso de 7 cm con ocre integral lujado.

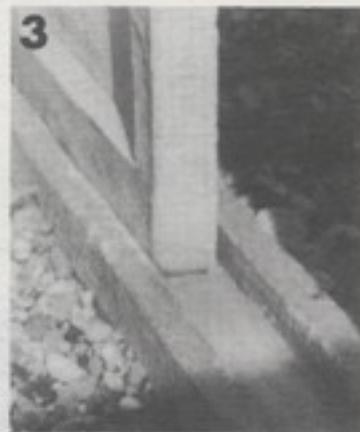
h) Instalaciones:

La instalación de cañería es prefabricada en PVC de 12 mm Ø, cédula 40.

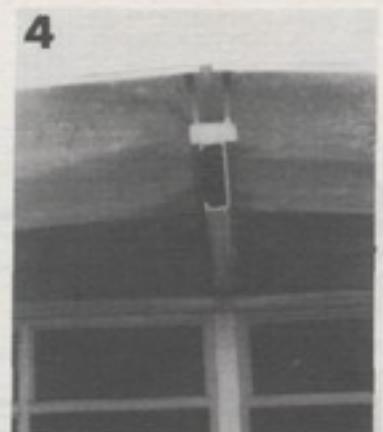
La sanitaria es prefabricada en PVC de 75 mm Ø para el inodoro y de 38 mm Ø para desagües, ambas SDR 32.5. La instalación eléctrica es entubada en conduit de PVC. El circuito de tomacorrientes corre bajo la losa de piso y tiene los accesorios de parche. El circuito de alumbrado corre por la viga corona y tiene plafones de pared con



1



3



4



2

1. Panel en proceso de fabricación.
2. Paneles de pared en proceso de curado.
3. Montaje del panel sobre el cemento.
4. Sección Central del techo con la cumbrera.

cadena. Se cuenta con un interruptor general de entrada, varilla de tierra y una caja de interruptores automáticos de cuatro circuitos.

TIEMPOS DE ERECCION

La velocidad de erección del sistema constructivo es muy importante pues va a determinar los costos de la mano de obra de campo. Por experiencias reales en varias casas construidas, he determinado que una cuadrilla compuesta de un hombre con conocimientos de construcción, preferiblemente en albañilería y tres peones, requiere de los siguientes tiempos, a partir de tener ya el terreno nivelado (+ 3 cm.):

| | |
|--|--------|
| Trazado, colocación de cimientos y colado juntos: | 2 días |
| Colocación paredes, ventanas, puertas y corona: | 2 días |
| Colocación viga techo y techado con cumbrera: | 1 día |
| Colocación inst. cañería, sanitaria y excav. Tanque séptico: | 1 día |
| Colocación de caja registro, cenicero, T. séptico y drenaje. | 1 día |
| Colocación instalación eléctrica y vidrios: | 1 día |
| Relleno, colado y lujado pisos: | 2 días |
| Colocación piezas sanitarias, ajustes puertas y ventanas: | 1 día |

Armado de closets, retoques pintura y limpieza: 1 día
TOTAL 12 días

Como se ve, en dos semanas se termina una vivienda de un tamaño entre 40 y 45 m². Para lograr lo anterior, se debe contar desde el primer día con todos los materiales y herramientas necesarias para la debida terminación de la vivienda. Para esto, es necesario preparar unas listas de materiales y herramientas que entre ambas suman más de 200 diferentes renglones y éstas deben corregirse y ampliarse de acuerdo a la experiencia. Para hacer énfasis en la importancia de las listas, debe comprenderse que desde la falta de cuerda para el trazo al principio, hasta la falta de lija para retoques al final, puede paralizar o atrasar la terminación de la vivienda y por consiguiente producir mayores costos.

ALGUNAS VIVIENDAS DISEÑADAS CON EL SISTEMA

A continuación se dan algunas viviendas diseñadas con este sistema constructivo, a manera de demostración de lo flexible del mismo.

También puede usarse para otros fines, como unas aulas para enseñanza pre-escolar que construí con este sistema, sin embar-

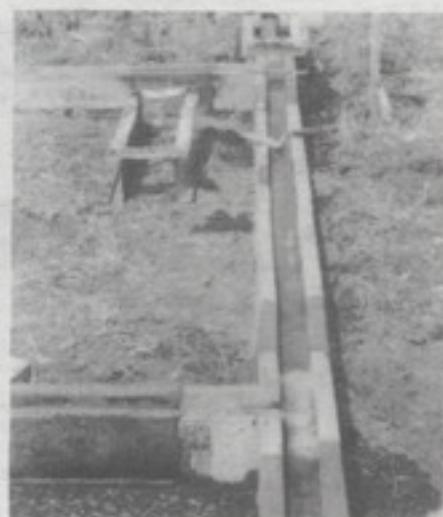
go, siempre deben guardarse las limitaciones y requerimientos que el diseño estructural demanda.

COSTOS DEL SISTEMA

Como lo indiqué anteriormente, el sistema debe ser económico, por lo que los costos vienen a ser lo más importante de todo el asunto. Para referirme a ellos tomaré como base, la vivienda tipo A de 40.2 m² de área y que consta de un pequeño corredor, sala-comedor-cocina, dos dormitorios con closets y baño, pintada interior y exteriormente a dos manos de pintura vinílica. La casa tiene pila de cocina, pila de lavar exterior, inodoro económico y lavatorio. Las puertas son de doble forro de plywood las interiores y de tablilla de laurel las exteriores, montadas con dos bisagras de 75 x 75 mm. al marco de laurel de 25 x 75 mm y con una cerradura de parche la principal y tiraderas y picaporte las otras.

Las ventanas son de laurel de 25 x 75 mm con linternilla de guillotina, con vidrios de 1.6 mm y cedazo en las de abrir.

Toda la madera va pintada de taller a dos manos de pintura de aceite, al igual que las secciones metálicas. Todos los precios son de mayo de 1984, los cuales pueden ser actualizados **en conjunto**, mediante el índice de costos de vivienda.



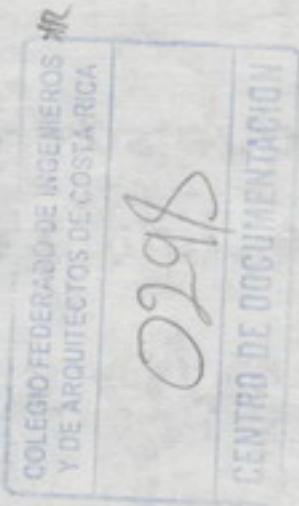
| Materiales Prefabricados o comprados | Valor | Porcentaje de los materiales | Mano de obra en sitio | Valor | Porcentaje |
|--|--------------|-------------------------------------|--|---------------|------------|
| Trazado y cimientos | € 6.775 | 5.01% | Trazado, coloc. cimientos y colada pegas | € 3.324 | 16.27% |
| Paredes y columna | 26.655 | 19.71% | Colocación paredes, col., puertas y ventanas | 5.268 | 25.79% |
| Cemento pegas cimientos, pisos y otros | 5.200 | 3.84% | Colocación viga corona | 1.385 | 6.78% |
| Viga Corona | 4.670 | 3.45% | Colocación viga central techo | 580 | 2.84% |
| Viga central techo | 1.539 | 1.14% | Colocación cubierta techo | 1.040 | 5.09% |
| Techo Ondulit y accs. | 17.760 | 13.13% | Colocación pilas y losa sanitaria | 1.210 | 5.92% |
| Puertas y ventanas | 27.800 | 20.56% | Instalación eléctrica | 1.800 | 8.81% |
| Losa sanitaria y pilas | 8.170 | 6.04% | Instalación cañería | 600 | 2.94% |
| Instalación eléctrica | 6.800 | 5.03% | Instalación sanitaria | 1.200 | 5.87% |
| Instalación cañería | 2.000 | 1.48% | Tapa ondulaciones y tapichel | 870 | 4.26% |
| Instalación sanitaria | 3.000 | 2.22% | Pintura | 1.650 | 8.08% |
| Tapas ondulaciones y tapichel | 1.558 | 1.15% | Coloc. Tanque séptico y drenaje | € 1.500 | 7.35% |
| Pintura | 8.250 | 6.10% | Total mano de obra | € 20.427 | 100.00% |
| Tanque séptico y tubo drenaje | 3.750 | 2.77% | Cargas Sociales 45% | 9.192 | |
| | € 123.927 | 91.63% | Costo promedio de mano de obra: | € 29.619 | |
| | | | | € 736.80/m2 | |
| Materiales del sitio de obra: | Valor | Porcentaje de los materiales | Resumen de Costos: | | |
| Agregados pegas cimientos y pisos | 6.590 | 4.87% | Materiales | € 135.233 | 71.17% |
| Grava o lastre para pisos y drenaje | 4.716 | 3.50% | Mano de Obra (Inc. Cargas Sociales) | 29.619 | 15.59% |
| | € 11.306 | 8.37% | Administración | 3.300 | 1.74% |
| | | | Otros Gastos | 4.950 | 2.60% |
| | | | Utilidad | 16.898 | 8.90% |
| Total materiales: | € 135.233 | 100.00% | | € 190.000 | 100.00% |
| Costo promedio materiales | € 3.364 m2 | | Valor Unitario | € 4.726.35/m2 | |

Si la planta de fabricación se trasladara al sitio de obra, los porcentajes variarían de la siguiente forma:

Material prefabricado o comprado: 87.16%
 Material del sitio de obra: 12.84%
 100.00%

Puede observarse que la variación en el valor "local" de los materiales no es mucha; sin embargo, si se considera que esta vivienda pesa aproximadamente 10 toneladas y que un remolque de 20 toneladas vale €100/Km., tenemos que la fabricación en sitio podría ahorrar €10.000 en fletes en un sitio a 200 Kms de San José, un 5% del valor total de la vivienda!

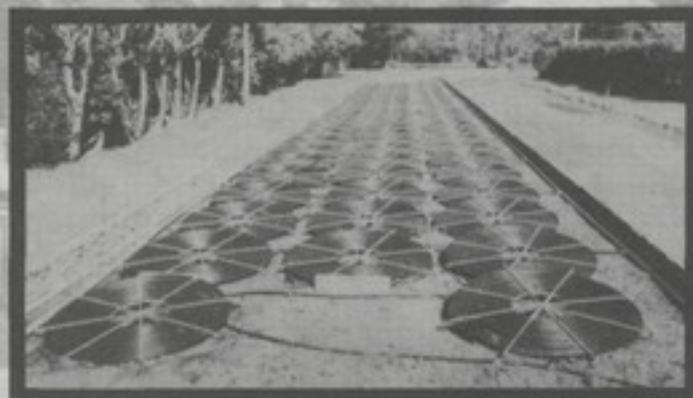
En cuanto a la mano de obra, el detalle es el siguiente:



CONCLUSION

Creo que a lo largo de esta exposición se han tocado los aspectos más relevantes de este sistema constructivo que a pesar de ser construido con materiales muy sólidos y durables como el concreto y el acero, es un sistema que ha probado ser muy práctico, rápido y económico en las varias casas que se han construido hasta ahora; y como lo dije en un pasado Congreso cuando presenté otro proyecto, no pretendo que la presente sea la única o la mejor solución, pero sí una solución más, al grave, serio y difícil problema de la vivienda en Costa Rica.

Deje el sol en nuestras manos...



Caliente su piscina por medio de calefacción solar. Nuestro sistema por su alto rendimiento economiza dinero en combustible. Además le brindamos asesoramiento en el diseño de su piscina a fin de que obtenga un óptimo aprovechamiento del sistema, y se lo garantizamos por 7 años.

DREZNER
COMPAÑÍA S.A.

ING. MECANICO ISRAEL DREZNER COSIOL
PRESIDENTE

EMPRESA INSCRITA COMO CONSULTORA Y CONSTRUCTORA EN EL C.F.I.A.
TEL. 22-8012 — APDO. 3284

Sistema del Club Deportivo Israelita



ESTRUCTURAS FERRICAS
DE CENTROAMERICA, S.A.

***Cuando quiera que su creatividad
se vuelva tangible, llame a sus amigos***

Tel.: 26-12-56

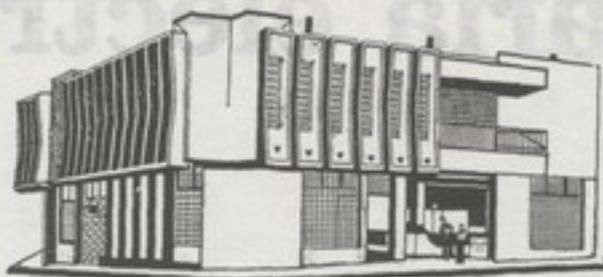
Iglesia de San Sebastián 200 metros al norte.

Sr. Profesional
nosotros le ahorramos su tiempo y su dinero.

Reunimos en nuestro local, la más amplia variedad de artículos de las más reconocidas marcas.

Somos distribuidores autorizados de las primeras marcas en:

- Artículos para la construcción en general.
- Artículos eléctricos.
- Artículos de ferretería.



Surtido y alistado en maderas finas, corrientes y de diferentes medidas. Para un mejor servicio, contamos con aserradero propio. Quirós Coto Hnos. S.A. 500 m. E. Ig. Purrál Guadalupe Apartado 50 Teléfono **25-82-64**

EL GUADALUPANO S.A.

100 m. N. de la Iglesia de Guadalupe

Teléfono **24-22-44**

Bodegas de madera **25-58-83** y **25-20-54**

Abierto de 6:30 a.m. a 5 p.m.

Amplia zona parqueo

La Petite Venetienne

Persiana Vertical

Nuevos diseños para controlar la luz en el hogar o en la oficina

PERSIANAS CANET S.A. TELEFONO: 25-22-95

BARRIO QUESADA DURAN, ZAPOTE

Reconstrucción de maquinaria eléctrica.

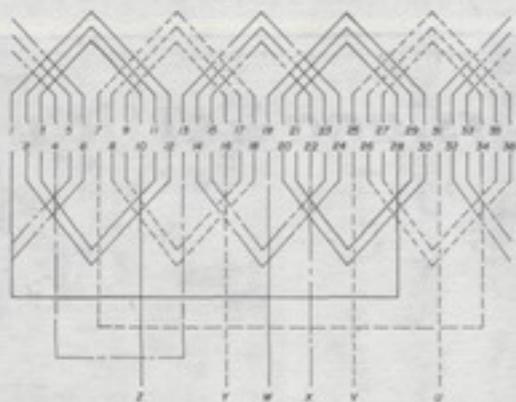
Ing. Jorge Lizano S.

1.—INTRODUCCION:

Los jefes de Proveeduría o encargados de suministros encargados por las empresas para escoger un lugar donde reparar equipos eléctricos generalmente analizan las condiciones sólo de tipo económico, seleccionan un taller donde reparar su equipo eléctrico que garantice un trabajo de calidad aceptable y un precio aceptable y atractivo comparado con el precio de adquisición del motor. La finalidad de este artículo es hacer conciencia sobre otros aspectos técnicos que afectan los costos y que generalmente no son valorizados.

El precio de rebobinado de un motor varía proporcionalmente con la potencia y su velocidad; pero otros aspectos tales como: 1) el tipo de la máquina que impulsa el motor; 2) la forma del soporte del motor; 3) su complejidad estructural; 4) la marca; 5) la fecha de

FIGURA Nº 1'



DATOS DE DEBANDO

Cable del tamaño 18
Peso del cobre 5.7 Kg
Cantidad de barniz 1/2 botella
Cantidad de papel aislante 1 pliego
Nº espaguet 2
Nº de polos 4
Nº de ranuras 36
Nº de alambre mono 3
Nº de bobinas por grupo 3
Nº de espiras 54 - 54 - 54
Nº de vueltas 18 - 18 - 18
Nº de capas 1
Paso de bobina 1-12, 2 - 11, 3 - 10

DATOS DE PLACA

Brown Boveri 10 HP
A 767370 50 x 180
Mufa 1-32 M4-B Δ 1220 Amp 27 v/m 1750
BREVETADO



Origen Sedesol
Precio \$ 2600 (Agosto 1981)
Nota para bobinar 4
DATOS PRUEBA
Volt 220
Amp 10 - 10 - 10

TALLER BARRIO LA CRUZ

DEVANADO ESTATORICO MOTOR
BROWN BOVERI 10 HP

Presión Fecha
Ing. J. Lizano S. 27-8-81



fabricación; 6) el diseño del motor; 7) el voltaje de operación; entre otros cambian esta relación de proporcionalidad y determinan muchas veces que los precios de los motores inclusive de igual potencia y velocidad sean sustancialmente diferentes.

Por el momento me interesa analizar el punto (6): diseño del motor - y su interrelación con el precio del bobinado aplicado a un caso particular: - 2 motores de 10 h.p., 1750 r.p.m. - NEMA - Diseño B y NEMA - Diseño D.

2.—CLASIFICACION DE LOS MOTORES SEGUN NEMA

La NEMA (National Electrical Manufacturers Association) clasifica los motores según sus características normalizadas en motores NEMA B, NEMA C, NEMA D.

2—1 DISEÑO NEMA B

Este motor es de uso general, una velocidad, corriente alterna,

par de arranque y corriente de arranque normales, bajo deslizamiento, buena eficiencia, par normal de arranque entre 100 y 175%; corriente de arranque del orden de 6 veces la corriente a plena carga.

El costo de adquisición es el menor de todos los motores de inducción.

Su aplicación típica está donde se requiera velocidad constante; marcha continua y muy pocos cambios del sentido de giro por ejemplo: abanicos-bombas de agua.

2—2 DISEÑO NEMA D

Este motor es de uso especial; se conoce como motor de "alto deslizamiento" tiene par de arranque alto, corriente de arranque baja; eficiencia menor que la del NEMA B, es de mayor volumen, precio de adquisición mayor. El par de arranque es del orden del 275%; la corriente de arranque es del orden de 4.5 a 5.5 veces la de

plena carga. Tiene la mejor eficiencia de torque.

Sus aplicaciones más corrientes son: prensas, maquinaria textil, equipos para fabricación de elementos prefabricados de concreto; grúas.

3.—COMPARACION DE CARACTERISTICAS DE LOS DEVANADOS

3—1 DIAGRAMA DE BOBINADO MOTOR BROWN BOVERI DE 10 H.P. DISEÑOS NEMA B-1725 RPM

La figura 1 muestra el diagrama del devanado estático de un motor de 10 hp - Brown Boveri, tipo NUFA 132 M - 4 - 8 N°. 767370 C C I B B 220 voltios - delta, cuyos datos del devanado son:

Calibre formex usado=18 AwG.
Peso formex usado=5.2 KGRS.
N°. de polos=4
N°. de ranuras=36
N°. de alambres en mano=3
N°. de bobinas por grupo=3



Reconstrucción de maquinaria eléctrica

Nº. de espiras=54-54-54
 Nº. de vueltas=18-18-18
 Nº. de capas=1
 Pasos del devanado=1-12; 2-11,
 3-10

3-2 DIAGRAMA DE BOBINADO MOTOR BESSER BRUBRAPAC DE 10 HP = DISEÑO NEMA D = 1690 R P M

La figura 2 muestra el diagrama del devanado estático de un motor de 10 hp Besser Brubrapac, tipo L O G H N°. 23117: 230/460 voltios - estrella paralelo estrella, serie; cuyos datos del devanado son:

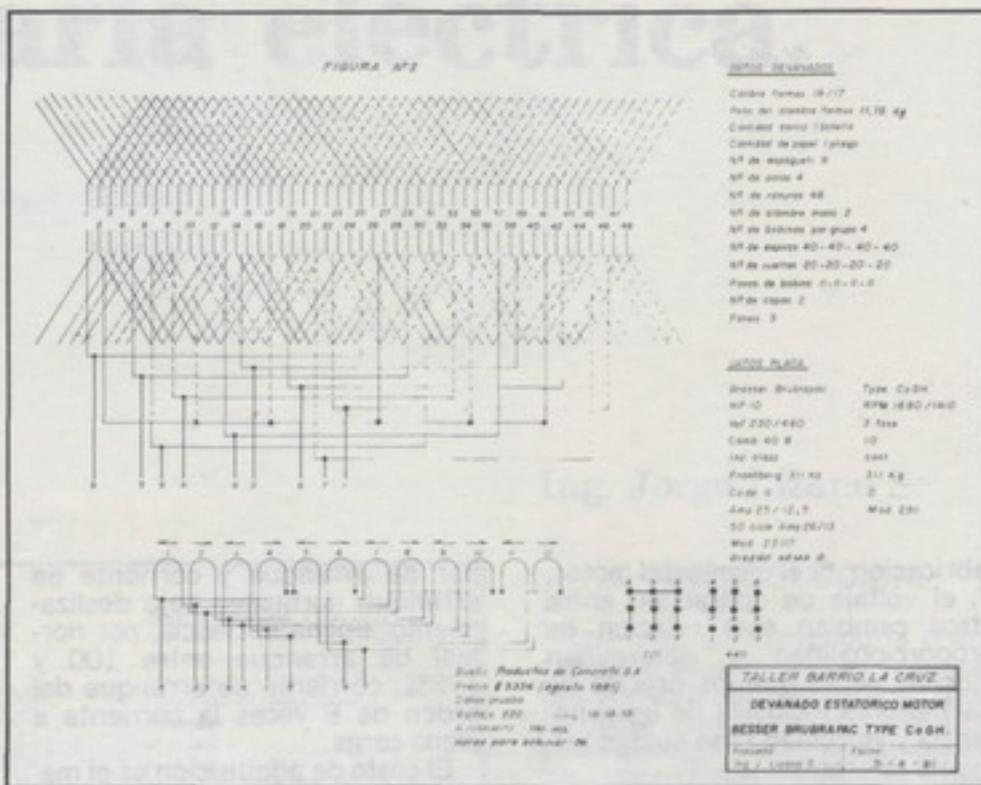
Calibre formex usado: 18/17 A W G.
 Peso formex usado: 11.75 K G R S.
 Nº. de polos: 4
 Nº. de ranuras: 48
 Nº. de alambres mano: 2
 Nº. de bobinas por grupos: 4
 Nº. de espiras: 40-40-40
 Nº. de vueltas: 20-20-20-20
 Pasos de la bobina - 1-11, 1-11, 1-11,
 1-11,
 Nº de capas 2

3-3 COMPARACION DE DATOS DEL DEVANADO

De las figuras 1 y 2 se puede notar la complejidad del diseño del devanado de un motor tipo NEMA D en comparación con la simplicidad de un NEMA B.

Comparando los datos del devanado vemos lo siguiente:

- A) El motor diseño NEMA D necesita un 44.2% más de alambre formex para su rebobinado.
- B) Debido a su configuración el diseño NEMA D necesita 12 ranuras más que el NEMA B para poder acomodar todo el cobre, siendo por lo tanto en tamaño casi el doble.
- C) Con respecto al calibre no hay ninguna diferencia, la variación del 17 a 18 A W G es más que todo un criterio de factor de seguridad diferente en el diseño respectivo.
- D) El número de capas también varía, siendo de 2 en el NEMA D y



1 en el NEMA B.

La explicación es similar para lo dicho para el número de ranuras. En fin, que podemos decir que un motor tipo NEMA D es un 100% mucho más complejo de bobinar que un motor NEMA B.

3-4 DATOS DE PRUEBA

Una vez rebobinados los motores (en tiempos diferentes) se le hicieron las pruebas correspondientes obteniendo la información anotada en los planos como datos de prueba.

4.—CONCLUSION

El rebobinado del motor NEMA B requirió 48 horas-bobinador contra 96 horas bobinador del NEMA D.

El precio de bobinado para el motor NEMA D fue de 2.06 veces el del precio NEMA B.

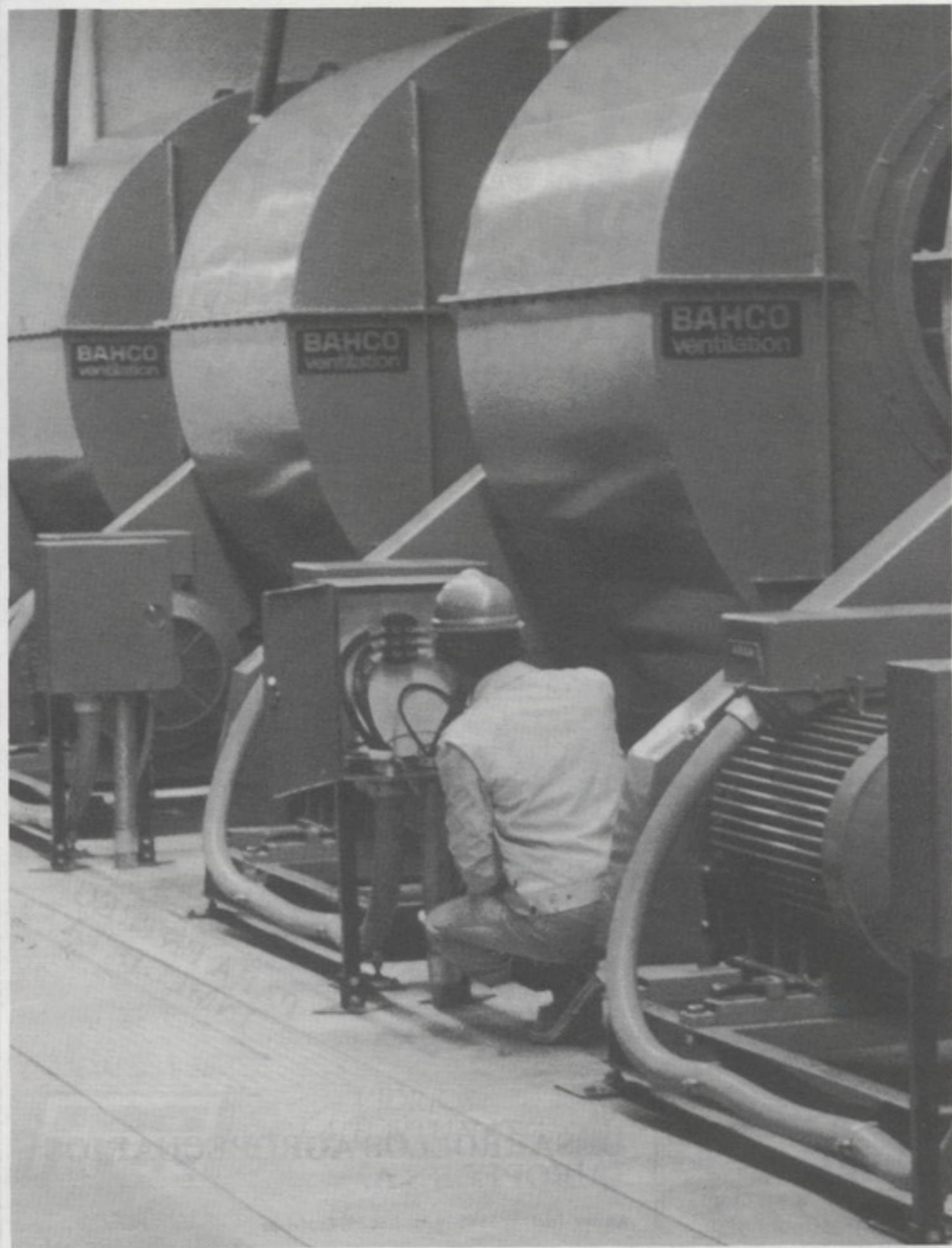
Si tenemos presente que la persona mencionada en la introducción encargada de mandar a reparar los motores no tiene general-

mente conocimientos técnicos sobre reconstrucción de maquinaria eléctrica podría haber llegado a errar al escoger un sitio para reparar su motor basado única y exclusivamente en el precio por HP.

