

# COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS

## TEMARIO

ESTUDIO DE LAS ARENAS SILICAS DE MOLDEO EN COSTA RICA	Ing. Felipe Ureña C.	20
LEONARDO: GENIO Y ARTIFICE.	Ing. Felipe Ureña C.	25
CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ILUMINACION.	Ing. Saúl Ruiz Baltodano. Ing. Roger Lorenzo Barboza M.S.	27
EL ALUMINIO Y SU METALURGIA.	Ing. Juan Sepúlveda Jaques.	33
INVERSION DE MATRICES POR TRASLACION DE VARIABLES.	Ing. Enrique Castro León.	40
MODELACION DE UN MOTOR DE IGNICION POR COMPRESION.	Ing. Víctor Manuel Alfaro.	42
EL SECTOR ELECTRICO DE LA INDUSTRIA EN COSTA RICA	Ing. Jaime Allen F.	50

620  
R  
(57), 76

57





# obiflex.

OFRECE A USTED TODO TIPO DE ACCESORIOS E IMPLEMENTOS SANITARIOS, TINAS, LAVATORIOS, FREGA-

DEROS ,  
SILLAS Y  
MUEBLES  
DE CON-  
TORNO  
EN GE-  
NERAL  
VISITE  
NUESTRO



TINA PARA BAÑO

STAND DE EXHIBICION O  
LLAME CON GUSTO LO A-  
TENDEMOS. . .

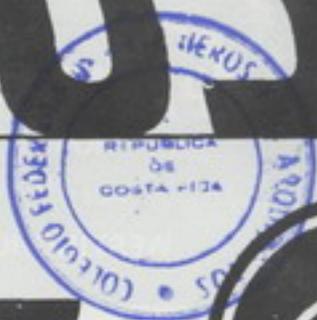
MUEBLES DE FIBRA  
GUADALUPE CENTRO  
COSTA RICA



SILLON TIPO BURBUJA

DE VIDRIO  
APART: 228  
TELEF:  
25-08-03

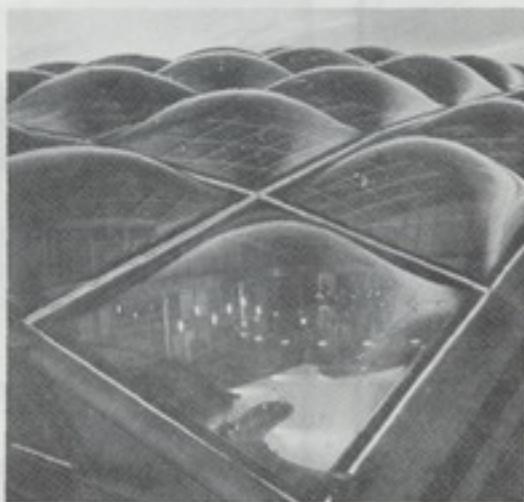
# DOMOS



## plastiluz®

® marca registrada de NEON NIETO S.A.

*Los DOMOS PLASTILUZ son la solución perfecta a los problemas de iluminación cenital, cuando se desea disfrutar de la luz natural. La gran variedad de formas, colores y tamaños de los DOMOS PLASTILUZ permiten al arquitecto proyectar interiores con más luz, vida y color.*



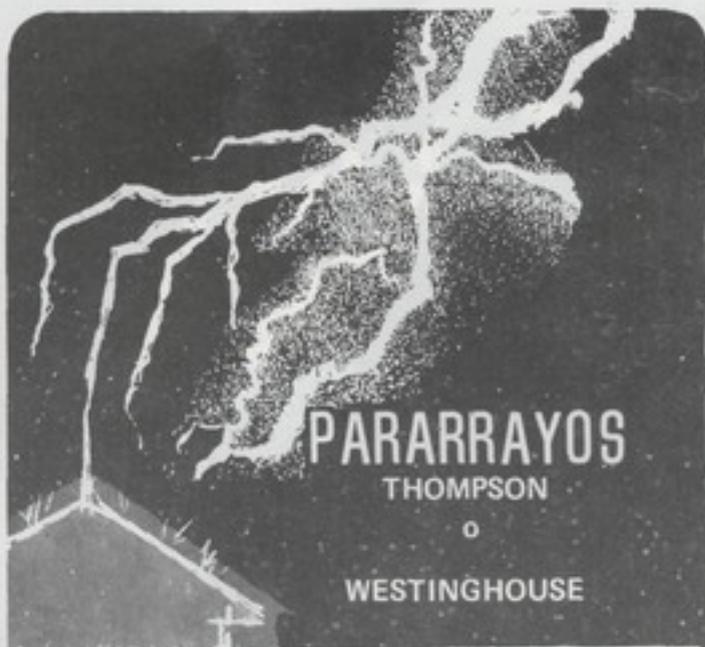
*Las aplicaciones de los DOMOS PLASTILUZ en los edificios comerciales e industriales, así como en bancos, escuelas, etc, son innumerables y permiten cambiar los diseños convencionales por otros más artísticos y audaces.*

*Los DOMOS PLASTILUZ permiten que el exterior penetre al interior. . .la luz. . .el sol . . . , el color dan a los espacios interiores un confort y una belleza que antes resultaba prácticamente imposibles de alcanzar.*



**neon nieto s.a.**

TELS. 21-5505 21-5605 22-2796 APT. 3499



**PARARRAYOS**  
THOMPSON

WESTINGHOUSE

REPRESENTANTES DE:

WESTINGHOUSE ELECTRIC

THOMPSON LIGHTING

EQUIPOS DE SONIDO RAULAND

DUCTOS DE PISO WALKERDUCT

CANADIAN MARCONI

PASS AND SEYMOUR

KECLAIRE-DIVISION LAMPARAS

BRYANT

CONDUCCEN

CUTLER-HAMMER

SYLVANIA

EDISON

TICINO

TUBERIA P.V.C.

**Elmec S.A.**  
Avenida 1 Esquina Calle 11  
San José Tel : 23-10-33

# FIAT-ALLIS 11-B

Más de una década de experiencia en obras alrededor del mundo. Hay dos excelentes modelos disponibles: Servo-transmisión caracterizada por su nueva suavidad al cambio de marchas, y de transmisión directa con demostrada confiabilidad.



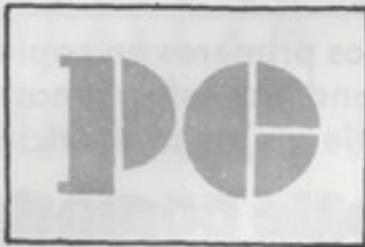
PARA ENTREGA INMEDIATA CON PALA  
CABRESTANTE O ESCARIFICADOR

CONSULTENOS SIN COMPROMISO:

## TRACTOMOTRIZ

Carretera a La Uruca, contiguo al puente  
sobre el Río Torres - Teléfono 22-99-88.

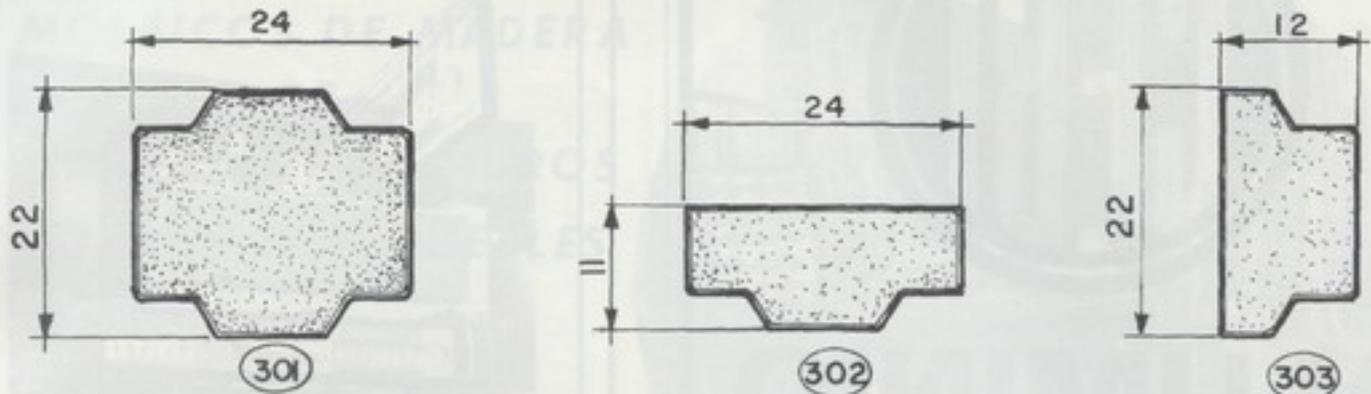
LOS QUE  
SI SABEN DE MAQUINARIA PESADA.



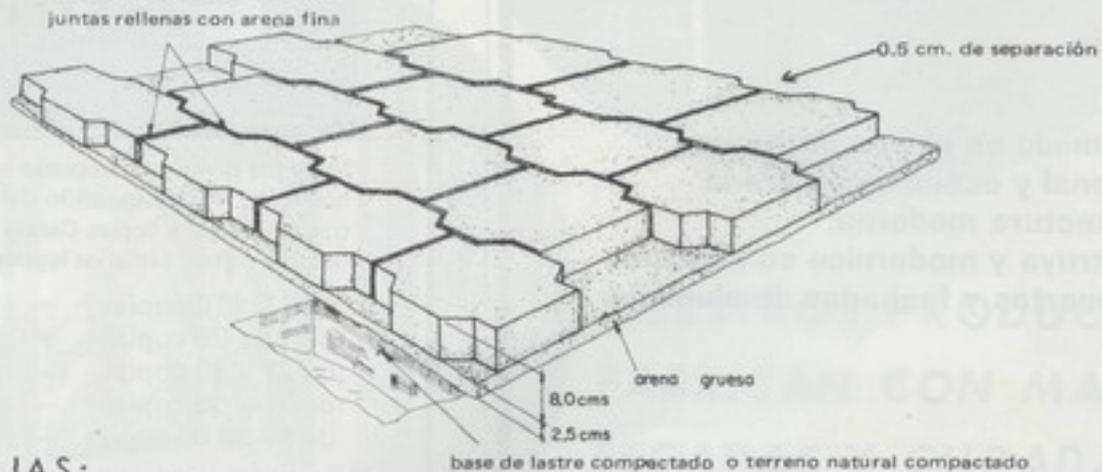
# PRODUCTOS DE CONCRETO, S. A.

TELEFONO 26-33-33 CABLE PROCRETO - APDO. 362 SAN JOSE, COSTA RICA

## ADOQUINES PARA PAVIMENTO



### COLOCACION DE ADOQUINES



#### VENTAJAS:

En instalación fácil y rápida le permite el uso de mano de obra local no especializada. Su flexibilidad le da gran resistencia a cargas altas y la instalación de tuberías es fácil con el pavimento de adoquines.

Tipo	Espesor cm.	Cantidad por metro cuadrado	Peso
301	8	20	8
302	8	39	8
303	8	39	91



# ALUMINIO

El aluminio es el elemento más funcional y económico para la arquitectura moderna. Construya y modernice su negocio con puertas y fachadas de aluminio CEBI.

Los muchos años de servir al público, nos hacen su mejor elección en el campo de la construcción.



La calidad al servicio de la construcción.

Tel. 21-63-76  
23-09-09

Por no ser los primeros en copias en papel bond, nos esforzamos por brindarle un mejor servicio.

## Centro de copiado **CANON.**



Nuestros precios de copiado son los más económicos. A continuación detallaremos nuestras tarifas para copias Canon en papel bond, tamaño carta y tamaños legales:

de 1 a 10 copias	—	¢ 1.25 c/u.
de 11 a 20 copias	—	¢ 1.00 c/u.
de 21 a 30 copias	—	¢ 0.90 c/u.
de 31 a 50 copias	—	¢ 0.80 c/u.
de 51 a 100 copias	—	¢ 0.75 c/u.

Ofrecemos los siguientes servicios:

- Copias en papel de colores
- Papel membretado
- Planos
- Matrices para Offset
- Transparencias
- Copias por ambas Caras

También le ofrecemos copiado en otros tamaños con las tarifas más económicas.

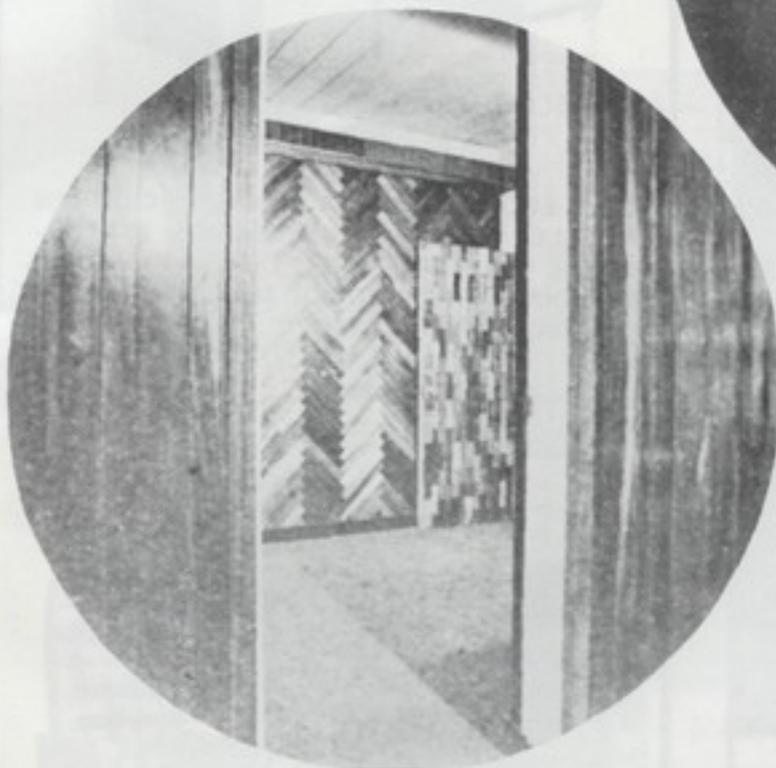
# Canon

Visite su Centro de Copiado Canon, 150 mts. Norte del Sagrario, frente al Ministerio de Agricultura. Teléfonos: 21-11-18 y 22-56-56

Canon, la calidad que no puede ser superada.

# BELLEZA Y CALIDAD PARA EL ARQUITECTO Y EL INGENIERO MODERNOS

MOSAICOS DE MADERA  
PANELES DE  
MADERA PARA MUROS  
COLUMNAS Y MUEBLES  
ETC



NUESTROS PRODUCTOS SE  
FABRICAN CON MADERAS  
SECADAS Y CURADAS  
TECNICAMENTE CON UN  
ACABADO PERFECTO.

## MADERAS ORNAMENTALES SOMACA

SALA DE EXHIBICION

AVENIDA CENTRAL 150 mts OESTE DEL I.N.S

TELS: PLANTA 51-17-22  
OFICINA 51-04-19  
51-07-20

TEL: SAN JOSE 21-15-41  
APARTADO 176 CARTAGO  
COSTA RICA



**IMPERMEABILIZANTES  
RESTAURADORES  
PROTECTORES  
REVESTIMIENTOS**



**PRODUCTOS  
DE  
INTAGO**



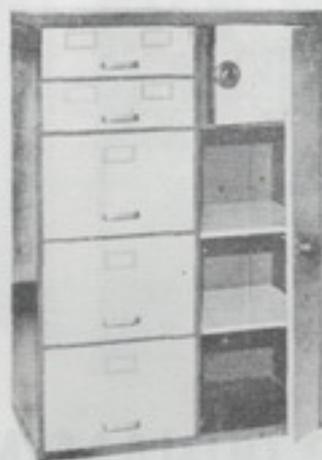
MAROLO

Calle 9/11 Avenida Primera  
Frente Anexo Gran Hotel Costa Rica  
Teléfonos: 22-73-96 22-27-79  
Apartado 10069 San José— Costa Rica

EQUIPE SU NUEVA OFICINA O REEQUIPE SU EXPERIMENTADA EMPRESA CON NUESTRA VARIADA COLECCION DE MUEBLES METALICOS.



MOBI EQUIPOS, PONE A SU DISPOSICION LOS MUEBLES Y EQUIPOS NECESARIOS, ESTRUCTURAL Y PLASTICAMENTE DISEÑADOS Y CONSTRUIDOS A LA MEDIDA DE SUS EXIGENCIAS DE CALIDAD Y BUEN GUSTO.



ARCHIVADOR  
CAJA FUERTE



SILLONES  
PRESIDENTE Y SENADOR

LLAMENOS, Y PERMITANOS PONER NUESTRA EXPERIENCIA Y NUESTRO ESPIRITU DE SERVICIO A SU ENTERA DISPOSICION.

# EL ESTILO ARQUITECTONICO "FUNCIONAL"...

ideal para **PINTURAS SUR!**



Porque Sur tiene colores adecuados a todos los estilos de arquitectura.

Y Sur es la única pintura  
Micro-filtrada y homogenizada,  
garantía de mejor acabado,  
más alto rendimiento y  
duración!



PINTURAS  
**SUR**

la pintura que dura... dura y perdura!

Sur Química de Costa Rica, S. A.

La Uruca - Apdo. 557

Central Telefónica 21-11-12 Cable: SURPIN

## ¿SABIA UD. QUE ESTO ES UN MURAL?

### VINILES

Americanos y Europeos  
Baños, Cocinas, Paredes etc.

### ALFOMBRAS

Mágica, Alcesa Fuertejidos  
y Americanas.

### MUEBLES

De cocina a la medida  
e instalados y de Baño

### PUERTAS

Para closet — Machimbradas  
en tableros y a la medida



PARA FINA ATENCION

**REVISA**

TEL. 21-08-76 - APDO. 5633

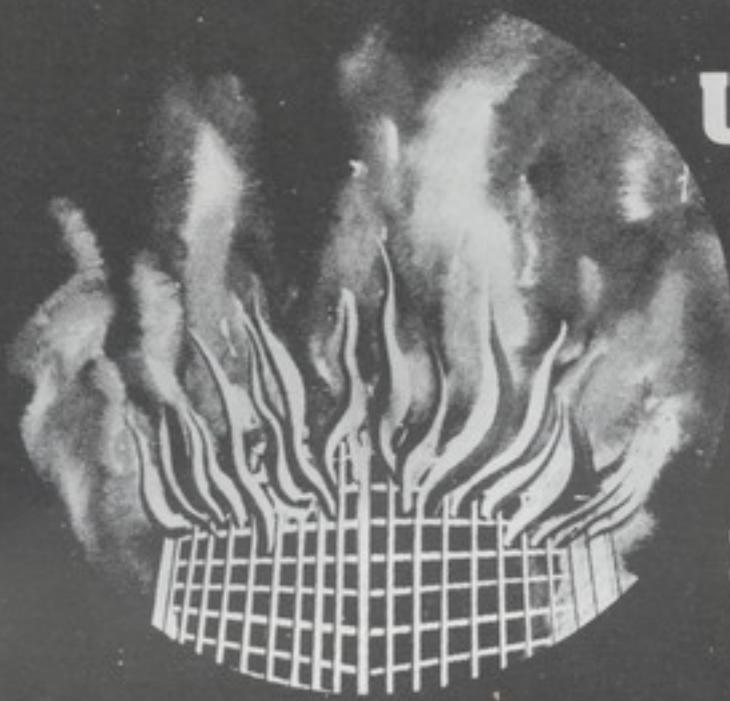
Contiguo Almacén Uribe & Pagés S. A.

**Atención  
Sr. propietario  
de vehículo  
automotor.**

TODOS LOS PROPIETARIOS DE  
VEHICULOS AUTOMOTORES  
deben de pagar su Seguro  
Obligatorio y el Entero por  
Derechos de Circulación en el  
Estadio Ricardo Saprissa y en las  
Agencias del Instituto Nacional de

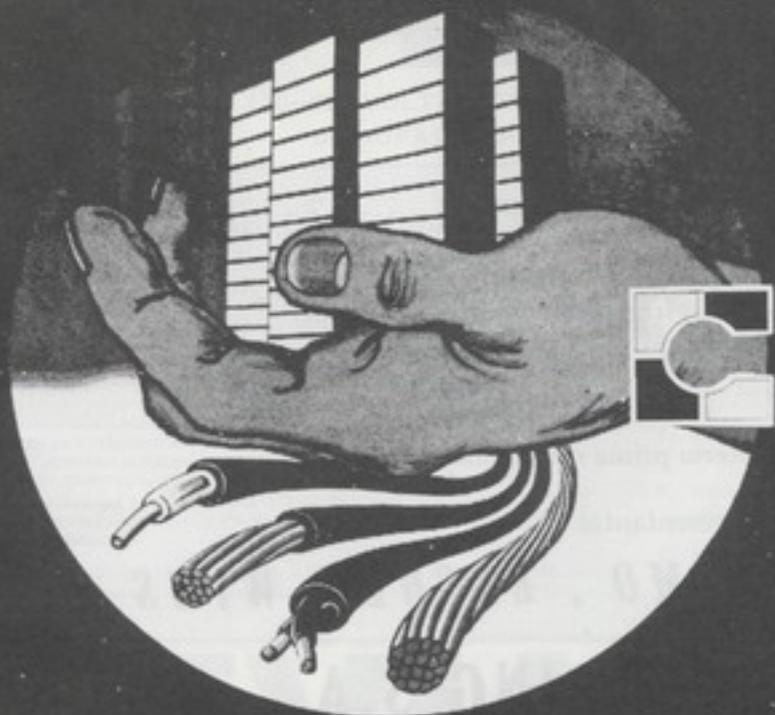
Seguros en Limón, Puntarenas,  
Golfito, San Isidro de El General,  
Ciudad Quesada y Liberia.  
Evitese problemas. Cumpla con la  
ley de tránsito. Pague a la mayor  
brevedad.  
Horario: lunes a viernes de  
7:15 a.m. a 3:30 p.m.





**Usar  
conductores  
eléctricos  
inapropiados  
puede ser  
muy costoso**

**proteja su construcción**



**Use conductores  
eléctricos**

**CONDUCEN, S.A.  
máxima seguridad  
Costa Rica**



**INCESA  
STANDARD**

**LOZA SANITARIA,  
EN SU HOGAR  
TODO MERECE SER  
ASI DE BELLO**

El inodoro de una sola pieza LUXOR, el Bidet LUXETTE y el lavatorio ULTRA equipados con grifería HERITAGE, por la belleza de su diseño, sus imponentes dimensiones, y la perfección de su funcionamiento, constituyen el conjunto de mayor elegancia y prestigio hasta ahora producido por la industria de loza sanitaria.

TELEFONOS: 32-52-66 - 32-53-36

INDUSTRIA CERAMICA COSTARRICENSE S.A.  
Apartado Postal 4120 - San José, Costa Rica  
Cable: INCESA, SAN JOSE



**INODORO LUXOR CON SU ACOMPAÑANTE EL BIDET LUXETTE.**

# SUPLIMOS

Láminas de hierro y acero  
Pletinas, canales, angulares  
Acero inoxidable, acero eléctrico  
Alambre y cable para pretensar  
Generadores, turbinas, transformadores  
Equipos para refrigeración, fabricas de papel  
y la industria química, máquinas de tejer

Pregúntenos por la materia prima o equipos que necesite

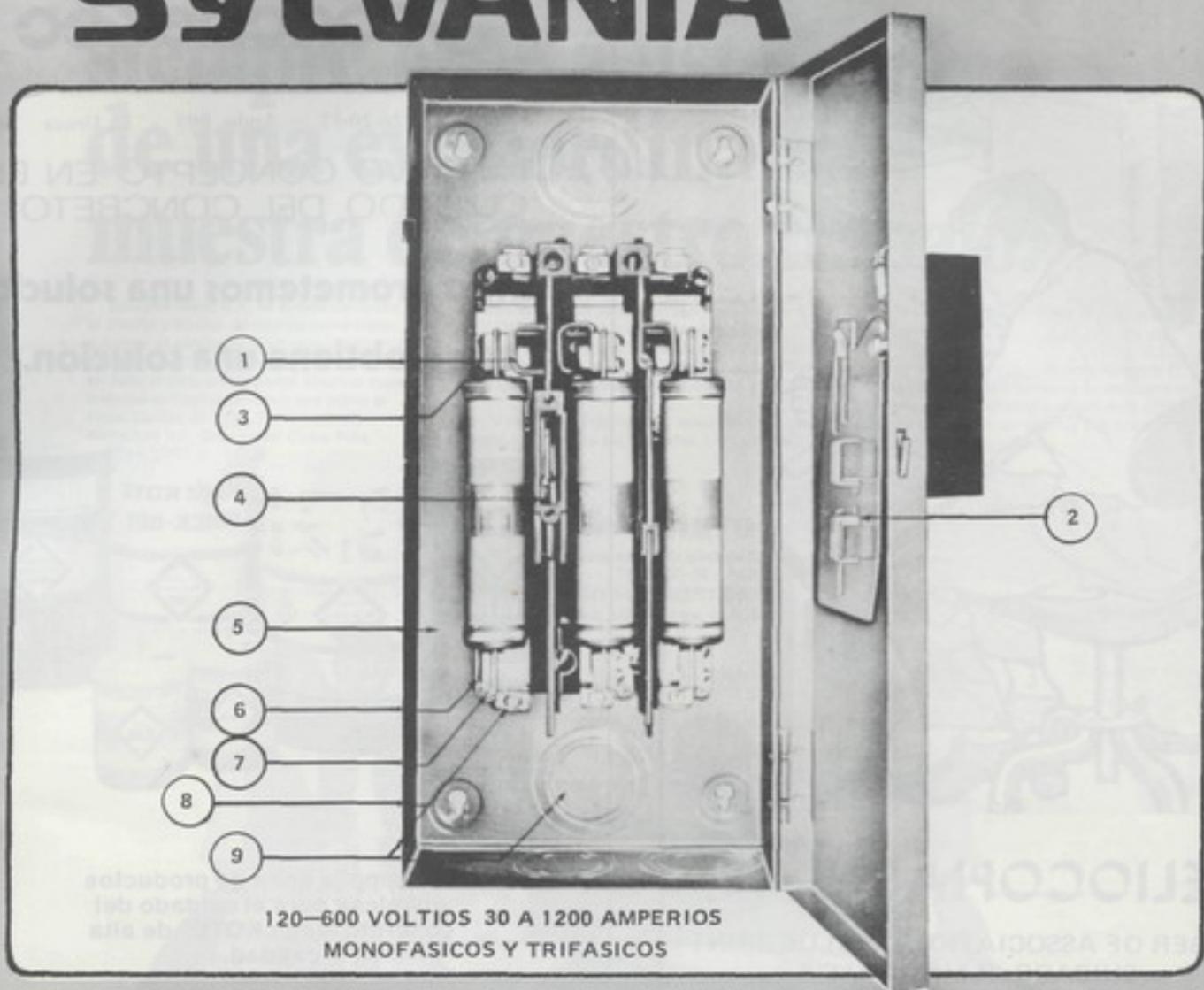
Representantes de

**SULZER , SUMITOMO , ESCHER WYSS**

**HERING Y HERING S.A.**

**APDO 846 TELEFONO 23-20-11**

# INTERRUPTORES DE SEGURIDAD SYLVANIA



120-600 VOLTIOS 30 A 1200 AMPERIOS  
MONOFASICOS Y TRIFASICOS

## CARACTERISTICAS DE SEGURIDAD Y RAPIDA INSTALACION

- CONTACTOS VISIBLES.** Se pueden observar que todos los contactos están fuera de circuito cuando el interruptor está en la posición "OFF" (desconectado).
- ALINEAMIENTO POSITIVO.** Tanto del mecanismo de conexión como de la barra de excitación.
- FUNCIONAMIENTO FRIO.** Aún bajo las condiciones de carga más rigurosas.
  - Cantidad mínima de conexiones eléctricas por polo.
  - De cobre grueso con ambos lados expuestos al aire.
  - Todas las piezas conductoras de corriente van unidas independientemente de sus propios montajes a una base de fenólico.
- ACCION RAPIDA DE CIERRE Y APERTURA.** Mediante un mecanismo elástico doble. Completamente encerrado.
- AMPLIO ESPACIO PARA LA INSTALACION ELECTRI-CA.** Las labores de cableado se efectúan con gran rapidez facilidad y seguridad. No hay piezas móviles que dañen los calbes.
- SUJETAFUSIBLES.** Enchapados y con resortes de lámina flexibles reforzados.
- FUSIBLES DE FACIL ACCESO.** Para instalación y remoción rápida.
- ADAPTABILIDAD DE LOS FUSIBLES.** Aprobados para convertirse o usarse con cualquier tipo de fusibles tipo HRC.
- TERMINALES, AGUJEROS CIEGOS Y ESPACIO PARA EL CABLEAJE.** Diseñados para acomodar conductores de cobre o de aluminio.