Como recomendación final sugeriría una mayor atención por parte de los empresarios, gerentes de producción o de mantenimiento para evitar que aumente el número de motores con características perdidas y desechadas por haberse seleccionado personal sin preparación apropiada para su reparación.

Conviene mencionar como encomiable la labor desarrollada en los últimos años por los colegios vocacionales que han especializado a cientos de sus alumnos en el devanado de motores eléctricos.

Estos profesionales de nivel medio han desarrollado bastante la tecnología de la reparación de maquinaria eléctrica; y en cierto modo han disminuido el número de motores con datos perdidos.



GVRiA

LA TECNOLOGIA MAS AVANZADA A SU SERVICIO

LA PEQUEÑA EXCAVADORA PARA GRANDES TRABAJOS

Características generales:

Motor Diesel refrigerado por agua de 90 C.V. BOMBA HIDRAULICA de pistones axiales, caudal variable con regulación automática por acumulación de presión a potencia constante. Caudal máximo 165 l/m. Presión máxima 300 bares. Distribuidores agrupados con acoplamiento directo de las válvulas de seguridad primarias y secundarias y accionados por palancas en cruz. REDUCTOR DE GIRO accionado por un potente motor hidráulico de pistones radiales a alta presión. REDUCTORES DE TRASLACION accionados por potentes motores hidráulicos de pistones radiales a alta presión. Velocidad-2.2 km/h fuerza de tracción 12 tons. FUERZA DE ARRANQUE en la punta del diente 7.5 tons. CAPACIDAD DE CUCHARA máxima 615 litros. PROFUNDIDAD máxima de excavación: 7 metros / PESO con equipo 14,5 tons.



PARA ENTREGA INMEDIATA



Estabilidad
Fácil manejo
Confort
Visibilidad

DESARROLLOS AGROPECUARIOS EUROPEOS S.A.

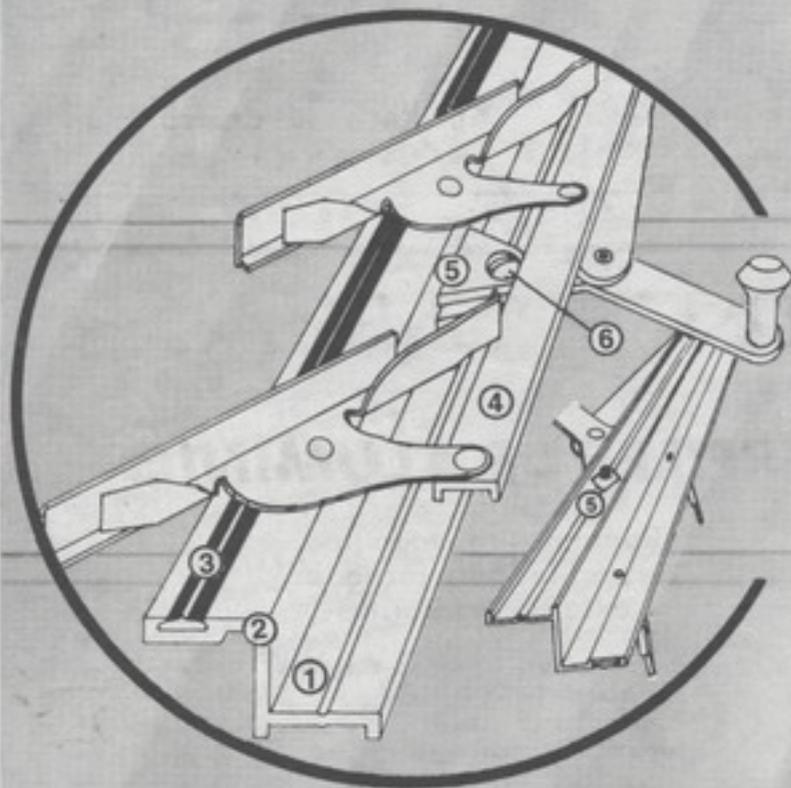
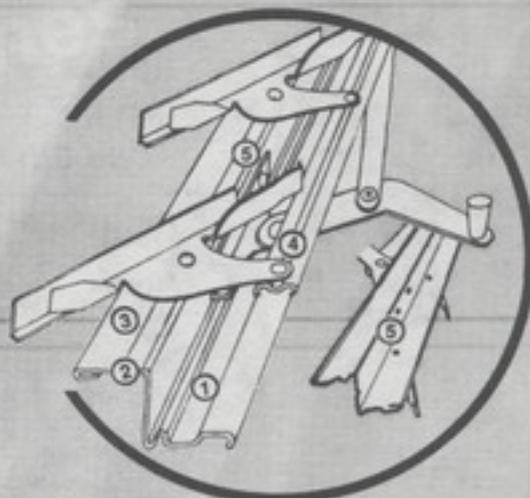
Moravia, Teléfono: 35-49-29 Apartado 390-Guadalupe

EN **HERRAJES** PARA CELOSIAS... LO MAXIMO!

Sin lugar a comparación con los herrajes corrientes,
pero... mejor compare y decida usted mismo
cuál herraje para celosía instalar.

Herrajes corrientes

1. Poca rigidez: molduras de aluminio dobladas.
2. Molduras de poco grosor.
3. Sin empaque de hule: hay filtración de polvo, agua y viento.
4. Barra operadora de poco grosor que cede al peso de las paletas.
5. Poca seguridad: el operador es fijado con remaches que dan al exterior, con el peligro de ser desmontado fácilmente por fuera.
6. Sin ningún ajuste en el operador.



Herrajes de calidad comprobada

1. Mayor rigidez: molduras de aluminio extruido a alta presión.
2. Más de un 25% de grosor que los herrajes corrientes.
3. Empaque de hule que impide las filtraciones de polvo.
4. Mayor grosor en la barra operadora.
5. Máxima seguridad: el operador es fijado internamente, lo que impide que pueda ser desmontado por fuera.
6. Regulación de la tensión por medio de un operador totalmente ajustable.

UNA DECISION OBVIA!

El funcionamiento de nuestros
operadores está respaldado por
25 años sin reclamos.

DISTRIBUCIÓN E INSTALACIÓN

ALMACEN
URIBE & PAGES
S.A.
CONSTRUCCION

FABRICADOS POR:



COMPANHIA DE PLÁSTICOS
Y ALUMINIO, S.A.
Teléfono: 28-06-33



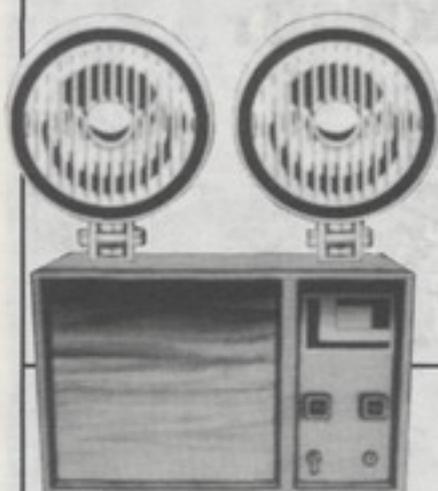
Avenida 10, Calles 4 y 6
San José



Tels.: 21-1172 y 33-5605
Apdo. 4188
FRENTE A TEATRO ADELA

ILUMINACION INSTANTANEA

(LUCES DE EMERGENCIA)



Cuando falla la energía eléctrica, no se quede a oscuras, que no se le interrumpa una labor importante.

Prevenga los contratiempos que le ocasionan los cortes de la energía eléctrica, tales como:

**ROBOS
INTERRUPCION DE LABORES
ACCIDENTES Y OTROS**

Para: la industria, hoteles, restaurantes, el comercio, hospitales, supermercados, el hogar y otros.

La de mayor luminosidad en su estilo (42W) Contamos con tres modelos a escoger de 1 1/2, 3 y 6 horas de iluminación continua.

Totalmente automática, de fácil instalación. Ahora con **BATERIA SELLADA**, libre de mantenimiento.

INDUSTRIA NACIONAL DE LUCES DE EMERGENCIA

Unica industria en Centro América dedicada a la manufactura de luces de emergencia lo que le garantiza un stock permanente de repuestos y servicio.

• Adquiéralos donde sus distribuidores:

VETSA, ELMEC S.A., ALMACEN MAURO, MELCO S.A., ALMACEN ELECTRICO FISCHEL, FERRETERIA EL SOL Y LA LUNA EN ALAJUELA.

Teléfono
30-16-65

**Apartado 1006 Centro Colón
1007 Costa Rica**

ALUMICENTRO S.A.

PERFILES DE ALUMINIO

Contamos con todo tipo de perfiles para fachadas externas e internas

- * Platinas, Barras, Tubos, Canales.
- * Puertas de baño.
- * Puertas corredizas.
- * Láminas, Planchas y otros.

PRODUCTOS ALUMICENTRO TODO EN ALUMINIO

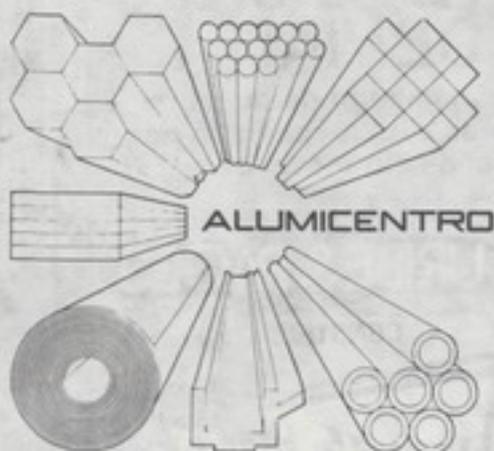
Venta mínima en Perfiles desde 24Cm. en adelante

Los pedidos pueden ser tanto de fabrica como de distribuidores. Además tenemos catálogos completo de planos al servicio del cliente en el almacén.

DISTRIBUIDORES DE ALUMINIO DE CENTROAMERICA-ALDECA

Telex: Alumic 2995 C.R. carretera a Desamparados
Centro Comercial del Sur 100 Mts. sur

30-2423 27-7883



RADIOGRAFICA COSTARRICENSE, S.A. le brinda servicios de óptima calidad en telecomunicaciones.

TELEX:

Le brinda una comunicación recíproca e inmediata, a la vez deja constancia escrita de la información que recibe o envía.

TELEGRAFIA:

Es el servicio para su transmisión y recepción de telegramas, tanto a nivel nacional como internacional.

RACSA-FAX:

Le brinda la reproducción a distancia de mapas, diagramas, planos y similares.

RACSA-DATOS:

Es un sistema de transmisión y recepción de datos en forma computarizada, con el que usted puede obtener la información que necesite -sobre cualquier tema- de manera inmediata.

CANALES

ARRENDADOS

INTERNACIONALES:

Este servicio se ofrece para comunicaciones privadas entre dos puntos fijos.

RADIOMARITIMO:

Permite el envío y recepción de telegramas a y desde barcos, lo que es muy cómodo para verificar embarques, pedidos, tarifas y horarios.

Radiográfica Costarricense
S.A.

COMUNICACIONES ELECTRONICAS CON EL MUNDO.
Av. 5, calle 1, San José Teléfono 33-55-55, Telex 1012

1. RESUMEN

La posibilidad de evaluar el riesgo sísmico en forma analítica, con métodos probabilísticos a partir de información geológica, tectónica y sismológica —histórica e instrumental— ha abierto nuevas perspectivas y campos de acción para los científicos y profesionales en las ramas de sismología, geología, sociología e ingeniería. A estos últimos ha aportado un valioso instrumento para la toma de decisiones, para estimar la respuesta de las estructuras, y para el diseño sismo-resistente de obras civiles.

En el artículo el autor evalúa el avance significativo del estudio de riesgo sísmico y las posibilidades que éste ha abierto al ingeniero estructural; señala además la importancia que ha revestido en la práctica de su profesión y la repercusión en diferentes campos de aplicación que abarcan desde la zonificación sísmica del país y su inclusión en el Código Sísmico, hasta la estimación probable de daños y el seguro contra terremoto. En forma crítica señala, por otra parte, la concepción equivocada de muchos profesionales sobre una extrema exactitud de los resultados del estudio de riesgo sísmico y de una cómoda confianza en los valores del análisis, y hace énfasis en que los aspectos conceptuales de estructuración y diseño sismo-resistente deben prevalecer sobre los aspectos teóricos.

Se trata, pues, de un enfoque sobre la aplicación eminentemente práctica de los resultados del estudio de riesgo sísmico en el campo de ingeniería, en el que se señalan, además, aquellas áreas y problemas que aún no han sido resueltos por sismólogos e ingenieros sísmicos.

2. INTRODUCCION

Durante 27 años de ejercicio profesional, el autor ha estado íntimamente ligado a la ingeniería sísmica y a su desarrollo en el ámbito centroamericano, lo que ofrece una valiosa oportunidad para evaluar desde esta perspectiva la notable contribución que ha significado el estudio del riesgo sísmi-

Riesgo sísmico

El riesgo sísmico en la perspectiva del consultor.

co, una disciplina compartida por geofísicos, geólogos, sismólogos e ingenieros, y para señalar la amplia gama de posibilidades que ésta ha abierto al consultor en su práctica privada. Las aplicaciones, por cierto muy numerosas, sobre todo considerando un país pequeño en vías de desarrollo como Costa Rica, dan cuenta de la repercusión que ha tenido el estudio del riesgo sísmico y su importancia en diferentes campos de la ingeniería.

Cabe mencionar que cuando el autor concluía sus estudios e iniciaba su carrera profesional al finalizar la década de los años cincuenta, la ingeniería sísmica era aún una disciplina incipiente, practicada apenas por un puñado de inquietos hombres que investigaban en este incierto y espinoso campo. Era una época en que conceptos de comportamiento y características dinámicas de las estructuras apenas comenzaban a filtrarse en las normas sismo-resistentes, ductilidad y disipación de energía eran nociones del dominio de sólo pocos profesionales, y el diseñador no disponía de los medios para realizar sofisticados análisis dinámicos. Por otro lado, la experiencia sobre el comportamiento de sistemas estructurales modernos ante sollicitaciones sísmicas era aún escasa, y los conocimientos sobre las propiedades de materiales y componentes ante cargas cíclicas inadecuados.

Ing. Franz Sauter F.
Ingeniero Consultor



obra capaz de resistir la violenta vibración del terreno. Para ello debía recurrir a códigos extranjeros y a la escasa experiencia obtenida en otros países, y confiar en su intuición y en un sano criterio ingenieril.

Sacar a relucir estos problemas, de sobra conocidos por muchos lectores de la vieja guardia, tiene por objeto dar a conocer a la nueva generación de profesionales los problemas que afrontó y la incertidumbre en que debió proceder el diseñador de antaño. Sólo así se podrá comprender y apreciar el notable avance que ha significado para el ingeniero el estudio del riesgo sísmico, y la importancia que revisten para el diseño sismo-resistente de obras civiles los conocimientos derivados del mismo, así como los valiosos resultados de las investigaciones y el desarrollo de sofisticados métodos de análisis, posibles gracias a la computación electrónica. Que estos adelantos en ciencia e ingeniería trascendieran a nuestro reducido medio centroamericano, ha sido la preocupación constante del autor a través de su actividad profesional y académica.



Los conocimientos sobre sismicidad estaban basados en información histórica y en registros instrumentales insuficientes y demasiado recientes, y se limitaban a la definición de las regiones del planeta sujetas a mayor actividad sísmica y a estimar en forma subjetiva el grado del riesgo sísmico. Para muchos países, como los centroamericanos, estos conocimientos eran deficientes y no permitían estimar la probabilidad de ocurrencia y la intensidad máxima probable de futuros eventos, menos aún estimar en forma razonable las cargas sísmicas a que estarían sometidas las obras objeto de diseño.

3. CODIGO SISMICO

En los diferentes países las normas para diseño sismo-resistente han sido el producto o consecuencia de un evento catastrófico, que ha despertado en la conciencia pública la necesidad de regular los procedimientos de diseño y construcción, tendientes a reducir daños materiales, evitar colapso de las estructuras y proteger la vida humana. Así, la publicación de códigos sísmicos coincide con fechas de terremotos destructivos, como sucedió en Japón después del gran terremoto de Kanto en 1923 y en Estados Unidos posterior al sismo de Santa Bárbara en 1925, por nombrar sólo dos casos. Terremotos posteriores han motivado la revisión de los códigos existentes, así los sismos de Niigata en 1964 y de San Fernando en 1971, en los dos países citados, dieron el impulso para la actualización de las respectivas normas para el diseño de puentes. Los países centroamericanos han sufrido el mismo proceso y el pri-



El problema a que se veía enfrentado el ingeniero estructural era ingente: sabía de la historia sísmica del país que en un futuro no muy lejano podían ocurrir eventos catastróficos, y por lo tanto, debía concebir y diseñar las estructuras para resistir el impacto del terremoto, pero no contaba con los medios para estimar el movimiento del terreno, calcular las fuerzas a que estarían sujetas, y para analizarlas dinámicamente con el objeto de predecir su comportamiento. Sus métodos de análisis eran simplificados, por no decir rudimentarios, apenas manejables con la regla de cálculo. Sabía que los resultados de sus cálculos eran burdas aproximaciones, y sin embargo, se exigía de él que el proyecto final fuese una

mer código sísmico del Istmo fue el de El Salvador, redactado a raíz del terremoto de San Salvador en 1965, siguiendo Nicaragua con su reglamento publicado después del terremoto de Managua en 1972, y el de Guatemala con motivo del sismo destructivo de 1976.

Costa Rica afortunadamente ha sido la excepción a esta regla. La experiencia trágica de los países centroamericanos motivó a un grupo de profesionales preocupados a solicitar al Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos la publicación de un Código Sísmico que incluyera normas para el diseño y construcción de obras resistentes a sismo, anticipándose así a un futuro evento destructivo, tratando en esta forma de disminuir los efectos de una posible tragedia. Como miembro de la Comisión, el autor participó en la redacción de la primera versión en 1974 (Ref. 1) y en su actualización en 1984 (Ref. 2). Basado fundamentalmente en códigos de otros países, especialmente en el Uniform Building Code la primera edición de 1974, y en el ATC-III la última revisión, el Código Sísmico de Costa Rica ha sido adaptado a las condiciones locales y a la práctica constructiva del país, pero incluye además conceptos innovadores respecto a otros reglamentos. P.ej., contiene factores de carga para estructuras de concreto presforzado con debida consideración del efecto redundante de la postensión en sistemas hiperestáticos. Incluye además distintos factores de seguridad para la capacidad de soporte del suelo, de acuerdo con la combinación de cargas —estáticas o dinámicas— según sea la distribución de las presiones —uniforme, trapezoidal o triangular—, y según el método de diseño último o por esfuerzos de trabajo.

Por falta de conocimiento adecuado de la sismicidad del país y a la incertidumbre en cuanto al grado del riesgo sísmico, en la primera versión del Código de 1974, hubo necesidad lamentablemente de considerar todo el territorio de Costa Rica sísmicamente uniforme, a sabiendas que existían regiones de diferente actividad sísmica, con el resultado obvio de

que las obras serían diseñadas, según la zona, con distintos factores de seguridad para resistir las sollicitaciones inducidas por sismo. Persistía además la incertidumbre de si las cargas estimadas con los coeficientes dados en el Código eran adecuadas y respondían al riesgo a que estaba expuesto el país. Esta deficiencia pudo ser corregida afortunadamente en la segunda revisión y actualización del Código en 1984, en el cual se plasmaron los resultados del Estudio de Riesgo Sísmico para Costa Rica, realizado por la Universidad de Stanford, Calif. (Ref. 5) y se incluyeron mapas de iso-aceleraciones como base para la determinación de los espectros de diseño y de los coeficientes sísmicos.

Su inclusión en las normas de diseño sismo-resistente, ha sido una de las aplicaciones más importantes del estudio de riesgo sísmico en nuestro país, permitiendo un diseño más racional de las estructuras.

Los códigos sísmicos no tienen la intención de evitar completamente daños a edificios u obras. Debemos aceptar determinado riesgo en nuestras estructuras y no podemos descartar que suceda cierto grado de daño durante un evento destructivo. Evitar por completo tales daños es un objetivo irreal, cuyo costo la sociedad no está dispuesta a pagar. Aún cuando la aceptación de dicho riesgo está implícito en los códigos, lamentablemente el ingeniero diseñador estará sujeto a la crítica cuando tales daños sucedan. Sin embargo, es importante resaltar el objetivo fundamental del Código Sísmico: proteger la vida humana, evitar el colapso y reducir daños materiales.

4. EVALUACION DEL RIESGO SISMICO

La incertidumbre en cuanto a la probabilidad de ocurrencia y a la magnitud de futuros eventos, así como sobre la intensidad máxima probable del movimiento del terreno y, por lo tanto, de las sollicitaciones a que estará sometida una estructura, ha sido el mayor problema que debió afrontar el diseñador en un principio. Todas



sus suposiciones y cálculos no eran más que una simulación del efecto de un posible sismo, lo que lo hacía dudar constantemente de la bondad de su diseño. Énfasis sobre una adecuada estructuración, detalles constructivos apropiados y una buena calidad de ejecución, así como mucha intuición y un sano criterio profesional, reforzado por la experiencia en otros países, eran la única arma eficaz para lograr una obra capaz de soportar el impacto de un sismo catastrófico.

Sin embargo, despejar la incógnita de la sismicidad y del riesgo, y la posibilidad de estimar en una forma más racional las fuerzas a que estarán sometidas sus obras, constituía siempre el mayor reto del ingeniero estructural. Con este fin, el autor logró en el año 1976 promover y luego coordinar el estudio de riesgo sísmico para el territorio de Costa Rica, trabajo que fue realizado por el centro de ingeniería sísmica de la Universidad de Stanford, Calif. bajo la dirección del Dr. H.C. Shah, y sus colegas. A través del Ministerio de Planificación gestionó los fondos requeridos para cubrir el costo del estudio con aportes de la Agencia Internacional de Desarrollo (AID), la Universidad de Costa Rica e Instituto Nacional de Seguros. El estudio en referencia (Ref. 5) fue un aporte decisivo para el conocimiento de la sismicidad



del país y para la evaluación racional del riesgo sísmico, con repercusión definitiva en el campo de la ingeniería estructural y civil. Sus resultados están dados principalmente en mapas de isoaceleración para distintos periodos de recurrencia (Fig. 1).

No tiene por objeto este artículo discutir las bases del mencionado estudio, las fuentes de información, las hipótesis, la determinación de las fuentes generadoras de sismos, y demás consideraciones, las cuales están debidamente documentadas en el mismo. Cabe mencionar, sin embargo, que la información histórica en Costa Rica es limitada en el tiempo y en el espacio geográfico, restringida a la zona más poblada del país, que antes de este siglo lo fue en forma casi exclusiva la Meseta Central. Por otro lado, los datos instrumentales abarcan un período de escasos 70 años y son extraídos de catálogos internacionales, producto de registros en estaciones alejadas de la región, por lo que la magnitud y localización de los focos están sujetos a error. No es sino hasta muy recientemente que el país cuenta con una red sismológica que abarca casi todo el territorio nacional, que permitirá implementar la información anterior.

Hubiese sido deseable contar con datos históricos, geológicos e instrumentales más exactos y confiables, pero el desarrollo de la in-

geniería y sismología en el país no permitía esperar dos o tres décadas más para dibujar un mapa sísmico y para evaluar el grado del riesgo correspondiente. Sin embargo, los resultados del estudio del riesgo sísmico para Costa Rica representan a la fecha el mejor estado de apreciación de la sismicidad del país basada en la información disponible, y sobre todo, son congruentes con las condiciones tectónicas, geológicas y sismológicas conocidas, lo que le confiere un alto grado de confiabilidad. Además, a medida que en el futuro se obtengan registros más precisos, se aumente el banco de datos y se localicen fallas activas, el estudio podrá ser implementado y actualizado periódicamente para incluir nueva información geológica y sismológica. El mérito del estudio radica en que refleja adecuadamente la sismicidad regional del país.