# SYLVANIA

TELEFONO: 32-33-34

SAN JOSE-LAS PAVAS

APARTADO: 10130



## HELIOCOPIAS S. A.

MEMBER OF ASSOCIATION OF BLUE PRINT  
CHICAGO, ILLINOIS U.S.A.

Dry diazo copier  
Copias Heliográficas en negro, azul,  
sepia, papeles mate y brillante

SISTEMA TECNICO MODERNO  
RAPIDO - ECONOMICO

## Heliocopias S.A.

Costado Sur Colegio de Señoritas  
Tel. 21-66-94 — Apdo. 2099



Teléfono: 26-20-37 - Apdo. 005 - La Uruca

UN NUEVO CONCEPTO EN EL  
CUIDADO DEL CONCRETO

**Cuando prometemos una solución,  
usted obtiene una solución.**



Una amplia línea de productos  
químicos para el cuidado del  
concreto MagicKOTE® de alta  
calidad.

CONCRETEC OFRECE UNA GENEROSA  
LINEA DE PRODUCTOS QUIMICOS COM-  
PATIBLES MagicKOTE PARA EL CUIDADO  
DEL CONCRETO. AGENTES DESMOLDAN-  
TES DE FORMAleta COMPUESTOS DE-  
CURADO, ENDURECEDORES, SELLADO-  
RES.

REPRESENTANTES DE  
PRODUCTOS QUIMICOS:



**SYMONS**

# En cualquier lugar de Costa Rica, siempre estará usted cerca de una extraordinaria muestra de nuestro trabajo.

Equipos Nieto S.A. ha estado sirviendo en el diseño y equipo de cocinas comerciales y barras de autoservicio en restaurantes, hoteles, clubes, hospitales y diversidad de instituciones en todo el país. Usted podrá observar nuestros trabajos en lugares de renombre como el Hotel Cariari, El Sitio, Torremolinos, Herradura Inn, Gran Hotel Costa Rica,

Cabinas Manuel Antonio, San José Indoor Club, El Chalet Suizo, La Cascada, Restaurant Orleans, Restaurant El Balcón Celeste, Alajuela Racquet Club y muchos otros que son testigos de la calidad de nuestros productos y servicio.

Usted puede contar con nosotros también para todo lo que sea rediseño. Le suplimos

desde un solo aparato hasta el paquete completo.

Comuníquese con nosotros. Nuestro Departamento de Ingeniería lo asesorará en cuanto a sus necesidades de acuerdo al tipo de alimentos que usted sirva y el potencial de ventas de su negocio.

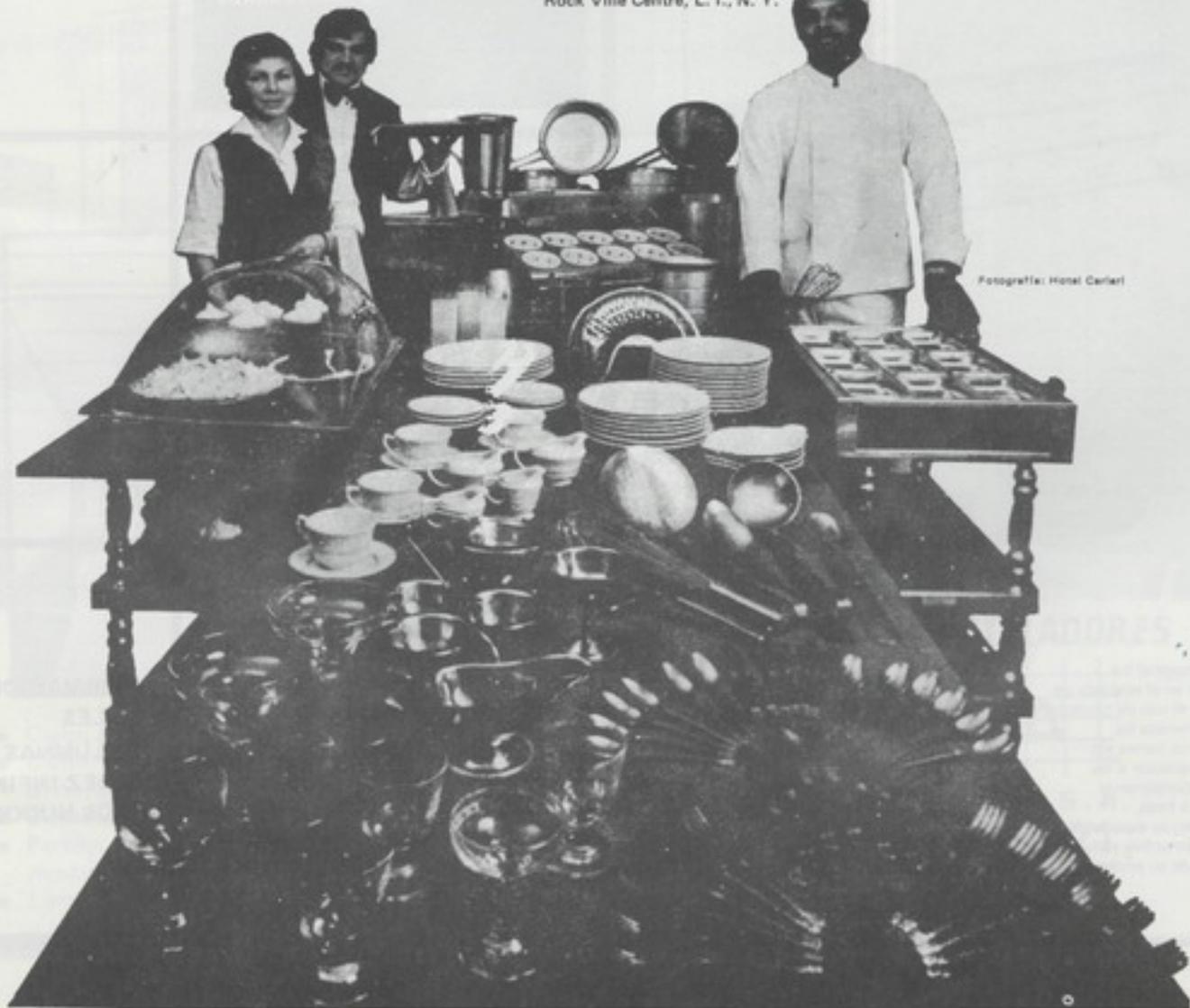


**equipos NIETO s.a.**

Costado norte de la iglesia del Carmen  
Tel. 22-67-55 - Apdo. 1353

Representantes de: SUPERIOR RESTAURANT EQUIPMENT CO. INC.

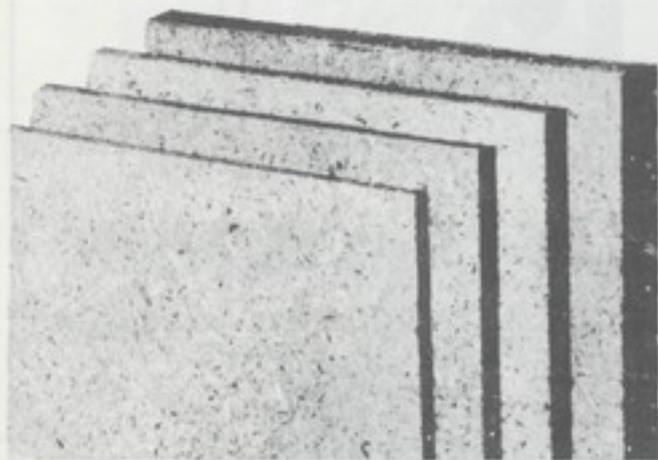
Rock Ville Centre, L. I., N. Y.



Fotografía: Hotel Cariari

# ¿Quién dice que a un arquitecto e ingeniero, no le interesa TABLACEL?

(Maderas aglomeradas)



Tamaño del Tablero: 175 x 305 cm  
Espesores: de 8 a 40 mm



**TABLACEL**

El mercado mundial ha demostrado que en el acabado de la construcción, el uso de tableros de madera aglomerada ha aumentado en una forma sin precedentes en relación a los materiales tradicionalmente usados para estos fines.

Sus características especiales, su bajo costo y su atractivo natural son los motivos de su enorme demanda.

Maderas Aglomeradas S.A.  
Oficinas en San José - Teléfonos:  
21-40-40 y 22-79-79 - Apdo.: 4038  
Fábrica en San Joaquín de Flores, Heredia  
Teléfono: 41-24-49

Francisco Mas y Asociados Ltda.

I. P. C.

INGENIEROS ESTRUCTURALES  
Y CONSULTORES  
TEL 21-03-27  
APDO 7 - 2440

INGENIERIA  
PROGRAMACION  
Y CALCULOS

PROCESAMIENTO  
ELECTRONICO  
DE CALCULOS  
ESTRUCTURARES

EDIFICIOS  
Y PORTICOS

CALCULO DINAMICO  
TORSION EN PLANTA  
ANALISIS DE  
CARGAS VERTICALES.

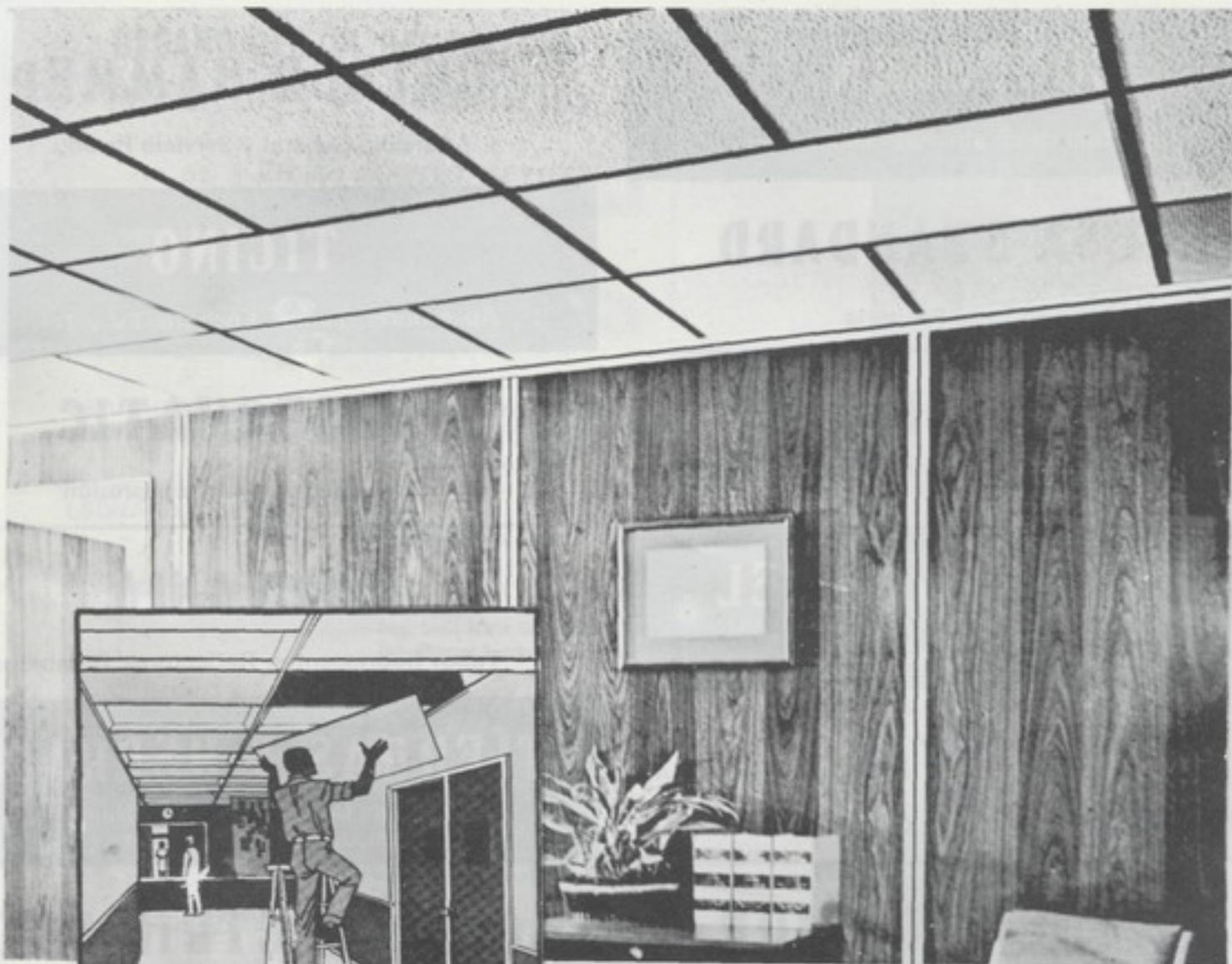
ANALISIS DE CARGAS SISMICAS.  
ENVOLVENTES DE  
SOLICITACIONES.  
DISEÑO DE VIGAS Y COLUMNAS.  
VIGAS DE SECCION VARIABLE.

DEFORMACIONES  
AXIALES  
en COLUMNAS  
RIGIDEZ INFINITA  
DE LOS NUDOS

**Señores INGENIEROS Y ARQUITECTOS**  
ESPECIFIQUEN CIELOS ACUSTICOS INSTALADOS  
POR CIELOS Y LAMPARAS S.A.

**CYLASA**

**CON MAYORES VENTAJAS PARA UDS Y SUS CLIENTES**



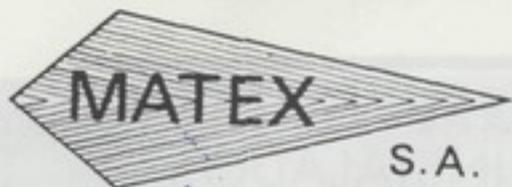
**DISTRIBUIDORES E INSTALADORES**

**CYLASA**

**CIELOS Y LAMPARAS S.A.**  
**TELEFONO: 23 47 21**

Calle 24 av. 3 y 5 Ap. 5615  
de la Mercedes Benz - Paseo Colón  
300 metros hacia el Norte.

- Cielos acústicos en fibras vegetal y mineral.
- Cielos aislantes decorativos en poliestireno y asbesto, cemento.
- Cielos luminosos con rejillas plásticas.
- Perfiles de aluminio, mill finish, anodizado o con recubrimiento de vinil.
- Lámparas fluorescentes, incandescentes, mercurio y luz mixta.



MATERIALES EXCLUSIVOS, S.A.

22-27-53  
TELS. 22-27-16 APDO. 5910  
22-81-39

SAN JOSE, COSTA RICA

AVENIDA 4, CALLE 22  
DEL HOSPITAL DE NIÑOS 100 MTS OESTE 200 MTS SUR

Todo lo relacionado con acabados eléctricos y de construcción

**DISTRIBUIMOS**

## CONDUCEN

Todo tipo de conductores eléctricos

## CUTLER HAMMER

Servicio General y Servicio Pesado.

## INCESA STANDARD

Todo en Loza Sanitaria

## TICINO

Apagadores, Tomas, Enchufe TV y Tel, etc.

## GLIDDEN

Pinturas: Toledo, Nova, Domestic, Esmaltes, Brochas, Rodillos.

## WESTOMATIC

Tanque agua caliente y presión

## DURMAN ESQUIVEL

Tubería y Accesorios PVC.

## SYLVANIA

Tubos fluorescentes, Reflectores, Bombillos

## ARMETAL

Cajas Octogonales, Rectangulares, Cuadradas, Gazas EMT.

## TIERRAS Y HERRAJES

Varillas de Cobre, Pararrayos, Bases para transformador, Abrazaderas, etc.

## LUZ Y DECORACION

Lámparas Fluorescentes y Decorativas.

## EAGLE ELECTRIC MFG C

Cartuchos Renovables y no Renovables, Dimmer, Fotoceldas, Sockets, etc.

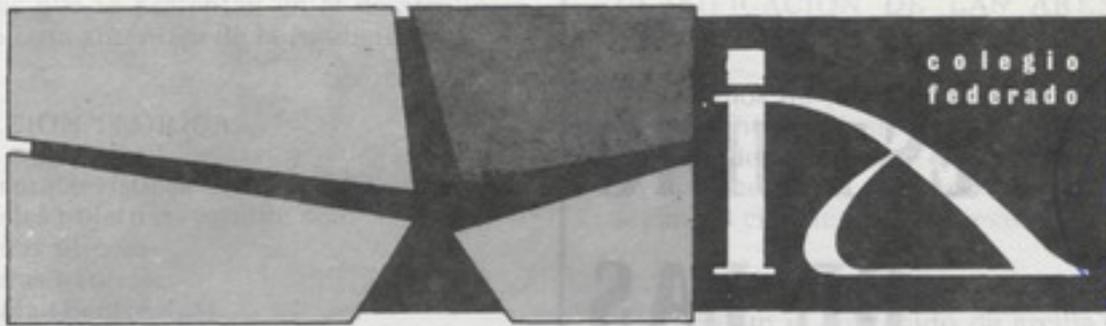
## STA - RITE

Bombas de Agua Americanas

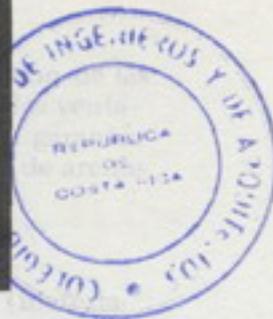
## 3 M

Tapes: Scotchdill, Hyflex, 33, Conectores y Terminales, etc.

Además:  
Tubería y Accesorios EMT Cinta Azul, Conduletas y Conectores, Switchs eléctricos, Balastros, Bases para tubo fluorescente, Tape eléctrico, Grapas aislantes, Material eléctrico Royer.



colegio  
federado



# ORGANO OFICIAL DEL COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS DE COSTA RICA

No. 57 JULIO - AGOSTO - SETIEMBRE 1976

## CONTENIDO:

ESTUDIO DE LAS ARENAS SILICAS DE MOLDEO EN COSTA RICA	Ing. Felipe Ureña C.	20
LEONARDO: GENIO Y ARTIFICE.	Ing. Felipe Ureña C.	25
CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ILUMINACION.	Ing. Saúl Ruiz Baltodano. Ing. Roger Lorenzo Barboza M.S.	27
EL ALUMINIO Y SU METALURGIA.	Ing. Juan Sepúlveda Jaques.	33
INVERSION DE MATRICES POR TRASLACION DE VARIABLES.	Ing. Enrique Castro León.	40
MODELACION DE UN MOTOR DE IGNICION POR COMPRESION.	Ing. Víctor Manuel Alfaro.	42
EL SECTOR ELECTRICO DE LA INDUSTRIA EN COSTA RICA.	Ing. Jaime Allen F.	50

## Dirección

Avenida 4a. Calle 42

**Teléfono 23-01-33**

**APARTADO :2346**

**SAN JOSE**

HORAS DE OFICINA:

Lunes a Viernes

De 8 a.m. a 12 m.

De 2 p.m. a 6 p.m.

COMISION SUPERVISORA

Ing. Róger Lorenzo Barboza

Ing. José J. Chacón Leandro

Coordinador:

Ing. Carlos A. García B.

Editada por



*Distribuidora*  
**PUBLICITARIA LTDA**

Luis Burgos Murillo  
Editor

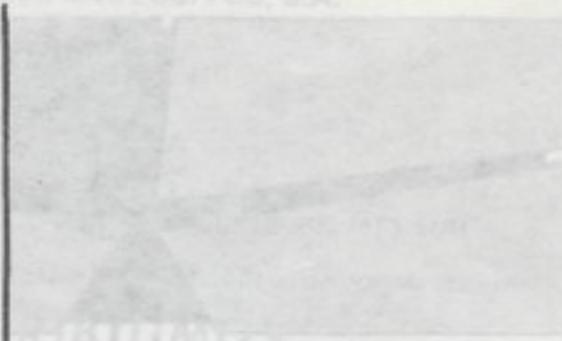
Impresión:

Litografía Caribe S.A.

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.



# ESTUDIO DE LAS ARENAS SILICAS



# DE MOLDEO EN COSTA RICA.

---

*Ing. Felipe Ureña C.  
Profesor  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Universidad de Costa Rica.*

---

## RESUMEN

Se presenta en este artículo las características físico-químicas y técnicas de algunas arenas sílicas de Costa Rica. El estudio se basa esencialmente en la cualificación de las mismas para la aplicación en el proceso de fundición. Se recomienda, al mismo tiempo, algunas de las aplicaciones en fundición de hierro, aleaciones de cobre y aleaciones ligeras (aluminio).

## INTRODUCCION

La importancia del estudio de las arenas sílicas de moldeo tiene gran relieve por cuanto es el primer intento formal en Costa Rica por investigarlas científica y tecnológicamente. En épocas anteriores se realizaron estudios de tipo histórico, considerándose como un gran avance, ya que ha

motivado a profesionales y empresarios costarricenses en el uso racional de las arenas de moldeo. De esta forma se pretenden alcanzar dos factores muy significativos, los cuales son: el estudio sistemático, detallado y científico de las arenas sílicas de moldeo en Costa Rica, y, la incorporación de la Universidad de C.R. en la solución de

los problemas que se presentan en el desarrollo de una tecnología auténtica de la fundición.

## INFORMACION TEORICA

### Materiales y características

Los materiales objeto de estudio son:

- a) Arenas silíceas
- b) Tierras naturales
- c) Arcilla (Bentonitas)

Y las características que clasificarán a cada uno de estos materiales, serán:

### I. — Características físico—químicas

- 1) Para las arenas silíceas
  - a) Análisis químico
  - b) Determinación del contenido de arcilla
  - c) Tamaño y distribución de los granos (granulometría)
  - d) Clasificación de la superficie del grano (A.F.S.)\*
  - e) Refractoriedad
  - f) Humedad
- 2) Para las tierras naturales
  - a) Determinación del contenido de arcilla
  - b) Tamaño y distribución del grano
  - c) Clasificación de la superficie
- 3) Para las arcillas
  - a) Análisis térmico-diferencial
  - b) Análisis termo-ponderal
  - c) Análisis químico
  - d) pH
  - e) Límite líquido
  - f) Humedad

### II — Características Técnicas

- a) Cohesión o resistencia
- b) Permeabilidad
- c) Humedad

Se debe destacar que las características físico-químicas son intrínsecas del material, y tienen una influencia directa sobre las propiedades técnicas de la misma arena; es decir, las características técnicas son aquellas que cuantifican para realizar la operación de moldeo y colada. Este método de normalización de ensayos no excede en la exigencia de características que lo harían inoperante, y por otro lado, el conjunto de las mismas es suficiente para garantizar al fundidor la constancia en la calidad elegida.

## CLASIFICACION DE LAS ARENAS DE MOLDEO

Trataremos de justificar la clasificación de las arenas silíceas a título de ejemplo de las ventajas que debe suponer el fundidor la garantía de disponer en el mercado nacional de arenas según las clasificaciones previstas.

### 1. — Según el contenido de arcilla (materiales impalpables)

#### a) Arenas Silíceas

		Contenido de materiales impalpables
Clase A	Arenas superlavadas	Hasta el 0.5%
Clase B	Arenas Lavadas	Superior al 0.5% hasta el 1%
Clase C	Arenas no lavadas	Superior al 1% hasta el 2%

#### b) Tierras Naturales

Tierras magras	Superior al 2% hasta el 10%
Tierras semigrasas	Superior al 10% hasta el 20%
Tierras grasas	Superior al 20% hasta el 30%
Tierras muy grasas	Superior al 30% hasta el 50%

2. — Según tamaño y distribución de los granos  
Es bien conocido que el índice de finura AFS es una cifra convencional cuya información aislada está muy lejos de satisfacer un conocimiento de la naturaleza de la distribución granulométrica. Es necesario que este dato vaya acompañado de la representación gráfica (curva de Gauss o curva acumulativa), o bien, de una manera más simple, aunque menos segura, del número de tamices en que se distribuye. Es frecuente que el fundidor exige hoy arena de una determinada finura distribuida en tres tamices exigencia que debe estar en condiciones de atender el suministrador.

3. — Según la superficie del grano  
Clasificación establecida por simple observación ocular a través de una lupa o microscopio de 30 aumentos, y destinada a completar el análisis granulométrico.

Según la forma:

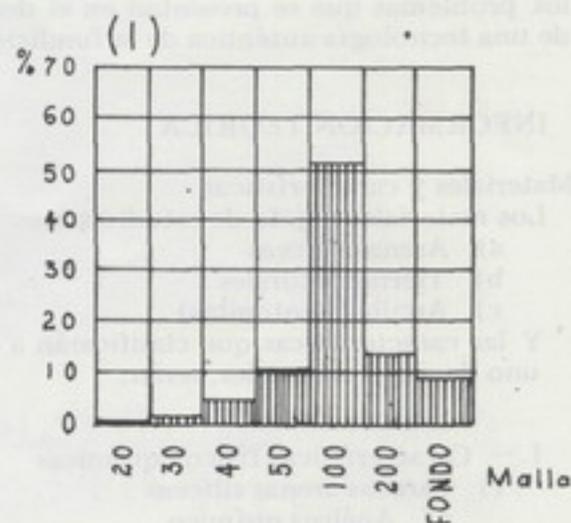
- Arenas de grano angular
- Arenas de grano semiangular
- Arenas de grano redondeado

Según el aspecto de su superficie

- Arenas de grano liso
- Arenas de grano rugoso

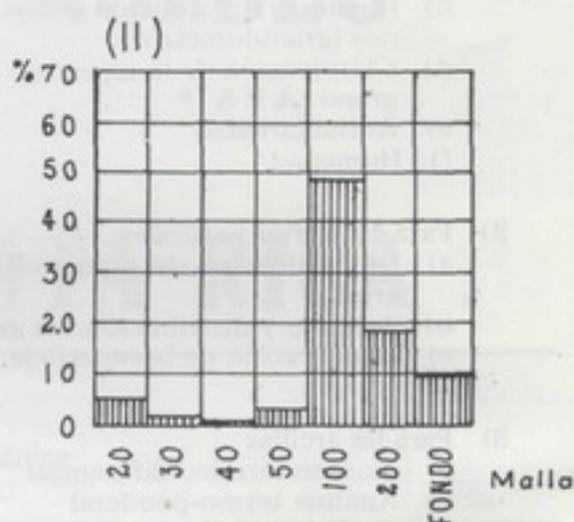
(I)

MALLA No.	FACTOR	TAJO "XX" GORIS-CARTAGO		PRODUCTO
		RETENIDO		
		Grm.	%	
20	10	.20	.40	4.0
30	20	.63	1.26	25.2
40	30	2.06	4.12	123.6
50	40	5.17	10.34	413.6
100	70	25.84	51.68	3617.6
200	140	6.80	13.60	1904.0
FONDO	300	4.55	9.10	2730.0
Porcentaje Arcilla				9.5
Indice de finura				97.43



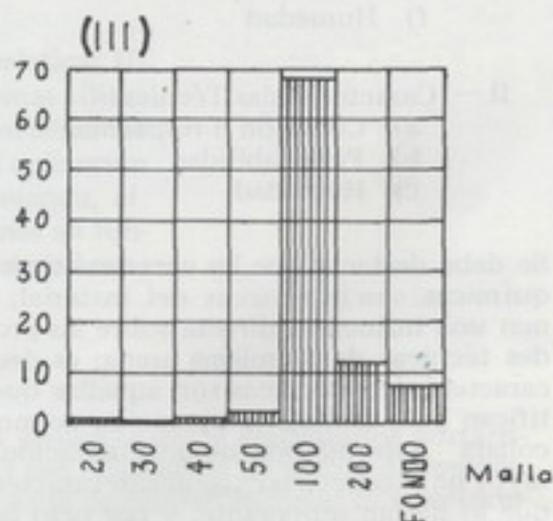
(II)

MALLA No.	FACTOR	"EL AGUACATE" - PATARRA		PRODUCTO
		RETENIDO		
		Grm.	%	
20	10	2.66	5.32	53.2
30	20	1.03	2.06	41.2
40	30	0.21	0.42	12.6
50	40	1.65	3.30	132.0
100	70	24.22	48.44	3390.8
200	140	9.10	18.20	2548.0
FONDO	300	4.90	9.80	2940.0
Porcentaje Arcilla				12.46
Indice de finura				104.15



(III)

Malla No.	FACTOR	"Mesén Superior" - Tres Ríos		PRODUCTO
		RETENIDO		
		Grm.	%	
20	10	0.10	0.20	2.0
30	20	0.02	0.04	0.8
40	30	0.07	0.14	4.2
50	40	1.03	2.06	82.4
100	70	34.03	68.06	4764.2
200	140	5.89	11.78	1649.2
FONDO	300	3.90	7.80	2340.0
Porcentaje de Arcilla				9.92
Indice de finura				98.17



Tablas I, II, III: Análisis Granulométrico

Cuadros I, II, III: Diagramas distribución

4 — Según la humedad

La clasificación de las arenas sílicas según su humedad, es:

- Arenas secas
- Arenas húmedas

La humedad máxima permitida en las arenas secas es el 0.5% y para las humedades 5%. No se especifica la humedad de las tierras naturales.

Si la humedad de las arenas sílicas húmedas estuviera comprendida entre el 5 y el 10%, el fundidor puede exigir al suministrador una bonificación. Si sobrepasa el 10% el fundidor podría rechazar el pedido.

El interés de esta condición es obvio desde el punto de vista económico, puesto que el fundidor compra arena y no agua, aparte de las condiciones técnicas que imponen en algunos casos utilizar arenas secas.

5. — Análisis químico

No se impone ninguna condición especial, ni se clasifican las arenas silíceas según estos criterios. Solamente se pide que se dé el análisis químico de la fracción de arena de los siguientes compuestos:

Si O<sub>2</sub> total; Al<sub>2</sub> O<sub>3</sub>; Ti O<sub>2</sub>; Mg O; Ca O y óxidos alcalinos, incluyendo las prácticas por calcinación a 900°C; durante una hora de 5 gr de muestra.

6. — Refractariedad

La prueba se efectúa poniendo una probeta de arena en contacto con una lámina de platino a través de la cual se hace pasar una corriente eléctrica que puede variarse por medio de un reóstato.

La lámina se calienta y cuando alcanza una determinada temperatura, la arena se sinteriza adhiriéndose a la lámina. Esta temperatura, llamada temperatura de vitrificación, se lee en un pirómetro óptico y es tomada como medida de refractariedad.

Clasificación de las arcillas (bentonitas)

Debemos destacar que la bentonita es quizás el mejor aglutinante inorgánico de tipo arcilloso, pero desgraciadamente en Costa Rica no se encuentra yacimientos de la misma.

Según lo anterior, no queda más que recurrir a los tipos de arcilla ubicados en el grupo de la montmorillonita predominantemente. Por lo tanto, todo producto arcilloso se considera suficiente:

- 1º Si el análisis térmico diferencial revela la curva característica de las arcillas.
- 2º Si dicha curva queda complementada con un análisis termoponderal, también con curva característica.
- 3º Que con el fin de asegurar la constancia en calidad del producto, exige los valores pH y del límite líquido

EXPERIENCIAS

Esta parte contiene esencialmente los siguientes aspectos: datos, resultados, análisis, conclusiones y recomendaciones de las pruebas realizadas para Costa Rica

—Clasificación de arenas sin preparar

A continuación detallaremos los principales aspectos de las arenas sílicas obtenidas directamente de la cantera.

Para este estudio se procedió a localizar los posibles yacimientos ricos en dióxido de sílice (Si O<sub>2</sub>), no obstante, la localización de los yacimientos se realizó en una zona muy pequeña. Dicha zona se encuentra localizada en las inmediaciones de las poblaciones de Patarrá, San José, Tres Ríos (Cartago) y Coris (Cartago).

Las tablas I, II, III y cuadros I, II, III que se presentan contienen los datos de granulometría, contenido de arcilla, gráfico de distribución e índice de finura.

En la tabla IV se presenta la forma y aspecto de la superficie de los granos y en la tabla V se presenta la clasificación de las arenas según el índice de finura de arcilla.

De todos los datos anteriores presentamos a continuación el cuadro general de las arenas cualificadas:

CUADRO GENERAL:

1.—

Tajo "XX" (Coris, Cartago)	
Contenido de arcilla promedio .....	8.93%
Índice de finura promedio .....	93.91%
Forma de grano .....	semiangular
Clasificación .....	fina-semigrasa
Aspecto de superficie .....	lisa
HCl-1N efervescencia (Presencia CaO)..	no
Contenido de Si O <sub>2</sub> (óxido de silicio) ..	96.64%

TABLA IV: FORMA Y TEXTURA DE GRANO

TAJO	FORMA DE LOS GRANOS	ASPECTO DE LA SUPERFICIE
XX	Semiangular	Lisa
El Aguacate	Semiangular	Rugosa
Mesén Superior	Angular	Lisa

TABLA V: CLASIFICACION DE ARENAS SEGUN INDICE DE FINURA Y CONTENIDO DE ARCILLA

TAJO	A.F.S.	% ARCILLA
XX	Fina	Semigrasa
El Aguacate	Fina	Semigrasa
Mesén Superior	Fina	Semigrasa

2.- Tajo el Aguacate (Patarrá, San José)

Contenido de arcilla promedio .....	11.64%
Índice de finura promedio .....	104.88%
Forma de grano .....	semiangular
Clasificación .....	fina-semigrasa
Aspecto de superficie .....	rugosa
HCl-1N efervescencia (presencia de CaO)	no
Contenido de SiO <sub>2</sub> (óxido de silicio) ....	--

3.- Tajo "Mesén Superior" (Tres Ríos, Cartago)

Contenido de arcilla promedio .....	8.17%
Índice de finura promedio .....	92.87%
Forma de grano .....	angular
Clasificación .....	fina-semigrasa
Aspecto de superficie .....	lisa
HCl-1N efervescencia (presencia de CaO)	no
Contenido de SiO <sub>2</sub> (óxido de silicio) ....	96.42%

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tajo "XX" (Coris, Cartago)  
Índice de finura (I. F. = 94)

Según este índice la arena puede ser utilizada en piezas que no requieren acabado fino en la superficie de la pieza.

Permeabilidad:

Tomando en consideración la distribución granulométrica, la forma y tamaño del grano, se puede proyectar esta arena como de permeabilidad media. Ahora bien, variando la distribución granulométrica, mediante un proceso de despolvoreado, se puede aumentar la permeabilidad.

Cohesión:

En este caso la cohesión es media según la distribución granulométrica, la forma y tamaño del grano.

Tomando en consideración los parámetros anteriores esta arena puede ser utilizada en fundiciones de hierro gris y de hierro maleable.

Tajo "El Aguacate" (Patarrá, San José)  
Índice de finura (I. F. = 105)

Esta arena igual que la anterior, puede ser utilizada directamente en piezas que no requieren acabado fino en la superficie.

Permeabilidad:

Teniendo en cuenta la distribución granulométrica, el tamaño y forma del grano, esta arena se proyecta como de permeabilidad media. Su distribución granulométrica puede ser modificada (con el proceso de despolvoreado) para obtener una mejor permeabilidad.

Cohesión:

La cohesión de esta arena se considera como media según la distribución granulométrica, tamaño y forma del grano.

Con los parámetros anteriores estas arenas pueden ser utilizadas directamente en fundición de hierro gris y de hierro maleable; y con algunas modificaciones en funciones de cobre-níquel, latón y bronce.

Tajo "Mesén Superior" (Tres Ríos, Cartago)

Índice de finura (I. F. = 93)

El acabado que se obtendrá en la superficie de la pieza fundida, según el índice de finura, no es fino.

Permeabilidad:

Según la distribución granulométrica (granos concentrados en su mayoría en la malla 100) y la forma angular del grano esta arena proyecta buena Permeabilidad y teniendo en cuenta el tamaño del grano, puede manifestarse una reducción en la permeabilidad por lo que sería conveniente despolvorear para eliminar granos más pequeños que puedan ubicarse intersticialmente

Cohesión:

Considerando la distribución granulométrica, la forma y tamaño del grano se puede decir que la arena presenta cohesión baja.

Considerando los parámetros anteriores, esta arena puede ser utilizada perfectamente en fundiciones de hierro gris.

Colaboración:

Colaboraron en esta experiencia los colegas Juan Manuel Fernández y Edgar Allan Solís.

Referencias:

- (1) L. Froufe: "Cualificación de las arenas de moldeo españolas" Revista de Metalurgia Vol. 2, No. 5 Sept - Oct. 1966
- (2) A.F.S.: "Foundry Sand Handbook" Edición Séptima 1963. Des Plaines, Illinois.
- (3) E. Specht.: "Modelaje y Moldeo" Editorial y Librería SINTES, Barcelona. Vol 1
- (4) E. Capello: "Tecnología de la Fundición" Segunda Edición. Editorial Gustavo Gili, S'A. Barcelona
- (5) Ureña Fernández Solís "Estudio de las Arenas Sílicas para Moldeo Universidad de Costa Rica, Junio, 1976.

# LEONARDO :

## GENIO Y ARTIFICE

Por Ing. Felipe Ureña C.  
Profesor  
Escuela de Ingeniería Mecánica  
Universidad de Costa Rica

Remontémonos al año de 1452, fecha en que quizás muchos de nosotros ni siquiera hemos puesto atención. Ocorre pues, algo trascendental en un pequeño pueblo llamado Anchiano cercano a Vinci, donde nace un niño de matrimonio ilegítimo bautizado Leonardo e hijo de Caterinay Ser Piero.

Empiezan aquí los 67 años azarosos de la figura más controvertida y excepcional en la ciencia, arte y tecnología: LEONARDO DA VINCI. Nos encontramos en una de las épocas más brillantes, El Renacimiento, donde el hombre renace después de un período de oscurantismo y superstición.

Y no es para menos destacar aquí la importancia en ese momento de la ciudad de Florencia principal centro de Europa, y situada aproximadamente a 30 Km de Vinci. La anterior situación favorecerá notablemente la formación de Leonardo en las más diversas disciplinas, a saber: artística, científica, escrito; ingeniero, tecnólogo, Músico. Concentremos nuestra atención en aquel Leonardo ingeniero y tecnólogo y enumeremos en forma somera algunas de las más sorprendentes obras que dan testimonio a su habilidad: desvió el curso del río Arno; introdujo innovaciones en la hidráulica; se interesa en la relojería, construye una

serie de mecanismos tales como: ejes, acoplamientos, ruedas dentadas cojinetes, trinquetes, válvulas, etc, de sarrolla la arquitectura militar; y se propone uno de los retos más grandes de su vida, fundir en bronce un descomunal monumento por encargo de los Duques de Milán. Su actividad de ingeniero se hace patente en una serie de conceptos que lo ubican dentro de un mundo físico. Pongámosle atención;

*"Huye de los preceptos de aquellos especuladores cuyas razones no están confirmadas por la experiencia"*

*Ms. B 4 v*

*"Toda cosa movida con fuerza seguirá en el aire la línea marcada por el movimiento de su motor. Si éste mueva la cosa circularmente, al ser abandona a ese movimiento, el movimiento será curvulíneo: y si el movimiento empezó en círculo para terminar la línea recta, recta será también su trayectoria lo mismo que si empezó en línea recta y terminó torcido, torcido será su camino."*

*Todo objeto movido por un choque se separa siguiendo ángulos iguales de su motor"*

*Ms. A 8/v*

*"La ciencia instrumental o mecánica es nobilísima y útil sobremanera entre todas las demás, ya que mediante ella realizan sus operaciones todos los cuerpos animados de movimiento";*

*Del Vuelo de las Aves 3r*

*"Todo cuerpo grave que desciende libremente se dirige al centro de la tierra, y cuanto mayor es su peso más rápido desciende, y cuánto más desciende aumenta su velocidad."*

*Foster II 2 65 v*

Y de este modo vemos aciertos y equívocos en la mente de quien no podemos menospreciar en lo más mínimo.

En él, se conjugaba la teoría con la experiencia y la práctica. La fuerza creadora de Leonardo es extraordinaria, y muchas veces la utiliza más para satisfacerse a sí mismo y a las personas que le encargan tareas; Paolo Rossi lo confirma diciendo: "No es casual el que Leonardo se preocupase más de la elaboración que de la ejecución de sus proyectos; se interesó más por las máquinas como resultados y pruebas de la inteligencia y de la genialidad humana que como medios de efectivo dominio sobre la naturaleza. Las máquinas

eran consideradas por él casi tan sólo como juguetes contruídos para divertir a los soberanos, mientras que su concepto de fuerza (sobre el cual tanto se ha insistido) se halla más ligado ciertamente el tema hermético y fisiano de la animación universal, incorporea e impalpable”.

Leonardo nos ha dejado testimonio de sus obras que trascienden el tiempo, desde el Renacimiento al Siglo XX. Pues bien, en el presente siglo, por ahí del año 1965, en la Biblioteca Nacional de Madrid se descubren dos prolíficos manuscritos de Leonardo, colmados de textos y dibujos. Estos volúmenes —Códices de Madrid— que se consideraban perdidos, traen una infinidad de notas sobre las investigaciones y resultados en las más desemejantes disciplinas.

En el deseo de divulgar la actividad desarrollada por Leonardo, procuráremos relatar el proyecto más ambicioso que se haya propuesto: *Il Cavallo*. “—El Caballo”—, la monumental estatua ecuestre en honor a Francesco Sforza padre de Ludovico El Moro, quien durante largo tiempo sería el mecenas de Leonardo en Milán.

Ahora bien, en una amplia sección de sus escritos referentes a *Il Cavallo*, que comprende los folios 141 al 157 verso se ocupa casi por completo de los problemas relativos a la fundición y molde. Ofrece un buen taller sobre las técnicas de construir modelos, de obtener los molde y contramodelo, preparar la fosa de colada, disponer de los hornos necesarios, y por último el detalle de fundir la estatua propiamente dicha.

Para la erección del monumento se empezó con la idea de hacerlo de tamaño natural y probablemente situado delante la entrada principal del castillo Peor luego, a Ludovico se le ocurre que sea 4 veces el natural, esto hacía que el proyecto se tornara en un gran desafío para la tecnología de la fundición en aquella época. Entre las cosas que le preocupan a Leonardo, apar-

te de los valores estéticos que es natural en él, está el fundir la estatua sin necesidad de armar por partes. Desea con gran fervor realizarla en una sola operación.

Cómo podría fundir semejante obra? Aparte del proceso en sí, hemos de mencionar la evolución que tuvo la colocación del molde: primeramente se pensó fundir en forma erecta, luego acostado y por último decidió que la mejor forma de ubicarlo era patas arriba, y esto lo confirma diciendo: “Aquí se pueden hacer todas las bocas del cuerpo sin respiradero, a excepción del tramo más alto del cuerpo. Y las piernas servirán de respiradero común de todo el aire encerrado, aparte del bronce que las rellena”. Con la anterior descripción y muchas más, Leonardo demuestra tener un gran dominio de modelado —como artista que es—, molde y fundición.

Considera que el método de la cera perdida no es el mejor, cree mejorar el proceso con la intención de preservar el modelo original. En realidad el proceso leonardino es bastante complejo, veamos cómo se resume: se hace un modelo en arcilla, con el modelo terminado, se construye en secciones el molde hembra exterior; se cubre de cera el molde hembra; luego dentro del molde hembra recubierto de cera se hacía un nuevo molde macho de arcilla refractaria; después había que descomponerlo todo y someterlo a una nueva cochura el molde macho; metía-se de nuevo en el molde hembra quitando la capa de cera; en el espacio que quedaba vacío se obtenía, vertiendo cera, un contramodelo del original. Una vez quitadas las piezas del original vacío se procedía a eliminar toda posible imperfección del contramodelo; sobre la cera se construía un molde hembra de arcilla que fuese resistente a la temperatura de fusión, se calentaba hasta que la cera escurriera; se retira y se seca el molde exterior, impermeabilizándolo y colocándolo de nuevo sobre el molde macho; final-

mente se vertía bronce en la cavidad dejada por la cera, y de este modo se obtenía la estatua ecuestre.

No cabe duda que la gran cantidad de pasos para realizar la obra presentan cierto grado de dificultad, pero para Leonardo no hay nada imposible.

Han transcurrido algunos años, Ludovico El Moro pone en peligro el Ducado de Milán y lo lleva a una gran crisis política producto de todas sus intrigas. En este momento El Moro se ve obligado a utilizar las 178.000 libras de bronce de *Il Cavallo* en la fabricación de cañones, pero los resultados fueron desastrosos para Ludovico Sforza. Y lo más triste de toda esta anécdota es que el grandioso modelo, ya delicadamente confeccionado por Leonardo, sirve en el patio de palacio para las prácticas de tiro de las tropas francesas que se habían apoderado de la ciudad de Milán.

No obstante, la técnica desarrollada por el genio y artífice del Quattrocento, se transforma en realidad 200 años más tarde por Jean Baltazar Keller, en Suiza; donde fundió un monumento ecuestre a Luis IV; y como cosa del destino, el monumento bronce del Rey Sol es derribado durante la Revolución Francesa.

En este proyecto se manifiesta la melancolía; se aprecia al hombre que no dejaron llegar a su plenitud ni le rindieron el homenaje a que era acreedor Leonardo mismo escribe al final de las notas sobre el caballo, en el *Codex de Madrid II*:

Epitafio

Si yo no pude hacer

Si yo ...

Referencia

RETI, LADISLAO:  
“EL LEONARDO DESCONOCIDO”  
Mc Graw-Hill, 1975.

# CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE ILUMINACION

*Ing. Saúl Ruiz Baltodano.*

*Ing. Roger Lorenzo Barboza M.S.*

## A. INTRODUCCION.

El objeto de aplicar ciertas recomendaciones en el campo de la iluminación de ambiente es el ser humano: su confort, seguridad, y eficiencia. Quienes están relacionados con la aplicación de éstas, deberán conocer ciertas relaciones fundamentales acerca de luz y visión. El ojo humano, primer contacto con el mundo que nos rodea es un instrumento capaz de adaptarse en una proporción de un millón a uno en el nivel de iluminación, sin embargo no es aconsejable tratar de

ver en condiciones críticas sobre una gama tan amplia de iluminación.

No existe una fórmula o procedimiento único para resolver todos los problemas de iluminación por el contrario los múltiples factores que se deben considerar cobran importancia relativa de acuerdo a cada situación, sin embargo todo proyecto de iluminación deberá en lo posible satisfacer lo siguiente:

- 1.—Proveer condiciones de iluminación que resulten confortables (mínimo grado de deslumbramiento y grado adecuado de contraste dentro de la tarea que se realiza)
- 2.—Proveer niveles de iluminación que permitan realizar las tareas del ambiente, con mínimo esfuerzo, rapidez, exactitud y máxima seguridad.
- 3.—Construir una adecuada alternativa económica dentro de los requisitos anteriores.

- i— Catoluminiscentes
- ii— Lámpara electroluminiscente
- iii— Diodo emisor de luz
- vi — Láser gaseoso
- d. Galvoluminiscentes (química)
- e. Cristaluminiscentes (cristalización)
- f. Quimiluminiscente (oxidación)
- g. Termoluminiscente (calor)
- h. Treboluminiscente (fricción)
- i. Sonoluminiscente (ultrasónica)
- j. Radioluminiscente (Rayos  $\alpha, \beta, \gamma, X$ )
- k. Ionoluminiscente (iones)

El logro de los anteriores objetivos no es solo competencia del ingeniero de iluminación por lo que una adecuada coordinación entre este, los arquitectos y otros ingenieros y profesionales del proyecto global redundará en una mejor solución del problema visual.

## B.—FUENTES DE LUZ Y SUS CARACTERÍSTICAS.

Fuentes naturales: existen dos fuentes fundamentales: el sol y la luna. La iluminación de la superficie de la tierra por el sol en un día despejado puede exceder los 100.000 luxes y alcanzar los 10.000 en un día nublado. Por su parte la capacidad de la luna de reflejar la luz permite aprovechar parte de la energía solar por las noches teniendo en la superficie terrestre hasta 0.2 luxes.

Fuentes hechas por el hombre: las dos divisiones históricas con sus subdivisiones incluyendo las actuales es la siguiente:

1. —Incandescentes:
  - a. Filamento
  - b. Filoluminiscentes (llama)
  - c. Candoluminiscentes (gas)
  - d. Arco
2. —Luminiscentes:
  - a. Descarga gaseosa
  - b. Fotoluminiscentes:
    - i— Fluorescentes
    - ii— Fosforescentes
    - iii— Láser sólido
  - c. Electroluminiscentes (electromagnéticas)

Incandescentes: la luz proveniente de fuentes incandescentes surge como resultado de la excitación desordenada a altas temperaturas de átomos de materiales, cuyos electrones al saltar a niveles distintos de energía liberan parte de ésta en forma de radiaciones electromagnéticas parte de las cuales están situadas en la región visible del espectro electromagnético. Excitaciones típicas de este tipo de fuerza son el calentamiento de un filamento por el paso de una corriente eléctrica, la combustión de ciertas sustancias, etc.

Luminiscentes: la radiación de fuentes luminiscentes resulta de la excitación de átomos monovalentes, ya sea en estado gaseoso donde cada átomo se encuentra libre o cristalino, u orgánico molecular donde la acción de los alrededores ejerce un efecto marcado. En el primer caso resulta una línea espectral como la del arco de mercurio o sodio. En el segundo, la banda de emisión es angosta, y ocupa una porción de la región visible. Ambos casos difieren de la radiación de fuentes incandescentes donde la excitación irregular a altas temperaturas de los electrones libres produce una línea espectral más amplia la mayoría de la cual cae en la región visible.

Calidad de la luz en ambas: tanto las incandescentes (en especial las de filamento) como luminiscentes han obtenido el visto bueno para su uso por diversas asociaciones médicas mundiales. Cabe advertir, dado los desarrollos en ambas fuentes, que no hay nada en la iluminación incandescente o luminiscente que pueda ser dañino o causar molestias cuando en el diseño de un sistema se han observado buenas prácticas de ingeniería. No obstante, en los usuarios existen diferentes reacciones psicológicas difíciles de tratar ante uno u otro tipo de fuente (que en lo posible debe incluirse en el diseño) lo cual orienta hacia el uso de uno u otro.

Resulta oportuno mencionar que como consecuencia del tipo de radiación que produce la luz en la fuente incandescente, ésta incluye toda la gama de colores del espectro visible, razón por la cual conserva mejor la apariencia de colores y forma de los objetos así iluminados.

Eficacia lumínica y duración en ambas fuentes en el caso usual de fuentes alimentadas por energía eléctrica la eficacia de la medida en lúmenes por vatio generalmente es mayor en los diferentes tipos de fuentes luminiscentes ofrecidos en el mercado. La duración medida en horas aunque sujeta a una serie de factores que la afectan, sobre las que destaca el voltaje aplicado, para condiciones nominales y usos similares, es mejor en las fuentes luminiscentes, que ofrecen también vidas más largas.

Operación y mantenimiento en ambas fuentes: usualmente tanto la operación como el mantenimiento de fuentes incandescentes resulta más sencilla que la de los diferentes tipos luminiscentes los cuales requieren mayor exactitud en el suministro de las condiciones nominales de trabajo y dispositivos adicionales como los de arranque.

### C. CONSIDERACIONES PREVIAS AL DISEÑO.

Iluminación de Interiores: a pesar de que en su mayoría los sistemas de iluminación pueden variar en su apariencia y en el equipo usado existen ciertas características basadas en la percepción visual que les son comunes. Estas características esenciales se comentan a continuación:

Niveles de Iluminación: el rendimiento visual relaciona cada nivel de iluminación con la velocidad y exactitud con que una tarea visual se puede efectuar. Diversos estudios señalan la conveniencia de niveles de iluminación comparables con la luz del día al exterior (1000 luxes o más) para un buen rendimiento visual y buena conservación de la vista. El costo y las dificultades de ingeniería inherentes a la creación de tales instalaciones no siempre hacen viables la realización práctica de estos requisitos para la iluminación general. Teniendo en cuenta lo anterior una solución aconsejable es la división de las áreas interiores según la actividad que en ellas se efectúan y el empleo en ellas de ciertos valores mínimos. En atención a esto y como una recomendación general se pueden establecer tres niveles diferentes de iluminación:

- El mínimo para áreas de circulación.
  - El mínimo para áreas interiores de trabajo.
  - El óptimo para áreas interiores de trabajo.
- El mínimo para áreas de circulación: siendo requi-

sito distinguir a las personas en estas áreas y lográndose esto adecuadamente con un nivel de 30 luxes, se recomienda este nivel, como mínimo para la iluminación de todas las áreas de circulación.

El mínimo para áreas interiores de trabajo: reconocer las formas de los objetos de manera aceptable sin ningún esfuerzo visual especial. Este ambiente se logra satisfactoriamente con niveles de iluminación verticales alrededor de 75 luxes y horizontales mayores, siendo lo usual entre 100 y 250 luxes.

El óptimo para áreas interiores de trabajo: estudios realizados por diferentes asociaciones relacionadas con el campo visual, han obtenido como resultado de sus investigaciones el ámbito entre 750 y 2000 luxes como óptimo para niveles de iluminación en áreas interiores de trabajo.

Los tres niveles señalados no son niveles de diseño sino de servicio. Además, debido a que los factores de reflexión de las paredes, techos y hasta de los muebles de un local efectúan considerablemente la utilización eficiente de la luz, deben considerarse siempre, en especial, cuando la iluminación es del tipo indirecto. En general, los ambientes de colores claros mejoran la calidad de la iluminación. En todas sus recomendaciones de iluminación el ingeniero de común acuerdo con los otros profesionales involucrados en el proyecto debe especificar las características de los acabados de los interiores para sacar todo el provecho posible de una mejor difusión y una más eficiente utilización del flujo de luz proveniente de las luminarias.

Uniformidad: la uniformidad completa de la iluminación de un ambiente, aunque deseable, es difícil de lograr con exactitud. No obstante cuando el valor máximo y mínimo no excede de la proporción de 2 a 1 el ambiente se considera uniformemente iluminado.

La comodidad de la percepción visual no depende solo del nivel de iluminación sobre el plano de trabajo, sino también de la iluminación sobre superficies verticales adyacentes como son las paredes. Una variación de luxes en proporción de 4 a 1 se ha establecido como la relación máxima permisible a condición que el factor de reflexión de la superficie vertical sea mayor que 60%. Con factores de reflexión menores debe considerarse una relación de dos a uno para lograr una visión cómoda.

Deslumbramientos: el brillo desagradable en el campo visual debe evitarse. Este puede provenir de a) una lámpara colocada en una pantalla con viseras mal diseñadas (incandescentes, fluorescentes o mercurio) en la línea de visión (deslumbramiento directo) b) puntos brillantes reflejados por superficies brillantes y pulidas (deslumbramiento indirecto); o c) grandes planos de brillo en el campo di-

recto de visión como pudiera ocurrir con paneles de vidrio plásticos empotrados en techos bajos en salas de grandes dimensiones.

Estas condiciones de deslumbramiento, se pueden evitar disponiendo con cuidado los equipos de iluminación, ocultando las fuentes de luz y estableciendo un equilibrio conveniente entre el brillo y los planos y los elementos luminosos en el campo directo de la visión.

El brillo permisible en el campo de visión depende de las exigencias de la tarea visual.