Por otro lado, obras especiales, tales como plantas nucleares y represas pueden requerir la evaluación de la sismicidad local y del riesgo para el sitio de emplazamiento, considerando las condiciones de suelo, la geología y tectónica de la región adyacente, la localización de fallas activas, y la determinación de la magnitud y localización de los eventos máximos probables que puedan afectar el sitio y sus probabilidades de ocurrencia durante la vida económica útil de la obra. La evaluación del riesgo sísmico del sitio, requiere el concurso de geólogos, sismólogos e ingenieros sísmicos. La metodología está ampliamente expuesta en obras como las citadas en las Refs. 4, 5 y 6.

5. ZONIFICACION SISMICA DE COSTA RICA

Como se mencionó en el capítulo anterior, en la 2. edición actualizada del Código Sísmico de Costa Rica (Ref. 2) se consideraron los resultados del estudio de riesgo sísmico, mediante la inclusión de mapas de iso-aceleraciones para distintos periodos de recurrencia. En este caso se prescindió de una zonificación del país, y la máxima aceleración probable del terreno para construir los espectros de diseño y para calcular los coeficien-

tes sísmicos, se obtiene interpolando directamente de dichos mapas.

Sin embargo, para efectos de seguro contra terremoto y para facilitar la aplicación de las tarifas correspondientes, el autor ha propuesto (Ref. 8) una zonificación sísmica del país (Fig. 2), que contempla tres zonas: I. Atlántica, de menor sismicidad relativa, II. Central, de sismicidad media, y III. Pacífico Sur y Central, que representa la región de mayor exposición sísmica. La zonificación propuesta tiene además aplicación para efectos de planificación, para establecer planes de emergencia y de ayuda en caso de eventos catastróficos, para la toma de decisiones, y otras medidas de interés social.

Para posteriores estudios y para la estimación de los daños probables, era preciso asignar a cada zona una intensidad máxima probable, medida en la Escala Mercalli Modificada. Para ello era necesario recurrir a relaciones de máxima aceleración del terreno (PGA) vrs. intensidad (MMI). De la Fig. 3 se desprende la gran variación que existe entre las distintas relaciones propuestas por diferentes autores, debido a la gran dispersión de los datos. Sin embargo, para la estimación de daños probables en forma acumulativa, basado en las probabilidades de ocurrencia de sismos de intensidad dada, no bastan curvas o ecuaciones únicas y es preciso establecer rangos de variación de la aceleración del terreno para cada grado de intensidad, con lo que se considera además en forma más adecuada el rango de dispersión de los datos. El autor ha propuesto (Ref. 9) los siguientes rangos de variación de la aceleración para intensidades que varían entre MMI V y X. Intensidades menores a V no son relevantes para la predicción de daños y para intensidades mayores a X existen sólo muy pocos datos instrumentales. La relación propuesta se muestra además en la Fig. 3 como la zona sombreada.

Tabla 1
Relación entre Aceleración e Intensidad
(Rango de Variación)

Intensidad MMI Aceleración (PGA)
(% de g)

| | |
|------|-------|
| V | < 5 |
| VI | 5-10 |
| VII | 10-20 |
| VIII | 20-35 |
| IX | 35-50 |
| X | > 50 |

6. ESTIMACION DE DAÑOS Y SEGURO CONTRA TERREMOTO

Los resultados del estudio de riesgo sísmico han encontrado también aplicación práctica para establecer en el país un sistema racional de cobertura contra daños causados por sismos. El seguro contra terremoto debe considerarse como un medio eficaz para mitigar las pérdidas y para la recuperación económica de una región afectada por un sismo destructivo. Un estudio exhaustivo en ese sentido fue realizado por el autor con la colaboración del Dr. H. C. Shah (Ref. 8)

Base de un sistema racional de seguro contra terremoto es el conocimiento del riesgo sísmico a que están expuestos los valores asegurados, así como la predicción de los daños probables causados por un evento de determinada intensidad, es decir, requiere establecer la relación de demanda o carga sísmica vrs. capacidad o resistencia de la estructura. En la Ref. 9 se explican los distintos métodos para la estimación de daños: el modelo teórico y el método empírico o estadístico. La metodología propuesta por H.C. Shah y el autor se basa en: a) las probabilidades de ocurrencia de eventos sísmicos de distintas intensidades, información contenida y obtenida del estudio de riesgo sísmico (Ref. 5) y b) los daños esperados para distintos tipos y sistemas de construcción, basado en el método empírico, sea en información estadística de daños. Para ello el autor realizó un estudio extenso de toda la información disponible; las fuentes, los datos y su interpretación están dados en la Ref. 8. Las relaciones daño-intensidad para varios tipos de construcción fueron ligeramente modificados para adaptarlas a la práctica de construcción local y se simplificaron a diez clases o tipos,

como se indica en la Fig. 4. En dicha figura se muestran las curvas que relacionan el daño esperado, expresado como un porcentaje del valor de la reposición, con la intensidad MMI.

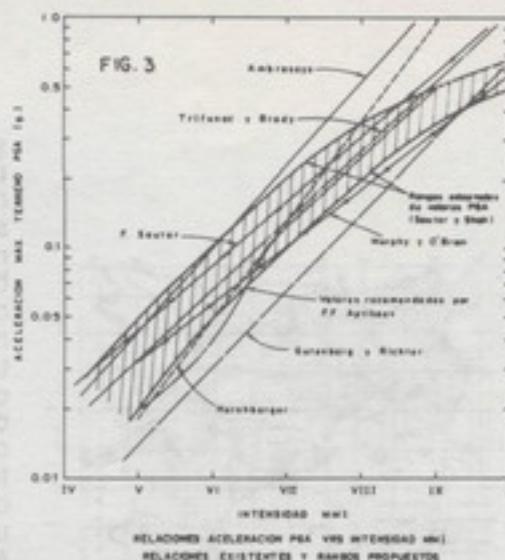
No se pretende presentar aquí la metodología completa, más bien mostrar una aplicación eminentemente práctica, pero de gran trascendencia, del estudio de riesgo sísmico. Las Refs. 8, 9 y 10 dan una explicación adecuada del problema. Conviene, sin embargo, aclarar que de la Fig. 5, que relaciona aceleración máxima del terreno (PGA) con el período de recurrencia (RP), se obtienen las probabilidades de excedencia por año de la fórmula:

$$p(a > A) = 1/RP$$

Por otro lado, la probabilidad de ocurrencia por año, para el rango de aceleraciones que definen una intensidad dada, se calcula como la diferencia entre las probabilidades de excedencia para cada par de valores. El ejemplo siguiente se refiere a la Zona Central del país.

En la Tabla II se presenta el cálculo de los daños promedio esperados anualmente para el tipo de construcción (6) —Pórticos de concreto reforzado— para la Zona Central del país, a partir de las probabilidades de ocurrencia para las distintas intensidades, y de las razones de daño obtenidas de la Fig. 4. El resultado del cálculo sirve para establecer las tarifas de seguro.

| PGA (% g) | Período Recurrencia (años) | Probabilidad Excedencia (por año) | Rango de Aceleración (% g) | Intensidad MMI | Probabilidad Ocurrencia |
|-----------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------|----------------|-------------------------|
| 4 | 1 | 1.00000 | — 5 | V | 0.60000 |
| 5 | 2.5 | 0.40000 | 10 — 10 | VI | 0.34440 |
| 10 | 18 | 0.05556 | 10 — 20 | VIII | 0.04798 |
| 20 | 132 | 0.00758 | 20 — 35 | VIII | 0.00646 |
| 35 | 900 | 0.00111 | 35 — 50 | IX | 0.00085 |
| 50 | 3800 | 0.00026 | — 50 | X | 0.00026 |



Para el ente asegurador es de interés, no sólo conocer las pérdidas que se pueden esperar durante un lapso de tiempo dado, sino también determinar la cuantía máxima de daños que pueden ocurrir durante un único siniestro causado por un evento catastrófico de características más desfavorables, pero compatible con las condiciones geológicas y sismológicas de la región, y que pueda afectar la zona de mayor concentración de bienes asegurados. El período de recurrencia de tal sismo puede ser grande, pero mantiene determinada posibilidad de ocurrencia. Se trata de determinar la "pérdida máxima probable". Para este efecto se determinaron varios sismos de características más desfavorables mediante el proceso de simulación de Monte Carlo (Ref. 8). La Fig. 7



FIG. 4. NIVELES PROPOSES DE DISEÑO DE DIFERENTES TIPOS DE CONSTRUCCIONES

muestra el sismo que afectaría en forma más severa la zona de mayor concentración de valores asegurados en Costa Rica, y en la misma se dan la magnitud, profundidad de foco, las áreas afectadas y las intensidades máximas que se pueden registrar durante tal evento, de acuerdo con las distancias epicentrales y las relaciones conocidas de atenuación. Esta figura e información, deducida del estudio de riesgo sísmico, permite determinar los daños y la pérdida máxima probable en que puede incurrir el ente asegurador.

7. APLICACION AL DISEÑO DE OBRAS CIVILES

La aplicación más directa de los resultados de un estudio de riesgo sísmico, lo representa su inclu-

sión en las normas de diseño sísmo-resistente, tal como se mencionó en el Capítulo 3, para establecer bases para la determinación de coeficientes sísmicos. Sin embargo, su aplicación trasciende este ámbito y adquiere mayor importancia en el análisis y diseño de obras de ingeniería civil especiales. Los valores de la máxima aceleración del terreno que se pueda esperar en determinado lapso de tiempo, o la probabilidad de ocurrencia de eventos de intensidad máxima dada, tal como se presentan en las Figs. 1, 2 y 5, son la base para determinar los espectros de diseño y mediante el análisis dinámico, la respuesta de las estructuras.

Obras de gran complejidad requieren un análisis dinámico, sofisticado para determinar su comportamiento ante sollicitaciones sísmicas, basado en la información que suministra el estudio de riesgo sísmico. Torres, silos, depósitos, edificios altos, complejos industriales y puentes de grandes luces se sustraen generalmente a las condiciones y características de las obras contempladas en los códigos. Para este tipo de obras el diseñador debe recurrir a métodos de análisis más elaborados y debe determinar sus propios espectros de diseño. Un ejemplo lo representa el puente sobre el Río Grande en Costa Rica (Fig. 8), una obra en arco, a construirse en voladizo libre desde ambas márgenes,

con una luz central de 154.0 metros. La Fig. 6 muestra los espectros de diseño calculados a partir de la información dada en el estudio de riesgo sísmico (Ref. 12) y la Fig. 9 muestra los resultados del análisis dinámico, los períodos naturales y modos de vibración en sentido vertical. Para sistemas constructivos especiales, el diseñador debe igualmente sentar criterios especiales de diseño, como en el caso de estructuras prefabricadas de concreto (Ref. 11) para citar un ejemplo.

Contar con un estudio sobre la sismicidad del país, como lo demuestra el ejemplo citado, le confiere al diseñador una mayor seguridad en el diseño de sus proyectos y mayor confiabilidad en los resultados de su análisis, pues le permite una mejor estimación de la intensidad esperada del movimiento del terreno y de las sollicitaciones a que estará sometida la estructura. Evaluar el riesgo sísmico ayuda, pues, al ingeniero consultor en la toma de decisiones y en el diseño de obras importantes (Ref. 4).

A pesar de la valiosa información que representan los resultados del riesgo sísmico para el ingeniero estructural, éste debe afrontar siempre grandes incertidumbres en cuanto a la exactitud de la información sísmológica suministrada, sobre la validez de la intensidad o aceleración probable estimada, y debe considerar la posibilidad de que dichos valores sean excedidos y la respuesta de la estructura sea mayor que la anticipada. Por otro lado, en obras de gran magnitud debe encarar problemas aún no resueltos satisfactoriamente. P.ej. en puentes continuos de gran longitud o de grandes luces debe considerar la vibración del terreno fuera de fase bajo pilas separadas a distancias que exceden la longitud de onda. Igual problema encara en puentes que atraviesan profundos cañones o desfiladeros, en los cuales ambas márgenes pueden ser excitadas de manera diferente durante un evento, como el caso del puente mostrado en la Fig. 8, que atraviesa el valle a 120 m. de altura sobre el lecho del río. Estos aspectos son difíciles de considerar

TABLA II

| Intensidad MMI | Probabilidad Ocurrencia (por año) | Razón de Daño (%) | Daño Anual Esperado | Tarifa Básica de Riesgo (con 2.0% deducible) |
|----------------|-----------------------------------|-------------------|---------------------|--|
| V | 0.60000 | 0.20 | 0.1200 | 0.0000 |
| VI | 0.34440 | 0.90 | 0.3100 | 0.0000 |
| VII | 0.04798 | 4.00 | 0.1919 | 0.0960 |
| VIII | 0.00646 | 13.00 | 0.0840 | 0.0711 |
| IX | 0.00085 | 33.00 | 0.0281 | 0.0264 |
| X | 0.00026 | 58.00 | 0.0151 | 0.0146 |
| Total (%) | | | 0.7491 | 0.2081 |

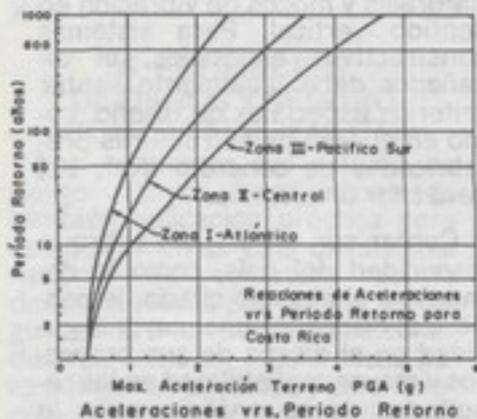


FIG. 5

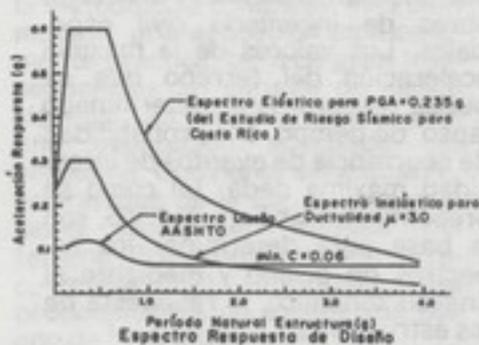


FIG. 6

analíticamente, y el diseñador debe hacerlo al menos en forma subjetiva. P.ej., para el caso citado de los puentes sobre los Ríos Grande y Virilla, el autor adoptó un arco biarticulado, por ser más flexible y apto para tomar desplazamientos relativos de ambas márgenes y entre los estribos de fundación, y se desechó la solución de arco empotrado por ser más susceptible a sufrir daño por deformaciones debidas a variaciones de temperatura, retracción, y desplazamientos relativos de las fundaciones del arco. Para estos casos el ingeniero debe hacer uso de buen juicio y criterio, tratando de acertar, al menos cualitativamente, los efectos que un desfase en el movimiento o los desplazamientos relativos puedan tener sobre la estructura.

Los dos ejemplos dados anteriormente son únicamente casos aislados de los ingentes problemas que debe afrontar y de la incertidumbre en que debe proceder el ingeniero en el diseño de importantes obras, quedando muchos aspectos en espera de investigación, en los cuales sismólogos e ingenieros deben emplearse conjuntamente para llegar a comprender mejor el problema y para poder cuantificarlo.

Por otro lado, la predicción de sismos, aspecto fascinante y, para algunos, prometedor de la sismología (Ref. 7) no reviste mayor interés para el ingeniero consultor. La predicción de sismos a corto o largo plazo, basado en fenómenos premonitorios o información estadística, es una meta anhelada por muchos sismólogos, que tomará aún muchos años en ser alcanzada y aún sí se mantiene actualmente una actitud escéptica de que ello sea posible (Ref. 3). Los posibles resultados de una eventual predicción están más en el ámbito de la organización social y medidas de preparación, evacuación y emergencia. La predicción de sismos, por otro lado, no

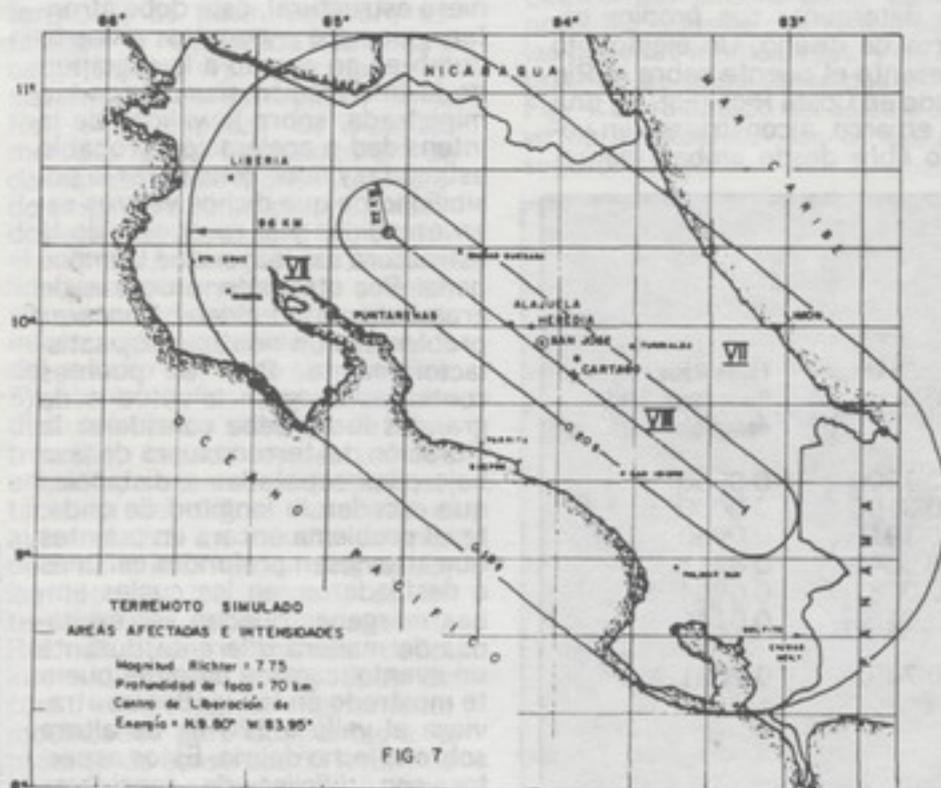


FIG. 7



UNIDAD DE INFORMACION

resolverá los problemas del ingeniero estructural, pues aún un evento anticipado causará daños a las obras. La mejor preparación para un terremoto consiste en diseñar adecuadamente nuevas obras o reforzar edificios existentes. Así, es más importante para el ingeniero dar énfasis a un diseño sano, que conocer el momento de ocurrencia de un evento o cuando va a suceder el daño. (Ref. 4).

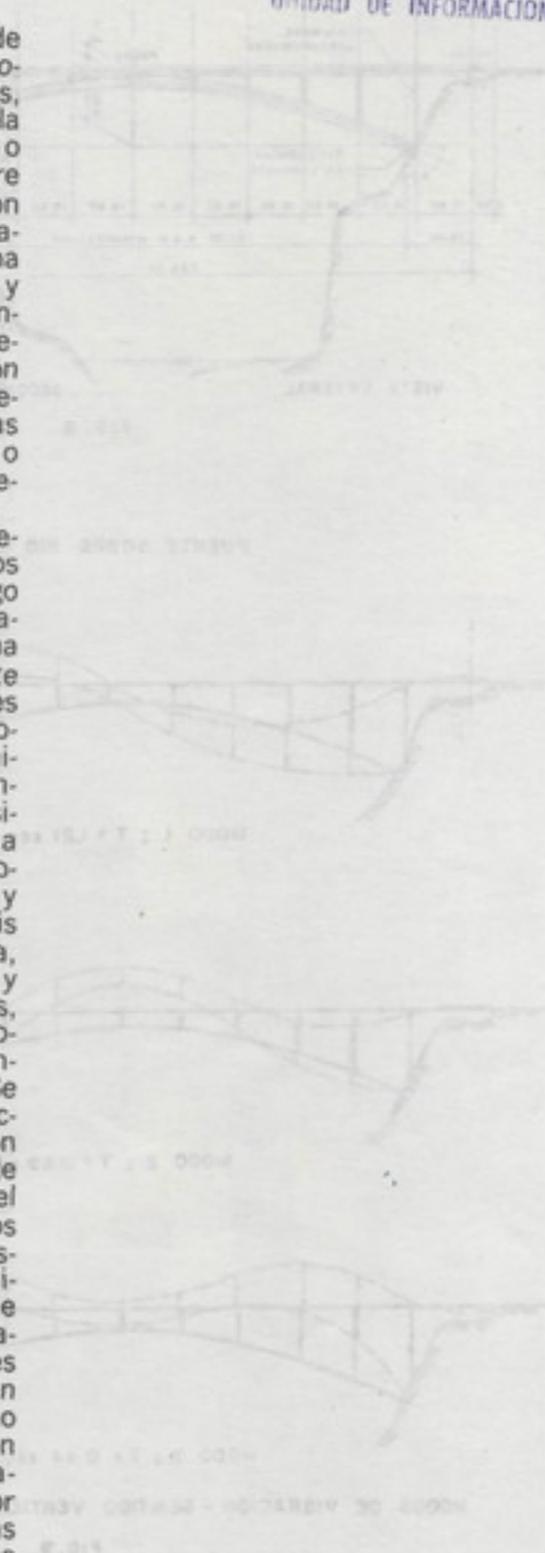
ENFOQUE CRITICO DE LA INGENIERIA SISMICA

El avance logrado en las últimas décadas en sismología e ingeniería sísmica, ha sido significativo, tanto en el conocimiento de la causas y mecanismos de generación de los sismos, propagación de las ondas sísmicas, sobre relaciones de atenuación, magnitud, distancia e intensidad, así como en la posibilidad de registrar instrumentalmente eventos catastróficos y medir valores de intensidad (aceleración o velocidad del terreno), hasta lograr predecir la respuesta de una estructura, a través de un mejor conocimiento de las características dinámicas de las estructuras, de las propiedades mecánicas de los materiales, y del comportamiento de elementos y componentes de estructuras ante cargas cíclicas. Este progreso en ambas disciplinas ha hecho posible, sin duda, como se desprende de lo expuesto en capítulos anteriores, una estimación más exacta de la intensidad máxima esperada del movimiento del terreno, de las probabilidades de ocurrencia de los eventos, y por ende predecir más exactamente la respuesta de las estructuras, para lograr un diseño más racional de las obras.

Sin embargo, la posibilidad de evaluar el riesgo sísmico en forma analítica con métodos probabilísticos a partir de información geológica, tectónica y sísmológica, ha creado en muchos profesionales de ingeniería la impresión equivo-

cada de una extrema exactitud de los resultados, olvidando los errores de interpretación de los datos, la insuficiencia o inexactitud de la información disponible, histórica o instrumental, y la incertidumbre en cuanto a las hipótesis que son la base de los estudios. Por otro lado, el diseñador tiende a una cómoda confianza en los valores y resultados de su análisis, tendencia que ha sido reforzada por la generalización de la computación electrónica, lo que encierra un peligro en cuanto a estimar mal las solicitaciones y desplazamientos, o a despreciar otros aspectos relevantes del diseño.