En aquellos ambientes en donde el trabajo visual es severo y prolongado, todo brillo superior a 0.5 lamberts en la línea directa de visión, podría causar molestias por lo que se recomienda el empleo de 0.25 lamberts, como lo indirecto para el bienestar máximo del ojo. Cuando el esfuerzo visual no es exigente, intensidades de brillo más elevadas (1 lamberts o más) dan vida o resplandor en los interiores de donde su uso en discreción resulta oportuno.

El contraste de brillos en otro aspecto del que se debe tener consideración debido a que objetos que tengan bajo brillo intrínseco podrían convertirse en focos de deslumbramiento si son vistos contra fondos oscuros. Es buena práctica no exceder una proporción de 3 a 1 entre el brillo del elemento luminoso y su fondo o ambiente si el bienestar visual tiene importancia.

**Difusión adecuada:** un conocimiento previo del tipo de tarea visual que se desarrollará en el ambiente que se va a iluminar, constituye un factor importante que debe considerarse puesto que, determinará la selección del tipo de iluminación (luz directa, luz indirecta, etc). En cualquiera de los tipos que se use el número de artefactos de iluminación deberá ser el suficiente y su distribución la adecuada con el objeto de evitar sombras fuertes y pronunciadas en el plano de trabajo o sus alrededores las cuales en general resultan molestas. Una iluminación sin sombra alguna es rara vez una necesidad para las tareas visuales corrientes, no obstante, estas deberán ser suaves y con dirección tal que no caigan sobre el plano de trabajo.

**Distribución espectral:** Hay dos aspectos importantes de comentar al respecto: el color de la luz y la energía irradiadora en forma de calor por las luminaciones.

El factor color no se debe ignorar si se trata de conseguir un ambiente psicológico agradable y un plan decorativo atrayente. Téngase en cuenta que el tipo de luz usada puede modificar apreciablemente el color del pigmento de las paredes, cortinas, mobiliario, ropa, etc. Además psicológicamente la luz de color puede estimular

y excitar: luz roja, anaranjada, amarilla; o puede apaciguar y deprimir: luz azul, verde o violeta.

Además de la luz para la percepción visual las fuentes generan otro tipo de radiaciones considerables que se manifiesta en forma de calor y la cual es absorbida por las paredes, techos, mobiliarios y las personas que ocupan el local. Esta energía radiante por lo general debe reducirse al mínimo. Las fuentes incandescentes en general producen hasta cuatro veces más (por unidad de luz), energía de este tipo que las usuales luminescentes (Fluorescentes, mercurio, sodio).

**Estética de la iluminación:** en toda instalación sea residencial, industrial o comercial, deben considerarse siempre los siguientes factores para la creación de un ambiente agradable:

- 1.- Colocación simétrica de los equipos luminosos.
- 2.- Número adecuado de las unidades luminosas.
- 3.- Detalles decorativos de los equipos luminosos acordes con el estilo arquitectónico de cada interior.
- 4.- Color adecuado.

**Factores molestos:** especialmente cuando se emplean ciertos tipos luminescentes como las fluorescentes se presentan algunos factores molestos como el parpadeo (efecto estroboscópico) zumbido e interferencia en la radiorecepción. Estos deben reducirse al mínimo lo cual se logra empleando equipo adecuado (reactores dobles, silenciosos y fijados sólidamente en sus diferentes partes para el parpadeo y zumbido; los filtros indicados para la interferencia).

**Economía:** la iluminación seleccionada será aquella más económica, entendiéndose por ello, aquella que satisface todos los requisitos de la luminotécnica al más bajo costo.

Al comparar entre sí instalaciones de alumbrado deben basarse todos los costos sobre idénticos niveles de iluminación y similar calidad de luz.

Un aumento en la producción, el desarrollo de ventas, o una mejora en la percepción visual y en el bienestar del ojo, son factores que deben tenerse en cuenta como elementos de juicio para decidir entre alternativas con pequeñas diferencias en el costo,

## D.- GUIA PARA LA SELECCION DE EQUIPO LUMINOSO, SISTEMA DE ILUMINACION

El logro efectivo de un buen sistema de iluminación depende además del diseño de una adecuada selección de los equipos luminosos. A

continuación y a manera de guía se comentan los principales aspectos que debieran tenerse en cuenta previo a la selección de los mismos:

**Distribución de luz apropiada:** las curvas de distribución luminosa usualmente las facilita el fabricante de los equipos y se seleccionará aquellas acorde con el tipo de iluminación empleado (directa, indirecta, etc).

**Eficacia:** deben juzgarse los equipos teniendo en cuenta la más elevada eficiencia acorde con el tipo de fuente y el tipo de control.

**Brillo:** en beneficio del ojo, la parte más brillante del equipo no debe exceder 1.2 lamberts y en la línea directa de visión 0.27 lamberts.

**Robustez y durabilidad desde el punto de vista eléctrico y mecánico:** para asegurar un menor costo de mantenimiento.

**Mantenimiento:** en lo posible debe seleccionarse equipo tal que los portalámparas puedan alcanzarse fácilmente para su limpieza y recambio rápido y fácil de las luminarias. La parte utilizada para el control también debe poder demostrarse con facilidad.

**Factor de Potencia:** se preferirán los equipos de más alto factor de potencia en su tipo y misma calidad de luz.

**Factores molestos:** se preferirán aquellos equipos en los cuales estos factores (mencionados en parte C) sean mínimos.

**Apariencia:** los detalles decorativos y dimensiones de los equipos luminosos deberán estar acordes con la arquitectura del recinto.

**Costo:** para ello deberá tenerse en cuenta la calidad de los materiales empleados, la atención en el detalle de decorado y la posibilidad de satisfacer todos los requisitos de una buena iluminación.

## E.- TIPOS, METODOS Y CONSERVACION DE LA ILUMINACION'

### 1.- TIPOS DE ILUMINACION.

**Iluminación directa:** en este tipo toda la luz sobre el plano de trabajo viene predominantemente directa desde los equipos de iluminación. Este tipo de iluminación rara vez se encuentra en la práctica y tampoco son deseables. Se incluyen en esta categoría todos aquellos artefactos cuya distribución luminosa muestra entre cero y diez por ciento sobre la horizontal y entre 90 y 100 % bajo la misma (proyectores interiores con haz de luz concentrada, paneles de vidrio o plásticos empotrados en los cielos).

**Iluminación semi-directa:** resulta de la combinación de luz directa proveniente de los equipos de

iluminación y de una cantidad considerable de luz reflejada por las paredes, cielos y mobiliario. Se consideran de esta categoría aquellos equipos cuya distribución luminosa muestra entre 10 y 40 % del flujo luminoso total sobre la horizontal y entre 60 y 90 % bajo la misma (por ejemplo - los equipos con globos difusores).

**Iluminación difusa:** en un tipo como el anterior con la diferencia de que en este caso aproximadamente el 50 % de la luz proviene directamente de los equipos y el otro 50 % reflejada. En esta categoría se incluyen aquellos equipos cuya distribución luminosa muestra entre el 40 y 60 % del flujo luminoso total, sobre la horizontal y entre el 40 y 60 % bajo la misma.

**Iluminación semi-indirecta:** en este tipo los equipos dirigen hacia los cielos entre 60 y 90 % de su flujo y el resto sobre el plano de trabajo. Este sistema posee las ventajas del sistema indirecto siendo ligeramente más eficiente. Equipos de esta categoría son por ejemplo los artefactos fluorescentes abiertos por la parte inferior y provistas de viseras.

**Iluminación indirecta:** en este caso solo la luz reflejada llega sobre plano de trabajo, las fuentes de luz permanecen ocultas a los ángulos normales de visión. Este tipo de iluminación es empleado frecuentemente en escuelas y despachos, y en general donde se requiere una buena difusión para la conservación de la vista. Si se emplea, este tipo de iluminación es mantener en buena condición y ser de colores claros los cielos y paredes las cuales constituyen verdaderas fuentes de luz. En este caso, el factor de utilización de luz es bajo pero se compensa con el confort que brinda. La distribución luminosa de los equipos de esta categoría muestran entre 90 y 100 % de flujo luminoso total sobre la horizontal y entre cero y diez por ciento bajo la misma.

### 2.- METODOS.

**Iluminación general:** es el método más común para asegurar buenas condiciones visuales, seguridad, producción y ventas. Este medio brinda una distribución uniforme de la luz, lo cual ofrece condiciones equivalentes de visión en todo el interior así luminoso.

**Iluminación general localizada:** para este tipo de iluminación los equipos se colocan con relación específica para determinadas tareas visuales, usualmente a suficiente altura para cubrir zonas adyacentes. En los procesos de producción en línea con las máquinas igualmente dispuestas (telares, fábricas de ropa), este método solo facilita el suministro de altos niveles de luz sobre

el trabajo y una iluminación general suficiente para eliminar los fuertes contrastes y mantener buenas condiciones de seguridad. Los equipos fluorescentes lineales son frecuentemente usados bajo este método.

**Iluminación combinada:** la combinación de dos o más métodos es la práctica más usual para resolver con éxito el problema visual. En cualquier caso el nivel de iluminación general debe ser el bienestar visual y la relación entre el brillo del trabajo y el del ambiente no debe exceder una relación de diez a uno,

**Iluminación suplementaria:** la necesidad de disponer de altos niveles de iluminación para ciertas tareas visuales se resuelve con éxito y economía al instalar equipos especiales que tienen por objeto destacar una máquina, parte de la misma forma la iluminación general. Los equipos típicos para este fin son los proyectores con haz de luz concentrada o abierta.

**Conservación de la iluminación:** implica esta la limpieza e intervalos regulares (dependiendo del ambiente) de los equipos de iluminación, cielos y paredes, las cuales deberán retocarse a intervalos. También, la conservación implica el recambio oportuno de las luminarias sea que se siga el método de recambio por unidad en fallo o recambio por grupos (dependiendo del tipo de instalación una u otra alternativa resultará más favorable). Una reducción del 10 al 20 en el rendimiento de la instalación resulta normal, aún bajo un razonable programa de limpieza.

#### F.— EL COSTO DE LA ILUMINACION.

Un procedimiento para el cálculo del mismo podría ser el que tome en cuenta lo siguiente:

##### 1.- Cargas Fijas:

a. Costo de la instalación eléctrica: la propor-

ción de este gasto inicial en instalaciones comerciales se fija normalmente un 15% de la inversión inicial. En iluminación residencial usualmente no supera el 10% y en industrias que se deprecian más lentamente se puede estimar en 10 y 13% dependiendo del tipo de equipo utilizado. Para atender impuestos existentes y seguros debe incluirse un 10% adicional en la inversión inicial. Este gasto inicial debe amortizarse cada año.

b. Costo de los equipos de iluminación: deben considerarse amortizaciones similares. Para instalaciones que siguieron despositivos auxiliares (como las instalaciones, con fuentes fluorescentes), el costo de estos debe incluirse también.

#### 2.— Cargas de Funcionamiento:

a. Costo de la luminarias: deben utilizarse los costos netos de las luminarias con un ahorro prorrateado para las horas de funcionamiento por comparación con la vida nominal de la luminaria.

b. Costo de la Energía Eléctrica: pueden determinarse el costo exacto del consumo de energía en base al número de funcionamiento y el costo del Kilovatio-hora. El consumo de dispositivos auxiliares cuando los hubiere, debe tomarse en cuenta también.

#### Bibliografía;

" IES LIGHTING HANDBOOK." Illuminating Engineering Society, Fifth Edition, NEW YORK U.S.A., 1972.

" MANUAL DEL ALUMBRADO WESTINGHOUSE". Electrónica Ibérica, S.A., España , 1952.

"LIGHTING MANUAL". Philips, Holanda 1974  
"FUNDAMENTOS DE LAMPARAS E.ILUMINACION". Publicado Por Sylvania Internacional.

# EL ALUMINIO Y SU METALURGIA

*Juan Sepúlveda Jaques  
Profesor de Metalurgia de la  
Universidad de Costa Rica  
Ingeniero de Minas y Metalurgia  
con estudios en la Universidad de  
Chile y de Grenoble, Francia*

El Aluminio es uno de los metales más livianos con un peso específico de 2.7, blando, con un punto de fusión 658°C gran conductividad eléctrica (2/3 la del Cobre), fácilmente aleable, siendo estas de características mecánicas casi comparables con las aleaciones del hierro carbono, tiene usos muy difundidos, especialmente en construcciones mecánicas y eléctricas.

Su resistencia a la tracción es de 8 a 10 Kg/mm<sup>2</sup> y su límite de elasticidad de 5.5 a 6.5 Kg/mm<sup>2</sup>, su dureza Brinell 23 a 26, muy dúctil en caliente, pudiéndose laminar en chapas muy finas.

Se oxida rápidamente en su superficie de manera muy compacta, impidiendo una oxidación de la masa interna que hace de capa protectora anticorrosiva.

El aluminio a pesar de ser el segundo metal en abundancia en la corteza terrestre después del Silicio, su producción mundial actual, es levemente superior al cobre y muy por debajo del hierro.

Aparentemente, esto puede aparecer como una situación anormal, si no se toma en cuenta

las grandes dificultades que hubo en el pasado en su purificación y los elevados consumos de energía que hoy sigue teniendo en cada uno de los procesos necesarios para obtenerlo de la calidad que es requerida por el mercado de consumo.

Los yacimientos de aluminio explotables económicamente están en la naturaleza en primer lugar como un grupo de minerales en los cuales la Alúmina Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cristaliza con distintas cantidades de agua bajo el nombre de BAUXITA la que forma yacimiento de menas con otros óxidos metálicos tales como: SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>, CaO, V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, etc.

La Bauxita debe su nombre a que fue descubierta por el geólogo francés: Berthier en 1821 en la zona de Les Baux en Provence, Medio día Francés. Además de la Bauxita, otros minerales que son utilizados por la industria del Aluminio son: Silicato de aluminio hidratado (utilizado en USA y Alemania durante la 2a Guerra Mundial), la Leucita (Silicato de Aluminio y Potasio de uso en Italia) y la Nefelina (Silicato de Aluminio, Sodio y Potasio de uso en la URSS).

La Bauxita cristalizada bajo las características de un mono hidrato de Alúmina  $Al_2O_3 \cdot H_2O$  que de acuerdo a su forma es llamado **Boehmita** o **Diáspora**, o como trihidrato  $Al_2O_3 \cdot 3H_2O$  llamada **Hidargilita**.

Comparando menas de Bauxita del sur de Francia con las de Fría en la República de Guinea se puede apreciar en porcentajes:

	Francia	Fría
Humedad	10	18
$Al_2O_3$	53	44
$SiO_2$ (combinada)	7	1.2
$SiO_2$ libre	—	1.2
$Fe_2O_3$	23	27
$TiO_2$	3.5	2.5
CaO	1.5	—
$V_2O_5$	0.05	0.06
C Carbón	0.05	0.20
Otros	1.90	5.84

Las reservas mundiales de más relevancia en el año 1975 era aproximadamente las siguientes:

	2,000	Millones de Toneladas de mineral			
Australia	2,000	"	"	"	"
Jamaica	1,000	"	"	"	"
Surinam	700	"	"	"	"
Guinea	700	"	"	"	"
Ghana	500	"	"	"	"
Yugoslavia	350	"	"	"	"
Hungría	200	"	"	"	"
Francia	100	"	"	"	"
Grecia	60	"	"	"	"
Italia	30	"	"	"	"
Norte América	50	"	"	"	"
Asia	300	"	"	"	"

Los procesos de obtención del Aluminio, comenzaron a desarrollarse a partir de 1827, cuando Wohler lo separa a partir del Potasio, a pesar de que su conocimiento data de 1709 cuando Margaf lo aísla como constituyente de la Alumbre.

Entre 1827 y 1852 se transa el Aluminio en unos 545 dólares la libra, en este último año, Sainte-Claire Deville desarrolla un proceso industrial que inmediatamente es adoptado por la naciente empresa Pechiney haciendo bajar los precios a 34 dólares y luego a 17 dólares la libra de aluminio en 1859. Sin embargo el proceso antes indicado sólo alcanzaba a la producción de Alúmina, desde la cual debía seguir usándose el potasio o el sodio para obtener el Aluminio metálico.

Este último paso se logró superar, cuando mediante el proceso de electrólisis de sales fundidas, Charles Martin Hall y Paul L.T. Heroult idean la reducción de la Alúmina, patentándola en Estados Unidos y Francia simultáneamente en 1886. Los precios del Aluminio variaron a 5 dólares la libra en 1889, 1 dólar en 1901 y sólo 0.14 al terminar la 2a Guerra mundial.

Por otra parte las producciones crecieron de la siguiente forma:

Año	1859	2 toneladas en el mundo		
1886	16	"	"	"
1918	200,000	"	"	"
1929	270,000	"	"	"
1939	670,000	"	"	"
1944	1,672,000	"	"	"
1958	3,000,000	"	"	"

Actualmente, la obtención del Aluminio metálico se realiza en dos etapas primero se produce Alúmina de gran pureza y después como reducción de ésta se logra el Aluminio metálico. Se puede afirmar sin gran error que de 5 toneladas de Bauxita de 50% de Aluminio se obtiene 2 toneladas de Alúmina y a partir de estas dos toneladas de Alúmina se logra 1 tonelada de Aluminio metálico.

#### OBTENCION DE LA ALUMINA.

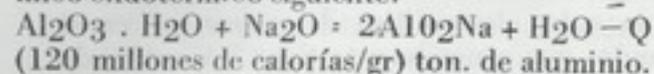
El primer proceso industrial de obtención de Alúmina fue inventado por Sainte-Claire Deville en 1852 y explotado por Pechiney a partir de 1857 y hasta 1911. En este proceso la Bauxita era triturada, molida y calcinada en contacto con Carbonato de Sodio. Luego se le Lixiviaba con agua quedando en solución Aluminato de Sodio, que se separaba de los residuos sin valor por filtrado, la solución de Aluminato se trataba posteriormente con Anhídrico Carbónico que hacía precipitar Alúmina Hidratada, esta finalmente se calcinaba obteniéndose Alúmina.

Entre 1911 y 1925 se modifica levemente el proceso de Sainte-Claire Deville, haciéndose un conocimiento de la mena (lixiviado en caliente) en presencia de Carbonato de Calcio. Cuando comenzaba a formarse el Aluminato de Calcio, se agregaba Carbonato de sodio, formándose de inmediato Aluminato de Sodio que pasaba a la solución que como en el caso anterior era separado por filtrado, quedando como insoluble los barros rojos, también la solución era precipitada con Anhídrico Carbónico y luego calcinada.

Desde 1925 adelante, se impuso el procedimiento Bayer, químico Austriaco de Gardanne usina de Pechiney, que con pequeñas modificaciones es el más usado en el mundo. Este proceso para la fabricación de la Alúmina consta de dos grandes principios que son:

I.— Lixiviación caliente en Autoclaves de la Mena por la solución de Aluminato de Sodio y Soda Libre.

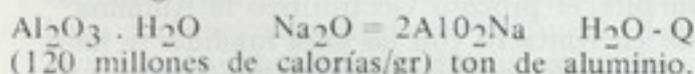
Esta lixiviación se realiza después de una trituración y molienda del material con Bauxita, en autoclaves de marcha en contra corriente donde la Soda Libre contenida por la solución lixivante de Aluminato de Sodio (80 gr/lit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 120 gr/ lit Na<sub>2</sub>O) reacciona sobre la Bauxita de acuerdo al equilibrio químico endotérmico siguiente:



(120 millones de calorías/gr) ton. de aluminio.

La temperatura de ataque en Pechiney es de 235°C mientras que los procesos ALCOA es sólo 150°C, para ello se calienta la mena desde 70°C que es la temperatura de salida de los molinos, hasta 150°C que es la temperatura de salida de los autoclaves y que por intercambio de calor le eleva la temperatura hasta ese valor, luego con vapor directo se le lleva a 235°C (Pechiney), a la salida, el intercambio de calor hace descender la temperatura hasta 125°C siempre por superficies metálicas de intercambio. Los autoclaves llegan en el caso de Pechiney a 1.5 Atmósferas y 3.5 para Alcoa.

II. El segundo gran principio del procedimiento de Bayer, es la precipitación de la Alúmina contenida en la solución de Aluminato de Sodio. Para este caso se produce la reacción química exotérmica siguiente:



(120 millones de calorías/gr) ton de aluminio.

Esta reacción química se comienza a preparar a la salida del tanque de dilución, donde la solución de Aluminato de Sodio es separada primero por decantación y luego por filtrado con los lavados respectivos de los barros rojos, que corresponden a los sólidos en suspensión y que no son atacados o las materias que precipitan en los autoclaves durante la lixiviación. La preparación consiste primero en diluir y lavar los barros extrayendo el máximo de Aluminato de Sodio la que a su vez no debe contar con insolubles.

Entre los principales componentes de los Barros Rojos tenemos a SiO<sub>2</sub> que se presenta como Silicatos o Sílice libre (Cuarzo), los silica-

tos son en gran medida Kaolín, que absorbe parte del Aluminato de Sodio, formando un Sílico-aluminato de Sodio, por lo que representa una pérdida neta del Aluminio y que significa 1 Kg de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y 0.7 Kg de Soda (Na<sub>2</sub>O) por 1 Kg de Sílice combinada que esté presente en la Bauxita

La sílice libre o Cuarzo juntamente con los Oxidos de Hierro Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> no son alterados por la solución lixivante. Además el proceso de lixiviación, no es un ataque químico completo y por lo tanto tiene un rendimiento que en este caso es generalmetne de 94 a 96 %, y que corresponde a la cantidad de aluminio que pasa a la solución, el resto por lo tanto permanece incluido en los Barros Rojos que tienen la siguiente composición:

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	43 %
SiO <sub>2</sub>	13 %
TiO <sub>2</sub>	5.5 %
Na <sub>2</sub> O	9 %
CaO	2.25 %
OTROS	5.7 %

Se producen aproximadamente 1.5 Toneladas de Barros Rojos por cada Tonelada de Alúmina. A fin de lograr mejores rendimientos Alcoa somete a estos Barros Rojos a un Sinterizado y luego a una nueva lixiviación.

El Sinterizado se realiza en Hornos especiales a los cuales se ha agregado Caliza (CaCO<sub>3</sub>) y Carbonato Sódico (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) finamente mezclado con los Barros Rojos ya secados. La segunda lixiviación se realiza en tanques corrientes con agua solamente, obteniéndose una solución pobre que va a los autoclaves.

Por otra parte la Solución de Aluminato de Sodio que había sido separada de los Barros Rojos sigue siendo enfriada, llegando un momento en que se le agrega un catalizador para comenzar a producir la precipitación de Trihidrato de Alúmina de la solución, como catalizador se usa el propio Trihidrato de Alúmina en polvo, fenómeno que se denomina siembra. El producto obtenido se filtra y seca, pasando a continuación a un Calcinado del cual se obtiene una Alúmina con las siguientes impurezas:

Si	60 p.p.m (partes por Millón)
Fe	190 "
V	5 "
P	8 "

Durante el calcinado, se puede apreciar que a 300°C las tres moléculas de agua se eliminan de la molécula de Trihidrato de Alúmina, quedando esta en forma muy inestable, desde 900 °C se forma al Alúmina y altamente higroscópica con tendencia a generar un Monohidrato, de 1200°C a ... 1300°C se genera Alúmina estable, que al bajar a temperatura permanece inalterada, que al bajarla temperatura permanece inalterada, pudiendo usarlo en aditamento de Pinturas, Productos Medicinales, etc.

## REDUCCION A ALUMINIO METALICO

El elevado Calor de Formación de la Alúmina  $\Delta H = 380 \text{ K-Cal/Mol}$  hizo que los primeros procesos de reducción de ésta se hicieran por reemplazo del Aluminio por Sodio o Potasio metálico lo que hacía que el precio de este metal fuera excesivo, sin embargo a mediados del siglo pasado se empezó a desarrollar la Electro-metalurgia, en la cual los procesos de reducción de los compuestos que contenían metales, primero se ionizan y luego se separan migrando los metales oxidados al ánodo donde se reducen al estado metálico.

Hall y Heroult, separadamente llegaron a patentar en 1886 el proceso de reducción de la Alúmina metálico, por medio de una celda o cuba electrolítica de sales fundidas.

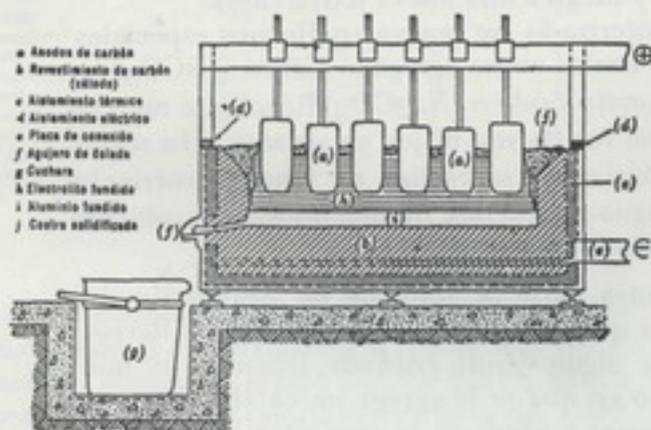


Fig. 1.—Cuba para la electrolisis del aluminio

La electrólisis de sales fundidas consiste en una mezcla de sales en puntos levemente superiores a el Eutéctico que para el caso de las sales de reducción de la Alúmina está alrededor de los 900°C. La mezcla de sales está constituida por 59 % de Fluoruro de Aluminio 21 % de Fluoruro Sódico y 20 % de Fluoruro Cálcico, que tiene un peso específico de 2.1 y que es capaz de disolver hasta un 20% de Alúmina.

La celda o cuba consiste en un tanque de acero revestido en carbón recocido con ánodos cilíndricos de grafito suspendidos y levemente sumergidos en la masa fundida, correspondiendo al cátodo el fondo del tanque que es una placa colectora sobre la cual se forma el aluminio al estado líquido al aplicar una diferencia de potencial de 5 a 7 Voltios pasando una corriente de alrededor de 20.000 Amperios.

Teóricamente se requerirían sin embargo sólo, 1.67 Voltios, a ello, es necesario agregar una serie de fenómenos como el de polarización, efecto electroforético y otros que obligan a trabajar con el voltaje antes indicado, también los consumos de Energía suben de 10 Kilovatios a 25 Kilovatios por Kilogramo de Aluminio.

La figura anexa muestra un corte esquemático de la cuba electrolítica de mayor uso en el mundo, que generalmente tiene 2.4 metros de largo, 1.5 metros de ancho y 0.6 metros de profundidad con 12 ánodos suspendidos.

Las Sales Fundidas provienen principalmente de Criollita o Criolita, mineral de gran abundancia en Groenlandia, cuya fórmula es:  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  que fuera de las propiedades anteriores, tiene la cualidad de absorber las impurezas de la Alúmina estabilizándolas como una escoria o costra aislante en la superficie de los líquidos de la celda, esto hace que se consuma 1 Kg de criollita por cada 10 Kg de Aluminio producido.

En el crisol (g) de la figura, se recoge cada 8 horas el Aluminio que sale por el sangradero (f), la escoria o costra solidificada se rompe cada cierto tiempo para agregar Alúmina que alcanza hasta valores de un 10 a un 15% de la solubilidad total que ésta tiene en el baño, es decir llega a 2 a 2.5% del total del baño.

Durante el proceso electrolítico la Alúmina que en contacto con las sales fundidas se ha oía ionizado, pasa de la forma de ión  $\text{Al}^{+++}$  a la forma metálica, para lo cual migra (camina) en dirección al polo negativo (Cátodo) de la celda, que está en el fondo de ella, las diferencias de pesos específicos, hace se mantengan separados los dos líquidos (2.1 las sales fundidas y 2.7 el Aluminio fundido).

En el Anodo se realiza la reducción siguiente:  $\text{Al}^{+++} + 3e \rightarrow \text{Al} \text{ (metálico)}$

El Aluminio que se obtiene de esta forma, se lleva a solidificación en lingoteras o a la metalurgia de aleaciones para ser finalmente usados por el mercado de consumo.