Es importante sacar este problema a colación, ya que en los congresos de ingeniería y riesgo sísmico se ha dado excesivo énfasis al estudio teórico del problema y se han dejado frecuentemente de lado los aspectos conceptuales y constructivos del diseño sísmo-resistente. La formación académica norteamericana, y bajo influencia suya también la de las universidades latinoamericanas, tiende a dotar al estudiante de un poderoso instrumental matemático y analítico, y se da excesivo énfasis al enfoque teórico de la ingeniería, importante para la investigación y análisis de estructuras complejas, pero insuficiente para resolver todos los problemas que debe afrontar el ingeniero estructural. Se descuidan por otro lado los aspectos prácticos de la concepción estructural, de la escogencia de sistemas resistentes eficientes, el diseño de detalles constructivos adecuados, o la necesidad de plasmar las ideas y el proyecto en dibujos de impecable calidad que puedan ser interpretados debidamente en la obras. Así los jóvenes estudiantes y profesionales salen con la idea errada de que el diseño sísmo-resistente de obras es un proceso eminentemente matemático y analítico, facilitado por el uso de las computadoras electrónicas y de sofisticadas



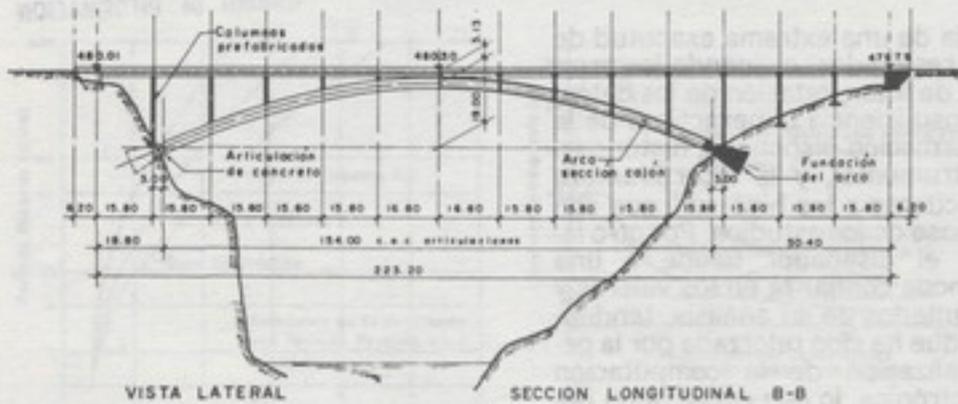
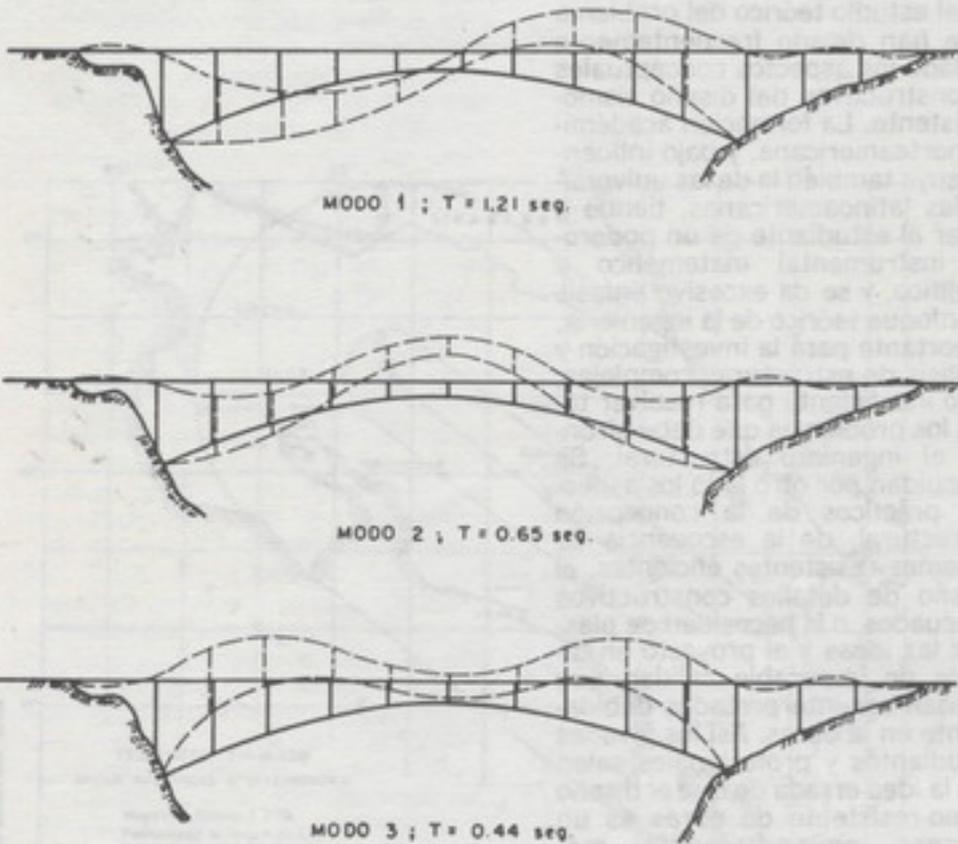


FIG. 8

PUENTE SOBRE RIO GRANDE



MODOS DE VIBRACION - SENTIDO VERTICAL, PUENTE RIO GRANDE

FIG. 9

programas de análisis y diseño, y olvidan que los aspectos conceptuales y constructivos son parte esencial del proceso de diseñar y construir una obra de ingeniería.

No se debe descuidar el enfoque teórico en la formación profesional, ni se debe menospreciar la utilidad del instrumental matemático o la necesidad de un riguroso análisis para estimar las sollicitaciones a que estará sujeta una estructura, y la computación electrónica es para ello un medio hoy día indispensable para facilitar la labor del ingeniero. Si embargo, es necesario hacer conciencia en las nuevas generaciones de profesionales, que la ingeniería, más que una ciencia, sigue siendo hoy día un arte que requiere intuición, experiencia, imaginación y conocimientos prácticos. Ni los arquitectos romanos en la construcción de sus atrevidas bóvedas o monumentales acueductos, ni los hombres del gótico en la construcción de sus majestuosas catedrales y esbeltas torres, contaban con los conocimientos, ni los medios matemáticos para concebir y construir sus atrevidas obras. Contaban simplemente con una excelente intuición del flujo de fuerzas y de como conducir las pesadas cargas a los cimientos, además de una buena dosis de audacia, buen juicio y experiencia adquirida de sus maestros. Hoy día podemos superar la osadía de nuestros antecesores y colegas romanos y medievales, con mejor tecnología y equipos, materiales más resistentes, y con herramientas matemáticas que nos permiten comprender y estimar mejor el comportamiento de las estructuras. Sin embargo, ello no ha eliminado la necesidad de crear y concebir las obras, no simplemente analizarlas.

Estos aspectos de la ingeniería sísmica son un reto cautivador, y de enorme valor educativo, que debe ser aprovechado en la formación de nuevos profesionales.

9. CONCLUSIONES

El mejor conocimiento sobre la sismicidad de un país y sobre el grado de riesgo a que están expuestas las obras, ha dotado al ingeniero estructural de un medio para estimar más acertadamente las fuerzas y solicitaciones a que estarán sujetas las estructuras y para predecir el comportamiento y respuesta de las mismas. Los resultados de los estudios de riesgo sísmico, como se demuestra para el caso de un país pequeño como Costa Rica, han encontrado aplicación práctica en los más diversos campos de la ingeniería, en los códigos sísmicos como base para calcular los coeficientes sísmicos o para construir los espectros de respuesta para el diseño de obras, pero también para la zonificación del territorio, para la estimación de daños probables, y para el seguro contra terremoto. Por ende, permite un diseño más racional de las obras civiles y facilita la toma de decisiones en ingeniería.

Los datos extraídos de estudios de riesgo sísmico o de mapas de iso-aceleraciones, así como los complejos modelos matemáticos que subyacen a los mismos, no deben dar una idea errada de extrema exactitud y los resultados de sofisticados análisis dinámicos no deben hacer olvidar la gran incertidumbre inherente a todas las hipótesis, datos, registros, y suposiciones que anteceden a los estudios y cálculos. Es importante, por lo tanto, que el ingeniero estructural comprenda exactamente las limitaciones de todo estudio de riesgo sísmico, y las inexactitudes que acompañan las hipótesis y teorías sobre comportamiento de materiales y sistemas. Sólo con buen criterio ingenieril, experiencia e imaginación para concebir y estructurar las obras, podrá vencer el diseñador las limitaciones apuntadas y lograr proyectos capaces de resistir el impacto impredecible de la naturaleza.

10. REFERENCIAS

- 1.- C.F.I.A. (1974) - Código Sísmico de Costa Rica (1. edición) - Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, San José, C.R.
- 2.- C.F.I.A. (1984) - Código Sísmico de Costa Rica (2. edición) - Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, San José, C.R.
- 3.- Gere, J. & Shah, H.C. (1984) - Terra Non Firma - W.H. Freeman & Company, San Francisco, Calif.
- 4.- Lomnitz, C. & Rosenblueth, (1976) - Seismic Risk and Engineering Decisions - Elsevier Scientific Publish. - Co., Amsterdam.
- 5.- Mortgat, Ch. et al. (1977) Study of Seismic Risk for Costa Rica - John A. Blume Earthquake Engineering Center, Stanford University, Calif. - Report No. 25.
- 6.- Newmark, N.M. & Rosenblueth, E. (1971) - Fundamentals of Earthquake Engineering - Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- 7.- Rikitake, T. (1976) - Earthquake Prediction - Elsevier Scientific Publishing Co. Amsterdam.
- 8.- Sauter, F. & Shah, H.C. (1978) - Estudio de Seguro contra Terremoto - Instituto Nacional de Seguros, San José, Costa Rica.
- 9.- Sauter, F. (1979) - Damage Prediction for Earthquake Insurance - II. U.S. Conference Earthquake Engineering, Stanford, Calif.
- 10.- Sauter, F., McCann, M. & Shah, H.C. (1980) - Determination of Damage Ratios and Insurance Risk for Seismic Regions - VII. World Conference on Earthquake Engineering, Istanbul, Turkey.
- 11.- Sauter, F. (1984) - Earthquake Resistant Design Criteria for Precast Concrete Structures - VIII. World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco, Calif.
- 12.- Sauter, F. (1984) - Consideraciones de Diseño Asísmico de Puentes - IV. Congreso Venezolano de Sismología e Ingeniería Sísmica, Barquisimeto, Venezuela, 1984.

**Cinco "ideas constructivas"
en una sola calidad:**

METALCO

Más techo, más calidad.

Metalco Colima de Tibás

Teléfonos: 35-20-28
36-43-39
36-08-39

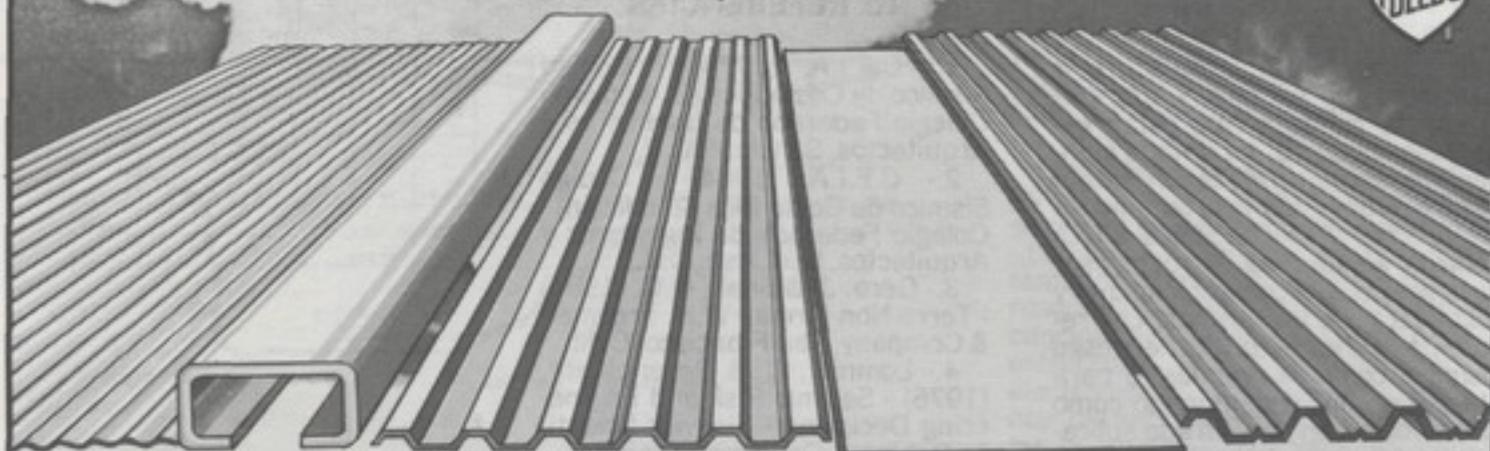


Lámina ondulada

Perfiles

Lámina rectangular

Lámina lisa

Canaleta

SQ6 La solución flexible



Equipos de sonido P.A.
Amplificadores, columnas, micrófonos
parlantes, etc.



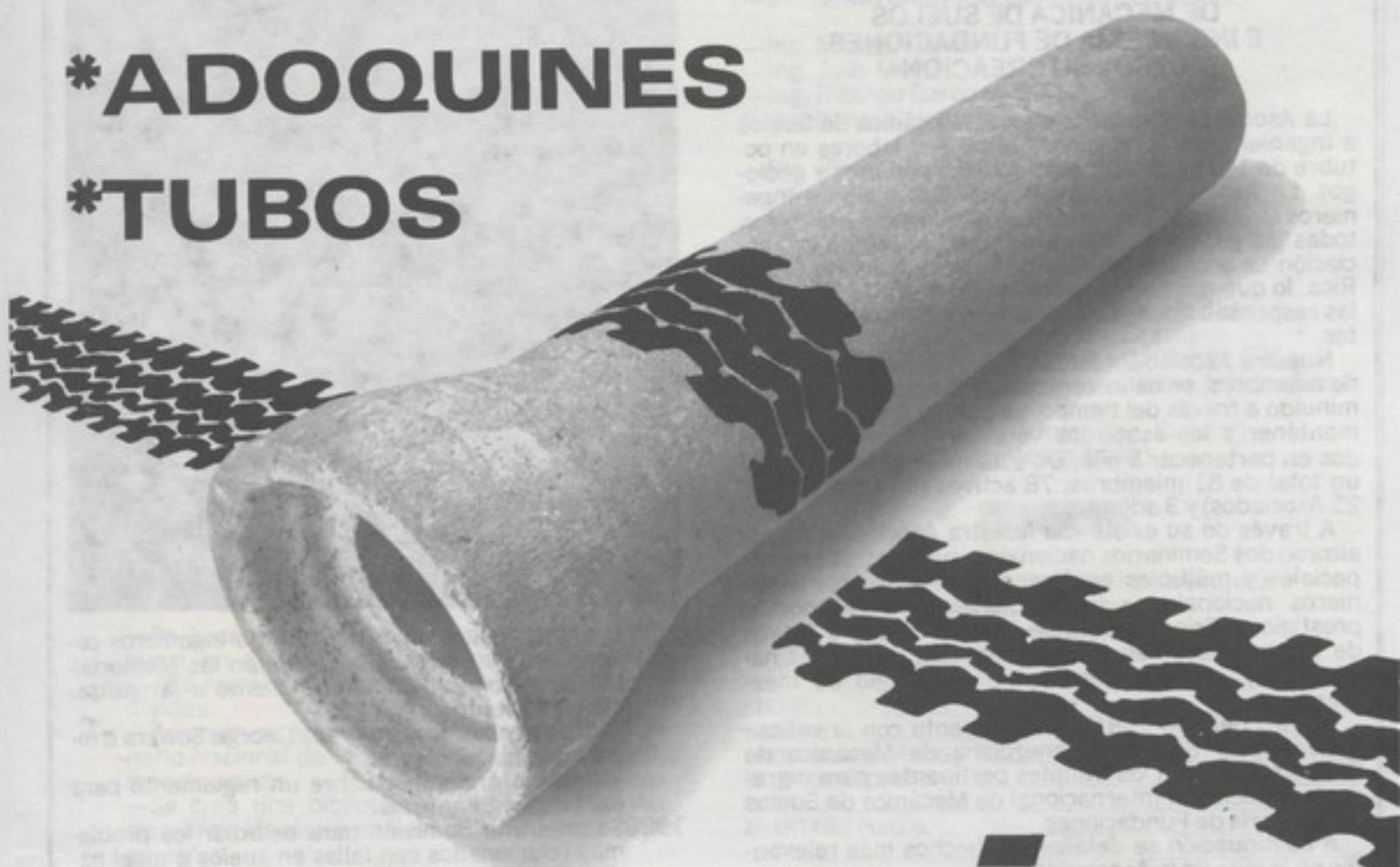
ELECTROCOM

Apdo. 7742, Tlx. 3050 CR, Tel. 53-00-83



Nosotros se lo garantizamos...

- * BLOQUES
- * ADOQUINES
- * TUBOS



CONCRETO INDUSTRIAL S.A.

Teléfono 29-00-77 Apdo. 177 Moravia - San José, Costa Rica

becas
concursos
seminarios
congresos
exposiciones

RESUMEN DE LAS ACTIVIDADES DE LA ASOCIACION COSTARRICENSE DE MECANICA DE SUELOS E INGENIERIA DE FUNDACIONES DESDE SU CREACION

La Asociación Costarricense de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones inició sus labores en octubre de 1979 con un grupo de 25 ingenieros y geólogos. La Asociación nació adscrita al Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica. Sin embargo se realizaron todas las gestiones legales del caso para que la Asociación se acogiera a la ley de Asociaciones de Costa Rica, lo que nos convirtió en una Persona Jurídica con las responsabilidades e independencia correspondientes.

Nuestra Asociación está constituida por un número de miembros, se ha incrementado y algunas veces disminuido a través del tiempo, ya que su política ha sido mantener a los asociados verdaderamente interesados en pertenecer a ella. De este modo a la fecha hay un total de 81 miembros, 78 activos (53 Ingenieros y 25 Asociados) y 3 adjuntos.

A través de su existencia nuestra Asociación ha realizado dos Seminarios nacionales, cursos, trabajos especiales y múltiples conferencias técnicas con ingenieros nacionales e internacionales de reconocido prestigio. Adicionalmente se ha participado a través de sus miembros en mesas redondas, congresos nacionales y juntas técnicas ante el Colegio de Ingenieros.

A fines del año 1981 principalmente con la valiosa ayuda de la Sociedad Venezolana de Mecánica de Suelos se hicieron los trámites pertinentes para ingresar a la Sociedad Internacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones.

A continuación se detallan los hechos más relevantes en la vida de la Asociación:

- 1979 Mes de agosto: Creación de la Asociación.
- 1979 Mes de noviembre: 1er. Seminario Nacional de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones.
- 1980 Participación activa de la Asociación en el 1er. Congreso Nacional de Ingeniería Civil.
Se inician los trámites para pertenecer a la Sociedad Internacional (ISSMFE).
- 1981 Ingreso a la Sociedad Internacional.
Se realizan varias conferencias técnicas.
- 1982—2° Seminario Nacional de Mecánica de Suelos



con participación de un grupo de ingenieros colombianos y nacionales. Se editan las Memorias del 2° Seminario simultáneamente a la realización del evento.

—Ciclo de Charlas con el Dr. George Sowers e ingenieros nacionales.

—Informe preliminar sobre un reglamento para excavación de zanjas.

- 1983 Se crea una Comisión para estudiar los problemas relacionados con fallas en suelos a nivel nacional.

Año muy activo en conferencias técnicas.

- 1984 Censo de una semana con Vinod Garga PhD, con la colaboración del Servicio Canadiense de Ejecutivos en el Extranjero (C.E.S.O.)

—Se formaliza la situación contable y legal de la Asociación.

—Se establece un logotipo propio de la Asociación.

—Se hacen varias conferencias técnicas.

- 1985—Se hacen carnés de identificación de los asociados.



—Se hacen los preparativos para participar en mayo, en el III Congreso Nacional de Ingeniería Civil a nivel de conferencias técnicas y mesas redondas.

—También se prepara la realización del III Seminario Nacional de Mecánica de Suelos el próximo mes de agosto.

—Se crea una biblioteca especial para la Asociación de Mecánica de Suelos en el Colegio de Ingenieros.

Para complementar el detalle cronológico dado, se indica a continuación el nombre de los especialistas extranjeros que han participado en conferencias técnicas a través del tiempo:

- Dr. Don Deere (Consultor Indep. E.U.)
- Dr. Jack Hilf (Consultor Indep. E.U.)
- Dr. Eulalio Juárez Badillo (U.N.A.M. México)
- Dr. Alberto Jaime (Inst. Nal. Ing. México)
- Dr. Wilbur Charles Greer (Law Eng. E.U.)

- Dr. Georges Sowers (Law Eng. E.U.)
- Dr. Alfonso Rico Rodríguez (S.O.P. México)
- Dr. Armin Horn (RHEIM-RUHR Ing., Alemania)
- Dr. James Libby (Consult. Indep. E.U.)

- Ing. Manuel García
 - Ing. Julio Moya
 - Ing. Ricardo Barboza
- Consultores-Colombia

- Ing. Ricardo Abrahao (Promon Eng. Brasil)
- Ing. Gerardo Fracassi (Maccaferri Italia)
- Dr. George Meyerhof (Consultor, Canadá)
- Dr. Vinod Garga (Klohn Leonoff, Canadá)
- Dr. Hani Keira (Consultor Canadá)
- Dr. Andre Pautre (Gesconseil, Francia)
- Dr. Mariano Fernández-Bollo (SRG, España)
- Ing. Nelio Gaioto (Promon Eng. Brasil)
- Dra. Karen Mc Nalley (Univ. de California E.U.)
- Ing. Anthony Peter Benson (Kier Internacional, Inglaterra)
- Ing. Eduardo Escobar (Organizac. Condor)
- Ing. L. Casertano (Profesor, Italia)



**ASOCIACION COSTARRICENSE DE MECANICA
DE SUELOS E INGENIERIA
DE FUNDACIONES**

"SOLICITUD DE INSCRIPCION"

FECHA.: _____

NOMBRE.: _____

PROFESION U OFICIO.: _____

TELEFONO.: OFICINA.: _____

CASA.: _____

APARTADO POSTAL _____

DIRECCION.: _____

CAMPO DE ACTIVIDADES: _____

FIRMA DEL SOLICITANTE: _____

CEDULA No. _____

ME PRESENTAN LOS SIGUIENTES MIEMBROS ACTIVOS DE LA ASOCIACION.:

FIRMA _____ FIRMA

NOMBRE _____ NOMBRE

Para escuela, formación profesional y profesión:

"El sistema de instrumentos de dibujo rotring. Para que sus dibujos se puedan presentar en todas partes."



Estilógrafo rotring variant B para el dibujo a tinta china

rotring finalizer F para el boceto técnico

Juegos de estilógrafos

Reglas, escuadros, transformadores

Plantillas de rotulado

Plantillas de dibujo para todo uso

Composes y estuches de composes para todos los exigencias

En el sistema de instrumentos de dibujo rotring todos los elementos son combinables entre sí. Por eso se puede empezar a dibujar con rotring y luego continuar siempre con él.

Millones de delineantes y dibujantes de todo el mundo lo saben. Por eso también siguen decidiéndose siempre por rotring.

Pues rotring significa **PRECISION SIN CONCESIONES.**

Elija de nuestra variadísima oferta: estilógrafos y tintas chinas, plantillas de símbolos y rotulado, tableros de dibujo y composes... y otros muchos instrumentos auxiliares de dibujo.

Distribuidores



COPIACO S.A. SAN JOSE
175 M. S. SODA PALACE
TELS.: 21-10-10 Y 21-10-11



COPIACO CARTAGO LTDA.
75 M. S. CENTRAL BOMBEROS
TEL.: 51-66-83



COPIACO LIBERIA LTDA.
225 M. E. DE LA MUNICIPALIDAD
TEL.: 66-16-06



PASEO COLON
FTE. AL CENTRO COLON.
TELS.: 22-25-26 Y 21-05-06



50 M. SUR DE A Y A
PASEO DE LOS ESTUDIANTES.
TEL.: 33-24-03



URB. LOS COLEGIOS
MORAVIA FTE. AL CEMENTERIO.
TELS.: 36-10-10 Y 36-23-36



SAN PEDRO M. DE OCA
200 M. N. BANCO ANGLO.
TELS. 24-10-10 Y 24-20-20



FONT S.A.

36 AÑOS SIRVIENDO AL PAIS SON SU MEJOR GARANTIA

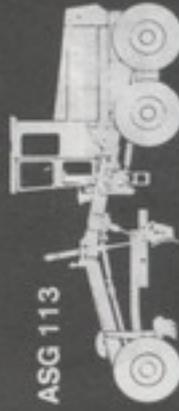
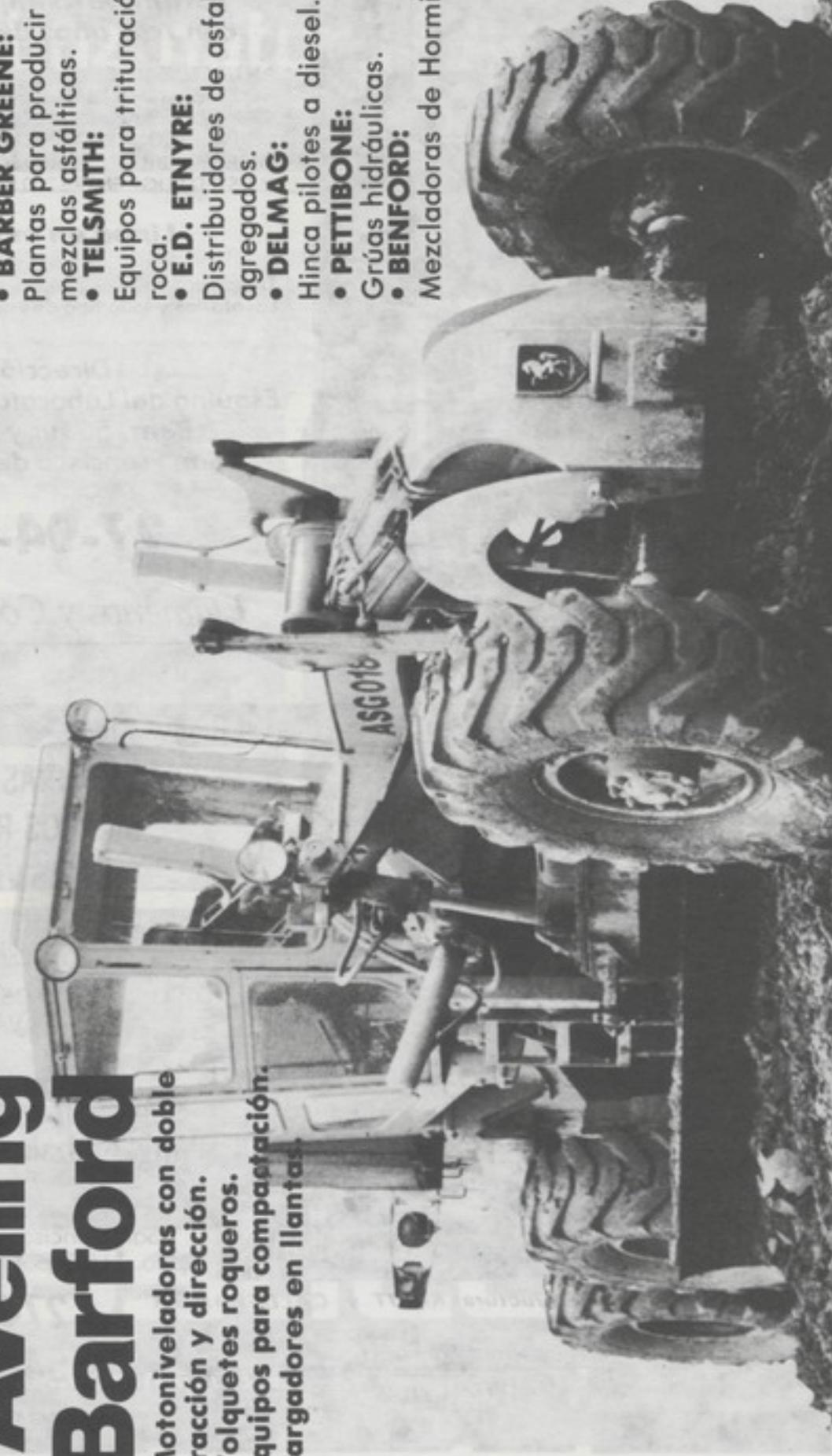
ALMACEN FONT S.A.
APDO. 10295 SAN JOSE
LA URUCA TEL.: 32-82-22

Aveling Barford

Motoniveladoras con doble
tracción y dirección.
Volquetes roqueros.
Equipos para compactación.
Cargadores en llantas.