## ALEACIONES DEL ALUMINIO

El Aluminio como la mayor parte de los meta-

les acepta diluciones sólidas, alcanzando características mecánicas de extraordinaria importancia al combinar una alta resistencia con gran ductilidad, que lo hacen altamente apetecible en toda la rama Metal-mecánica sobre todo en la Aeronáutica. Algunas de estas aleaciones del Aluminio aceptan tratamientos térmicos que acompañadas de maduraciones o envejecimientos posteriores lo hacen llegar a resistencias de 38 a 42 Kg/mm<sup>2</sup> a la tracción y durezas de 90 a 120 Brinell.

Las aleaciones del Aluminio podemos desde este punto de vista dividirlos en dos grandes grupos, las que no tienen necesidad o no aceptan tratamientos térmicos y las que lo necesitan.

Entre las primeras, están aquellas aleaciones con Cobre y Silicio, con el primero se logra una combinación de CuAl<sub>2</sub> que es soluble en Aluminio en porcentaje de hasta 12% de Cobre, con resultados mecánicos dados en la tabla siguiente, que corresponden a piezas moldeadas en tierra:

2	8 - 10	3.5 - 4	30 - 35
4	9 - 10	7 - 8	38 - 45
8	11 - 12	8 - 10	40 - 50
12	10 - 14	9 - 11	50 - 60

Las aleaciones anteriores mejoran notablemente cuando contienen además de 8 a 10% de Zinc que produce una disminución en el desarrollo cristalográfico de la aleación, que a la larga dará mejores resistencias mecánicas. Las aleaciones de aluminio con Silicio, están compuestas por soluciones sólidas, donde el Aluminio y el Silicio no forman compuestos químicos, sino solamente mezclas de ellos, de los cuales el Silicio alcanza a cantidades de 1% y 0.1% de Sodio. Otras aleaciones de Silicio incluyen cobre, magnesio, níquel y manganeso (SILUMIN) de características químicas excepcionales semejantes a los de muchos aceros inoxidables su composición es: 12% Si, 1% Cu, 1.1% Mg, 2.3% Ni y 0.2% Mn, su resistencia a la tracción es 20 Kg/mm<sup>2</sup> y su dureza 60 Brinell.

Las aleaciones del Aluminio que requieren un tratamiento térmico son aquellos de composiciones de cobre, silicio, manganeso y magnesio denominadas Duraluminio y que tenía por característica la formación de compuestos tales

como Al<sub>2</sub>Cu, Al<sub>3</sub>Mg<sub>4</sub>, Cu<sub>2</sub>Si, Mg<sub>2</sub>Si los que se forma a elevadas temperaturas 490°C a 530°C y cuya estructura de solubilidad permanece inalterable una vez que esta temperatura es bajada bruscamente a la temperatura ambiente, estabilizándose al eliminarse las tensiones internas después de varios días de maduración (envejecimiento) que hace que tenga condiciones semejantes a los aceros de construcción. El Duraluminio sometido al tratamiento anterior pierde las características cuando es llevado a temperaturas de 150°C a 180°C por el efecto de reconocido que hace separarse a estos compuestos en los metales originales perdiendo las mejores condiciones logradas.

Las composiciones de los Duraluminio son:

Cu	3.5	-	5.5%
Mg	0.5	-	2%
Si	0.1	-	1.5%
Mn	0.3	-	1.5%

La resistencia del Duraluminio es la siguiente:

Duraluminio	Resistencia Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Δ Brinell
Sin tratamiento	20	75
Templado	20	88
Envejecido	42	120

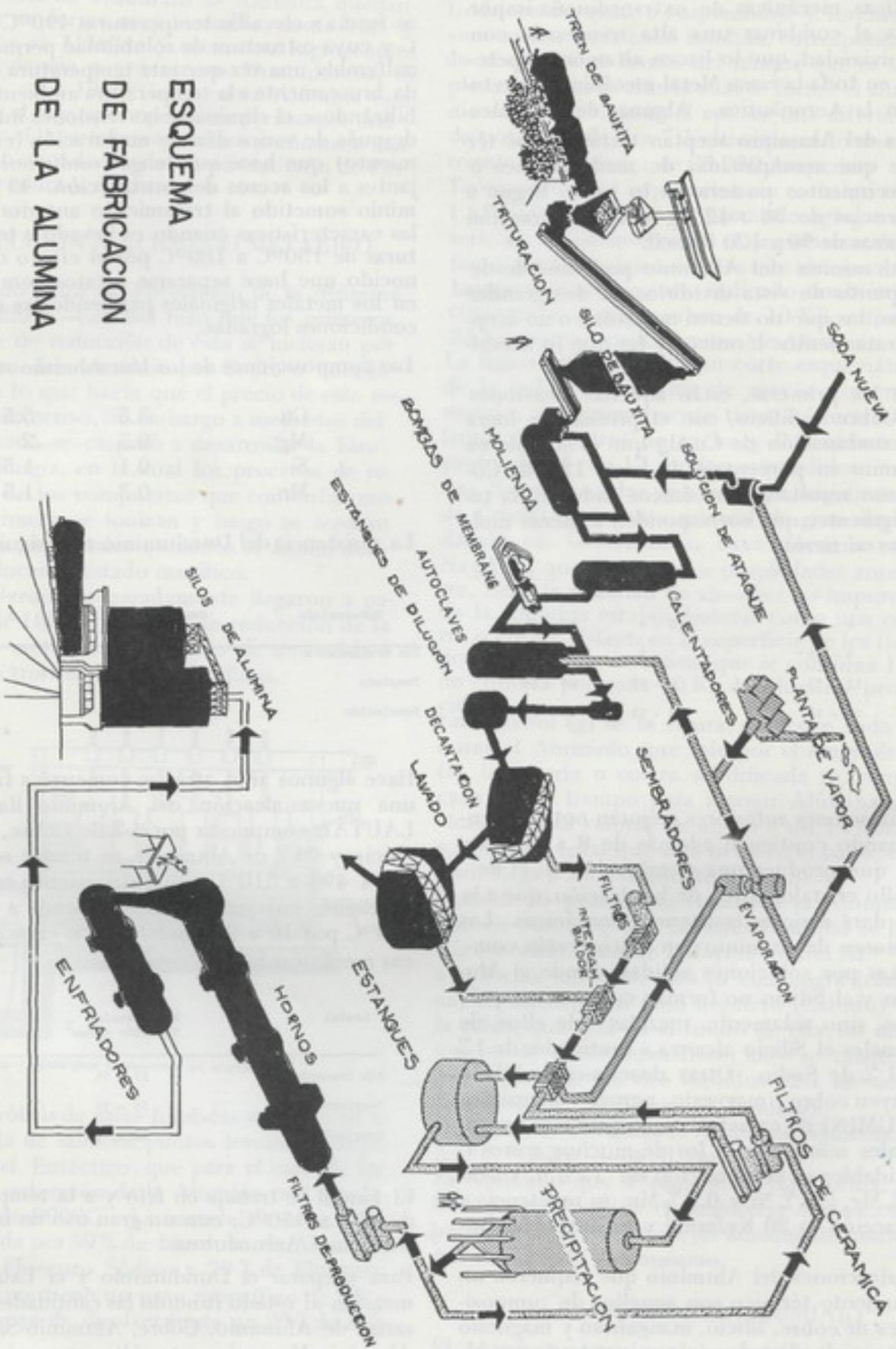
Hace algunos años atrás se comenzó a fabricar una nueva aleación del Aluminio llamada LAUTAL compuesta por 4% de Cobre, 2% de Silicio y 94% de Aluminio, su temple se efectúa a 490 a 510°C, con enfriamiento en agua y después envejecimiento en hornos a 120 a 130°C por 16 a 24 horas. Cuyas características mecánicas son las siguientes:

Lautal	Resistencia Tracción Kg/mm <sup>2</sup>	Δ Brinell
Sin tratamiento	17 - 25	50 - 80
Templado	30 - 35	70 - 80
Envejecido	38 - 42	90 - 120

El Lautal se trabaja en frío y a la temperatura de 400 a 450°C, con un gran uso en las construcciones Aeronáuticas

Para preparar el Duraluminio y el Lautal se mezclan al estado fundido las cantidades necesarias de Aluminio, Cobre, Aluminio-Silicio y Aluminio-Magnesio, estas últimas previamente y aparte.

**ESQUEMA  
DE FABRICACION  
DE LA ALUMINA**



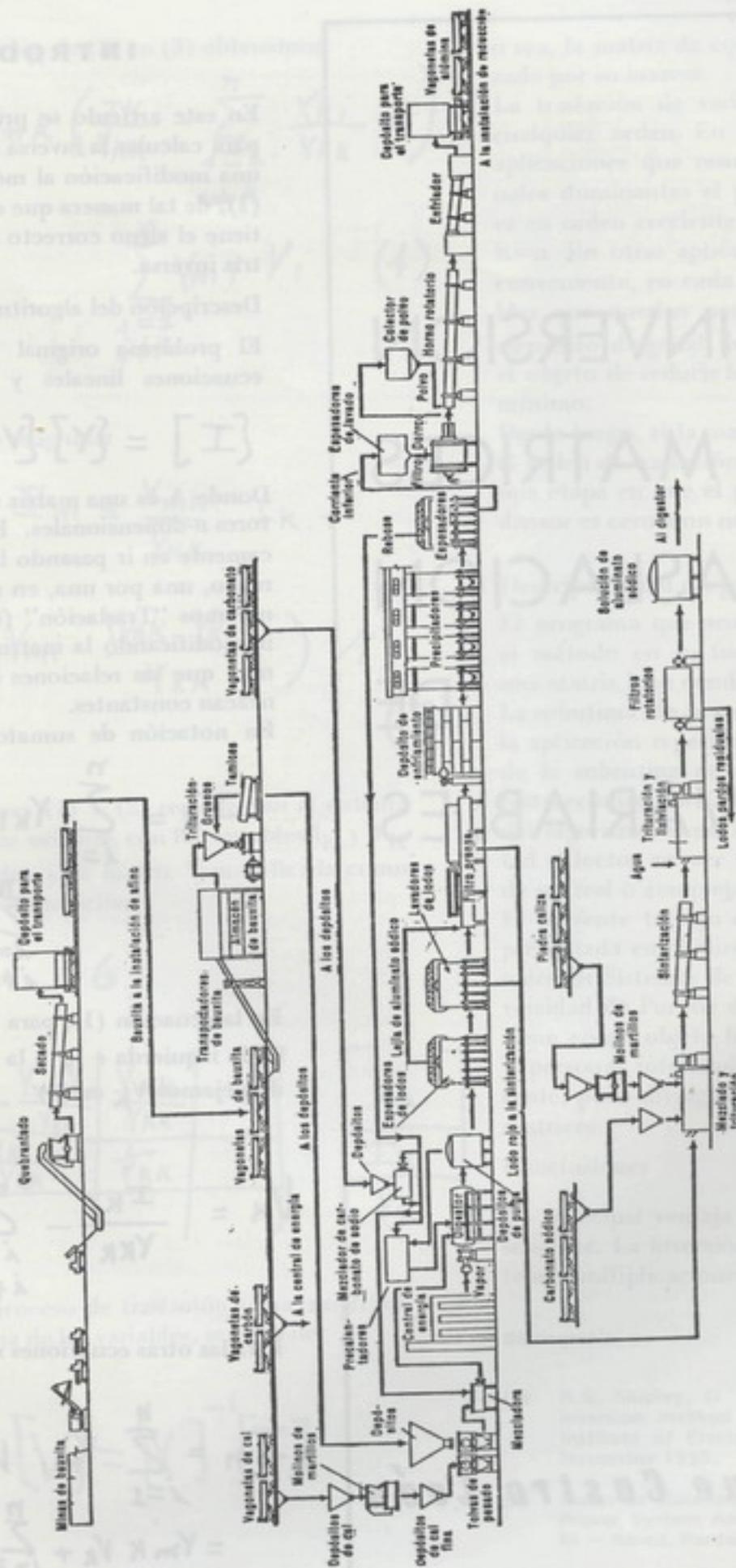


FIG. 1 - (E) proceso combinado Alcoa.

## INTRODUCCION

En este artículo se presenta un método sencillo para calcular la inversa de una matriz. Se trata de una modificación al método Shipley - Coleman (1), de tal manera que en el resultado final se obtiene el signo correcto en los elementos de la matriz inversa.

Descripción del algoritmo

El problema original proviene del sistema de ecuaciones lineales y coeficientes constantes.

$$[I] = [Y] [V]$$

Donde A es una matriz n x n, y x, y y b son vectores n-dimensionales. El método consiste básicamente en ir pasando las variables I al lado derecho, una por una, en un proceso que denominaremos "Traslación" (en inglés "Gyration") e ir modificando la matriz de coeficiente de manera que las relaciones entre la I y la V permanezcan constantes.

En notación de sumatorias la ecuación K es:

$$I_K = \sum_{i=1}^n Y_{Ki} V_i = Y_{Kk} V_K + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq K}}^n Y_{Ki} V_i \quad (1)$$

En la ecuación (1), para  $i=k$  deseamos tener  $V_K$  en la izquierda e  $I_K$  a la derecha. Sencillamente despejamos  $V_K$  en (1)

$$V_K = \frac{I_K}{Y_{Kk}} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq K}}^n \frac{Y_{Ki}}{Y_{Kk}} V_i \quad (2)$$

Para las otras ecuaciones  $m \neq K$  tenemos

$$\begin{aligned} I_m &= \sum_{i=1}^n Y_{mi} V_i \\ &= Y_{mK} V_K + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq K}}^n Y_{mi} V_i \quad (3) \end{aligned}$$

# INVERSION DE MATRICES POR TRASLACION DE VARIABLES

*Ing. Enrique Castro León*

ICE

Sustituyendo  $V_K$  de (2) en (3) obtenemos

$$I_m = Y_{mk} \left( \frac{I_K}{Y_{kk}} - \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n \frac{Y_{ki}}{Y_{kk}} V_i \right) + \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq k}}^n Y_{mi} V_i \quad (4)$$

Después de reagrupar

$$I_m = \frac{Y_{mk}}{Y_{kk}} I_K + \sum_{i=1}^n \left( Y_{mi} - \frac{Y_{mk} Y_{ki}}{Y_{kk}} \right) V_i \quad (5)$$

Las ecuaciones (1) y (2) representan al sistema de ecuaciones original, con las variables  $I_K$  y  $V_K$  intercambiados y la matriz  $Y$  modificada como se indica a continuación

(6)

$$\begin{bmatrix} I_m \\ Y_K \\ I_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{mi} - \frac{Y_{mk} Y_{ki}}{Y_{kk}} & \frac{Y_{mk}}{Y_{kk}} & \\ -\frac{Y_{ki}}{Y_{kk}} & \frac{1}{Y_{kk}} & \\ & & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_m \\ I_K \\ V_m \end{bmatrix}$$

Cuando el proceso de traslación se ha amplificado a cada una de las variables, se obtiene.

$$[V] = [Y]^{-1} [I]$$

o sea, la matriz de coeficientes ha sido reemplazada por su inversa.

La traslación de variables puede efectuarse en cualquier orden. En sistemas eléctricos y otras aplicaciones que resultan con elementos diagonales dominantes el procedimiento más sencillo es en orden creciente de arriba a bajo, de  $K=1$  a  $K=n$ . En otras aplicaciones puede que sea más conveniente, en cada etapa coger entre las variables que quedan por trasladar, la que tenga el elemento diagonal de mayor valor absoluto con el objeto de reducir los errores de redondeo aun mínimo.

Desde luego, si la matriz es singular, no importa el orden de traslación, eventualmente se llegará a una etapa en que el próximo elemento diagonal divisor es cero a un número muy pequeño.

Descripción del programa:

El programa que acompaña el artículo presenta el método en su forma más sencilla o impone una matriz bien condicionada.

La subrutina de inversión (INVERT) consiste en la aplicación repetida en un lazo de  $K=1$  a  $K=n$  de la subrutina de traslación (GYRATE). Las instrucciones fortran son aplicación casi directa del algoritmo y no ofrecerán particular dificultad al lector en ser interpretadas, la matriz puede ser real o compleja indistintamente.

El presente trabajo es adaptación de una tarea presentada en el curso de Métodos Computacionales en Sistemas de Potencia dictado en la Universidad de Purdue de Enero a Mayo de 1976, y tiene como objeto hacer accesible a estudiantes y personas interesadas un método hasta el presente, poco divulgado, pero simple, para invertir matrices.

Conclusiones

La principal ventaja del método descrito es su sencillez. La inversión requiere aproximadamente  $n^3$  multiplicaciones.

Bibliografía

- (1) R.B. Shipley, D. Coleman: A new direct matrix inversion method transactions of the American Institute of Electrical Engineers Vol: 78, Part I, November 1959.
- (2) Notas de clase del curso "Computer Method for Prover System Analysis", dictado por el Dr. A.A. El - Abiad, Purdue University, enero-mayo 1976.

---

# MODELACION DE UN MOTOR DE IGNICION POR COMPRESION

---

Ing. Víctor Ml. Alfaro  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Costa Rica

## RESUMEN:

Para un estudio de control de velocidad de los sistemas que utilizan un motor de combustión interna (diesel) como fuente primaria de potencia, es necesario establecer un modelo para tales unidades.

Se presenta aquí un procedimiento para la obtención de una relación algebraica entre el torque producido, el combustible inyectado y la velocidad de rotación para un motor diesel, basándose en un balance energético en la cámara de combustión de un cilindro, entre la energía entregada por el combustible y las pérdidas por fricción, en los gases de escape y por transmisión y radiación de calor, para la obtención de la energía disponible por ciclo y por cilindro.

La identificación posterior del modelo se hace en base a la curva de potencia nominal.

El modelo permite entonces, generar un conjunto de curvas de torque contra revoluciones para diferentes gastos específicos. Cada una de estas curvas puede expresarse como un polinomio en la velocidad de rotación, cuyos coeficientes a su vez pueden encontrarse como polinomios del consumo específico obteniéndose así una sola expresión para la obtención del torque producido a cualquier velocidad y gasto.

## 1.- INTRODUCCION

La utilización de los motores diesel como elementos primarios de potencia es actualmente muy común en plantas generadoras, barcos de propulsión diesel-eléctrica, maquinaria pesada y otros.

Todos estos sistemas diesel-generadores necesitan de un control de velocidad de rotación mediante un gobernador. Para la aplicación de las teorías de control al estudio de estos sistemas gobernadores de velocidad, es necesario la obtención de un modelo para el motor diesel.

En la mayoría de los análisis fundamentales de la acción del motor en convertir una señal de control de combustible a un torque en el eje, se ha tomado como equivalente a un retardo-continuo de tiempo, Brinson et al (1). Esto implica que el combustible inyectado en el motor se manifiesta en el torque de salida un período de tiempo después.

En realidad el combustible es inyectado en la cámara durante un período pequeño de tiempo y cada inyección particular produce una carrera de potencia de duración limitada durante cada ciclo del motor. Este comportamiento llevó a Hazel y Flower (6,5) a analizar y modelar el motor diesel con conceptos de sistemas muestreados.

Burrows et al (2), hacen una comparación del modelo clásico con el de Hazell y Flower mediante una simulación en un computador híbrido comprobando la validez y limitación de ambos modelos, a la vez que proponen la obtención de un modelo más exacto incluyendo algunas no linealidades.

Flower y Gupta (4) incluyen como factor importante del modelo la dinámica del turbocompresor y la relación aire/combustible.

Todos los modelos anteriores se han basado en relaciones entrada-salida, sin poner atención

al proceso interno que se realiza en un motor de combustión interna. En el otro extremo McAuley Borman et al (9) hacen la modelación de un motor diesel de un solo cilindro basándose en el balance energético de cada proceso de ciclo, tomando en consideración un gran número de variables y comparando los resultados de la simulación con datos experimentales obtenidos con el motor real.

Nos interesa modelar el comportamiento del motor diesel para un rango de velocidades de rotación y regímenes de carga bastante amplio y obtener una expresión para el torque producido como función del combustible y la velocidad de rotación.

Los motores diesel que se emplean generalmente contienen un número elevado de cilindros desfazados en cuanto a posición, por lo cual obtener un modelo dinámico que refleje con bastante exactitud su comportamiento es un trabajo complejo.

Se optó en este artículo por modelar primeramente el motor diesel en forma estática, siguiendo los lineamientos de McAuley y Borman, basándose en un balance de energía en la cámara de combustión de un cilindro y obtener la potencia o torque producido a una determinada velocidad de rotación y a un gasto específico dado.

El modelo se puede identificar en base a un motor diesel conocido haciendo que la curva de potencia para gasto específico máximo producida por el modelo y la real sean lo más parecido posibles.

Generando con el modelo un número elevado de curvas de torque para diferentes gastos específicos se pretende encontrar una expresión algebraica que permita obtener cualquier curva y que represente el motor estáticamente.

En cuanto al comportamiento dinámico, se agregará a lo obtenido anteriormente consideraciones del comportamiento transiente tomando en cuenta a Brinson, Parker y Rothe (1).

## 2 - CONSIDERACIONES GENERALES

Para la modelación de un motor de combustión interna, se emplea comunmente el análisis de del ciclo de aire-standard, pero debido a su simplicidad, se obtienen muy pocos beneficios.

El análisis del ciclo de aire standard puede mejorarse con la introducción de expresiones más realistas para la combustión y tomando en cuenta la transmisión de calor durante los diferentes procesos.

La suposición de combustión a volumen constante, puede modificarse suponiendo una combustión a volumen constante seguida por una a presión constante, con la división entre estos dos procesos escogida a priori.

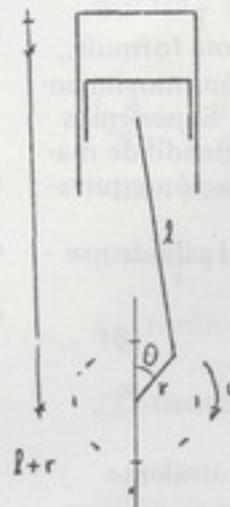
De manera de simplificar la modelación y al mismo tiempo acercarse al proceso real, se harán las siguientes suposiciones iniciales:

- i) El aire y los productos de la combustión se considerarán gases ideales.
- ii) Se tomarán en cuenta perdida por:
  - a. Transmisión y radiación de calor de los gases al motor y pistón.
  - b. Fricción entre el cilindro y la camisa.
  - c. Energía en los gases de escape.
- iii) Los coeficientes de transmisión y radiación serán variables.
- iv) La compresión y expansión se considerarán politrópicas.
- v) La combustión tendrá una forma preespecificada en el tiempo.
- vi) La inyección se realizará antes de llegar al punto muerto superior.

## 3.- CONSIDERACIONES GEOMETRICAS

La posición del piston depende de la del cigüeñal y de la razón biela-manivela. La distancia  $x$  (Figura) que el pistón se ha movido desde el punto muerto superior, cuando el cigüeñal ha rotado un ángulo  $\theta$  desde el mismo punto es

$$x = l + r - (r \cos(\omega t) + (l^2 - r^2 \sin^2(\omega t))^{1/2})$$



Para encontrar el volumen (1) de la cámara como función de la posición del pistón, tenemos que el volumen total es

$$V_t = V_c + \frac{\pi d^2}{4} x \quad (2)$$

donde  $V_c$  es el "claro"

Definiendo la relación de compresión

$$\epsilon = V_t / V_c \quad (3)$$

se obtiene

$$V_c = \frac{\pi d^2 r}{2(\epsilon - 1)} \quad (4)$$

por lo tanto el volumen será

$$V = \frac{\pi d^2 r}{2(\xi - 1)} + \frac{\pi d^2 x}{4} \quad (5)$$

El área que está en contacto con el gas es, el área lateral de la camisa, la cabeza del pistón y la tapa del cilindro entonces

$$A = \frac{\pi d^2}{2} + \pi d \left( \frac{2r}{\xi - 1} + x \right) \quad (6)$$

donde:

- $\xi$  - relación de compresión
- $r$  - largo de la manivela
- $d$  - diámetro del cilindro
- $l$  - largo de la biela
- $w$  - velocidad de rotación

#### 4.- ENERGIA ENTREGADA POR EL COMBUSTIBLE.

El combustible inyectado, se inflama por la alta temperatura y presión existentes en la cámara. La energía total que entrega por su combustión, en un ciclo, es

$$e F = (\eta q_H + H_F) m_F \quad (7)$$

en que:

- $\eta$  - eficiencia de la combustión
- $q_H$  - poder calorífico del combustible
- $H_F$  - entalpía del combustible
- $m_F$  - cantidad de combustible inyectado

#### 5.- PERDIDAS POR FRICCIÓN EQUIVALENTES

Deseamos expresar con una sola fórmula, todas las pérdidas debidas a fricción, movimiento de engranajes, bombas y otras. Suponemos entonces, que esto es posible, escogiendo de manera adecuada el coeficiente de fricción equivalente.

Entre el pistón y la camisa del cilindro se crea una fuerza de fricción viscosa.

$$f = \frac{K}{B} V_X^2 \quad (8)$$

donde:

- $K$  - coeficiente de fricción equivalente
- $v_X$  - velocidad lineal del pistón

La potencia perdida por fricción es

$$P = \frac{K}{B} V_X^2 \left| V_X \right|$$

como

$$V_X = \frac{4}{\pi d^2} \frac{dV}{dt} \quad (9)$$

$$\text{entonces } P = \frac{K}{B} \left[ \left( \frac{4}{\pi d^2} \frac{dV}{dt} \right)^3 \right] \quad (10)$$

de donde, las pérdidas en un ciclo son

$$e_T = \frac{K w^3}{B} \int_0^{t_c} \left[ (r \sin(wt) + \frac{r^2 \sin(wt) \cos(wt)}{(1.2 - r^2 \sin^2(wt))^{1/2}})^3 \right] dt \quad (11)$$

siendo:

- $t_c$  - duración de un ciclo
- $B$  - equivalente mecánico del calor

#### 6.- PERDIDAS EN LOS GASES DE ESCAPE.

Si consideramos el caso ideal de expulsión a volumen constante, la energía total perdida en los gases es

$$q = C_v (T_s - T_o) (m_T + m_F) \quad (12)$$

donde:

- $C_v$  - Calor específico a volumen constante
- $T_s$  - temperatura al final de la expansión
- $T_o$  - temperatura ambiente
- $m_T$  - masa del aire
- $m_F$  - masa del combustible inyectado

#### 7.- PERDIDAS POR TRANSMISIÓN Y RADIA- CIÓN DE CALOR

La expresión general para las pérdidas por transmisión y radiación se puede escribir como

$$q = (h_T + h_r) A (T - T_m) \quad (13)$$

siendo:

- $h_t$  - coeficiente de transmisión
- $h_r$  - coeficiente de radiación modificado
- $A$  - área de contacto con el gas (6)
- $T$  - temperatura del gas
- $T_m$  - temperatura del motor

El área en contacto con el gas (A), es variable y dada por (6), en la que se ha supuesto que el cilindro y el motor tienen la misma temperatura.

Se supone además, que el motor posee un sistema de refrigeración capaz de mantenerlo en la temperatura de operación,  $T_m$ , constante.

Los coeficientes de transmisión y radiación son variables y tienen las siguientes expresiones, de referencia (10).

$$h_T = .00606 (.0254 d)^{.214} (.85338 \cdot 10^{-3} m R T C_m)^{.186} \frac{V}{V} \left( \frac{T}{1.8} \right)^{-.515} \quad (14)$$

$$h_r = .4767 \cdot 10^{-5} \frac{(T/100)^4 - (T_m/100)^4}{T - T_m} \frac{\text{BTU}/\text{min}}{\text{pul}^2 \text{ } ^\circ\text{R}} \quad (15)$$

dónde:

m - masa del gas

R - constante del gas

$C_m$  - velocidad media del pistón

Las expresiones que representan la temperatura del gas, dentro de la cámara de combustión, para cada proceso (aspiración, compresión, etc) son diferentes:

- i) Durante la aspiración, la temperatura del aire es constante e igual a  $T_e$ , la temperatura del aire que viene del turbocompresor.
- ii) En la compresión politrópica, se cumple la ecuación

$$p V^{n_1} = C_1 \quad (16)$$

con la que se puede encontrar la expresión para la temperatura

$$T = T_e \left( \frac{V}{V_T} \right)^{1-n_1} \quad (17)$$

$V_T$  - volumen total

- iii) La inyección de combustible s inicia antes de que el pistón llegue al punto muerto superior y se termina ahí. En el ciclo dual La combustión se realiza en dos procesos, uno a volumen constante y otro a presión constante. La energía total entregada por el combustible debe ser entonces igual a:

$$e_F = C_v m (T_3 - T_2) + C_p m (T_4 - T_3) + \text{pérdidas} \quad (18)$$

dónde:

$T_2$  - temperatura al final de la compresión

$T_3$  - temperatura en el punto muerto superior.

$T_4$  - temperatura al final de la combustión

De referencia (10) la razón de combustión está dada por

$$RC = 1 - E^{-6.9 \left( \frac{t-t_0}{\Delta} \right)^{M+1}} \quad (19)$$

y la energía entregada por el combustible quemado es

$$q = e_F \left( 1 - E^{-6.9 \left( \frac{t-t_0}{\Delta} \right)^{M+1}} \right) \quad (20)$$

donde  $e_F$  está dado por (7). Derivando se obtiene

$$q = 6.9 e_F (M+1) \left( \frac{t-t_0}{\Delta} \right)^M E^{-6.9 \left( \frac{t-t_0}{\Delta} \right)^{M+1}} \quad (21)$$

en que:

$\Delta$  - duración de la combustión

$t_0$  - tiempo al inicio de la combustión

M - valor característico de la combustión

Derivado (18) se obtienen dos expresiones, una válida para cada proceso

$$\dot{q} = m C_v \dot{T} + C_v (T - T_2) \dot{m} + hA (T - T_m) +$$

$$\left| \frac{K}{B} \left( \frac{4}{\pi d^2} \frac{dV}{dt} \right)^3 \right| = (m_T + K_F (t - (TC/2 - \Delta^*)))$$

$$C_v \dot{T} + C_v (T - T_2) K_F + hA (T - T_m) +$$

$$\left| \frac{K}{B} \left( \frac{4}{\pi d^2} \frac{dV}{dt} \right)^3 \right| \quad (22)$$

que rige hasta que el pistón llegue al punto número superior y

$$\dot{q} = (m_T + m_F) C_p \dot{T} + hA (T - T_m) + \left| \frac{K}{B} \right.$$

$$\left. \left( \frac{4}{\pi d^2} \frac{dV}{dt} \right)^3 \right| \quad (23)$$

válida para el resto de la combustión, siendo

$$h = h_T + h_r$$

$K_F$  - razón de inyección

$\Delta^*$  - tiempo de adelanto de la inyección

De (22) y (23) se pueden obtener las ecuaciones diferenciales de la temperatura.

$$\dot{T} = \frac{\dot{q} - (C_V(T-T_2) K_F + hA(T-T_m) + |K(4/\pi d^2 dV/dt)^3/B|)}{(M_T + K_F(t - (TC/2 - \Delta^*))) C_V} \quad (24)$$

$$\dot{T} = \frac{\dot{q} - (hA(T-T_m) + |K(4/\pi d^2 dV/dt)^3/B|)}{C_p(m_T + m_F)} \quad (25)$$

en las que  $\dot{q}$  está dado por (21)

Resolviendo (24) y (25) se tiene la temperatura durante la combustión.

iv) La expansión es politrópica y cumple con la ecuación

$$p V^{n_2} = C_2 \quad (26)$$

entonces

$$T = T_4 \left(\frac{V}{V_2}\right)^{1-n_2} \quad (27)$$

Siendo  $T_4$  y  $V_2$  la temperatura y el volumen al final de la combustión.

v) Durante la expulsión la temperatura es constante e igual a  $T_s$ , temperatura al final de la expansión.

## 8.- MODELO ESTÁTICO

La energía disponible por ciclo y por cilindro, es entonces la diferencia entre la energía entregada por el combustible y las pérdidas

$$e_D = (7) - ((11) + (12) + \int (13)) \quad (28)$$

la potencia total del motor es

$$P_T = \frac{e_D NC}{t_c 42.42} \quad (29)$$

donde:

NC - número de cilindros  
 $t_c$  - duración de un ciclo

y el torque

$$T_D = \frac{e_D NC B}{t_c (2\pi w)} \quad (30)$$

Con (29) y (30) se pueden obtener las curvas de potencia y torque contra revoluciones para diferentes consumos específicos de combustible, con las que se caracteriza un motor diesel en forma estática.

Dada la forma de las curvas de torque contra revoluciones para un gasto dado, es posible expresarlo como un polinomio en la velocidad de rotación, esto es

$$T_D = \sum_{i=0}^n b_i w^i \quad (31)$$

Como las curvas de torque están parametrizadas por el gasto, se pueden obtener los coeficientes  $b_i$  de (31) como un polinomio en el gasto específico, con lo que se tiene una expresión que nos permite generar cualquier curva.

$$T_D = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m (a_{ij} q_c^j) w^i \quad (32)$$

en que  $q_c$  es el gasto específico, dado a potencia y velocidad nominal y expresado por

$$q_c = \frac{30 m_F NC RPMN}{HPN} \quad (33)$$

donde:

NC - Número de cilindros  
 RPMN - Velocidad de rotación nominal  
 HPN - Potencia nominal

El motor diesel quedará representando estáticamente entonces por (32).

## 9.- PRUEBA DEL MODELO PARA UN CASO PARTICULAR.

Para identificar el modelo se empleó un motor diesel Caterpillar D398TA de 12 cilindros y 1050 HP a 1300 r.p.m..

El fabricante suministró algunos datos constructivos del motor y las curvas de potencia, torque y eficiencia para el gasto específico máximo.

Para la solución del problema de regulación de velocidad es necesario conocer el torque producido por el motor diesel a cualquier velocidad y gasto. Se tratará que el motor se ajuste a la curva de potencia conocida a la vez que otras variables como temperatura de los gases dentro del cilindro y la distribución porcentual de la energía, entre la utilizada y las diferentes pérdidas se encuentre dentro de los valores normales de manera que se pueda confiar en los resultados fuera del rango conocido.

Los resultados obtenidos con el modelo, se encuentran en los siguientes gráficos.

En el gráfico 1 se puede apreciar como varían, la potencia entregada por el combustible (PE), las pérdidas (PG, PTR, PF) y la potencia disponible (PD) para un cilindro, al variar la velocidad de rotación. Las curvas se encontraron para un gasto específico dado, por lo tanto, la energía que entrega el combustible es constante y la potencia directamente proporcional a la velocidad. A mayores revoluciones, menor es la

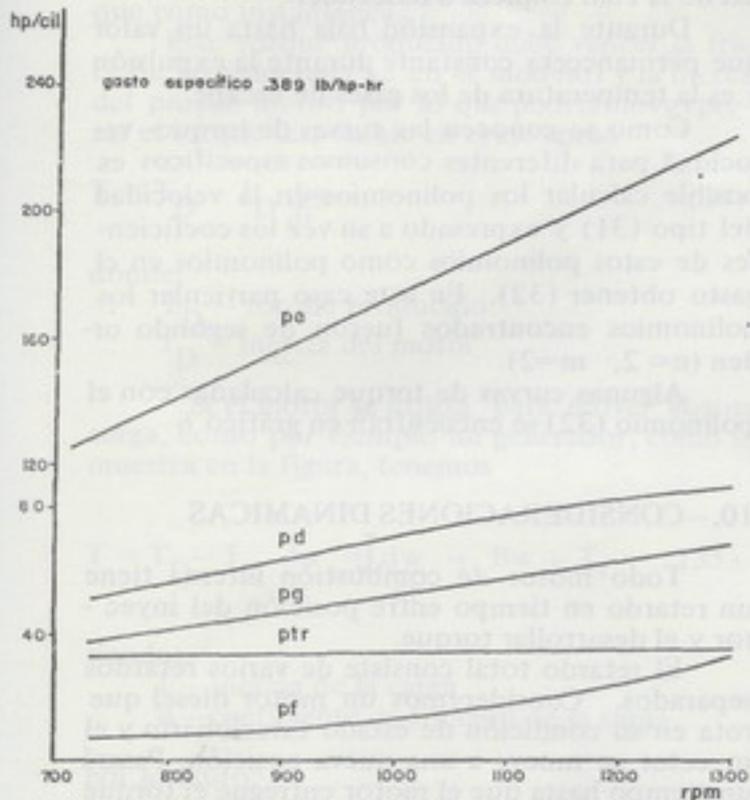


Gráfico 1 Potencia entregada, disponible y perdida por cilindro contra revoluciones

duración de un ciclo y la potencia entregada crece.

Las pérdidas por fricción dependen del cubo de la velocidad y descienden rápidamente al disminuir esta.

La temperatura de los gases de escape sube incrementarse las revoluciones, por lo que aumentan las pérdidas. Los coeficientes de transmisión y radiación de calor, al igual que la temperatura, son menores para revoluciones inferiores, pero la duración de un ciclo aumenta y las

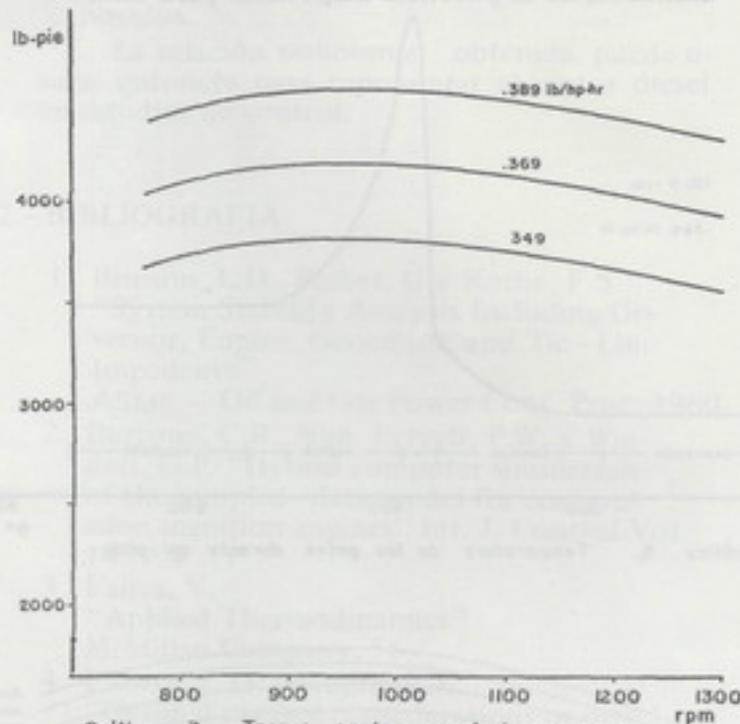


Gráfico 3 Torque contra revoluciones para diferentes gastos específicos

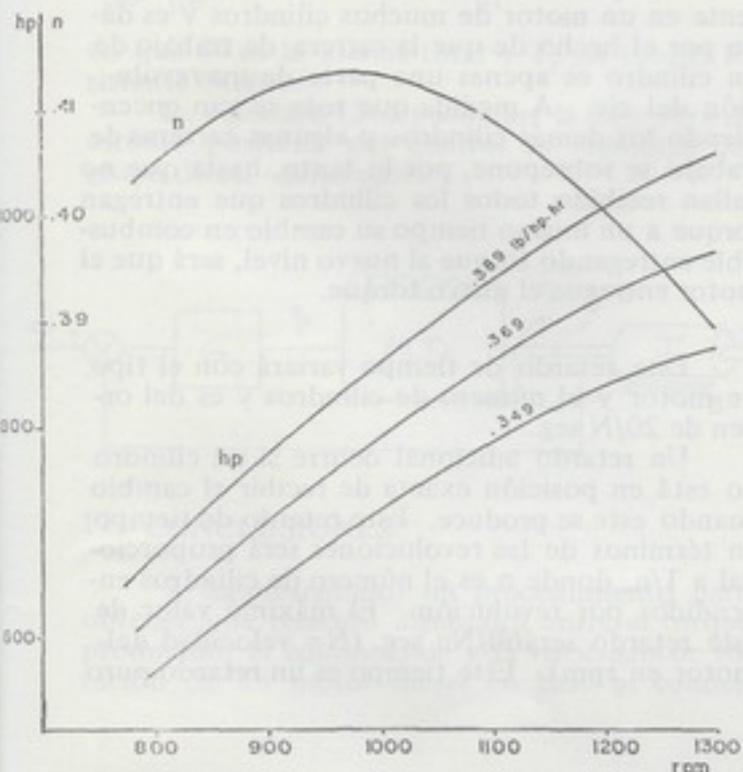


Gráfico 2 Potencia contra revoluciones a diferentes consumos específicos, eficiencia

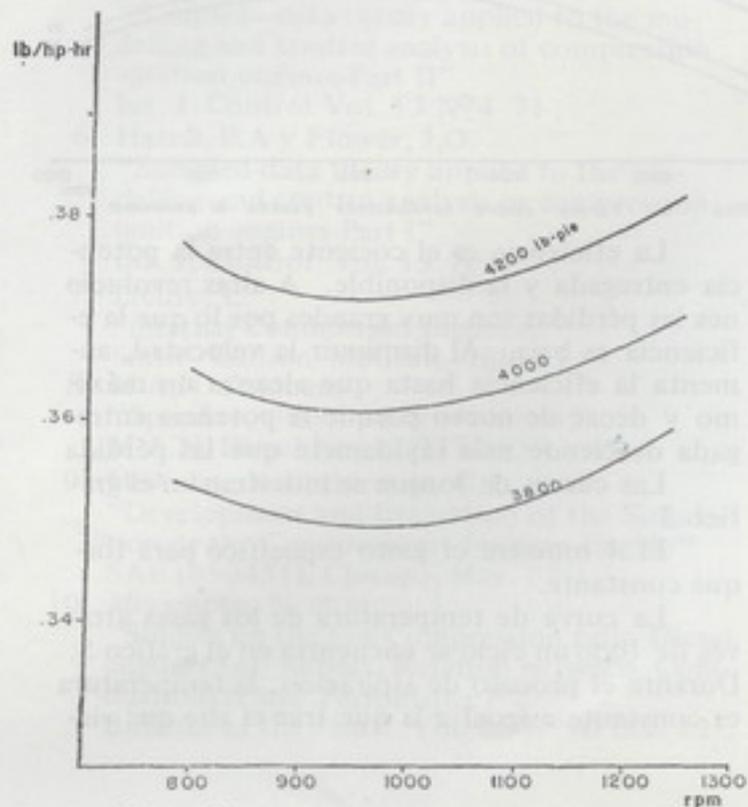


Gráfico 4 Gasto específico contra revoluciones a torque constante

pérdidas se **mantiene** constante.

La curva de potencia disponible, diferencia entre la entregada y las pérdidas, crece más lentamente a alta velocidad debido al gran incremento de las pérdidas por fricción.

En el gráfico 2 se muestra la potencia total del motor, para diferentes consumos específicos. Se obtuvieron multiplicando por el número de cilindros, de la potencia disponible para uno.

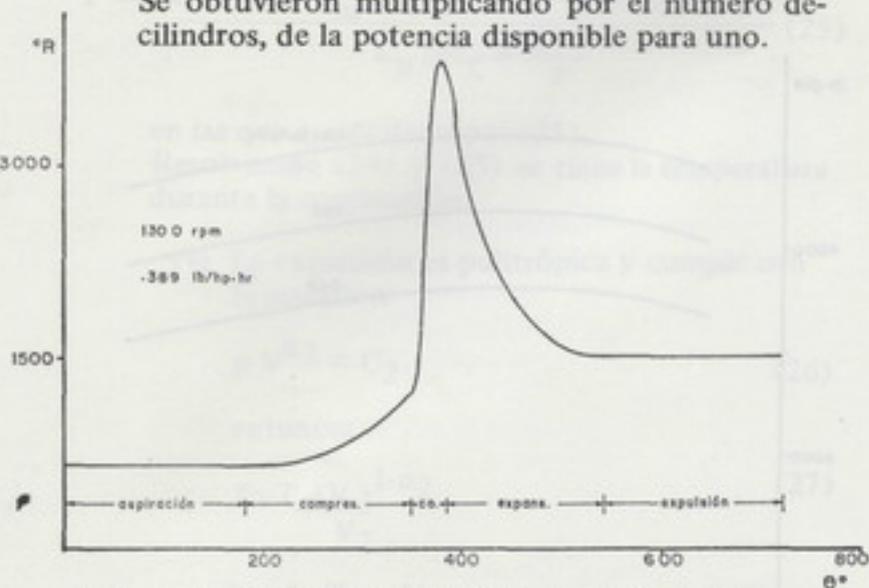


Gráfico 5. Temperatura de los gases durante un ciclo

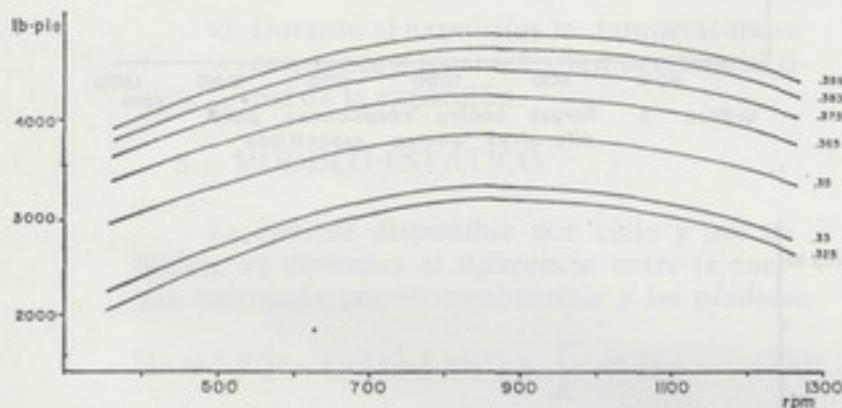


Gráfico 6 Torque contra revoluciones usando el polinomio

La eficiencia es el cociente entre la potencia entregada y la disponible. A altas revoluciones las pérdidas son muy grandes por lo que la eficiencia es baja. Al disminuir la velocidad, aumenta la eficiencia hasta que alcanza un máximo y decae de nuevo porque la potencia entregada descende más rápidamente que las pérdidas.

Las curvas de torque se muestran en el gráfico 3

El 4 muestra el gasto específico para torque constante.

La curva de temperatura de los gases a través de todo un ciclo se encuentra en el gráfico 5. Durante el proceso de aspiración, la temperatura es constante e igual a la que trae el aire que vie-

ne del turbocompresor. Durante la compresión, empieza a subir hasta alcanzar un valor suficientemente elevado que haga estallar el combustible que se va a inyectar.

Al iniciarse la inyección, poco antes del punto muerto superior, se mantiene, para luego subir rápidamente debido a la combustión, al final de la cual empieza a descender.

Durante la expansión baja hasta un valor que permaneciera constante durante la expulsión y es la temperatura de los gases de escape.

Como se conocen las curvas de torque-velocidad para diferentes consumos específicos es posible calcular los polinomios en la velocidad del tipo (31) y expresado a su vez los coeficientes de estos polinomios como polinomios en el gasto obtener (32). En este caso particular los polinomios encontrados fueron de segundo orden ( $n=2$ ,  $m=2$ ).

Algunas curvas de torque calculadas con el polinomio (32) se encuentran en gráfico 6

## 10.- CONSIDERACIONES DINAMICAS

Todo motor de combustión interna tiene un retardo en tiempo entre posición del inyector y el desarrollar torque.

El retardo total consiste de varios retardos separados. Consideremos un motor diesel que rota en su condición de estado estacionario y el inyector se mueve a una nueva posición. Pasará un tiempo hasta que el motor entregue el torque correspondiente a esta nueva posición del inyector.

Una parte de este retardo está siempre presente en un motor de muchos cilindros y es dado por el hecho de que la carrera de trabajo de un cilindro es apenas una parte de una revolución del eje. A medida que rota se van encendiendo los demás cilindros y algunas carreras de trabajo se sobrepone, por lo tanto, hasta que no hallan recibido todos los cilindros que entregan torque a un mismo tiempo su cambio en combustible entregando torque al nuevo nivel, será que el motor entregue el nuevo torque.

Este retardo de tiempo variará con el tipo de motor y el número de cilindros y es del orden de  $20/N$  seg..

Un retardo adicional ocurre si un cilindro no está en posición exacta de recibir el cambio cuando este se produce. Este retardo de tiempo en términos de las revoluciones será proporcional a  $1/n$ , donde  $n$  es el número de cilindros encendidos por revolución. El máximo valor de este retardo será  $60/Nn$  seg. ( $N$ = velocidad del motor en rpm). Este tiempo es un retardo puro

Su valor variará entre cero y el límite máximo. El retardo de tiempo total será la suma de este y el visto anteriormente.

Como se ve el retardo máximo en producir un nuevo nivel de torque será  $20/N+60/Nn$ , de donde para un motor de 12 cilindros y a 1000-rpm el retardo máximo es de 30 mseg. Perfectamente podemos considerar la producción de torque como instantánea.

Este torque producido debe vencer la fricción (considerada ya en el modelo) y la inercia del propio motor, por lo que podríamos expresar el torque disponible en el eje como

$$T = T_D - J_D \frac{dw}{dt} \quad (34)$$

donde:

$T_D$  - torque producido

$J_D$  - inercia del motor

Si el motor se utiliza para mover alguna carga, como por ejemplo un generador, como se muestra en la figura, tenemos

$$T = T_D - J_D \frac{dw}{dt} = J \frac{dw}{dt} + Bw + T_r \quad (35)$$

siendo:

$J$  - inercia de la carga

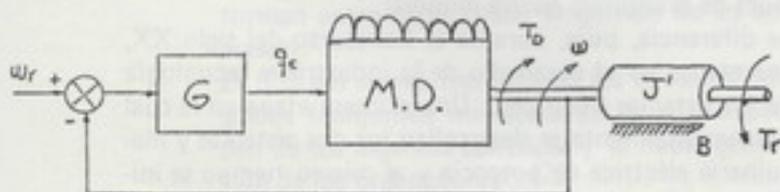
$B$  - coeficiente de fricción de la carga

por lo tanto:

$$T_D = \sum_{i=0}^h \sum_{j=0}^m (a_{ij} q_c^j) w^i = J' \frac{dw}{dt} + Bw + T_r \quad (36)$$

en que  $J'$  es la inercia total y  $T_r$  un torque resistente externo.

La ecuación (36) puede ser la base para un estudio posterior del control de velocidad del grupo diesel - generador.



## 11.- CONCLUSIONES

Se ha presentado un procedimiento para obtener una relación algebraica entre el torque producido, el combustible y la velocidad de rotación de un motor diesel en base al conoci-

miento de las características del motor y de una curva de potencia contra revoluciones.

Por el hecho de basarse el procedimiento en un balance energético en un cilindro y por la verificación de que, variables como temperatura del gas en la cámara y la distribución porcentual de las pérdidas se encuentren entre los valores nominales, es que se puede confiar en los resultados del modelo para puntos distintos de los conocidos.

La relación polinomial obtenida, puede usarse entonces para representar el motor diesel en estudios de control.

## 12.- BIBLIOGRAFIA

1. Brinson, L.D., Parker, G y Rothe, F.S. "System Stability Analysis Including Governor, Engine, Generator, and Tie-Line Impedance" ASME - Oil and Gas Power Conf. Proc. 1960
2. Burrows, C.R., Van Eetvelt, P.W. y Windett, G.P. "Hybrid computer simulation of the sampled-data model for compression ignition engines" Int. J. Control Vol 14 N°4 71
3. Faires, V. "Applied Thermodynamics" McMillan Company, 56
4. Flower, J. O. y Gupta, R.K. "Optimal control considerations or diesel engine discrete models" Int. J. Control Vol. 19 N°6 74
5. Flower, J. O. y Hazell, P.A. "Sampled-data theory applied to the modelling and control analysis of compression ignition engines-Part II" Int. J. Control Vol. 13 N°4 71
6. Hazell, P.A y Flower, J.O. "Sampled-data theory applied to the modelling and control analysis or compression ignition engines-Part I" Int. J. Control Vol. 13 N°3 71
7. Lichty, L. "internal Combustion Engines" Sixth-Edition McGraw-Hill, 51
8. M.A.N. Company "Speed regulation indiesel engines" M.A.N. Diesel News N°37/1959
9. McAulay, K.J., Borman, G.L. et al "Development and Evaluation of the Simulation or the Compression-Ignition Engine" SAE (650451), Chicago, May. 65
10. Miyamoto, N, et al: "Studies on the low Compression ratio Diesel engine (3rd. Report, Relation between, Combustibility and Performance)" Bulletin of the JSME Vol. 15 N°90 Dic. 72

# " EL SECTOR ELECTRICO DE LA INDUSTRIA EN COSTA RICA "

*Ing. Jaime Allen F.  
Escuela de Ingeniería Eléctrica  
Universidad de Costa Rica.*

## RESUMEN

Costa Rica como todo país latinoamericano, se caracteriza por ser un país subdesarrollado con agudos problemas económicos, sociales y políticos. Esta problemática se manifiesta en el campo tecnológico de una forma muy compleja y con características específicas en cada caso concreto, en particular en el campo de la electricidad y la electrónica. A pesar de esto, no se sigue ni se ha definido una política orientada a darle solución al problema con todo y que tiene raíces muy claras.

En lo que respecta a este sector industrial, es pues nuestro deber profundizar y clasificarnos en lo relacionado a la dependencia científica y tecnológica. El análisis correcto y la puesta en práctica de medidas adecuadas, nos conducirán por el camino de un verdadero desarrollo tecnológico.

## I. - INTRODUCCION

Sin necesidad de ser un especialista en la materia se puede observar el papel de primera línea que ocupa en estos momentos del desarrollo económico de los diversos países el sector "ELECTRICO" del ramo industrial. Este vasto sector incluye campos tan diversos como lo son: Sistema de Potencia; que se incluiría todo lo que es generación, transmisión y distribución; Maquinaria Eléctrica, motores, generadores, transformadores; Sistemas de procesamiento de información; que incluye computadoras y sistemas generales para comunicacio-

nes.

Al inicio del desarrollo de la industria eléctrica a principios del siglo, fueron los sistemas de potencia y maquinaria eléctrica que se desarrollaron grandemente impulsando al mismo tiempo, como sustitutos de los sistemas de VAPOR, el desarrollo de las grandes industrias, de los ferrocarriles, de la técnica general. Al mismo tiempo que se desarrollaban estos sistemas eléctricos, empezaban a desarrollarse con mayor fuerza los sistemas eléctricos de control y comunicaciones. En la primera década de este siglo aparece el tubo al vacío lo que marca el inicio de la "industria electrónica". Pero este no empezará a vislumbrarse como sector estratégico de la industria en general, sino hasta después de la segunda guerra mundial.

Se diferencia, pues, durante el transcurso del siglo XX, dos etapas en el desarrollo de la industria y tecnología de los sistemas eléctricos. Una primera etapa en la cual fundamentalmente se desarrollan los dos sistemas y maquinaria eléctrica de potencia y al mismo tiempo se inicia la producción de sistemas de control electromecánico y sistemas electrónicos de comunicación y control con base en los tubos al vacío. Y una segunda etapa, en la cual el centro de las investigaciones, desarrollo tecnológico y producción industrial son los semiconductores y los circuitos, dispositivos y sistemas electrónicos basados en ellos. Cabe recordar aquí las palabras de Servan Schreiber de que "la electrónica no es un sec-

tor industrial cualquiera. De él dependerá directamente el futuro desarrollo industrial y cultural. Después de la primera revolución, que, en el siglo XIX, sustituyó la fuerza física por la de las máquinas (los motores), asistieron ahora a la segunda revolución industrial, que permite reemplazar todos los años un número creciente de tareas del cerebro humano por el trabajo de nuevas máquinas (los ordenadores)". (1)

Tal como ha ocurrido en otras épocas y con otros sectores industriales como los textiles, el acero, la maquinaria, la industria química, y otros, el desarrollo tecnológico y el potencial de producción industrial en el ramo de la electrónica, no ha avanzado por igual en las diferentes regiones del mundo. Más bien podríamos hablar que la tecnología, como síntesis del avance del conocimiento humano, como base material necesaria para la investigación y la producción, se ha desarrollado solamente en los países desarrollados. En el caso del llamado "mundo capitalista", se reducirá a países como E.E.U.U., Japón y algunos países de Europa Occidental. Los grandes consorcios industriales de estos países ejercen un control directo, sobre la producción y sobre los mercados mundiales, encontramos entonces un control bastante grande de las empresas norteamericanas sobre otras empresas europeas y japonesas y se puede decir, un control absoluto sobre las empresas de los países del Tercer Mundo.