Con las Mejores Marcas:

- **BARBER GREENE:**
Plantas para producir
mezclas asfálticas.
- **TELSMITH:**
Equipos para trituración de
roca.
- **E.D. ETNYRE:**
Distribuidores de asfalto y
agregados.
- **DELMAG:**
Hinca pilotes a diesel.
- **PETTIBONE:**
Grúas hidráulicas.
- **BENFORD:**
Mezcladoras de Hormigón.



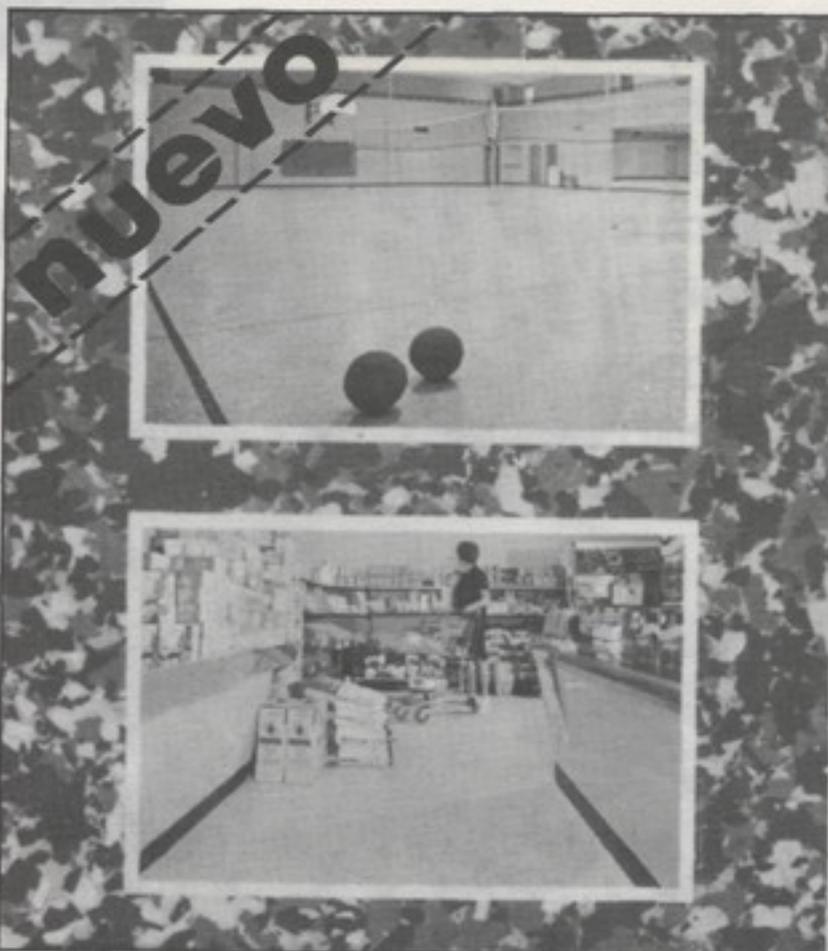
ASG 113



ASG 018



ASG 021



nuevo

CANDURA®

Totalmente importada y con tres años de garantía

- * ANTIDESLIZANTE
- * NO SE MANCHA NI ADHIERE LAS GRASAS
- * RAPIDO DE APLICAR SOBRE CUALQUIER SUPERFICIE: CONCRETO, MOSAICO O MADERA
- * IMPERMEABILIZA Y PROTEGE LAS SUPERFICIES Y USTED ELIGE ENTRE 200 PRESENTACIONES

Línea en marmol

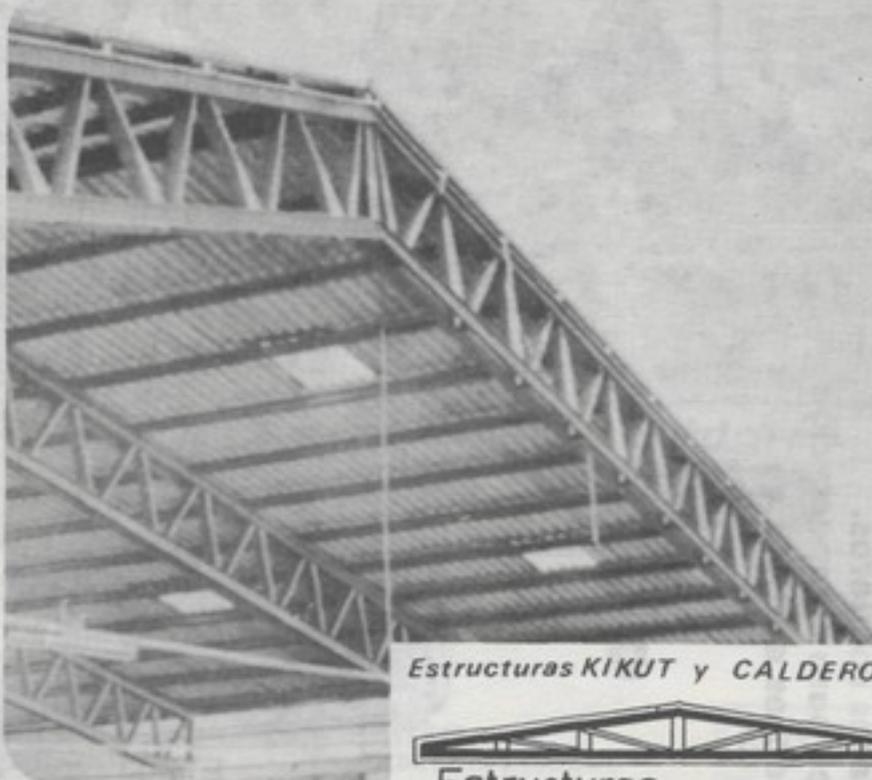
- * Tinas para baño
- * Lavatorios y todo tipo de enchape.

Dirección

**Esquina del Laboratorio Mercedes Benz, 50 sur y 25 este.
San Francisco de Dos Ríos.**

27-94-40

Llámenos y Consúltenos



ESTRUCTURAS METALICAS MARCOS RIGIDOS REJAS-VERJAS

Estamos al servicio de la construcción

**Ing. Edmundo Kikut L.
Ing. Gonzalo Calderón V.**

*San Francisco de Dos Ríos
Apdo. 115 Zapote, San José, C.R.*

Estructuras KIKUT y CALDERON SA

27-09-78

54-95-55



Luz natural: Acrílico



Tanto en amplios locales comerciales como en viviendas el aprovechamiento de la luz natural como elemento de diseño arquitectónico requiere del acrílico para su total realización.

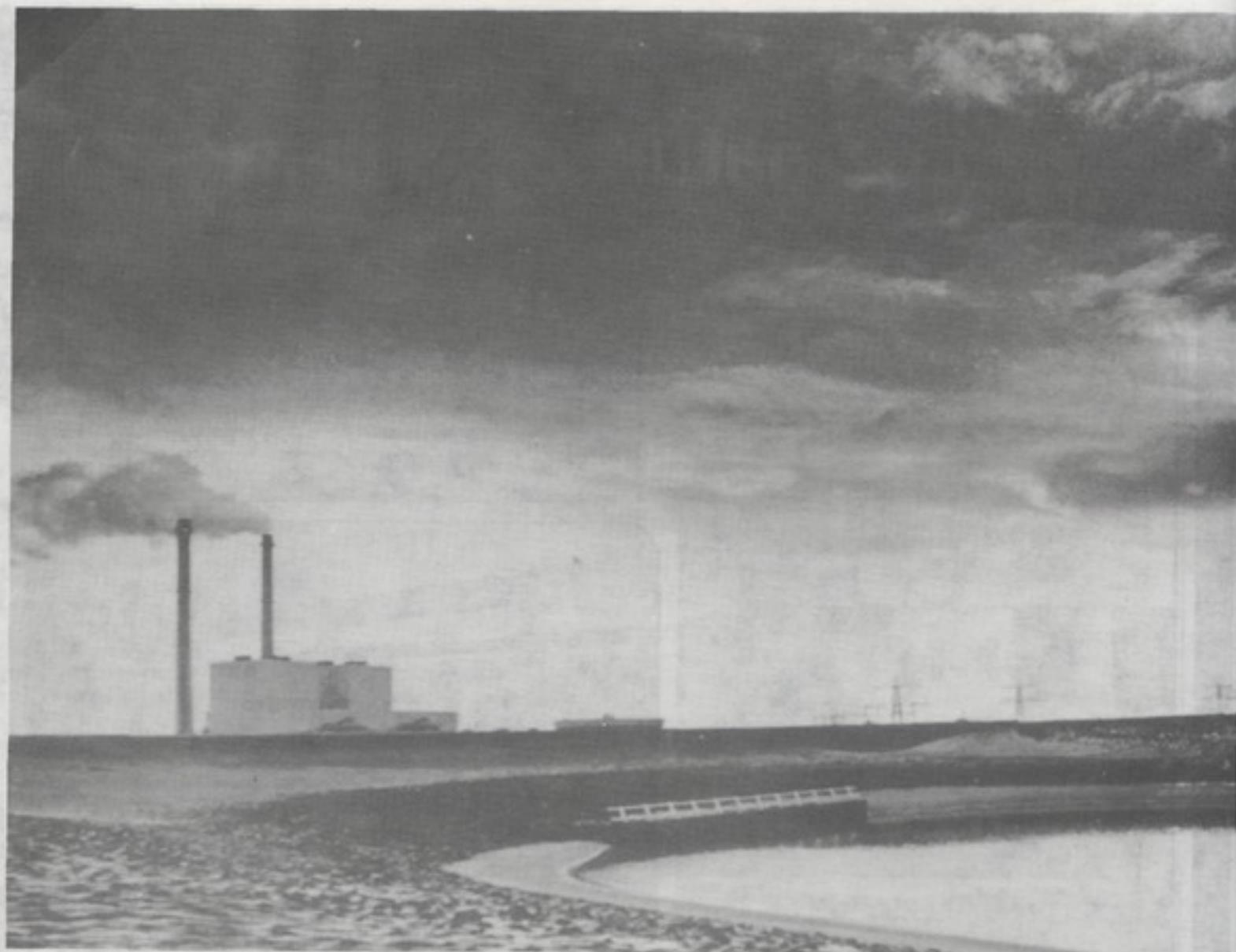


Asesoramiento,
Diseño,
Fabricación e
Instalación: por **neon nieto s.a.**

Diseño:
B.B.G. ARQUITECTOS E INGENIEROS S.A.
ARQ. OCTAVIO SILVA O.
ARQ. CARLOS BARRENECHEA L.
Proyectos:
EDIFICIO MARIA DEL CARMEN
PROPIEDAD GRUPO ESQUI-VOL.
RESIDENCIA SR. RODOLFO PRESTINARY Y SRA.

PLASTILUZ®

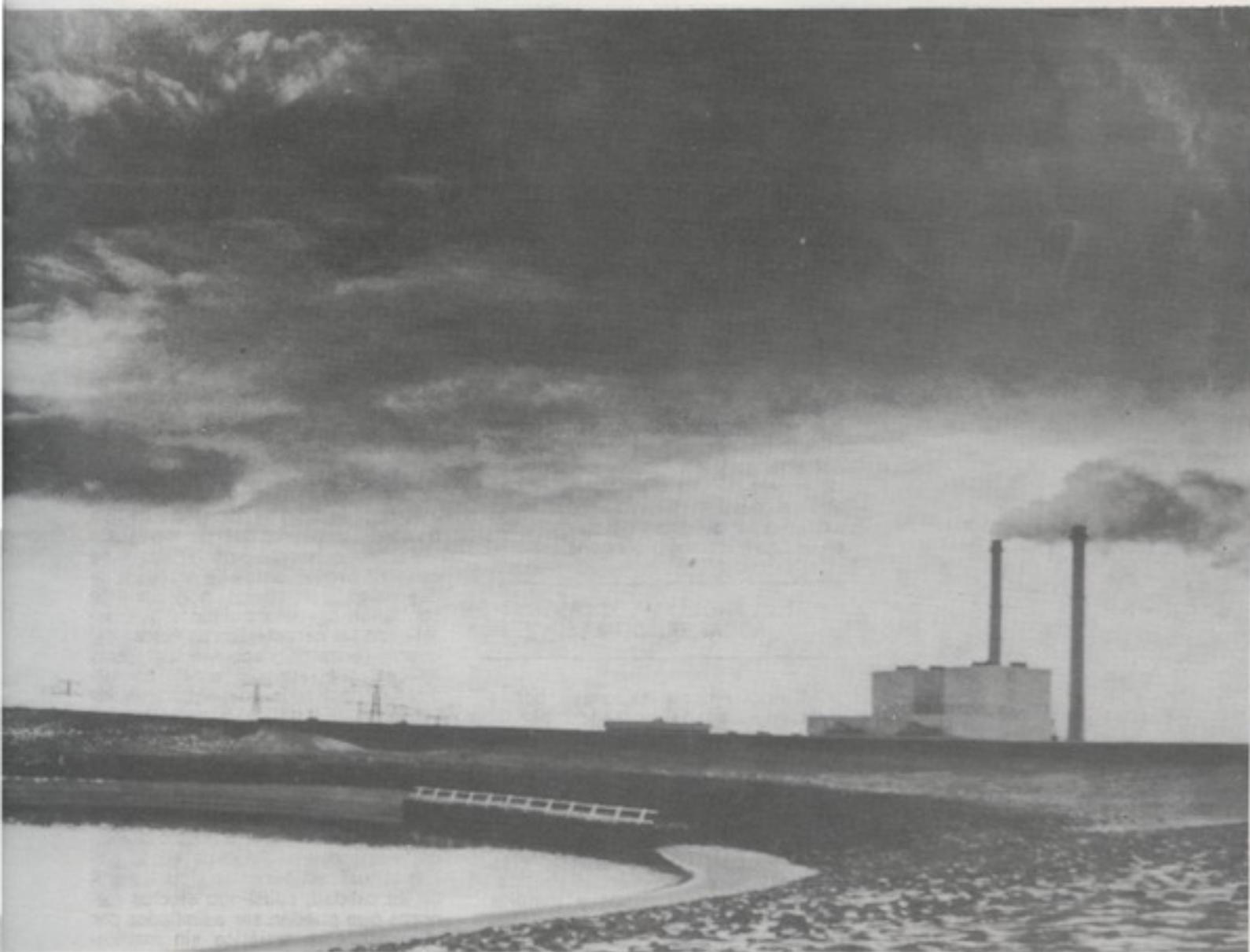




Aguas Residuales

¿Qué ha pasado con su tratamiento?





PRESENTACION

Costa Rica es hoy día un país que ostenta una prestigiosa posición dentro de la escala del desarrollo de la ingeniería sanitaria y ambiental en Centro América.

Así por ejemplo, en el campo del control de la calidad del agua, ha avanzado a pasos agigantados en lo que a cobertura de agua potable se refiere, dejando sin embargo prácticamente de lado el problema de la contaminación de masas de agua con todos los impactos adversos inherentes a ello: Destrucción de acuíferos aptos para abastecimiento de agua potable, deterioro de lagos y embalses por eutroficación, destrucción de terrenos de cultivo por riego con aguas contaminadas, creación de vectores de propagación de enfermedades de origen hídrico, destrucción de ecosistemas acuáticos de ríos por envenenamiento y agotamiento del oxígeno disuelto, contribución a desequilibrios de ecosistemas marinos debido a concentración excesiva de nutrientes en

los estuarios, deterioro estético de las guas y el paisaje, pérdida del valor de las propiedades adyacentes, etc.

Este problema igualmente existe en los países centroamericanos, por lo que se debe plantear la pregunta:

¿Qué ha pasado con los tratamientos de aguas residuales?

La respuesta es bastante compleja pues se basa en consideraciones políticas, económicas, de orden institucional administrativo, y de recursos técnicos y humanos. Para llegar a una conclusión bien fundamentada es necesario tocar aspectos técnicos, así como también algunos otros que pueden en algún momento herir susceptibilidades.

Se presenta a continuación una disertación tipo "ensayo", la cual se basará en el conocimiento técnico de su autor adquirido en estudios de postgrado en México y Brasil, y enriquecido por su experiencia profesional en la materia en Costa Rica.

Es obvio, en consecuencia, que algunas de las conclusiones pueden es-

... de los servicios, así como también las plantas potabilizadoras...

... de las aguas residuales...

... de las aguas residuales por el...

... de las aguas residuales por el...

... de las aguas residuales por el...

... de las aguas residuales...

... de las aguas residuales por el...

... de las aguas residuales por el...

... de las aguas residuales por el...

tar sesgadas de acuerdo con su criterio profesional, lo cual si así fuera propiciaría posibles errores de inducción al ser generalizadas hacia los demás países hermanos de Centroamérica. No obstante se cumpliría el principal objetivo de la ponencia: Concientizar a los lectores del problema existente, abrirles los ojos sobre las posibles causas y consecuencias, y marcar los lineamientos de la brecha que algún día será el camino a la recuperación de la calidad ambiental de nuestros recursos hídricos.

Se contestará asimismo a las preguntas: Por qué las plantas de tratamiento en general constituyen un aumento en la contaminación ambiental en vez de una disminución, y por qué se confía más en los consultores extranjeros de países desarrollados en vez de nuestros profesionales.

EL PROBLEMA DE LAS AGUAS RESIDUALES

Tradicionalmente las zonas urbanas colectan las aguas de desecho provenientes de viviendas, comercios y edificaciones a través de sistemas de alcantarillado sanitario.

Estas aguas, que llamaremos aguas residuales, y más específicamente aguas negras, ya que en su mayoría están poluidas con orina y excretas humanas, arrastran grandes cantidades de microorganismos y materia orgánica en descomposición, las cuales se descargan finalmente en un cuerpo de agua receptor sin tratamiento alguno.

Al existir microorganismos, así como suficiente alimento para su supervivencia y crecimiento, la situación se complica al verse deteriorada la calidad sanitaria del cuerpo receptor con sus consecuentes efectos en el medio ambiente: Transmisión de enfermedades infectocontagiosas a las personas en contacto con el agua, propagación de enfermedades en forma indirecta a través de vectores naturales, contaminación de terrenos de cultivo y mantos acuíferos, etc. Adicionalmente, las necesidades metabólicas de estos microorganismos conllevan consumo de oxígeno disuelto, presente en el agua, de tal suerte que si este requerimiento es mayor que la capacidad de oxigenación del cuerpo receptor, desaparecerá el oxígeno disuelto y dicho metabolismo aeróbico, desarrollándose en consecuencia un nuevo tipo de organismos, llamados anaeróbicos, los cuales toman el oxígeno a través de las reacciones bioquímicas que propician para su supervivencia.

Esta actividad anaeróbica está acompañada de desprendimiento de gases malolientes, deterioro estético

de las aguas (septización), y destrucción del ecosistema acuático de nivel superior.

Si las aguas negras en cuestión han recibido el aporte de desechos provenientes de una persona enferma, los gérmenes responsables de su enfermedad serán evacuados a través de estos desechos, multiplicándose en el agua negra debido a la gran cantidad de nutrientes presentes en ella.

Enfermedades tales como tifoidea, cólera, fiebre paratifoidea, hepatitis, disentería bacilar, esquistosomiasis, poliomielitis y conjuntivitis son apenas unas de las muchas que se pueden propagar rápidamente a través de agua contaminada, existiendo un riesgo potencial enorme de que esto suceda si no se controla este tipo de descargas en los cuerpos de agua.

Asimismo, existen otras aguas de desecho provenientes de procesos industriales, las cuales normalmente contienen agentes químicos que deterioran las características físicas del cuerpo receptor, y aportan sustancias tóxicas que aunque estén en pequeñas cantidades desequilibran los ecosistemas acuáticos y terrestres adyacentes.

Por supuesto que existe una minoría de estas aguas residuales (negras e industriales) que reciben "tratamiento", entendiéndose por ello a algún proceso físico, químico o biológico, o una combinación de ellos, gracias al cual recuperan en alguna medida su calidad, causando efectos menores que pueden ser asimilados por el ecosistema acuático sin implicaciones ambientales.

En nuestra área centroamericana sin embargo, estos tratamientos en general operan inadecuadamente debido a razones que mas adelante se detallarán, produciendo efluentes de mala calidad que impactan en la misma forma que las aguas residuales crudas, con un agravante: Durante su permanencia en la planta de tratamiento desprenden gases malolientes, deterioran el paisaje, constituyen un nuevo foco de propagación de enfermedades, y no contento con ello, exigen gastos de dinero considerables para mantenerlas en operación.

Se presenta seguidamente una breve descripción de los principales tipos de tratamiento de aguas residuales profundizando únicamente en los aspectos vitales de su operación, como antesala para los capítulos siguientes.

TRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES

Los tratamientos de aguas residuales se dividen para su estudio en tres categorías: primarios, secundarios y terciarios.



Se entiende por tratamiento primario a aquel acondicionamiento preliminar del agua de desecho a través de procesos físicos tales como cribado, flotación o sedimentación, o en contadas ocasiones mediante coagulación química. La idea de esa fase es eliminar del agua cruda sólidos en suspensión y materias sobrenadantes que puedan deteriorar los equipos e instalaciones del proceso siguiente, así como mejorar la apariencia estética de las aguas en el mismo. En este tratamiento se contribuye en alguna medida a la remoción de materia orgánica antes del tratamiento secundario.

El tratamiento secundario, siempre precedido por uno primario, se refiere a la depuración del agua residual mediante la acción de microorganismos, en general bacterias, aprovechando su condición natural de alimentarse de un sustrato más complejo para producir desechos orgánicos más simples o material inorgánico completamente estable. De ahí que se conocen como procesos biológicos de tratamiento.

El tratamiento terciario o avanzado, se refiere a procesos específicos de refinamiento de los efluentes del tra-

tamiento secundario, gracias al empleo de procesos más complicados que los anteriores y más costosos, destinados por ejemplo a la reutilización del recurso hídrico, eliminación de compuestos químicos específicos (v.g. fosfatos y nitratos), eliminación de radionucleidos, etc.

De acuerdo con los objetivos de esta ponencia, y dadas las posibilidades técnicas y económicas de nuestros países, nos referiremos únicamente a los tratamientos secundarios o biológicos, considerando dentro de la discusión solamente las unidades básicas que constituye cada tipo de tratamiento. Asimismo, hasta donde sea posible, se prescindirá de terminología técnica especializada para facilitar la comprensión del tema a los honorables colegas que se han orientado hacia otros campos de la ingeniería.

Se puede decir que existen tres tipos fundamentales de tratamiento biológico: Lagunas de estabilización, Lodos activados y Filtros percoladores.

Existen también modalidades que combinan los tipos anteriores, las cuales dadas las características de la

ponencia no serán discutidas, así como tampoco las plantas patentadas paquete.

Lagunas de estabilización

Las lagunas de estabilización son el proceso más rudimentario del tratamiento biológico. Consisten en estanques de grandes dimensiones construidos directamente sobre el terreno de tal forma que el agua residual permanezca largos períodos de tiempo hasta ser mineralizada gracias a la acción de la propia naturaleza.

Para efectos de tratamiento existen dos modalidades de laguna:

Lagunas facultativas

Son las más usuales en nuestro medio, se diseñan de tal manera que se propicie una zona de descomposición aeróbica (oxidación) en el estrato superior del estanque (zona eufótica) y una zona de descomposición anaeróbica (fermentación) en el estrato en contacto con el fondo (zona bentónica) debido a acumulación excesiva de materia orgánica por sedimentación.

La zona superficial aeróbica, tal y como se muestra en la Figura N° 1, actúa como "filtro" de los gases producto de la fermentación anaeróbica del fondo, de tal suerte que no existen malos olores. Esta aerobicidad se garantiza gracias al equilibrio que debe existir entre dos tipos de microorganismos que actúan simbióticamente: Las bacterias y las algas.

Las bacterias son las responsables de la estabilización de la materia orgánica, tomando su energía a partir del oxígeno que producen las algas como desecho de la fotosíntesis durante el día, así como del oxígeno que en forma natural es absorbido por el agua superficial al estar en contacto con el aire y la acción del viento. Por su parte, las algas son organismos fotótrofos y autótrofos, esto es, requieren de la luz solar para producir biomasa y crecer (fotosíntesis) y de carbono inorgánico como nutriente básico. Este carbono es tomado en forma de dióxido de carbono, el cual es un desecho natural de las bacterias aeróbicas anteriormente citadas durante su mecanismo de oxidación de la materia orgánica. (Ver Figura N° 1).

Existe en este tipo de lagunas una zona intermedia de dominio de bacterias facultativas, es decir, las que pueden vivir en presencia o no de oxígeno disuelto, quienes dan su nombre a esta modalidad del tratamiento.

Lagunas anaeróbicas

Para conseguir la anaerobiosis total del estanque, se diseñan de menor tamaño y gran profundidad. De esta forma se eleva la carga orgánica aplicada a valores tan altos que agotan cualquier traza de oxígeno disuelto en forma inmediata, e impiden el crecimiento de bacterias aeróbicas.

La gran profundidad, de hasta tres veces la de una laguna facultativa, evita que la penetración de la luz solar promueva el crecimiento de algas, por lo que se destruye la simbiosis descrita en el apartado anterior.

Es así como el tratamiento es efectuado por bacterias anaeróbicas, cuyos productos de desecho son gases malolientes, acompañados de una apariencia estética desagradable de color grisáceo, en vez del color verde agradable de las lagunas facultativas, debido a la proliferación de algas.

Las consideraciones anteriores no significan que esta modalidad del tratamiento no es conveniente. Todo lo contrario, es una gran solución para efectos de reducir áreas de terreno y costos de operación, siempre que las

características del mismo, su posición respecto a la mancha urbana, y las características meteorológicas predominantes así lo permitan.

Estas son algunas de las consideraciones que un consultor responsable debe tomar en cuenta al decidir sobre el tipo de tratamiento adecuado a una situación dada, como se verá más adelante.

Lodos activados

Se conoce como proceso de lodos o fangos activados al sistema de tratamiento biológico mediante el cual se pone en contacto el residuo a degradar con una masa microbiana compuesta en su mayoría por bacterias aeróbicas, bajo condiciones ambientales controladas para optimizar la eficiencia.

Como se muestra en la Figura N° 2, existe un tanque aerador, el cual es el reactor biológico o corazón del proceso, pues es en él en donde se llevan a cabo las reacciones bioquímicas responsables de la degradación del residuo. En este aerador el agua residual es retenida durante el tiempo adecuado para ese fin, suministrando oxígeno a los microorganismos al mismo tiempo que se homogeniza la mezcla (Licor Mezclado).

Existen dos modalidades básicas de aeración, las cuales a su vez permiten establecer otras variantes. Estas modalidades básicas son: El reactor de mezcla completa y el reactor de flujo pistón (lodos activados convencional).

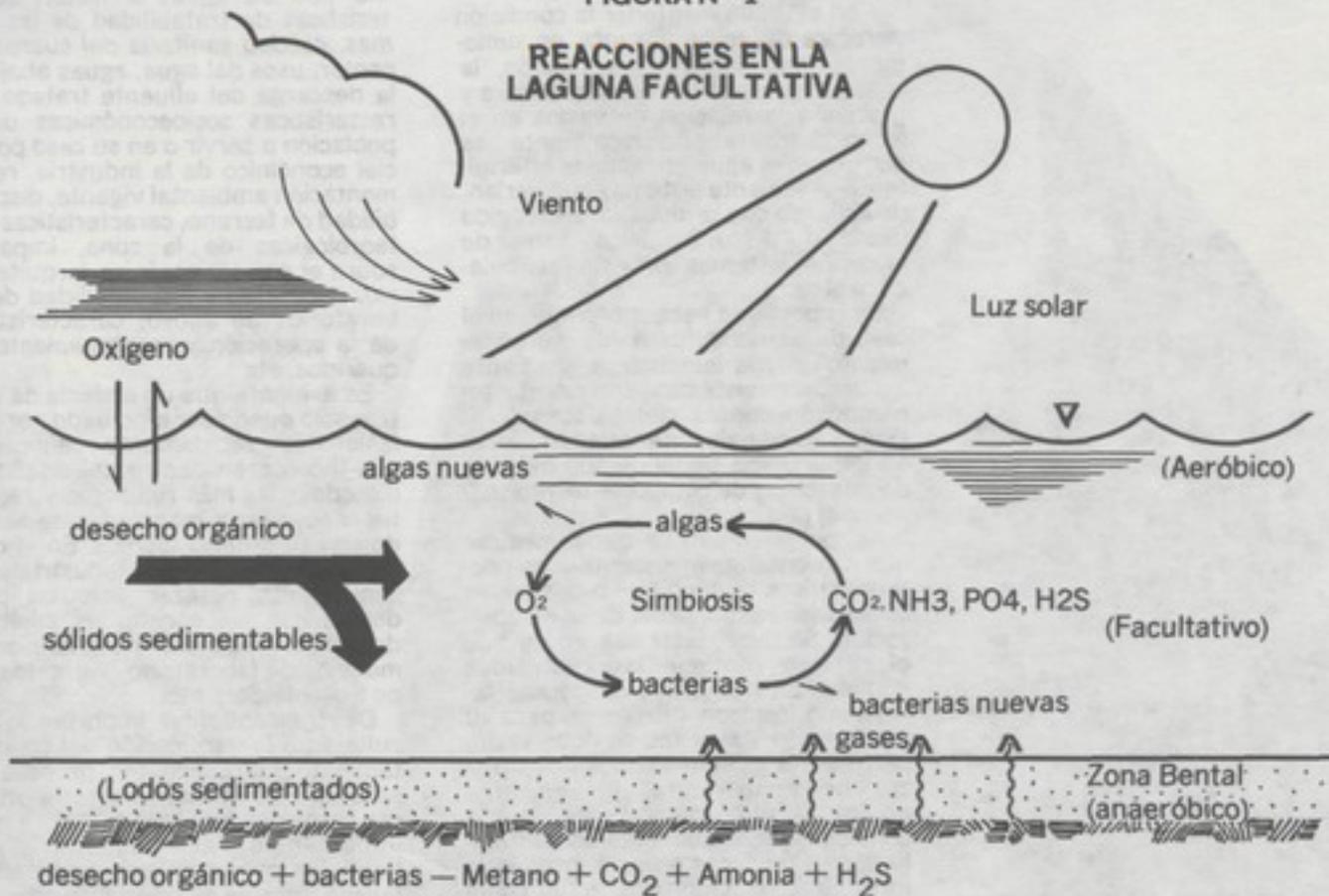
En el primer caso los equipos aeradores son mezcladores superficiales de alta potencia que agitan el agua con gran turbulencia para mantener una mezcla homogénea del licor mezclado, garantizándose la aeración por inclusión de aire durante la turbulencia.

En el segundo caso los tanques de aeración se construyen alargados para propiciar el flujo hidráulico conocido como "pistón" o "tapón", el cual supone concentración constante de materia orgánica en cualquier sección transversal al flujo, y disminución de la misma a lo largo del reactor. La aeración en este caso es propiciada a través de difusores de aire colocados en el fondo del estanque.

Tanto en uno como en otro caso, así como en cualquiera de sus variantes (Aeración graduada, aeración prolongada, proceso Krauss, aeración escalonada y estabilización-contacto), el éxito del proceso depende de poder mantener en el aerador una concentración de biomasa constante en relación con sus requerimientos nutricionales. Esta relación es normalmente controlada a través del "Factor de Carga", el cual varía dependiendo de la modalidad del proceso. Así por ejemplo, para los procesos de mezcla completa y de flujo pistón se requiere una relación tal que haya exceso de

FIGURA N° 1

REACCIONES EN LA LAGUNA FACULTATIVA



alimento (sustrato o residuo) respecto a sus necesidades. De esta forma se mantendrán los microorganismos en la llamada fase de crecimiento logarítmico en la que el crecimiento neto es máximo, así como la velocidad de degradación del sustrato.

Para evitar el "lavado" de biomasa (lodos activados) del reactor, se construye una unidad denominada sedimentador secundario, en vista que está precedido por un proceso de tratamiento secundario, cuya función es la de recuperar esta biomasa aprovechando el hecho de que es floculenta, y recircular parte de ella hasta el aerador mediante un sistema de bombeo.

Esta recirculación de lodos, y el control del equilibrio del reactor constituyen el mayor problema operacional del proceso, y es precisamente donde fallan nuestros sistemas en operación en Centroamérica, entre otros aspectos.

La recirculación de lodos no puede ser total debido a que la masa de microorganismos está aumentando rápidamente, incremento explicado a través de la fase de crecimiento logarítmico en que se encuentra. De ahí

la necesidad de controlar mediante análisis de laboratorio continuo este crecimiento, con el fin de calcular la purga de lodos que debe efectuarse.

Si esta purga no se hiciera, la masa de lodos biológicos crecería hasta un punto en que el alimento presente sería insuficiente para satisfacer sus requerimientos metabólicos, y empezaría una competencia por la supervivencia conocida como respiración o metabolismo endógeno, en la que los microorganismos se autodestruyen deteriorándose la eficiencia del proceso.

Estos lodos de exceso o purga, junto con los extraídos del sedimentador primario (Tratamiento primario), el cual no siempre se construye dependiendo de la modalidad de lodos activados (v.g. canales de oxidación), son enviados a algún proceso de secamiento y estabilización final antes de ser depositados en forma sanitaria en el terreno.

Los países avanzados utilizan normalmente biodigestores anaeróbicos, para este fin, el cual no es económicamente factible en nuestro medio, prefiriéndose la disposición en camas o lechos de secado.

Filtros percoladores

Al igual que el proceso anterior, los filtros percoladores, también conocidos como biofiltros o filtros de goteo, pueden estar precedidos por un sedimentador primario. El filtro percolador es el reactor biológico y la estabilización se logra gracias a la distribución del agua residual en delgadas películas líquidas sobre un lecho de piedra o de material sintético que posea una gran superficie específica. Debido a los nutrientes presentes en el agua, se forma en la superficie del lecho una capa gelatinosa conocida como zooglea, constituida por una capa de bacterias anaeróbicas interna y una capa de bacterias aeróbicas externa, las cuales actúan como estabilizadoras del desecho.

Esta capa biológica o zooglea se desprende periódicamente de la superficie porosa debido a la mortalidad de las bacterias, lo que produce el arrastre de sólidos en suspensión en el agua tratada. Es por ello que se debe construir siempre un sedimentador secundario que separe esta materia desprendida y la pueda enviar a

un sitio de disposición final adecuado, generalmente lechos de secado.

Con el fin de mantener la condición aeróbica del lecho filtrante, es sumamente importante la ventilación, la cual se logra por convección de aire y gracias a la relación de vacíos en el lecho filtrante. Adicionalmente se distribuye el agua en láminas intermitentes, mediante sistemas que varían, de acuerdo con la modalidad escogida (Biofiltro, disco biológico, torre de filtración, sistemas con y sin recirculación, etc.).

Es importante hacer notar que en el caso de aguas industriales, su tratamiento puede efectuarse mediante los mismos sistemas anteriores, teniendo en cuenta ciertas consideraciones adicionales que pueden variar de importancia dependiendo del tipo de desecho y de comportamiento respecto al tiempo.

Así por ejemplo, se debe verificar que no contenga agentes tóxicos bacteriostáticos que inhiban o destruyan la biomasa responsable de la estabilización. Se debe estar seguro de que el residuo contiene las cantidades mínimas de nutrientes esenciales tales como fósforo y nitrógeno, para su crecimiento. Asimismo se debe verificar que no existan variaciones bruscas de temperatura, pH y carga orgánica, situación que se puede controlar adecuadamente con estabilizadores químicos o quizá diseñando un tanque recibidor que actúe como regulador de estas variaciones, etc.

Si el residuo es sumamente agresivo en cuanto a carga orgánica, es ideal pensar en la aplicación de estos procesos combinados en serie, existiendo la posibilidad de múltiples combinaciones.

Todas estas consideraciones deben ser efectuadas dentro de un marco de absoluta seriedad profesional a fin de encontrar la solución mas conveniente tanto técnica como económicamente, y es aquí donde de nuevo se encuentran fallas en nuestra área centroamericana.

REQUISITOS PARA LA ADECUADA OPERACION

Existen cuatro aspectos que deben efectuarse a cabalidad para obtener óptimos resultados del tratamiento, medidos en términos de eficiencia en la remoción de materia orgánica, sólidos en suspensión y microorganismos. Estos aspectos son: Concepción y Diseño del Proyecto, Puesta en Marcha, Operación y Mantenimiento, y Control Operacional.

Concepción y Diseño del proyecto

Es de vital importancia que el proyecto sea concebido en base a un análisis técnico-económico de alterna-

tivas, considerando factores tales como tipo de aguas a tratar, características de tratabilidad de las mismas, calidad sanitaria del cuerpo receptor, usos del agua, aguas abajo de la descarga del efluente tratado, características socioeconómicas de la población a servir o en su caso potencial económico de la industria, reglamentación ambiental vigente, disponibilidad de terreno, características meteorológicas de la zona, impactos sobre el paisaje escénico (arquitectura), necesidad y disponibilidad de laboratorios de apoyo, características de la operación y mantenimiento requeridos, etc.

Es evidente que un análisis de este tipo sólo puede ser efectuado por profesionales debidamente calificados, que incorporen dentro del diseño las metodologías más rigurosas y recientes, apoyadas y modeladas de acuerdo con su criterio técnico. En el caso particular de las aguas industriales es conveniente realizar estudios para determinar las constantes cinéticas de tratabilidad mediante el empleo de modelos de laboratorio (v.g. celdas tipo Eckenfelder), etc.

De trascendental importancia resulta aquí la verificación del comportamiento hidráulico del proceso diseñado. Esta afirmación, que a primeras pareciera innecesaria, cobra gran importancia al descubrir que múltiples proyectos han fracasado o fallado durante su operación debido a problemas hidráulicos y no sanitarios.

Puesta en Marcha

Una vez construido el sistema de tratamiento acorde con la concepción y diseño anteriormente citada, se deberá poner en marcha idealmente bajo la supervisión de su diseñador. En todo caso es necesario que el diseñador elabore un Manual de Operación y Mantenimiento del sistema, que incluya no solamente lo correspondiente a esos temas, sino las recomendaciones para su puesta en marcha y la metodología para su control operacional.

Así por ejemplo, si el tratamiento consiste en un sistema "australiano" de lagunas de estabilización (anaeróbica - facultativa en serie), el diseñador deberá prever que la laguna anaeróbica posiblemente actuará como facultativa al inicio de su operación según el período de diseño elegido y el comportamiento del incremento de la carga orgánica respecto al tiempo. Si desde su inicio la laguna opera como anaeróbica, el diseñador deberá advertir que se requiere un período de tiempo considerable para que las fases metanogénica y heterótrofa facultativa bacterianas se equilibren, produciéndose variaciones bruscas del pH con desprendimiento excesivo (mucho mayor de lo usual) de malos olores.



Si el tratamiento consiste en alguna modalidad de lodos activados el diseñador deberá observar detalladamente el crecimiento de la biomasa hasta alcanzar el punto de equilibrio, y considerar todas las normales "anormalidades" que se pueden presentar durante este período de aclimatación de los lodos activados, etc.

El autor de esta ponencia ha observado como una planta de tratamiento de canales de oxidación en Costa Rica ha operado desde su inicio durante varios años sin verificarse la presencia de lodos activados en el reactor, así como la construcción y acabado de una planta que nunca se puso en marcha porque se rumoró que iba a producir malos olores y era preferible dejarla abandonada.

Operación y Mantenimiento

La eficiencia de una planta de tratamiento, por sencilla que sea, depende de la operación y mantenimiento que se le brinde. Decía un amigo consultor brasileño: "ninguna estación de tratamiento es mejor que su operador" y esto efectivamente puede verificarse en cualquier lugar del mundo.

Las lagunas de estabilización, por ejemplo, requieren de cuidados mínimos para su mantenimiento, y su operación es prácticamente nula en vista que está influida en primera instancia por factores ambientales que escapan al control humano tales como viento, lluvia, temperatura, humedad, etc. Esta situación varía un poco en lagunas "aeradas mecánicamente" proceso que es una mutación entre lagunas de estabilización y lodos activados-aeración prolongada.

Dadas las características operacionales de las lagunas, solo pueden ser empleadas para pequeñas cargas hidráulicas y orgánicas (pueblos, ciudades pequeñas, industrias, centros comerciales, etc.), no así para grandes urbes como podrían ser las capitales de nuestros países, que son precisamente las que mayores problemas ambientales están ocasionando en los cuerpos de agua. Existen por supuesto excepciones a esta afirmación, en casos en que existan terrenos baldíos de bajo costo, relativamente cercanos al núcleo poblacional, de gran extensión y de características geológicas aptas para este tipo de proceso.

Existe en nuestro medio la idea arraigada de que procesos como el de lodos activados es de tecnología sumamente avanzada para nosotros. Esto podría ser parcialmente cierto si nos dejamos convencer de la compra de plantas patentadas con controles automáticos increíbles y equipos de control y operación supersofisticados.

Pero la verdad es que contamos con todos los recursos potenciales para construir nuestras propias plantas

con nuestra propia tecnología e inventiva, y los equipos supersofisticados pueden ser sustituidos por otros más sencillos que brinden los mismos resultados, aunque requieran de mayor participación (definitivamente menos cómoda) de nuestros técnicos y operadores.

Ninguno de estos equipos será más complicado que cualquiera de las múltiples estaciones de bombeo de agua potable que existen en el área en excelentes condiciones de operación.

Pero ahora preguntamos: ¿Qué pasaría si el diseñador no conoce a fondo la operación de estas plantas? o ¿Qué pasaría si aunque el diseñador la conoce no hay apoyo institucional o empresarial para costear los costos económicos que esta operación representa?

Control operacional

Posiblemente este tema pertenece al mismo concepto de operación, pero hemos querido separarlo entendiendo por ello todas las acciones que deben tomarse desde afuera del sistema propiamente dicho, específicamente muestreos y análisis de laboratorio, para controlar y corregir eventuales fallas en la operación.

En sistemas como las lagunas de estabilización este control no es imprescindible, salvo para efectos de investigación y monitoreo periódico. Pero en los otros procesos, y muy particularmente en el de lodos activados es absolutamente imprescindible.

El control del Índice Volumétrico de Lodos, la concentración de sólidos suspendidos volátiles en el reactor y la línea de recirculación, el comportamiento de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (o de la Demanda Química de Oxígeno), el control del color y turbiedad, y la concentración de Oxígeno Disuelto, entre otros, son aspectos vitales dentro del control operacional del proceso.

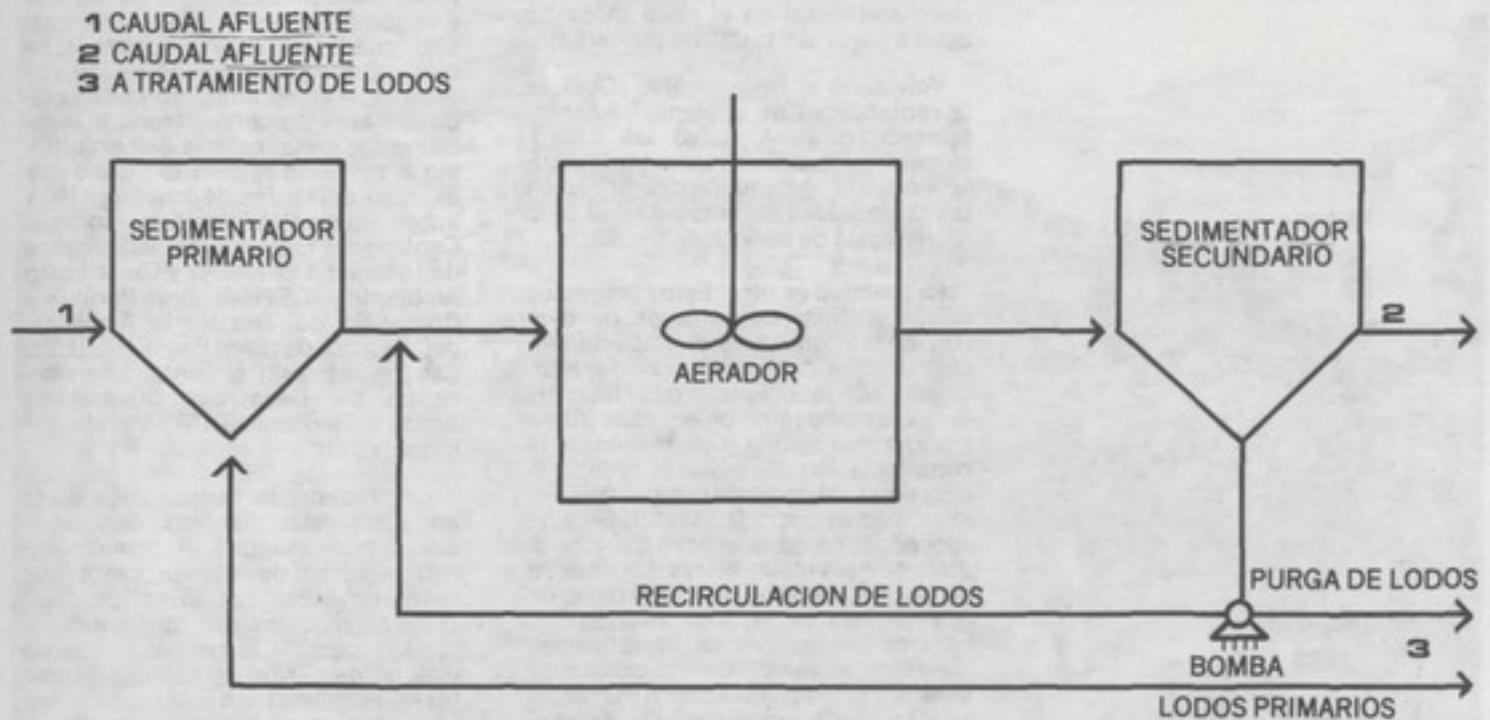
Es la práctica en Costa Rica, y de seguro en Centro América, el operar las plantas sin control operacional, en base a recomendaciones empíricas que no conducen más que a un desaprovechamiento de las instalaciones, y muchas veces a la creación de focos de contaminación ya anteriormente citados.

Aquí podríamos preguntarnos: ¿Cuál es la actitud de las entidades oficiales de salud pública al respecto?

PROBLEMATICA DEL ASUNTO

Iniciamos aquí el tema mas controvertido de la ponencia, el cual es una complicada interrelación de aspectos técnicos, humanos, económicos y

FIGURA N° 2
EL PROCESO DE LODOS ACTIVOS



políticos, y que debido a esta complicación podría enfocarse en distintas formas que si bien es cierto deben conducir a conclusiones similares no necesariamente serán idénticas.

El autor de este trabajo somete a consideración de los lectores su posición personal al respecto, dividiendo la problemática en cuatro subtemas a saber: Consideraciones económicas, consideraciones técnicas, consideraciones administrativas - institucionales, y consideraciones políticas.

Consideraciones económicas

El costo económico de un proyecto de tratamiento de aguas residuales es sumamente elevado, y como toda obra de ingeniería debe justificarse económicamente en base a una comparación de su costo con sus beneficios.

Por otra parte, no se puede pensar en el tratamiento aisladamente sin incluir el problema de la recolección de los desechos líquidos: Para construir la estación de tratamiento se debe optimizar la cobertura de la recolección, si es que ya existe la red, o construirse primero o paralelamente.

Es usual en nuestro medio la construcción indiscriminada de redes de alcantarillado, muchas veces en sitios en que ni siquiera se ha contemplado la construcción a corto plazo de colectores que las puedan habilitar, quedando el dinero enterrado y ocioso durante años y a veces indefinidamente.

Más aún, es difícil evitar que múltiples residencias se conecten a la red ocasionando derrames de aguas negras a cielo abierto en las cajas de registro inferiores.

En otras oportunidades se construye la red sin previo análisis de las características de permeabilidad e hidrogeológicas del terreno, gracias al cual se podría recomendar la sustitución parcial o total de estas redes por sistemas sanitarios de disposición sobre el terreno (tanque séptico y drenajes). Países como los nuestros no se pueden dar el lujo de despilfarrar en esa forma sus limitados recursos económicos, máximo si se comprende que es mejor solución la disposición sanitaria de estos residuos en el terreno que su evacuación hasta un sitio en que irresponsablemente se verterán a un río sin tratamiento. Es-

ta acción es idéntica a la de una empleada doméstica que barre el piso y esconde la basura debajo de la alfombra.

Por supuesto que la disposición en el terreno debe hacerse dentro de la seguridad de que no se contaminará algún manto acuífero apto para abastecimiento de agua potable.

Cómo es posible que instituciones oficiales de salud "receten" una longitud fija de drenaje por cada persona tributaria, cuando existen técnicas sencillas y seguras ingenieriles para calcular el valor recomendable de la misma?

En el caso de la industria, en general, no se piensa en el tratamiento a menos que una entidad gubernamental así lo exija debido a consideraciones sanitarias, o en excepcionales ocasiones cuando el tratamiento pueda servir para recuperar materia prima industrializable (v.g. fibras de celulosa), para reciclar y reusar el agua (v.g. para enfriamiento) o para la generación de energía (v.g. biogás en mataderos).

Es común, sin embargo, que las industrias viertan sus desechos directamente en los cuerpos de agua, gene-

ralmente aprovechando las redes de cloacas públicas existentes sin que alguna oficina de control verifique que las características físico-químicas de estas aguas no producirán problemas en las tuberías, de mantenimiento en las mismas, o de operación en la eventual planta de tratamiento que las reciba. Lo anterior sin incluir el deterioro ambiental en el río o masa de agua a partir del punto de descarga.

Volviendo al tratamiento: ¿Cuál es la rentabilidad de la planta? Aparentemente ninguna, salvo las excepciones apuntadas anteriormente para la industria, y pequeños recargos en las tarifas de agua potable en el caso de sistemas de servicio público.

La realidad es otra. Estos proyectos deben justificarse a través de evaluaciones económicas de impacto ambiental, que cuantifiquen económicamente no solamente estos factores tangibles sino también aquellos intangibles como son: la disminución de la contaminación del agua, la recuperación de la calidad estética del paisaje, los impactos sobre la salud pública, la recuperación de la calidad del aire al disminuir los malos olores, la creación de fuentes de trabajo, el desarrollo de nueva tecnología, la creación de centros potenciales de investigación científica, el aumento en la calidad de vida, el aprovechamiento de los recursos técnicos-humanos existentes en el medio, etc.