Esto debido al poderío económico y al "Bache Tecnológico" que ha aparecido entre los países europeos y los E.E.U.U. Por ser lo electrónico el sector más significativo y determinante para el futuro, "en el vemos manifestarse claramente el vínculo directo entre la participación de las empresas americanas y el grado tecnológico de la producción. Así las empresas americanas controlan en Europa:

- El 15% de la producción de bienes de consumo (receptores de radio y de televisión, aparatos registradores).
- El 50% de la producción de semiconductores (que sustituyen a los antiguos tubos electrónicos).
- El 80% de la producción de ordenadores (calculadores electrónicos de gran potencia, que transforman entre otras cosas, la gestión de las empresas).
- El 95% del nuevo mercado de los circuitos integrados (conjuntos miniatura de los que dependen de los ingenios balísticos y la nueva generación de los ordenadores" (2)

Aunque lo anterior fue escrito ya hace casi una década, está todavía vigente. Y más reafirmado, con el rápido desarrollo de la tecnología de los circuitos integrados, la integración en gran escala (LSI), los micro-procesadores, computadoras más pequeñas y rápidas, etc.

Como vemos, la situación para nuestros países no es muy alentadora. El poderío económico y el gran

desarrollo tecnológico de los países altamente industrializados, fundamentalmente en los E.E.U.U., ha condicionado el subdesarrollo en nuestro país. En consecuencia y esto es lo que nos interesa analizar, se ha establecido una dependencia "tecnológica" que ha determinado la evolución tanto de la infraestructura técnica de las industrias como de la formación de nuestros recursos humanos. En el campo eléctrico y electrónico, por su importancia estratégica esta manifestación ha sido muy aguda.

## II.- EL PROBLEMA TECNOLÓGICO

En Costa Rica, el proceso se ha manifestado, con la creación del Mercado Común Centroamericano (M.C.C.A.) a principios de la década del 60. Antes de la década del 50 el establecimiento de industrias en Costa Rica había sido prácticamente nulo. En el sector eléctrico, se había desarrollado un poco la industria de generación de energía eléctrica, que estaba bajo el control de compañías extranjeras. Además habían aparecido pequeños talleres de reparaciones eléctricas.

Esta estructura sufre modificaciones a partir de 1950, año en que empieza a ponerse en práctica la política de nacionalización de los diversos sistemas de generación, transmisión y distribución. En cuanto a la rama de comunicaciones telefónicas estas no comenzará sino hasta 1963. Estos dos ramos pasarán, en principio, al control estatal por intermedio del Instituto Costarricense de Electricidad.

Para este mismo año, Costa Rica se adhiere al Tratado de Integración Económica. Con esto queda integrado, con la participación de 5 países, el llamado Mercado Común Centroamericano, con lo cual hubo una afluencia de capitales extranjeros al país, en forma de "industrias integracionistas". En 1960 el valor bruto de la producción industrial ascendió a ₡ 1.256 millones y en 1970 a ₡ 3.188 millones, o sea un aumento del 154%. En ese mismo período, en la rama de "Construcción de maquinaria, aparatos y accesorios eléctricos" el valor de la producción pasa de ₡ 4.8 millones a ₡ 43.0 millones. En otras palabras, un aumento del 800%. Al mismo tiempo, la inversión directa norteamericana en el sector manufacturero pasaba de \$ 12 millones a \$ 110 millones. En particular, el tratado abrió las puertas para el establecimiento de ciertas industrias de ensamblaje de artículos electrónicos y eléctricos. Del análisis del carácter de las industrias en Costa Rica, se deduce que la "rama de la industria eléctrica se ha desarrollado principalmente en el ensamblaje de equipos, en su mayoría de uso residencial por industrias de casas representativas, con sede en el exterior, al amparo de la Ley de Protección Industrial que les otorga beneficios en su mayor parte la exención casi total de impuestos que especifica el arancel de aduanas y la Tributación Directa.

Tenemos por ejemplo - de la Gaceta N°214, miércoles 14 de noviembre de 1975 - en la cual aparece publicado la solicitud de equiparación de acuerdo al convenio firmado por una industria ensambladora de equipos de radio y televisión.

I.- Franquicias aduaneras del 99% sobre:

- a) motores, maquinaria, herramientas, equipos y accesorios.
- b) las piezas componentes de radios receptores, televisores y tocadiscos.
- c) la importación de empaques y envases de los productos terminados.

II.- Exención del pago de impuestos de exportación por el término de vigencia del contrato.

III.- Exención del monto que le corresponde por concepto del impuesto sobre la renta por aquellas utilidades que el empresario reinvierta en mejoras, tanto de la propia industria como en vivienda para sus trabajadores.

Se encontró que el 20% de las industrias se amparan a este convenio ante el Gobierno de la República por medio de un requisito legal llamado DECRETO INDUSTRIAL. Sin embargo, este 20% del total de las industrias, tiene el 69% del total de los empleados, lo cual nos permite deducir que las industrias que están protegidas por dichos decretos son las que tienen el mayor índice de producción en el país." (3)

La ventajas para el empresario extranjero son claras; exoneración de impuestos para la maquinaria y la materia prima y un mercado ampliado a nivel centroamericano. Las desventajas para nuestros países, se han manifestado a lo largo de los años; la exoneración de impuestos es demasiado para el país, y además pone en desventaja a pequeñas industrias nacionales que si tienen que pagar los impuestos. El valor agregado, que se debe solamente a la mano de obra utilizado, es muy bajo y no compensa las otras desventajas. Hay que agregar que, el control económico que ejercen las casas matrices sobre sus subsidiarias, conduce a la dependencia tecnológica que obstaculiza cualquier posible desarrollo tecnológico.

Podemos deducir otras ventajas para los inversionistas extranjeros del siguiente texto, tomando de un artículo que irónicamente se titula: "El nuevo imperialismo electrónico que empezó en Asia, se ha expandido a Africa y América Latina": "La motivación básica para la concreción de subcontratos de manufacturas electrónicas en los países subdesarrollados ha sido, en general, la búsqueda de producción a menor costo, usando plenamente LA MANO DE OBRA DISPONIBLE, susceptible de ser entrenada. En el caso de operaciones de ensamblaje para productos completos, la ayuda ha sido para mejorar y prolongar el ciclo de vida de las "líneas de montaje" de productos que no pueden ser manufacturados competitivamente

por más tiempo en los países desarrollados. Por razones similares, los productos de componentes pasivos, de mano de obra intensiva y bajo margen tales como resistencias, capacitores y bobinas han transferido la producción a los países subdesarrollados. Aunque la perspectiva de producción a menor costo atrae (attracts) el ensamblaje y empaquetamiento de semiconductores, es más ventajoso transferir el proceso de la producción desde una etapa anterior en el desarrollo de dispositivos". (4)

Tres son los aspectos considerados en el texto anterior como importantes, desde el punto de vista de las empresas extranjeras para la instalación en los países subdesarrollados de "industrias manufactureras de productos electrónicos": 1.- mano de obra disponible, 2.- prolongar el ciclo de vida de las líneas de producción, 3.- producción de menor costo. Con todo, la experiencia de Centro América, ha demostrado que, por lo menos en nuestro caso particular lo que ha motivado al capital extranjero a instalar en Costa Rica estas industrias, fueron las ventajas arancelarias ofrecidas para la importación y la apertura del mercado a nivel centroamericano, esto es, posibilidad de exportar, recibiendo todos los beneficios impositivos, cambiarios, crediticios y demás medidas de fomento y subsidios disimulados a la exportación-- "no tradicionales".

En general, las diversas industrias del sector eléctrico en Costa Rica, incluyendo aquellas ligadas directa o indirectamente al aparato estatal, se han visto en la necesidad de recurrir al capital extranjero para desarrollarse. Esta dependencia económica se manifiesta debido a la incorrecta perspectiva que impide a los dirigentes el orientar la economía por el camino de la independencia política y económica. En el plano económico lo que se observa es la incapacidad del sistema de generar recursos de capital que a la postre hacen necesario el recurrir a préstamos y contratos que no benefician al país.

Tal como lo vimos anteriormente, más aún en el campo de la electrónica, es necesario analizar el efecto de esta dependencia económica en el campo de la tecnología. Esta condiciona, y ya vimos que ese es el interés de las grandes compañías multinacionales la utilización de una tecnología importada que no corresponda a nuestras necesidades ni a nuestra capacidad, fundamentalmente de recursos económicos. Realmente la tecnología importada no es negocio para el país ni parece muy indispensable; debe agregarse a eso la calidad de esa tecnología pocas veces responde a las expectativas. Merecen comentarse por separado algunos capítulos especiales, por su importación estratégica Consultoría y experticia..., Política de Patentes..., Pequeña Industria..."(5). Estos tres aspectos se ven afectados en sentido negativo por la subordinación en que nos encontramos en lo tecnológico.

En resumen, "en los países dependientes (como Costa Rica), debido a la gran participación extranjera se produce una deformación que da origen a la "tecnología subdesarrollada"... las empresas extranjeras y las nacionales con licencia no necesitan crear ni investigar nada pues todo se importa ya hecho y los problemas se resuelven en el extranjero. De esta manera la tecnología subdesarrollada se reduce a un simple saber usar, es decir, a emplear los equipos y procesos creados en la metrópoli, y no a saber hacer (6)

### III LA INDUSTRIA ELECTRONICA EN C.R.

Por lo ya apuntado en la sección anterior, vemos que los problemas que afectan el desarrollo de la investigación y la producción industrial, se manifiesta más aún en el campo de la electrónica. En general en el sector eléctrico, las importaciones están aumentando año con año (7) y cada vez hay más requerimientos de servicios y demás y mejor producción nacional, que dada la orientación de la industria, no se satisfacen. Analizar las características que manifiestan pues lo que tenemos que hacer.

#### ECONOMIA Y FINANZAS

La conclusión a que debemos llegar con los estudios realizados, es que económicamente hablando, nuestro país no ha avanzado con el actual desarrollo de la industria eléctrica. De un total de 158 industrias de todo tamaño analizadas, el 20% están amparadas a convenios industriales. Pero estas ocupan al 69% de los asalariados y su producción asciende a más o menos el 80% del total. Así pues, un pequeño grupo de "industrias integracionistas" (8) controlan la producción en este sector y al mismo tiempo se calcula que el capital extranjero controla el 85% de estas empresas. (9). Lo más importante no es que la mayor parte de las ganancias y dividendos van para el extranjero, sino que el estado deja de percibir grandes sumas por las exoneraciones de impuestos. Esto se nos muestra en su real magnitud si consideramos que más del 80% del valor final de la producción corresponde a productos finales y material semielaborado que entra al país como materia prima. Como la mayor parte de la producción, por lo menos en los dispositivos electrónicos, es de artículos domésticos no indispensables, lo que se hace es fomentar el consumo no productivo.

Se infiere de todo esto, que el valor agregado total en el país es muy bajo y se debe solamente a la mano de obra utilizada en el ensamblaje. Prácticamente en ningún caso de las empresas de capital extranjero, el valor agregado se debe a utilización de materias primas nacionales o al pago de servicios técnicos de consultoría o investigación nacional. En cuanto a la industria totalmente nacional, muchas ve-

ces se encuentran en desventaja debido a que no se les permite importar ciertos elementos como materias primas, sin que los traten como repuestos por productos finales lo que se traduce en impuestos relativamente elevados.

Además de todo esto, está generalizado en que las fábricas trabajen muy por debajo de su capacidad de producción. La utilización llega a oscilar entre el 50 0/0 y el 60 0/0. Como es el país el que paga la fábrica, lo que realmente sucede es que se está pagando algo que no se utiliza adecuadamente.

Hay que repetir, que debido al control que ejercen las compañías matrices sobre las subsidiarias instaladas en el país, las ganancias y dividendos se van totalmente al extranjero, superando rápidamente las inversiones iniciales y sin ninguna ventaja económica, realmente significativa para el país.

#### TECNOLOGIA, MANO DE OBRA

No podemos desligar lo tecnológico y la utilización de recursos humanos del control económico a que está expuesta la industria en Costa Rica. Las industrias integracionistas, en un principio son instaladas con el proceso de producción maquinaria y a veces hasta personal técnico totalmente importado. Esto por un lado no fomenta el desarrollo del personal técnico nacional y por otra crea una dependencia en el sentido de la falta de conocimiento global de la maquinaria, de los mismos dispositivos fabricados y del proceso mismo.

Todo este conocimiento e información técnica, no es "transferida" como se plantea muchas veces sino que queda como exclusividad de la casa matriz. Es norma, además, que en los contratos se especifique la pertenencia a la compañía de cualquier inversión o mejora técnica que se realice. Las líneas de montaje y maquinaria en general ya sean de segunda mano o nuevas, son traídas en su totalidad de otros países por la misma compañía matriz. Lo que se realiza en una venta del producto tecnológico de un país a otro, ya que el desarrollo tecnológico es característico de cada país y no puede ser transferido. Como ya se dijo, los intereses extranjeros es que sepamos usar su tecnología y no que aprendamos a desarrollar la nuestra.

Las materias primas utilizadas quedan también condicionadas. En el área centroamericana es mínimo o casi nulo que se pueda obtener, a pesar de ser esta muy variada. (10). Todo es importado del extranjero y en caso de la industria de ensamblaje de radios, televisores y arneses para automóviles, los productos vienen totalmente elaborados, solo para armar.

Así pues, el comercio de estos paquetes tecnológicos, reafirma la dominación económica y obstaculiza el desarrollo tecnológico en este país.

Está demás decir, que a excepción del I.C.E., en las diversas empresas los recursos técnicos necesarios, específicamente ingenieros eléctricos, son relativamente escasos. (11). El grueso de la mano de obra son operarios con una baja renumeración y algunos técnicos medios con formación "vocacional". Casi el 50% de los salarios, que como vimos son el total del valor agregado, se distribuye entre el personal ejecutivo y el administrativo. (12)

Aunque la relación de personal administrativo y de planta varía de una empresa a otra, son muy significativas esas cifras. También, hay que notar que "en muy pocos casos la Gerencia de la industria está en manos nacionales, sino del país que aportado el capital y/o la tecnología. (13)

Es interesante observar que la mayores industrias son las "integracionistas". Por contar con mayor productividad. Con todo son las que pagan más bajos salarios. En general, en el sector eléctrico de más de 150 industriales, el 14% de ellas cuenta con el 77% de los empleados y viceversa, en el 86% de las industrias más pequeñas laboran solo el 23%. En este sentido hay que resaltar la desventaja en que se encuentra la "industria nacional", tanto lo que son industrias medias, pequeña industria y los talleres artesanales. Cualitativamente estos sectores son los más importantes para el país y que se financian con capital nacional y aunque siempre tienen que importar materia prima, tanto esta como la maquinaria la escogen de acuerdo a nuestras necesidades. En cuanto al valor agregado, proporcionalmente es mucho mayor. Desde aquel taller en que el valor de las materias importadas es del 5% al 10% de valor del trabajo hasta aquella pequeña industria que fabrica estaciones para radiodifusión y otros dispositivos eléctricos y electrónicos, en que ese porcentaje oscila alrededor del 20%. En otras palabras que el valor agregado como porcentaje del valor bruto final, puede llegar al 80% y más.

Pero como ya vimos, cuantitativamente, la producción de este sector es mínima. Esto se debe a que las leyes tributarias les ofrecen nuevas ventajas que a las grandes compañías extranjeras. Este es el caso de los impuestos que deben de pagar por concepto de importación de materiales y maquinaria, y también a la desfinanciación que sufren de parte de los empresarios nacionales debido a la falta de una a los empresarios nacionales debido a la falta de una adecuada protección a la industria nacional, y de parte del estado, por no tener una adecuada política de financiación a esas industrias.

### PRODUCCION, INVESTIGACION, PATENTES.

Los problemas económico con que topa el país y la dependencia tecnológica, afectan profundamente la INVESTIGACION y la DOCENCIA y por otro lado condiciona una política de patentes que no pro-

tege los intereses nacionales.

En el campo de la electrónica, donde existen muchas posibilidades de investigación con miras a una producción a pequeñas y mediana escala la investigación es prácticamente nula y la docencia no está lo suficientemente adecuada a las necesidades nuestras. A excepción de pequeñas investigaciones que han realizado técnicos nacionales a la par que desarrollan una pequeña industria y algunos intentos realizan en la Universidad de Costa Rica, por lo general no concluidas por falta de financiación. (14)

La situación de la investigación es tal, debido a que la mayor parte de la estructura productiva depende de centros multinacionales extranjeros en relación a necesidades técnicas y científicas. Y los otros sectores que si tienen necesidad de servicios técnicos, no están ligados con los centros potenciales en cuanto a investigación. Esta falta de un verdadero desarrollo científico y técnico, basados en las condiciones materiales de nuestro medio, de nuestra sociedad, es parte determinante que la producción se oriente fundamentalmente al consumo no productivo, y no se oriente a la producción de dispositivos y sistemas que por si mismos van a impulsar el desarrollo de la estructura productiva. Esto es, la investigación y producción, debe orientarse hacia aquellos sistemas que llenen necesidades del mismo proceso de la producción, ya no solo de ramas eléctricas sino de todo el sector industrial. Además ir independizándose en cuanto al diseño y producción de dispositivos electrónicos de uso doméstico.

Aquí es importante analizar la situación en cuanto a las patentes se refiere. En Costa Rica está vigente una Ley de Patentes que rige desde 1880 aproximadamente que no está adecuada para nuestra época, época del imperialismo y de las grandes corporaciones multinacionales. En concreto, no hay protección para las patentes nacionales como en otros países.

"En la oficina de Patentes, existen al momento actual 1850 patentes vigentes, de las cuales el 80% son extranjeras y del 20% de patentes de inversión nacionales, un alto porcentaje son otorgadas a representantes criollos de casas extranjeras. Durante 1972 se han presentado 152 solicitudes de las cuales solo 11 son nacionales" (15).

La práctica demuestra que las compañías extranjeras ponen obstáculos a las patentes nacionales en Costa Rica, y con más razón en sus respectivos países; cuando estas tocan sus intereses industriales y comerciales.

Este es el caso de la empresa nacional ELCOR S.A que después de desarrollar una máquina tras 7 años de investigación y una inversión de varios millones de colones, encuentra obstáculos para patentarla en Costa Rica. Esto sería inconcebible si realmente existiera una política de patentes que protegiera a los investigadores e industriales nacionales.

# Problemas Relacionados con las Fuentes de Energía en Costa Rica y el Mundo

Ing. José Joaquín Chacón  
PROFESOR  
Escuela de Ingeniería Eléctrica

Entiéndase la energía como la causa capaz de transformarse en trabajo. Bajo esta definición, las fuentes energéticas del planeta pueden dividirse en tres: Energía solar, Energía geotérmica y Energía nuclear (fisión y fusión). La anterior definición no pretende ser una regla inquebrantable puesto que de hecho la energía solar no es más según se supone consecuencia de un proceso de fusión típico en la estructura del sol; y de lo anterior podríamos decir que las fuentes de energía son solamente dos. Bajo la primera división adoptada se plantean a su vez fuentes de energía derivadas de la fuente solar. Para todos resulta claro el papel de la fuente hidráulica, de la fuente eólica, de las fuentes fósiles, etc. Todas derivadas a partir del flujo energético solar.

La utilización de las fuentes energéticas en el planeta debería basarse en características tales como potencialidad, disponibilidad, facilidad de obtención y grado de contaminación ambiental derivado de su utilización. Desgraciadamente y tal como nos encontramos hoy día; se utilizan las fuentes energéticas siguiendo patrones de utilización no acordes con las caracterís-

ticas enumeradas anteriormente. Por ejemplo; la fuente fósil con reservas mundiales limitadas, su utilización conlleva la liberación de contaminantes al medio ambiente y sin embargo su uso resulta indiscriminado hoy día. La energía nuclear de fisión, supuestamente con reservas ilimitadas en el planeta presenta el enorme problema de los residuos radioactivos. Sin embargo su utilización va en aumento día con día.

Para la forma de obtención de la energía en el mundo de hoy, es claro, vislumbrar el agotamiento a corto plazo de algunas de las fuentes convencionales. La contaminación del planeta, causada por la combustión criminal de parte de la energía fósil y por los desechos radioactivos, producto de los procesos energéticos de fisión va en aumento. Los grandes centros de consumo energético producen enormes cantidades de contaminantes y remanentes calóricos que son lanzados al medio irresponsablemente; lesionando en detrimento de personas, animales y plantas.

Recientemente, algunos países del mundo; tratando de despertar en parte del aletargamiento y festín energético

en el que han vivido, están destinando partidas de dinero a la investigación de fuentes de energía no contaminantes (Energía de fusión, Energía solar, Energía eólica, Energía hidráulica (de mares y ríos). Energía geotérmica, etc. Dichas sumas resultan hoy día ridículas si se cuantifica la dimensión del problema energético mundial.

Sin embargo, pese a que los tecnócratas del mundo buscan la fuente ideal de energía para llenar los deseos insaciables de la sociedad tecnológica actual se olvidan de dos aspectos inherentes a la verdadera investigación energética.

El primero de ellos es la concientización del ser humano de los problemas, usos deberes y derechos para con la energía y el segundo el desarrollo y puesta en práctica de métodos que hagan un mínimo del remanente térmico y de contaminación de todo proceso tecnológico.

## COSTA RICA Y LA ENERGIA.

No podía escapar el país a la corriente de gasto desmedido y desperdicio energético, patrón del mundo de hoy. La industria naciente; reflejo al carbón de procesos tecnológicos de

países con un nivel tecnológico superior presenta los mismos defectos apuntados a esos procesos en el mundo. El descuido casi total por la contaminación del ambiente y el remanente calórico residuo de los procesos industriales es notorio.

La importación en aumento de vehículos con motor a explosión y la ausencia total de regulación de humos y gases tóxicos producto de su utilización agrava el problema energético.

La utilización en aumento de plantas térmicas para la generación de energía eléctrica; utilizada en muchos casos como plantas base-lesiona al país.

Las fuentes potenciales de energía no contaminante, como la energía hidráulica se utilizan en un grado que no llega al 1% de las reservas teóricas del país (Reservas teóricas 25.000 MW. Capacidad instalada hidroeléctrica 223.7 MW).

Se consumen combustibles fósiles en cantidades alarmantes que cuestan al país la nada ridícula suma de \$ 2.000.000 (dos millones de colones diarios.)

El consumo energético diario alcanza la suma de 17 GW-H; lo anterior sin tomar en cuenta el consumo diario de madera, carbón, bagazo de caña y pulpa de café.

La energía solar y eólica pasa hoy día inadvertida. La mayoría de la gente desconoce su verdadera potencialidad (2 a 5 KW-H /m<sup>2</sup> de exposición) y lo que es más grave es que ni en la mayoría de los tecnócratas del país ni en sus dirigentes se vislumbra una mentalidad positiva hacia la utilización de estos tipos de energía no contaminante.

La utilización de la valiosa energía eléctrica para el calentamiento de aguas a nivel habitacional e industrial es un hecho que debe preocupar al país; toda vez que al mismo tiempo se desprecia el potencial solar para tal fin.

El desprecio casi generalizado que se hace de fuentes de energía tan comunes antaño como el caballo o cualquier animal de tiro, de los proyectos pequeños para aprovechamiento de pequeñas corrientes de agua y de los ya conocidos molinetes de eje horizontal agravan el problema energético del país.

Las pequeñas plantas hidráulicas y eólicas tan comunes hace unos años son paulatinamente desmanteladas al paso de una electrificación que conlleva el sacrificio del país por importación masiva de hidrocarburos.

No se ponen en práctica medios efectivos de ahorro de energía y de disminución de contaminación pues muchos de los problemas de energía se barajan a la par de acciones de pseudo-política de masa donde, se quiere presentar al usuario de energía un país auto suficiente energéticamente. Se plantea al pueblo como promesa al abastecimiento indiscriminado de la energía; está en venta que la compra el que pueda pagarla.

El gasto indiscriminado de la energía lleva hoy día a la implantación de tarifas crecientes en el gasto mensual de energía eléctrica. El método nuevo adoptado es elevación de tarifas en forma escalonada. Lo anterior con el fin de evitar el enfurecimiento de un pueblo acostumbrado a desperdiciar energía en mucha de sus acciones diarias.

Por demás sobra decir que se carece totalmente de programas de divulgación masiva que eduquen al usuario sobre el papel de la energía en su vida diaria y las consecuencias lógicas derivadas de su mala utilización.

Sin duda alguna un pueblo educado energéticamente puede convertirse en auxiliar de dirigentes, viendo en ellos los conductores de políticas positivas que saquen al país de su situación energética actual.

## EL HOMBRE Y LA ENERGIA

La lucha diaria por la supervivencia implica acción-trabajo (energía). Las necesidades básicas de locomoción o cualquier despliegue de actividad implica gasto energético.

Potencialmente cualquier hombre podría generar alrededor de 1 KW-H por jornada. Sin embargo, el gasto actual de energía per-capita supera varias veces su disponibilidad individual energética. Basta comparar en el gasto diario de energía del país "aproximadamente 20 GW-H en total con el número

de habitantes actuales del país. Resultando un gasto ficticio per-capita de alrededor de 10 KW-H diarios.

En un país como Costa Rica el hombre requiere 10 veces más energía de la que puede producir individualmente. Dicha energía se consume en locomoción mecánica, cocción de alimentos, y la serie de comodidades con que cuenta el individuo de hoy día. Si se toma en cuenta que algunos sectores de la población del país no cuentan con las comodidades básicas que pueden y deberían rodear al ser humano hoy día se concluye que el gasto individual en muchos casos supera los 10 KW-H diarios.

## ALGUNAS DE LAS COSAS QUE SE PUEDEN HACER EN COSTA RICA

- A. Utilizar la multitud de medios de comunicación colectiva hoy en día en el país para divulgación de programas de educación energética y de contaminación ambiental.
- B. Se hace imperativo a nivel de gobierno la creación de un Ministerio de Energía y contaminación. Encargado de determinar las políticas de acción energética.
- C. Castigar por medio de leyes el desperdicio energético por remanentes calóricos a nivel industrial.
- D. Promover políticas rigurosas contra la contaminación del medio ambiente organizando a nivel municipal seminarios al efecto entre los servidores públicos en todas las municipalidades del país.
- E. Promover dentro de todas las Universidades del país y sus Centros Regionales y el Instituto Tecnológico de Costa Rica la formación de mesas redondas, seminarios, acerca del problema energético nacional.
- F. Establecer dentro de toda carrera universitaria un curso al menos sobre energía y contaminación ambiental

#### IV CONCLUSIONES

En resumen, el sector eléctrico-electrónico, de la industria, se limita, por un lado, al I.C.E., y unas cuantas fábricas de ensamblaje de artículos electrónicos de consumo. En el I.C.E., dada una serie de limitaciones estructurales de nuestro régimen político y económico, no se ha logrado destinar recursos a la investigación que cree las bases de una producción de dispositivos, sistemas e instrumentos mecánicos y eléctricos-electrónicos y a la adecuación de los productos de la tecnología extranjera a nuestras necesidades. La gran cantidad de recursos técnicos y materiales se orientan a satisfacer la demanda de capacidad de montaje, mantenimiento y administración que presentan las grandes obras levantadas, con asesoramiento y financiación de organismos internacionales y maquinaria y equipo producidos por grandes compañías multinacionales, para países y zonas que tienen capacidades y necesidades diferentes a las nuestras.