Metodologías tales como la matriz de Leopold, el Método del camino óptimo de Odum, el Sistema de Evaluación Ambiental del Battelle Columbian, el Método de Indicadores Característicos de Lizárraga, entre otros, apoyados por la metodología de consulta Delphi, pueden servir como elementos valiosos para minimizar la subjetividad de estos análisis, que poco a poco deberán sustituir al empleo tradicional del Índice Beneficio/Costo. (Nótese que estas técnicas son asimismo una cuantificación del Beneficio/Costo, pero con un enfoque sistémico diferente).

Ventajas adicionales de estos métodos de impacto ambiental son que pueden desglosar los impactos positivos y negativos del proyecto y priorizarlos, como base para hacer un análisis técnico-económico posterior que maximice los impactos positivos y minimice los negativos estableciendo medidas de mitigación y control (conservacionistas).

Solo de esta forma se podría demostrar el beneficio económico de estos proyectos, que por lo demás, es evidente empíricamente cuando se observan nuestros ríos, lagos y playas destruidos por la contaminación.

Consideraciones técnicas

Tal y como se desprende del capítulo anterior, no se puede solucionar los problemas de contaminación de recursos hídricos si no se cuenta con personal debidamente calificado. Cobra aquí vital importancia la preparación académica rigurosa de técnicos y especialistas en la materia, la cual sólo puede lograrse mediante estudios de postgrado en países con alta tecnología en el campo, complementado a través de cursos técnicos especializados en la materia. Importantísimo al respecto resulta la actitud que asuman entidades de investigación y apoyo internacionales tales como el Centro de Estudios Panamericanos de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (CEPIS, Lima-Perú), la Compañía de Tecnología Ambiental del Estado de Sao Paulo (CETESB, Sao Paulo-Brasil), el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras (CIDIAT, Mérida, Venezuela), etc.

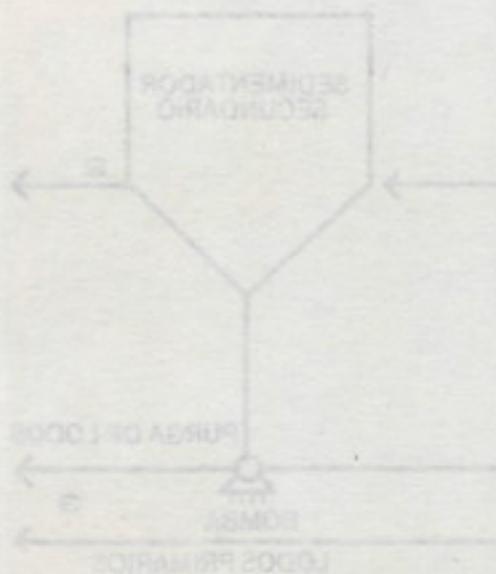
La preparación técnica debe darse en dos niveles distintos: uno profesional que asegure el dominio del marco teórico de estos procesos, que le permita realizar investigaciones, concebir modelos, etc. tendientes a la optimización de la concepción de los proyectos, tanto técnica como económicamente. El otro, a nivel técnico, que lo permita operar los sistemas adecuadamente, con un conocimiento mas general del campo, que asegure, no obstante, los resultados deseados del tratamiento. El primer nivel debe corresponder a ingenieros, en general civiles, aunque también es frecuente, químicos. El segundo nivel corresponderá a técnicos operadores.

La operación y mantenimiento adecuados, así como el control operacional serán vitales. Esto exige la participación activa de un laboratorio de control.

Es difícil controlar la calidad y seriedad profesional de los ingenieros que diseñan sistemas de tratamiento a menos que los organismos de control tengan personal calificado para ello. Esto sin embargo, en el campo de los tratamientos de aguas residuales no es lo usual.

En ocasiones, por ejemplo, se encuentran plantas de tratamiento que no operan debido a errores significativos en su concepción y diseño, sin embargo el diseñador estará protegido de críticas y reclamos al contestar simplemente: "La falla no es de diseño sino de operación y mantenimiento".

Esta afirmación es normalmente cierta, mas no siempre...





Consideraciones administrativas- Institucionales

Se refiere al apoyo de la empresa o institución hacia el departamento técnico encargado de estos problemas relativos a las aguas de desecho.

Así por ejemplo, a nivel de empresas públicas, es común encontrar con que se brinda su apoyo a sus profesionales para realizar estudios de postgrado y de capacitación técnica en el extranjero, pero al regresar los mismos, la empresa no sabe como utilizarlos. Si no existen incentivos para estos profesionales, y si las políticas institucionales o empresariales no permiten el debido desenvolvimiento de estos recursos para su propio beneficio, con el tiempo se irá perdiendo este conocimiento, o lo que es peor para la empresa (y mejor para el profesional, quizá), éste se ve obligado a buscar otras fuentes de trabajo dejando muchas veces de lado aquella capacitación que tanto le costo a él y a la empresa.

En el caso de la industria definitivamente no se tomarán esas molestias de capacitar técnicos o profesionales.

Consideraciones políticas

Nos referiremos mediante un ejemplo: En Costa Rica existe un río llamado Tárcoles que es el receptor final de los mayores aportes de contaminación por aguas residuales. Estas descargas provienen de varias ciudades ubicadas en el Valle Central, siendo las mayores del país, incluyendo el Area Metropolitana de San José, y de muchas industrias entre las que se destacan los beneficios de café y los ingenios de azúcar.

La carga orgánica que estos dos complejos industriales descargan es mucho mayor que la correspondiente a aguas negras de las ciudades.

Resulta que el café y el azúcar son dos de las industrias básicas del país (especialmente el primero).

Si se tomaran decisiones políticas que obligaran el tratamiento de estas descargas antes de ser vertidas al río, se recuperaría la calidad de sus aguas, las que deterioran el medio ambiente incluyendo lindas playas (las que han sido denominadas no aptas para bañistas). Pero resulta que esta

decisión implicaría un aumento en los costos de producción de estos productos, lo cual obligaría a un incremento en los precios de venta con la consecuente disminución en la competitividad comercial, tanto nacional como internacional. Esto dificulta posiblemente la toma de decisión. Por otra parte existen también intereses políticos y económicos muy fuertes que también participan en el problema.

¿Cuáles son las soluciones a toda esta problemática? Algunas de las respuestas ya han sido contempladas en la discusión. Otras son tan complejas que escapan a los alcances de la misma. Sin embargo es clara la actitud final que debemos asumir: Búsqueda de una preparación académica más rigurosa en la materia, búsqueda de apoyo institucional o empresarial, hacer conciencia y presionar a los organismos responsables del cuidado de nuestros recursos naturales, y optimismo hacia el futuro que depara a ese legado que hemos recibido para cuidarlo y utilizarlo racionalmente y no para dilapidarlo: La biosfera.

vitenca

VIDRIOS TEMPLADOS CENTROAMERICANOS S.A.



Puertas y ventanas



Divisiones internas



Vidrio arquitectónico



Sobres para mesas

es el primer fabricante de

VIDRIO TEMPLADO

en Centroamérica... y

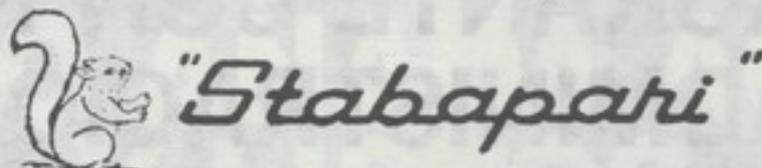


es el distribuidor
exclusivo para Costa Rica

AHORRE TIEMPO... Los pedidos se entregan
en un lapso de 5 a 8 días.

TELS. 21-1172 y 33-5605 Frente al Teatro Adela
Apdo. 4188-1000 San José

Staves, Barrels & Parquet Inc.



**Teléfonos: Fábrica 32-07-76 * 32-13-14 Telex 2468 Gemalba
Apd. 2043-1000 San José, Cable "STABAPARI"**



**Maderas y acabados.
S.A.**

**ESTA CONSTRUYENDO... ESTA REMODELANDO...
LE OFRECEMOS**

- * Tablilla de Caobilla, Surá, Roble Coral, Cristobal.
- * Tabloncillo de Surá, Roble Coral, Cristóbal.
- * Moldaduras, Rodapié y piezas de artesanado.
- * Tablillas decorativas en Caobilla, Surá, Roble Coral.
- * Machihembradas y biseladas en los extremos.
- * Madera de Cuadro y Formaleta.
- * Parquet en varias especies.
- * Marcos para Puertas.

CONSULTENOS A NUESTROS TELEFONOS, CON GUSTO ENVIAREMOS
UN REPRESENTANTE, O VISITENOS

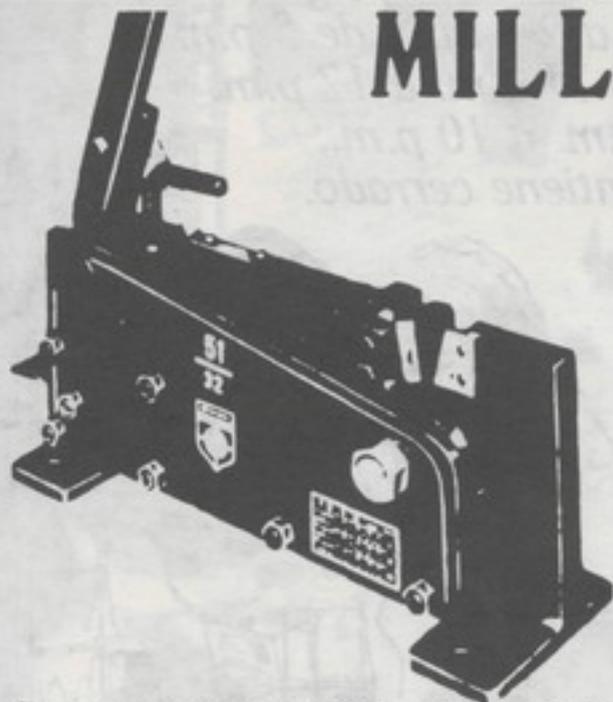
MADERAS Y ACABADOS S.A.

32-6647

150-MTS. AL ESTE DE LA ESTACION. LA FAVORITA EN ROHRMOSER

32-9124

MILLER HNOS S.A.



**HERRAMIENTAS DE
PRESTIGIO MUNDIAL
PARA RESOLVER SUS
PROBLEMAS EN
CORTES DE HIERRO**

*Compresores para aire y Equipos para pintar. Maquinaria para trabajar Metales,
Equipos soldadores eléctricos y autógena; oxígeno, acetileno, hidrógeno, nitrógeno,
aire comprimido.*

Tel: 22-4244

CALLE 4-6 — AV. 8 APARTADO 2890

RESTAURANTE CON NUEVA ADMINISTRACION

El Restaurante del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos, con su nueva administración desde Agosto pasado, hace a nuestros miembros un descuento de un 20 por ciento del valor normal de los platos que sirve.

Así lo comunicó la Dirección Ejecutiva, la cual ejerce un estricto control de los precios convenidos con el señor Javier Hidalgo Barrantes, su nuevo propietario.

La preparación de los platos es supervisada por el señor German Vega Soto, especialista en comida Internacional.

Según informó el señor Vega a la Oficina de Prensa de nuestro Colegio Federado, el nuevo horario del Restaurante es el siguiente: Lunes a Jueves de 11 a.m. a 2 p.m. y de 5 p.m. a 11 p.m., los Viernes de 11 a.m. a 12 p.m. y el Sábado de 11 a.m. a 10 p.m.; los Domingos se mantiene cerrado.



SÓLO AÑADA AGUA Y LISTOS

Concre Mix le ofrece la arena, la piedra y el cemento, todo en una sola bolsa y al precio más económico.

Concre Mix se usa sin complicaciones para contrapisos, vigas corona, vigas sísmicas, columnas, aceras, patios, entradas y pisos de garajes, cunetas, diferentes bases de concreto, gradas, bacheo de calles y carreteras de cemento o asfalto y en fundaciones para postes.

Todo esto sin desperdicio ni complicaciones. Concre Mix viene en 2 cómodos tamaños de bolsa para que usted use exactamente el que necesite.

Pega Mix, arena y cemento técnicamente mezclados, viene en 2 cómodos tamaños de bolsa. Es especial para pegar blocks y ladrillos.

Para repellos verdaderamente duraderos.

Y para la pega de pisos como mosaico, terrazo, terracín, losetas de barro, cerámicas y otros. Con Pega Mix usted puede hacer prácticamente cualquier tipo de trabajo que requiera mortero, al precio más económico.



Exíjalos para trabajar más fácil y económicamente.
Dos productos calidad



INDUSTRIA NACIONAL DE CEMENTO, S.A.

Cartago

20 años

RESPALDAN NUESTRA CALIDAD EN BLOQUES



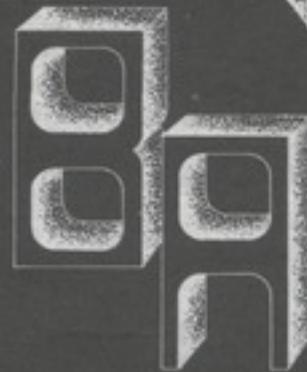
Calidad, textura.
Resistencia garantizada.
Stock permanente.
Estricto control de calidad.
Materia prima seleccionada.
Pruebas de resistencia satisfactoria "especial"
para construcciones de gran envergadura.



BLOQUERA LA ADUANA S.A.

**La alternativa económica
del constructor moderno.**

Dirección: Río Segundo de Alajuela,
Carretera Marginal Autopista Gral. Cañas
1 km. al Este de la entrada a San Antonio de Belén.
Teléfono: 41-11-46.

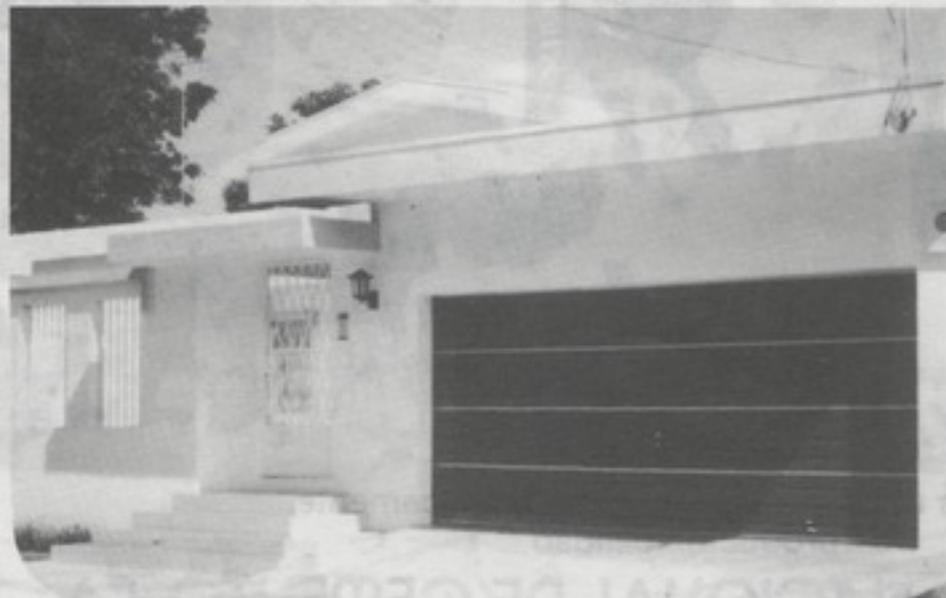


Décor

PORTONES S.A.

PORTONES LEVADIZOS

¡EL PORTÓN SOLUCIÓN!



- Económicos
- Colores lisos
- Jaspe Madera
- Bajo costo de Mantenimiento
- Livianos y fuertes
- No se pudren, no se herrumbran
- Se suministran con sus herrajes completos, rieles, accesorios, cerradura con llavín, etc.
- Con o sin control remoto.

TELEFONO

35-4563

Apdo.: 756-1100
San José, C.R.

guía/84

Actualización de Direcciones

(AI 30/04/85)

INGENIEROS CIVILES

Acosta Herrera, Gerardo
Alvarado González, Pablo
Apyú Stier, Alvaro
Araya Brenes, Manuel Enrique
Araya Padilla, José Enrique
Arce Cavallini, Héctor
Arroyo Gutiérrez, Guillermo A.
Arroyo Varela, Jorge A.
Avilés Chaves, Federico
Avilés Mayorga, Salvador
Aymerich Kingsbury, Ricardo
Baldí Alvarado, Ricardo
Baltodano Aragón, Federico A.
Baltodano Chamorro, Edgar
Baruch Goldberg, David Abraham
Bello González, Francisco Javier
Bermúdez Méndez, Rodolfo
Blanchini Gutiérrez, Víctor Julio

TELEFONO

36-02-36
24-26-19
26-78-76
33-63-38
24-25-26
21-32-49
33-03-33
33-21-55
32-72-97
26-67-73
25-48-11
32-72-97
31-32-06
24-78-30
33-66-11
34-00-11
32-29-74
24-97-30

APARTADO

54-6150
338-1002
5404-1000
8485-2010
694-1100
4351-1000
5120-1000
10032-1000
2258-1000
99-2010
10032-1000
751-1007
1039-1000
7055-1000
4351-1000
6206-1000
736-2050

Blanco Mata, Roberto

Bolaños Herrera, Luis Diego
Bolaños Rovira, Agustín
Bravo Stahl, Jorge Arturo
Camacho Araya, Alvaro
Camacho Castro, José Manuel
Cañas Rawson, Fernando
Carboni Escalante, Fernando
Castillo Rojas, Gerardo
Chacón Pacheco, Rafael
Chavarría Losiza, Fernando
Chaverri Sánchez, Jorge Luis
Chin Lausick, Oscar
Chinchilla Fonseca, Martín E.
Cordero Arias, Alvaro
Coronado Jurado, Alvaro
Corrales Zúñiga, Jorge
Cruz Miranda, Marco Antonio
Cruz Azofeifa, Miguel Francisco
Cruz Vargas, Armando

32-76-97

24-05-85
24-12-82
35-12-52
32-65-80
26-46-18
24-37-75
36-01-51
24-90-91
51-53-55
25-39-56
21-52-66
32-46-53
24-21-59
33-05-45
23-55-55
24-37-57
21-45-18
35-60-54
23-46-55

396-1005

58-2120
90-1000
8046-1000
3029-1000
2428-1000
7061-1000
742-2050
459-2050
2534-1000
587-1200
5102-1000
478-1002
7-3060-1000
7513-1000
365-1200

| | | | | | |
|------------------------------------|----------|------------|-----------------------------------|----------|------------|
| Cubillo Cárdenas, Aramis | 31-33-42 | 9-72-1200 | Pereira Esteban, Carlos Enrique | 23-66-02 | 13-1100 |
| De La Rocha Hidalgo, Guillermo | 31-50-30 | 799-1200 | Pereira Nietzen, Francisco | 24-50-06 | 249-2010 |
| Díaz Nema, Mario Rafael | 25-53-17 | 544-1002 | Picado Chacón, Rómulo | 26-33-33 | 5890-1000 |
| Díaz Sánchez, Rodrigo Alberto | 25-49-05 | 773-2100 | Pineda Andrés, Eduardo | 31-03-33 | 2793-1000 |
| Esquivel Benavides, Róger | 32-74-68 | 10032-1000 | Prado Castro, Eladio | 23-75-39 | 4351-1000 |
| Esquivel Yglesias, Narciso | 31-24-97 | 97-1150 | Quesada Muñoz, Carlos Guillermo | 30-11-34 | 26-2400 |
| Fallas Cisneros, Manuel E. | 21-36-91 | | Quirós Lucue, Luis Alberto | 25-75-11 | 39-1100 |
| Ferris Aguilar, Leonard | 21-86-47 | 322-1250 | Quirós Rojas, Orlando | 35-65-81 | 193-2150 |
| Figueroa Figueroa, Hernán | 25-07-19 | 1142-1000 | Ramírez Bonilla, Francisco J. | 25-55-55 | |
| Flores Vargas, Eduardo | 28-00-32 | 3197-1000 | Ramírez Quesada, Rafael M. | 24-15-69 | |
| Gómez Figueroa, Jaime Alberto | 24-25-21 | 126-2050 | Reiman Soto, Jan | 36-05-58 | 163-2100 |
| Gómez Figueroa, Ramón | 24-25-21 | 126-2050 | Rivera Rodríguez, Carlos Alberto | 34-17-14 | 404-2100 |
| González Murillo, Javier | 27-21-88 | | Rodríguez Campos, Edgar | 45-57-22 | 164-4250 |
| González Truque, Jorge | 33-81-83 | 2893-1000 | Roig Oller, Isabel | 21-52-66 | 2534-1000 |
| Guerrero Tassara, Guillermo A. | 35-88-32 | 173-2120 | Rojas Rojo, Franklin | 25-85-83 | 335-2100 |
| Gutiérrez De la O, Giovanni | 33-21-55 | 5120-1000 | Romero Gómez, Mireya | 28-60-53 | 100-6150 |
| Gutiérrez Rojas, Filiberto | 54-90-87 | 125-1001 | Ruiz Méndez, Alvaro | 33-21-55 | 8594-1000 |
| Guzmán Naranjo, Mario Alberto | 23-37-37 | 25-1011 | Saborio Carrillo, Jorge Enrique | 21-52-66 | 88-2120 |
| Hernández García, Javier | 27-31-62 | 429-2300 | Sáenz Saborío, Alvaro | 23-02-90 | 3919-1000 |
| Herrera Jiménez, Edgar | 36-48-46 | 328-2100 | Siles Calderón, Luis Paulino | 39-11-27 | 149-1000 |
| Herrera Jiménez, Rodolfo | 24-70-90 | 47-1000 | Solano Saucedo, Santiago | 41-99-68 | |
| Herrera Mata, Ricardo | 51-53-33 | 47-1000 | Soto Barquero, José Alberto | 44-55-05 | 388-4100 |
| Herrera Sotillo, Oscar | 31-49-62 | 47-1000 | Soto Calvo, Carlos Francisco | 33-21-55 | 22-2150 |
| Herrero Lara, Felipe | 25-24-21 | 10032-1000 | Torres González, Elesban | 35-86-87 | 614-2150 |
| Hidalgo Alvarado, Vicente | 26-92-81 | 7260-1000 | Ureña Castro, Manuel | 24-81-96 | 174-1005 |
| Incer Arias, Andrés | 28-04-96 | 6393-1000 | Urbina Paniagua, Cosmelio Alberto | 26-33-40 | 6044-1000 |
| Jiménez Blanco, Oscar Manuel | 23-55-55 | 5456-1000 | Ureña Mora, Luis Guillermo | 32-72-97 | 10032-1000 |
| Kepper Campos, Jorge E. | 27-21-88 | 5620-1000 | Vega Bermúdez, Jorge A. | 36-35-48 | 153-2300 |
| Lara Eduarte, Roberto | 33-55-33 | 10142-1000 | Villaplana Barrero, Jorge Víctor | 34-18-61 | 4936-1000 |
| León Paéz, Herrera Mario | 22-08-67 | 35-1002 | Vindas Muñoz, José Alberto | 22-76-67 | 3-7150 |
| Leiva Milano, Carlos Guillermo | 66-10-93 | 5120-1000 | Velázquez Bonilla, Mario | 21-52-66 | 297-1000 |
| López Monge, Juan José | 53-38-26 | 316-2050 | Villalobos Salazar, Oscar | 24-80-81 | 189-2150 |
| Mata Trigueros, Jorge Dionisio | 32-75-23 | 152-2200 | Zániga Leitón, Carlos | 51-61-83 | 375-7050 |
| Mayorga Jiménez, Gravin | 32-72-97 | 10032-1000 | Zániga Méndez, Hugo Eduardo | 71-02-21 | 311-8010 |
| Méndez Soto, Oscar Julio | 27-21-88 | 5968-1000 | | | |
| Meltzer Spigel, Abraham | 32-00-88 | 3075-1000 | | | |
| Meltzer Steinberg, Henry | 32-31-76 | 3075-1000 | | | |
| Monestel Malavassi, Tomás | 23-68-25 | | | | |
| Montejo Ortuño, Javier | 33-21-40 | 294-1000 | | | |
| Montes de Oca Alvarado, José Fabio | 35-95-80 | | | | |
| Mora Thomas, Víctor Hugo | 24-22-57 | | | | |
| Murillo Monge, Miguel | 24-58-56 | 5372-1000 | Barrantes Méndez, Leonardo | 23-76-46 | 5814-1000 |
| Murillo Zambado, Carlos Alberto | 26-54-44 | 362-1000 | Barrenechea Troyo, Alvaro | 21-30-96 | 773-1250 |
| Obregón Quesada, Carlos Manuel | 32-75-72 | 1297-1000 | Beer Chaverri, Franz | 25-99-81 | 165-2300 |
| Padilla Jiménez, Manuel A. | 22-30-75 | 3271-1000 | Bolaños Quesada, Javier | 23-70-22 | 64-4100 |
| Paniagua Acuña, Hugo Lino | 26-11-28 | 155-1001 | Calderón Laguna, Fausto | 25-99-81 | 165-2300 |
| Pastor Gómez, Juan Antonio | 25-76-88 | 2155-1000 | Cambronero Salas, Fernando | 51-53-33 | 240-2300 |
| | | | Cañas Pinto, Luis Diego | 23-37-14 | 214-1007 |
| | | | Chacón Bonilla, Luis | 56-09-34 | 625-7150 |
| | | | Chang Li, Rose Mary | 36-29-64 | 268-5400 |
| | | | Cotera Mira, Jorge | 22-37-86 | 5548-1000 |

ARQUITECTOS

| | | | | |
|---------------------------------|----------|-----------------------------|----------|------------|
| Coto Rodríguez, Luis Angel | 28-68-09 | Rodríguez Zamora, Iván | 27-92-94 | 7912-1000 |
| Dávila Haas, Eduardo | 31-47-51 | Runnebaum Madriz, Carlos E. | 32-88-33 | 820-1007 |
| Esquivel Sotela, Ronald | 24-71-04 | Sánchez Vargas, Juan Harold | 25-61-44 | 10032-1000 |
| Fernández Guardia, Mario A. | 21-52-66 | Sotomayor Alpizar, Hernaldo | 27-54-24 | 6455-1000 |
| Fernández Sandí, Hugo Alberto | 33-63-23 | Thalman Cordero, Bernal | 53-01-17 | 6938-1000 |
| Ganeva Petrova, Ivetta D. | 27-64-62 | Ulloa Saborío, Fernando | 32-82-19 | 798-1250 |
| Garbanzo Garbanzo, Flavio | 33-60-94 | | | |
| García Hernández, Guido | 37-22-97 | | | |
| Gil Fernández, Manrique | 25-99-81 | | | |
| Goddard Ensaustiga, Raúl | 21-93-11 | | | |
| Gutiérrez Corrales, Luis Abel | 32-71-97 | | | |
| Janklevich Dahan, Carlos E. | 28-28-72 | | | |
| Lozano del Aguila, Kalvin Jorge | 34-18-43 | | | |
| Maroto Montejo, Enrique Eduardo | 32-91-70 | | | |
| Pardo Angulo, Carlos Federico | 24-78-72 | | | |
| Porrás Castro, Alvaro | 36-54-18 | | | |
| Quesada Arce, Ismel Antonio | 51-91-58 | | | |
| Rivera Chacón, Rafael Enrique | 25-67-66 | | | |
| Rodríguez Bonilla, Juan Manuel | 54-23-77 | | | |
| Rojas Rodríguez, Allen | 25-99-81 | | | |
| Salas Arrieta, Juan | 51-53-33 | | | |
| Sanou Allaro, Ofelia María | 22-07-40 | | | |
| Villalobos Ardón, Roberto | | | | |
| Wigoda Taitelbaum, Abraham | | | | |

| | | | |
|-------------|-----------|----------|----------|
| 381-2100 | 6757-1000 | 968-1002 | 115-1100 |
| 8-6420-1000 | 2529-1000 | 4-4050 | 792-1250 |
| 7-2330-1000 | 1094-1000 | 178-6150 | 208-1011 |
| 720-1100 | 79-7050 | 165-2300 | 169-2100 |
| 328-1005 | 165-2300 | 159-7050 | 789-1007 |

INGENIEROS MECANICOS

| | | |
|-----------------------------------|----------|------------|
| Altamura Carriero, Saverio | 24-55-14 | 30-2050 |
| Arias Vargas, Marvin | 23-96-11 | 4351-1000 |
| Atmetilla Lizano, Carlos Humberto | 35-83-76 | 14-1000 |
| Drezner Cosiol, Israel | 22-80-12 | 3284-1000 |
| Fernández López, Juan Manuel | 41-22-20 | 740-4050 |
| Flores Zamora, Juan Luis | | 1141-1000 |
| Gazel Alvarado, Luis Javier | 33-58-13 | 746-1007 |
| González León, Luis Diego | 25-18-06 | 520-2050 |
| López Gómez, Marco Antonio | 27-10-02 | |
| Obando Quesada, Luis Eduardo | 51-53-33 | 150-2010 |
| Roldán Chacón, Fernando | 22-41-33 | |
| Siles Berquero, Henry | 51-53-33 | 159-7050 |
| Solis Benavides, Edgar Allan | 32-55-13 | 10105-1000 |

INGENIEROS ELECTRICISTAS

| | | | | |
|----------------------------------|----------|-------------------------------|----------|------------|
| Acuña Rodríguez, Joaquín Alberto | 36-16-84 | Araya Chaves, Juan Carlos | 27-11-11 | 4881-1000 |
| Alpizar Zúñiga, Walter | 27-33-31 | Campos Ureña, Lubin | 53-19-41 | 42-1001 |
| Avila Valverde, Rodolfo E. | 31-53-33 | Colmenares Leith, José Carlos | | |
| Berrocal Zúñiga, Daniel | 31-50-19 | Leal Arrieta, Luis Fernando | 35-00-11 | 75-1100 |
| Biolley Muñoz, Walter | 27-52-15 | Loría Agüero, Arturo Alexis | 23-28-58 | 4400-1000 |
| Bolaños Sequeira, José Rafael | 32-50-44 | Mungía Ulloa, Lipcia | 35-12-11 | 10138-1000 |
| Brenes Chacón, Javier | 32-75-60 | Ocampo Fallas, Lilliana | 23-60-33 | 532-2050 |
| Carmona Guerrero, Gerardo | 32-73-16 | Pereira Nietzen, Pedro José | 32-87-75 | 249-2010 |
| Cordero Viquez, Luis Ernesto | 33-55-55 | Quirós Grau, Joaquín Alberto | 22-58-55 | 4528-1000 |
| Crawford Sterling, Roberto | 23-51-58 | Roa Guillén, Leonel | 24-27-62 | 6-2300 |
| Chaverri Montero, Luis Fernando | 35-74-39 | Romero Cruz, Oscar Elías | 23-96-66 | 193-2010 |
| Chaverri Quesada, Baltazar | 36-15-42 | Rudín Vargas, German | 22-44-66 | 10228-1000 |
| Fabres Pérez Horacio, | 31-55-70 | Salas Carrillo, José Manuel | 34-16-17 | 3894-1000 |
| Gómez Salguero Miguel A. | 51-07-58 | Ulibarri Pernus, Francisco | 39-33-34 | 251-1009 |
| Guerrero Bettoni, Alejandro | 33-31-11 | Villalobos Rojas, Uver | 33-42-33 | 212-1009 |
| Hidalgo Vargas, Jaime | 31-41-36 | Villalta Muñoz, José Alberto | 39-02-22 | |
| López Sauma, José Luis | 21-00-75 | | | |
| Meneses Rimola, Juan Guillermo | 51-53-33 | | | |
| Oreamuno Echeverría, Francisco | 32-88-05 | | | |
| Rodríguez Castillo, Roberto | 23-14-44 | | | |

INGENIEROS INDUSTRIALES

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------|----------|------------|----------|-----------|-----------|------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|------------|
| 32-2150 | 377-1007 | 10032-1000 | 243-1011 | 3314-1000 | 1849-1000 | 10032-1000 | 54-1000 | 455-2150 | 274-2150 | 6458-1000 | 377-1007 | 2677-1000 | 10026-1000 | 134-1000 | 7846-1000 | 10032-1000 | 10126-1000 |
|---------|----------|------------|----------|-----------|-----------|------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-----------|------------|----------|-----------|------------|------------|

INGENIEROS MECANICOS ADMINISTRADORES

| | | |
|--------------------------|----------|-------------|
| Alvarado Cañas, Fernando | 23-95-33 | 340-1000 |
| Brenes Cortés, Mario | 28-68-42 | 7-1190-1000 |

INGENIERO AGRICOLA

Valerio Sandoval, Jorge Luis 69-06-76

INGENIEROS EN ELECTRONICA Y COMUNICACIONMendieta Murray, Ricardo 22-52-18
Ramírez Garay, Víctor C. 31-53-33**INGENIEROS EN GEODESIA Y TOPOGRAFIA**

Carranza Soto, Víctor M. 37-63-14

INGENIEROS TOPOGRAFOS ACADEMICOSAlvarado Valverde, Juan de la Cruz 35-15-55
Carmiol Arguedas, Federico 36-49-82
Portilla Barquero, Luis Enrique 25-74-25**INGENIEROS TOPOGRAFOS PROFESIONALES**

Boyd Rodríguez, Bradley 27-70-71

PERITOS TOPOGRAFOSAraya Brenes, Manuel Enrique 33-63-38
Artavia Zamora, Luis Gerardo 33-50-55
Cajiao Benavides, Rodolfo 27-31-87
Espinoza Hernández, Mario Fernando 75-31-95
Hernández Jurón, Helbert 51-59-86
Montero Solano, Carlos Luis 33-21-55 Ext. 236
Rodríguez Vargas, Rodrigo 38-25-14**TECNICOS EN TOPOGRAFIA Y CATASTRO**Cordero Poveda, Carlos 24-89-62
Leiva Rosales, Emilio 37-52-58
Paniagua Rojas, Jorge Virgilio 27-21-88**TOPOGRAFOS CON LICENCIA**

Carballo Montero Guido 30-26-60

AGRIMENSORES CON LICENCIAHernández Jaramillo, Humberto 27-16-79
Hernández Segura, Carlos Eduardo 78-01-46**TOPOGRAFOS ASOCIADOS**Araya Salazar, Manuel 26-60-41
Brenes Jiménez, Marco A. 24-98-32
Fallas Sánchez, Mario Fco. 30-25-37
Fonseca Mora, Antonio 51-84-53
Garro Molina, José Alberto 24-67-89
González Alfaro, Luis A. 53-04-20
Hernández Quirós, Humberto 26-29-48
Peña López, Pedro Alvaro 37-30-88
Robles Salazar, Oscar 49-01-74
Rojas Guevara, Luis Gmo. 22-91-22
Sánchez Leitón, Jesús 27-51-56**AGRIMENSORES ASOCIADOS**Carrín Mora, Carlos 35-95-46
Fonseca Mora, Antonio 51-84-53
Guido Vargas, Marco Antonio 56-61-94
Li Chen, Samuel 61-06-53**INGENIEROS TECNOLOGOS**Alvarado Araya, Miguel Gdo. IMI 56-11-33
Brenes Rojas, Oscar Enrique ICO 51-59-32
Castillo Soto, Rodolfo ICO 69-06-76
Castro Guerrero, Carlos Alberto ICO 31-62-23
Garro Rojas, Alfredo ICO 63-10-97
Garro Rojas, Oscar ICO 4-2070
Gómez Picado, Jorge Eduardo ICO 51-66-66
Orozco Molina, Milton ICO 37-97-11
Ramírez Torres, Julio ICO 24-25-20
Rodríguez Zúñiga, Guillermo IMI 39-03-66
Solano Aguilar, José R. ICO 36-23-77
Vargas Méndez, Luis Eduardo ICO 46-13-81**EMPRESAS**Aerotopo S.A. CS 24-02-44
Cía Constructora AC Ltda CC 21-27-60
Cicisa-Consortio de Ingeniería y Construcción Industrial Ltda. CC 24-79-38
Construcciones Contempo S.A. CC 28-67-11
Constructora Meltzer S.A. CC 32-00-88
ICESA S.A. CS 25-99-81
MEGATEC S.A. CS 25-99-81
Proyectos, Asesoría y Construcción H.G.S.A. CS 32-69-55
Rogelio Murillo Ltda. CT 34-17-69
Sección Aurea S.A. CS 33-63-2310263-1000
3660-1000
3016-1000
178-6150
3075-1000
165-2300
8-6420-1000
56-1007
8-4010-1000
968-1002139-5700
5404-1000
10094-1000
35-8250
586-7050
182-2400
721-3000
208-4100
2246-1000

2072-1000

Higiene es salud.



Higiene es tener un cuarto de baño, completo, funcional y a su gusto, es tener fuentes para beber en los centros de estudio, servicios sanitarios en cines, restaurantes, hoteles, comercios, fábricas y hospitales.

Es parte de las buenas costumbres que llevan a una vida sana, esas costumbres con las que nosotros colaboramos diseñando y proporcionando artefactos sanitarios de óptima calidad, porque en Incesa Standard sabemos que una vida sana comienza con algo tan sencillo como una sonrisa limpia.



**INCESA
STANDARD**

Prestigio internacional en loza sanitaria.

Embellezca su casa
y ahorre con
Sherwin Williams



Al decorar su hogar, pinte siempre
con SHERWIN WILLIAMS.

Su rendimiento,
protección,
durabilidad,
economía y lindos
colores, hacen de
SHERWIN
WILLIAMS la
pintura para
decorar su hogar.



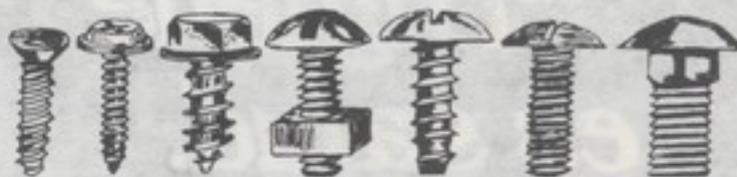
Presente este anuncio en cualesquiera
de nuestras tiendas, y obtenga un 16%
de descuento en todas las compras de
pintura.

VISITE A QUIEN SABE DE PINTURAS
Su distribuidor



**SHERWIN
Williams**

Más de un siglo de prestigio en pinturas



Gracias a Usted!

continuamos
creciendo y usted
continúa ahorrando
mucho DINERO!



TORNECA

El Nombre Cumbre
en Pernos, Tuercas
y Tornillos



PARA LA INDUSTRIA
MARINA, AUTOMOTRIZ,
FERRETERIA, MECANICA
EN GENERAL, LA
AGROINDUSTRIA,
MUEBLERIA Y
CONSTRUCCION



Venga y Compruébelo
ventas al por mayor y al detalle

Torneca, s.a.
Tornillos Especiales de Centroamérica.

AVE. 10, CALLES 18 y 20.
DE LA IGLESIA DE LAS ANIMAS 50 METROS AL ESTE
TELEFONO: 22-07-77

CON GENTE FELIZ DE ATENDERLES.



METALES & PLASTICOS, S.A.

TEL: 25-4993

Pensando en usted, le ofrece a precios sin competencia:

- * AZULEJOS Y PISOS CERAMICOS: BRASILEÑOS, COLOMBIANOS, INGLESSES, ITALIANOS, ESPAÑOLES, PANAMENOS Y NACIONALES (en todos los tamaños, colores y diseños)
- * PISOS COLONIALES. * LOZA SANITARIA * TINAS Y LAVATORIOS DE MÁRMOL
- * PINTURAS SHERWIN WILLIAMS * REVESTIMIENTOS VASTA LUX
- * TANQUES PARA AGUA CALIENTE * FREGADEROS (americanos, españoles y nacionales)
- * PORCELANAS PARA AZULEJOS Y PISOS.
- * FORMICA * PLYWOOD * ARTICULOS DE FERRETERIA * PUERTAS EXTERIOR, INTERIOR Y CELOSIAS (cedro y laurel)



VIVIENDA & S.A.

¡APROVECHE NUESTRAS PROMOCIONES!

San Pedro Montes de Oca, 150 metros oeste Plaza del Sol.
Apartado 7-1860-1000 San José.

EDISON S.A.



edison s.a. iluminación

**FABRICANTES DE:
LUMINARIAS FLUORESCENTES
INDUSTRIALES Y COMERCIALES**

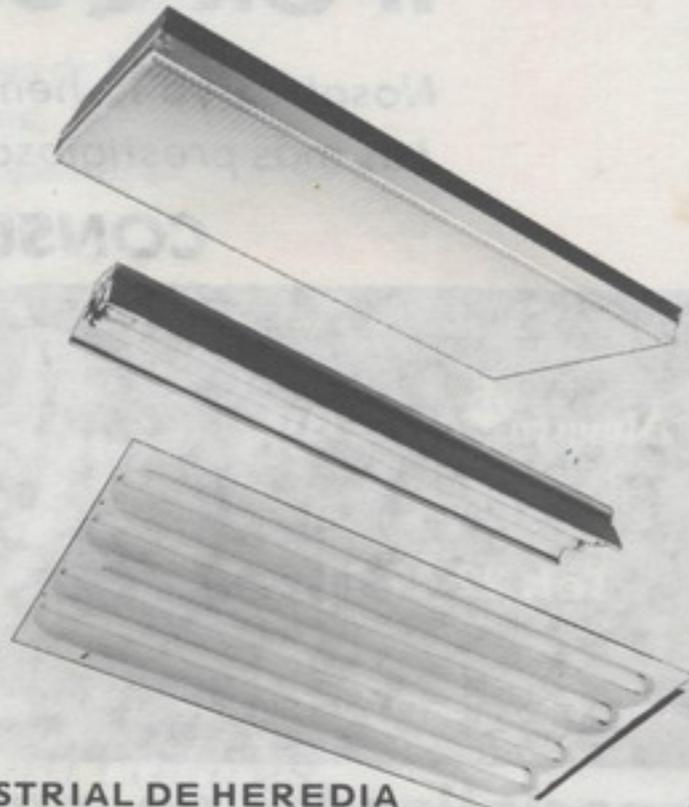
ADMINISTRACION:

39-0336

VENTAS:

39-0330

APDO: 7-3010 SAN JOSE, PARQUE INDUSTRIAL DE HEREDIA



análisis y diseño de estructuras por computadora • ETABS84

FISA

Fundada 1964



ARQUITECTURA E INGENIERIA S.A. se complace en anunciar a los colegas y público en general que desde el 1ro. Mayo, estamos ofreciendo los siguientes servicios:

- Análisis estructural estático y dinámico utilizando la última versión del programa ETABS84
- Diseño de miembros de concreto basado en el análisis ETABS84, utilizando la última versión del programa CONKER (post-procesador de diseño)

AMBOS PROGRAMAS ESTAN DEBIDAMENTE LICENCIADOS PARA SU USO, Y SON INMEDIATAMENTE RENOVADOS AL HACERSE PUBLICAS NUEVAS VERSIONES.

Para más informes comunicarse al 21-19-32 • 22-50-60 • 22-53-97
o visitarnos en nuestras oficinas Ave. 2da. calles 24-26.

¡POR QUE BUSCAR!

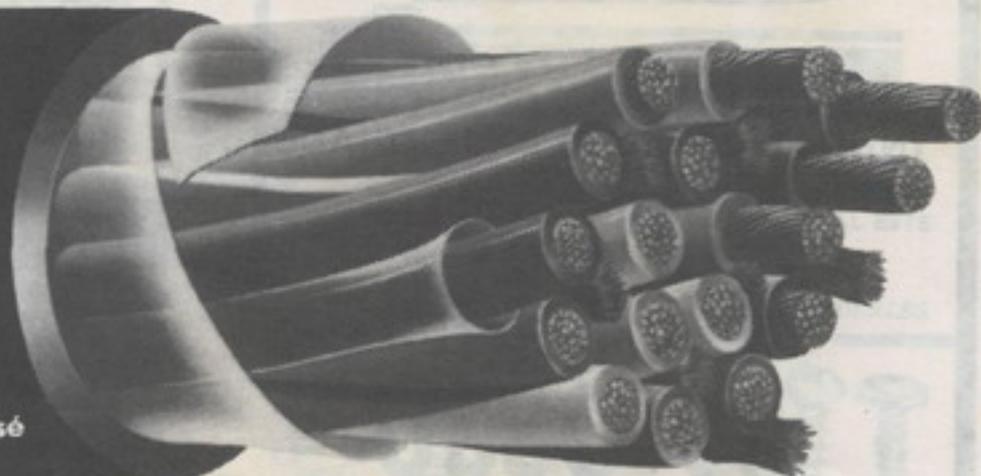
Nosotros ya lo hemos hecho por usted...
Las más prestigiosas marcas a su servicio

CONSULTENOS

Almacén MAURO
SOCIEDAD ANÓNIMA

Tel: 22-49-11

Calle 6 Avenidas 1 y 3 - San José



Especializados en materiales eléctricos...

Si de pintar o decorar se trata...

KATIVO Comercial, S.A.



Por ubicación: Cuesta de Moras
Por atención al cliente
Por prontitud de despacho
Por selección de líneas.

- * Pintura Protecto con más de 2.000 tonos a su elección
- * Láminas acrílicas y protectores de alfombras
- * Azulejo Brasileño con precios sin competencia
- * Pisos de vinil Amtico, en baldosas autoadhesivas para su fácil instalación
- * Equipos para pintar
- * Loza sanitaria
- * Mosaico cerámico
- * Adhesivos
- * Accesorios para baños
- * Alfombras Canon

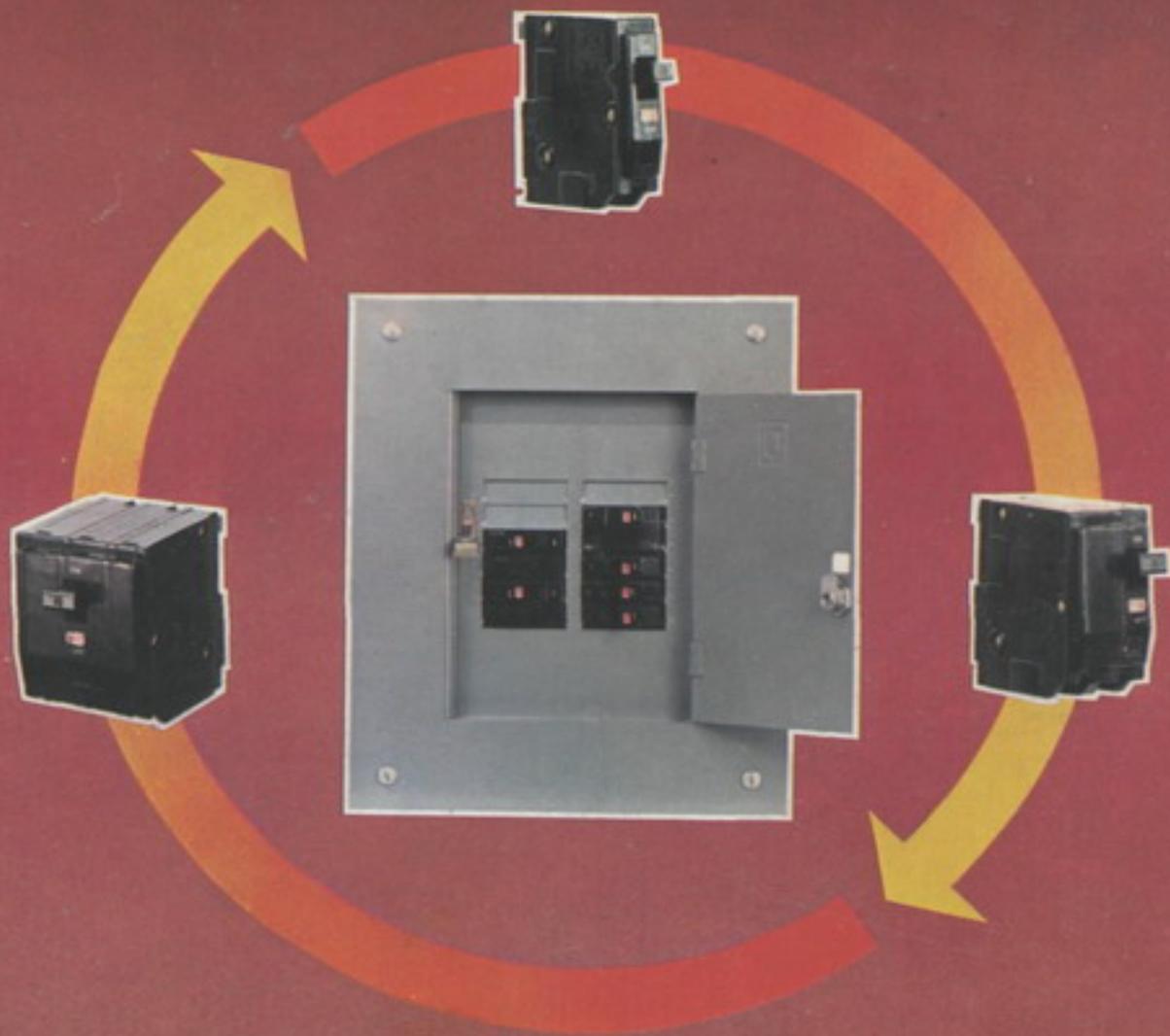
KATIVO Comercial, S.A.

Un mundo de mil colores

Cuesta de Moras, San José, Costa Rica
Tel. 22-8567 / 22-9013 / 22-1427

SQUARE D

Introduce el más versátil Centro de Carga



La línea de los centros de carga tipo **QOL** de **Square D** es diseñada y construida con un alto nivel de calidad pensando en el instalador y en el usuario.

Existen centros de carga con interruptor principal y con barras principales, monofásicos o trifásicos, todos con neutro sólido para 120/240V un producto de **Square D** para cualquier aplicación.

Todos estos centros de carga tipo **QOL** de gran calidad son construidos para ser usados con el magnífico interruptor termomagnético tipo **QO**, el único interruptor que tiene indicación **Visi-Trip**.

La combinación de los centros de carga e interruptor termomagnético protegen la instalación eléctrica de su casa y edificio.

Los interruptores termomagnéticos tipo **QO** poseen la característica de disparo **Trip-Free** que les permite interrumpir el circuito en caso de falla, aunque la palanca permanece prisionera. Los interruptores de 15 y 20 amperios 1 polo, son construidos con la característica **SWD (switching duty)** que permite su uso como apagadores en sistemas con iluminación fluorescente.

Los interruptores junto con los centros de carga establecen una combinación difícil de superar. También la amplia variedad de los interruptores termomagnéticos y de los centros de carga de **Square D** hace posible que el electricista tenga el equipo, apropiado para cualquier trabajo requerido, existen centros de carga de uno hasta 42 circuitos, para una gran variedad de rangos de carga, con interruptor principal hasta 100 amperios o con barras principales desde 50 hasta 225 amperios.



SQUARE D CENTROAMERICANA S.A.

Dondequiera que se distribuye y controla electricidad.

Tel. 32-60-55 Telex 2591 Apartado 4123-1000, San José