En cuanto a las fábricas, estas no son sino subsidiarias de casas matrices, y que se limitan a trasladar líneas de ensamblaje, e importar los juegos de componentes para armar los dispositivos con mano de obra barata. El proceso de producción es totalmente importado y la utilización de personal técnico calificado es en extremo limitado. En la mayoría de los casos, el porcentaje del valor producto que corresponde a los productos importados está entre el 80 y 90 %.

Por otro lado, han aparecido algunas pequeñas industrias nacionales que se dedican a fabricar elementos y dispositivos para usos muy específicos. En estos casos el mercado es muy pequeño, pero también el porcentaje de materias primas es muy bajo, llegando hasta el 15 %.

La diferencia tan grande en cuanto al valor agregado radica en la ampliación, aunque a menor escala del proceso de producción y consecuentemente de la mayor utilización de maquinaria (mayor elaboración) y de recursos técnicos especializados. También existen gran cantidad de pequeñas empresas de montaje y mantenimiento de equipos y talleres de reparación, fundamentalmente de radios y televisores.

Existe un vacío en cuanto al servicio de mantenimiento para equipo industrial (electrónico) y muchas veces, por pequeñas fallas haya que traer técnicos extranjeros. Definitivamente que, en particular en el campo de la electrónica, existe en Costa Rica una base material y técnica (generación, telecomunicaciones, fábricas, talleres, empresas de servicios y asesoría), que permiten orientar todos nuestros esfuerzos a desarrollar nuestra propia tecnología. La tarea que tenemos por delante es grande y muy compleja y los problemas a enfrentar no son sólo técnicos y económicos. Hay que definir y poner en práctica una política de investigación inter-institucional, mejorar los centros de educación técnica y, lo más importante, ligar la investigación y la docencia a la estructura productiva, a los centros de producción. Conviene aquí retornar una de las resoluciones del

I Congreso de Ingeniería realizado en Julio del año pasado, que plantea que "uno de los principales objetivos de la Facultad de Ingeniería es el de ponerse al servicio de la sociedad, orientando sus esfuerzos al desarrollo de una base científica y tecnológica para la realización de una estructura productiva en armonía con los intereses nacionales"<sup>(16)</sup>. Las diversas instituciones, los colegios profesionales, la empresa privada y otras organizaciones deben animar esfuerzos para la creación de un Centro interdisciplinario de información tecnológica. También debe profundizar en el problema de las patentes. Trabajar en investigación y divulgación con miras a reformar la "ley de patentes" y promover las patentes nacionales antes que a las extranjeras.

Todos los pasos que demos en el campo tecnológico, deben orientarse a resolver el problema de la dependencia. Esto es, dar preferencia a la tecnología desarrollada localmente, con criterios locales; vigilar los desarrollos mundiales para adaptar a nuestras necesidades lo que parezca adecuado y no aceptar razones de modernismo o prestigio, sino estar dispuesto a utilizar técnicas concebidas en el pasado, con la modificación conveniente.

Y es que, definitivamente la "dependencia tecnológica y científica es solo un aspecto de la dependencia cultural, cuya otra cara es la imitación del estilo de consumo de los países dominantes. Por eso con respecto a la dependencia económica hay que hacer la misma aclaración: no se trata solo de reemplazar los capitales extranjeros por nacionales ni de sustituir las importaciones por producción interna; lo esencial es DECIDIR NOSOTROS, sin seguidismo, que queremos producir...; y si tenemos PODER DE DECISION y CLARIDAD DE OBJETIVOS para hacer esa elección, todos los problemas de dependencia se resuelven con facilidad."<sup>(17)</sup>

#### V. APENDICE

1. Datos tomados del trabajo. "La industria de ensamblaje de productos electrónicos en Costa Rica," Universidad de Costa Rica, Junio 1976.

Industria "Electrónica" (Código CIIU - 721)

CODIGO CIIU	Nº de empresas	Producción anual millones C	Número de empleados	Valor agregado millones C	f de valor bruto de la producción
TOTALES	16	60.4	738	12.14	20.1%
72101 Alternadores, rectificadores, convertidores.	4	16.93	322	6.06	37%
72104 Aparatos p/radio-fusión, TV., telefonía, etc	7	36.2	281	3.75	10.4%
72106 Aparatos electrónicos, utensilios domésticos.	1	3.4	-	-	-
72110 Rótulos y anuncios luminosos, lámparas	4	6.83	135	2.33	34.1%

Destino de la Producción	Costa Rica	Centro América	Resto del Mundo
	43.3%	54.5%	2.2%

Utilización Capacidad Instalada	56.7 %
------------------------------------	--------

Inversión fija Total: C 64 millo- nes.	estructura		financiación	
	Maquinaria y equipo	63 %	Nacional	48 %
	Instalaciones	20.6 %	Extranjero	52 %
	Otros	16.4 %		

#### ESTRUCTURA OCUPACIONAL

	Empleados	%	Salarios		%	
			Total	Promedio		
			Millones ₡	Miles ₡		
Total	738	110	11.0	—	100	
Ejecutivos	19	2.5	1.59	81.0	14.0	43.5
Administrativos	118	15.0	3.24	27.4	29.5	
Técnicos	28	3.8	1.14	40.0	10.4	56.5
Obreros Esp.	256	39.6	1.36	5.3	12.4	

#### PRINCIPALES MATERIAS PRIMAS QUE CONSUME LA INDUSTRIA DE PRODUCTOS ELECTRONICOS EN COSTA RICA

Transistores	Polvos Fluorescentes
Condensadores	Transformadores
Resistencias	Balastos
Circuitos impresos	Parlantes
Lámina de hierro	Tornillería
Barra de bronce	"Sets" TV
Alambre de Cobre	"Sets" Radio
Tubos	"Sets" Equipo de Sonido
Metal para chasis	Filtros
Bulbos	
Varios Ferrería	

Nota: La mayor parte de estos componentes son importados de Estados Unidos y Japón.

#### 2. INDUSTRIA ELECTRICA

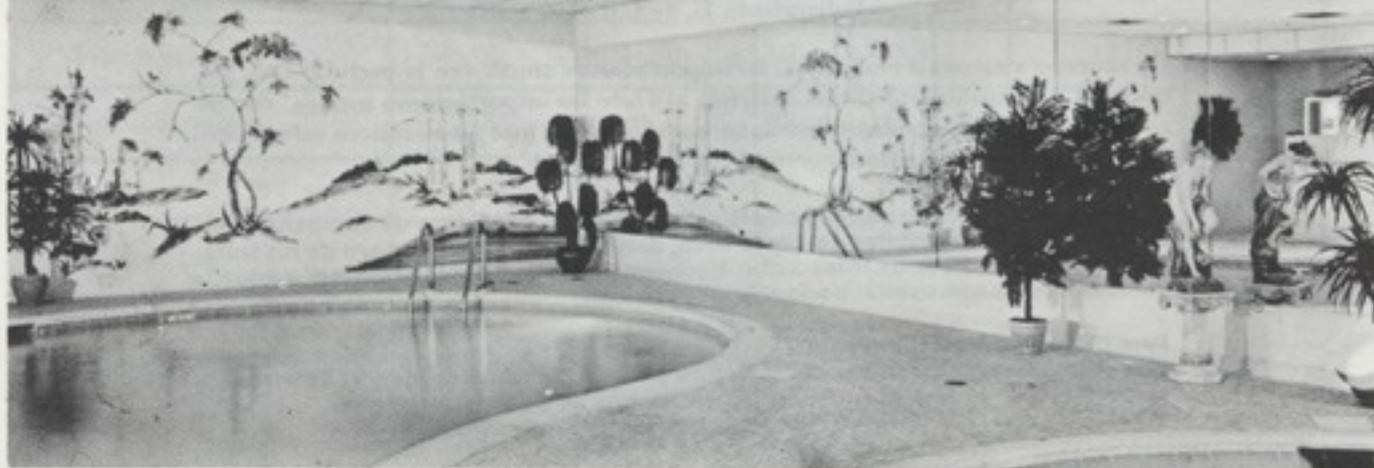
##### ANALISIS DE LA MAGNITUD DE LA INDUSTRIA POR MEDIO DE LA MANO DE OBRA UTILIZADA

Escala del numero de empleados	numero de Industrias	Total de Empleados	% de Industrias	% de Empleados
De 1 a 30	136	747	86.08	23,37
31 a 100	13	606	8,23	18,96
101 a 250	7	1.144	4,43	35,79
más de 251	2	699	1,27	21,87

- (1) "El Desafío Americano"  
Jean Jacques Servan-Schreiber  
Plaza y Janes S.A., 1972, Pág. 28.
- (2) Ibid., pág. 27.
- (3) Proyecto de Investigación sobre la Industria Eléctrica en Costa Rica  
Carlos Valverde y Jaime Morera  
Revista Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica  
Nº 54 - 1975 Pág. 59
- (4) IEEE - Spectrum  
Revista - Marzo 1976 - Pág. 76.  
Traducción libre - Subrayado nuestro.
- (5) Oscar Varsarsky  
Estilos Tecnológicos, Pág. 92.  
Ediciones Periferia, Buenos Aires, 1974.
- (6) Ciencia y Tecnología en América Latina.  
Ing. Rodrigo Guerrero  
Poligrafiado U. de C.R. 1972, Pág. 2
- (7) De acuerdo a estudios realizados, las importaciones anuales en la partida 721, Maquinaria y utensilios eléctricos, asciende al 7% de las importaciones totales. Por no considerarse muchos subsistemas incorporados a sistemas no-eléctricos este porcentaje efectivamente es mayor.
- (8) Llamaremos "industrias integracionistas" a aquellas subsidiarias de compañía multinacionales que se instalan en Costa Rica, después de 1960 al amparo de los tratados centroamericanos de Integración Económica. E "industrial nacional" a aquellas independientes con capital nacional.
- (9) Para mayor información sobre la inversión extranjera en América Latina y en nuestros países en particular, ver "la inversión privada norteamericana y el desarrollo de Mesoamérica" de Miguel S. Wionezek en Revista de Comercio Exterior 8, Vol - XVIII, Págs. 671 y otros escritos del mismo autor.
- (10) Ver el "Proyecto de investigación sobre la industria eléctrica en Costa Rica"  
Op. cit.: "Desde alambre de aluminio y cobre para elaborar cable eléctrico hasta productos químicos para pilas secas y electrodos para soldadura".
- (11) Ibid, pág. 61  
Técnicos e Ingenieros.  
La mayoría de las industrias han mostrado una inclinación a la utilización de técnicos con diferentes grados de capacitación en las diversas secciones de su fábrica. Todas dan entrenamiento en sus plantas, pero algunos técnicos con mayor experiencia y conocimientos son enviados al extranjero para su especialización en las diferentes máquinas y sistemas de control, siendo los cursos de poca duración y orientados precisamente al trabajo que ellos desempeñan. En cambio es poco común encontrar una industria con un variado conjunto de ingenieros, muchas no tienen siquiera uno, en ninguna de las diferentes ramas de la ingeniería.
- (12) Ver anexo.
- (13) Ibid, pág. 61.
- (14) Se han calculado, por otro lado, que el 90% de los gastos mundiales en investigación corresponden a los países desarrollados. Como por ejemplo veamos los gastos de investigación para 1968 de:
- |                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| Brasil, Chile, Colombia | \$ 97.000.000,00 |
| Siemens                 | \$155.000.000,00 |
| General Electric        | \$600.000.000,00 |
- (15) Ciencia y Tecnología en América Latina.  
Ing. Rodrigo Guerrero  
Poligrafiado U. de C.R., 1972, Pag. 7.
- (16) I Congreso de Ingeniería. Resoluciones finales. Julio 1975.
- (17) Ibid. Pag. 84.

Señores

**ARQUITECTOS - INGENIEROS -  
COMPAÑIAS CONSTRUCTORAS**



Estamos en la mejor disposición para realizar estudios, diseños e instalaciones completas en cielos falsos, especialmente suspendidos en Aluminio o Hierro Esmaltado al Horno.

Los productos que ofrecemos y nuestra mano de obra son de primera calidad, la rapidez de nuestro servicio es la que su empresa necesita.



### CIELOS ACUSTICOS INSTALADOS CON:

- Aluminio Anodizado, Mill Finish,
- Hierro Esmaltado al Horno
- FIBRA MINERAL ● FIBRA DE VIDRIO
- STYROPOR ● AISLITE
- RICALIT ● TABLACEL

EN DIFERENTES DISEÑOS



GUADALUPE      TELEFONO: 24-55-92  
FRENTE A LA CRUZ ROJA

# piensa pintar? qué tipo de pintura emplear?

Hay, como quien dice,  
cientos de pinturas diferentes:  
Para exteriores. Para interiores.  
Para proteger contra la humedad.  
Contra el comején. Pinturas de agua.  
De aceite. Barnices.  
En fin, que cada parte de la

casa y cada casa en particular  
requiere un tratamiento distinto.  
Kativo tiene todos los tipos  
posibles de pinturas. Por eso,  
si piensa pintar, comience por el  
principio. Pregúntele a quién más  
conoce de pinturas.



**en pinturas, como en todo,  
el que sabe, sabe!**  
**consulte a su distribuidor** 

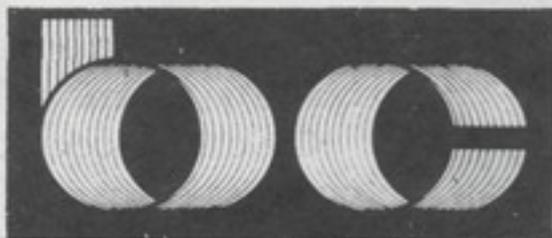


# SEÑORES INVERSIONISTAS COMERCIANTES INDUSTRIALES Y PUBLICO EN GENERAL

Les ofrecemos nuestros servicios en:

- AVALES Y GARANTIAS DE PAGO
- FIDEICOMISOS
- COBRANZAS
- ORDENES DE PAGO
- CAMBIO DE MONEDA EXTRANJERA
- CREDITO DE TIPO COMERCIAL

A los Señores CONSTRUCTORES y CONTRATISTAS NUESTROS SERVICIOS DE GARANTIAS DE PARTICIPACION y CUMPLIMIENTO.



SOMOS UNA ENTIDAD BANCARIA COMERCIAL NETAMENTE COSTARRICENSE, CREADA PARA IMPULSAR EL DESARROLLO NACIONAL.

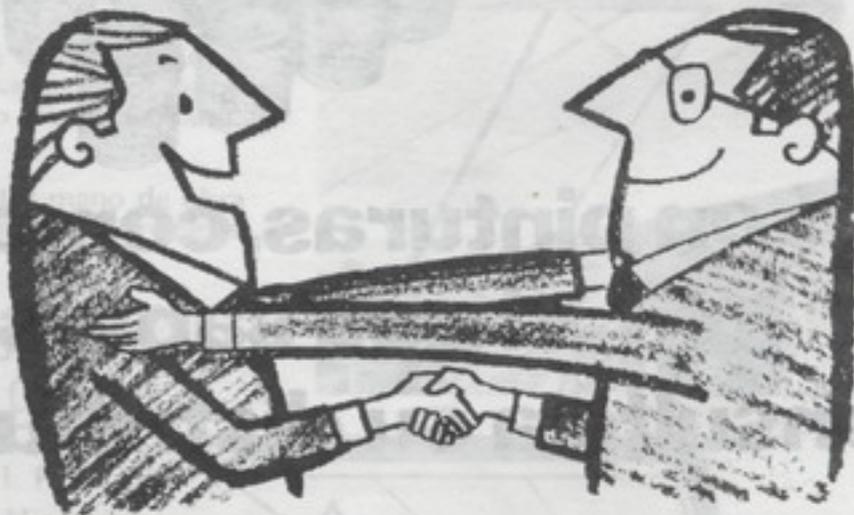
## Banco de la Construcción S.A.

TELEFONOS: 22-11-53 - 22-05-35 - 21-82-10 AP: 5099

EDIFICIO CENTRO COLON, PASEO COLON

SUS

- REVISTAS
  - MEMORIAS
  - BOLETINES
  - CATALOGOS etc.
- confíelos a:

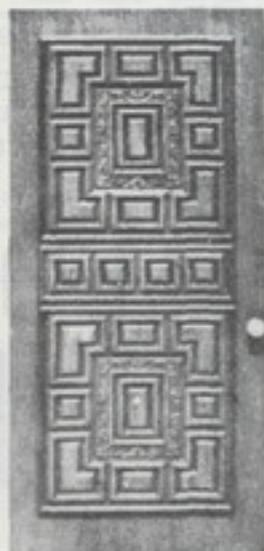


*Distribuidora*  
**PUBLICITARIA**

EDITORIA DE PUBLICACIONES CON AÑOS DE SERVICIO  
AP: 5645, S. J.

# Usted puede tener puertas tan lindas como éstas,

## DESDE \$650.00



Tener puertas bellamente decoradas para su casa no es ahora ningún problema.

En Puertas y Molduras nos preocupamos por la elegancia de su casa y le ofrecemos los más bellos diseños en 8 modelos diferentes.

Visite nuestra sala de exhibición, o llámenos.



PUERTAS Y MOLDURAS S.A.

Teléfonos: 21-16-82 22-61-49  
Apartado 333  
250 metros Sur de La Prensa Libre  
(amplio parqueo gratis)

MAYORGA

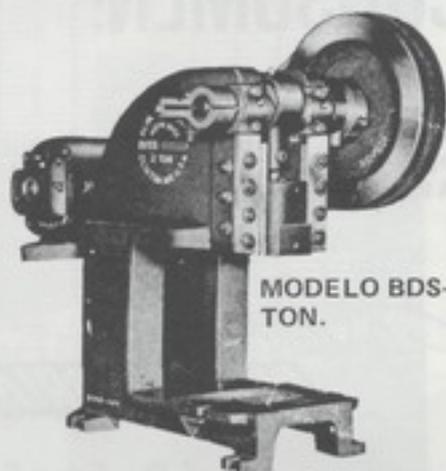
ALEJANDRO

GRANADA

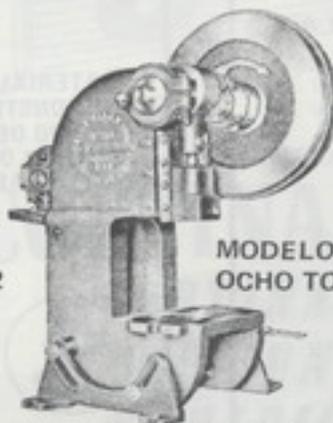
MADRID

## Ingenieros, Industriales, Contratistas:

PARA OFRECER UN MEJOR TRABAJO ADQUIERA  
**TROQUELADORAS ALVA ALLEN**  
Las de mayor prestigio



MODELO BDS-2  
TON.



MODELO BT-8  
OCHO TON



# MILLER HNOS. LTDA.

TELEFONOS: 22 - 43 - 83 - 22 - 44 - 83 - APARTADO: 2890



**RESTEC S.A.**

TELEFONO: 22-23-27      APARTADO: 6054

AVENIDA 7a. CALLE 14  
SAN JOSE, COSTA RICA  
CABLE: RESTEC

## DE TODO EN MATERIAL ELECTRICO ...

DISTRIBUIMOS:

CONDUCEN                      CUTLER HAMMER

SYLVANIA

P.P.C.

TICINO

ARMETAL

LEVITON

EAGLE

ROYER

### LINEA COMPLETA EN:

- CABLE ALAMBRE Y CORDON EN TODOS LOS CALIBRES
- BREAKERS, SWITCHES, PANELES Y LA LINEA INDUSTRIAL.
- PLACAS, TOMAS Y APAGADORES DE VARIAS MARCAS.
- BOMBILLOS, REFLECTORES, TUBOS FLUORESCENTES Y LAMPARAS.
- TUBO PVC Y SUS ACCESORIOS.
  
- TOMAS DE PISO
- TUBOS EMT, CURVAS, CONECTORES Y UNIONES
- CONECTORES Y TERMINALES PARA CABLE.
- CAJAS Y TAPAS CONDUIT
- CONDULETAS TODO TIPO
- SWITCHES DE 2 Y 3 LINEAS
- FUSE LINKS PARA TRANSFORMADORES.
- AISLADORES DE PORCELANA
- CARTUCHOS DE 30-60-100 amp. etc
- TAPE VARIAS MARCAS.

Señor Gerente

## TRES PREGUNTAS

- Sabe USTED cuánto le cuesta el anuncio que NO publicó?
- Imagine USTED los millares de ojos y oídos interesados que dejó Ud. escapar, cuando pensó en hacer una sana economía restringiendo su presupuesto de PUBLICIDAD?
- Se da cuenta de la VENTAJA que otorga a sus competidores por cada anuncio que DEJA USTED de publicar?

Esta Revista es el Agente Vendedor SIN COMISION y SIN CUENTA DE GASTOS, que dará la respuesta correcta a estas TRES IMPORTANTISIMAS PREGUNTAS. . .

## LA LEEN:

- INGENIEROS
- ARQUITECTOS
- CONSTRUCTORES
- JEFES DE COMPRAS
- FUNCIONARIOS DE GOBIERNO
- DIRECTORES DE EMPRESAS
- DIRECTORES DE INDUSTRIAS
- CONTRATISTAS, ETC.

## CONSUMEN:

MATERIALES  
DE CONSTRUCCION  
EQUIPO DE OFICINA  
ARTICULOS PERSONALES  
MAQUINARIA PESADA

VEHICULOS  
MATERIAL DE INGENIERIA  
PROPIEDADES - VIAJES  
LUBRICANTES, ETC.



*Distribuidora*  
**PUBLICITARIA**

AP: 5645

# TALLER B. LA CRUZ

## *BOBINADO de MOTORES*

### *ELECTRICOS*

SEÑORES CONSTRUCTORES  
Y EMPRESARIOS

Cuando tenga problemas con motores  
eléctricos



VISITENOS O LLAMENOS

y gustosamente lo atenderemos  
Electricistas Vocacionales con Asesora-  
miento Profesional terminarán con sus  
problemas.

**27 13 50**

Avenida 24 Calles 11 y 13 Casa No. 1115  
100 metros Sur Costado Sur-Este del  
NN Ministerio de Obras Públicas  
Barrio La Cruz San José

JORGE G. LIZANO S.  
Ingeniero Electricista.



SERVIMOS A DOMICILIO

Llevamos Historial de todo  
Motor que Reparamos



# **guihvi S.A.**

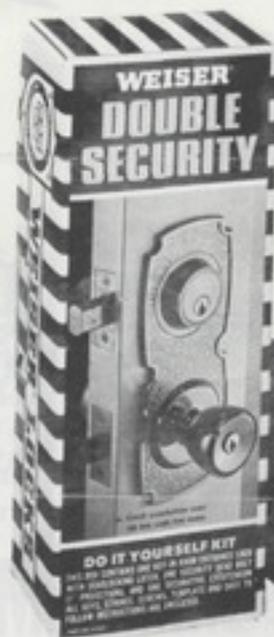
CORTINAS DE ACERO  
GUILLERMO H. VIQUEZ.

AV. 10 - CALLES 15-17 No. 1528  
325 VARAS AL ESTE DEL SNA  
TELEFONO 21-09-95  
SAN JOSE, COSTA RICA

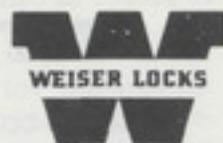
## **CORTINAS DE ACERO**

**CORTINAS TUBULARES  
PARA UNA PERFECTA  
EXHIBICION DE SU  
MERCADERIA**

**LA PROTECCION QUE USTED NECESITA!**



cerraduras  
**WEISER**



**LAPEIRA S.A.**

REPRESENTANTE EXCLUSIVO  
100 MTS. SUR DE LA AGENCIA  
MERCEDEZ BENZ PASEO COLON  
TELEFONOS 22-43-65 - 22-28-52

Distribuidor de Weiser: Cebi S.A.  
Distribuidor de Falcon: Holtermann & Cía



**ASFALTOS NACIONALES S.A.**

Apdo 171 Tibas - Tel. 22 92 81  
San Jose, Costa Rica

**ANASA ES HORMIGON ASFALTICO**

**ANASA ES SERVICIO PROFESIONAL**

**ANASA ES ASFALTO**

Hemos duplicado nuestra capacidad de  
producción para suministrar un mejor  
servicio. **UTILICENOS !!**

**USE ASFALTO - AHORRE DINERO**

Use la protección adecuada

Proteja sus manos contra astillas y clavos

Fijese por donde camina

...si es carga pesada...

Pida ayuda

Evite los majonazos

Limpie el piso

Busque el mejor punto de agarre

Doble las rodillas al agacharse

**ESPECIFIQUE:**

**TICO BLOQUE SUPERIOR**

PARA CUALQUIER TIPO DE CONSTRUCCION EXIJA TICO BLOQUE SUPERIOR LA MARCA QUE RESPONDE POR SU CALIDAD Y PRESTIGIO.

PEDIDOS AL TELEFONO **25-96-56**

# Señores INGENIEROS y ELECTRICISTAS en GENERAL



LE OFRECEMOS PARA ENTREGA INMEDIATA TRANSFORMADORES EN LOS SIGUIENTES VOLTAJES:

2 400 / 4160	120 / 140
7620 / 13200	120 / 240
14400 / 24940	120 / 240

**CESA** del Tipo Convencional

ADEMAS:

Un completo surtido en herrajes para la construcción de líneas eléctricas, y medidores eléctricos.

Para sus pedidos llame a los teléfonos:

51-02-77 - 51-23-61 y 51-20-06

Apartado: 94 Cartago

## Componentes y Sistemas Eléctricos S.A.

Carretera a Paraíso - Cartago

Producto Hecho en Costa Rica.

FABRICA DE MUEBLES DE METAL

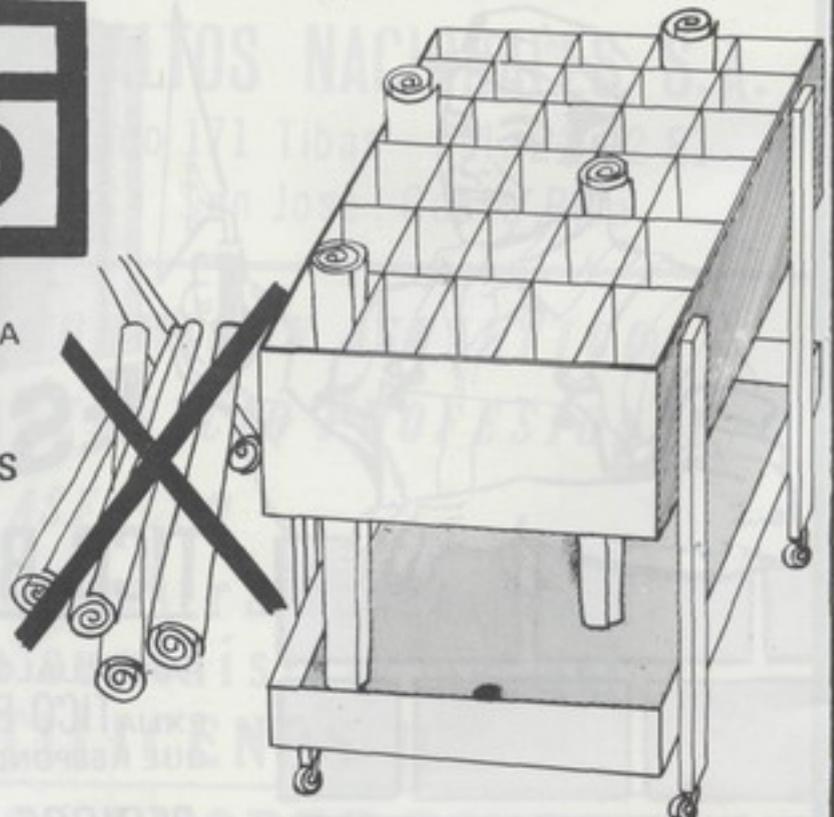
# SUPERIO

TELÉFONOS: 22-96-54    21-29-79  
APDO. 175 - SAN JOSE, COSTA RICA

Señores

INGENIEROS y ARQUITECTOS  
NO MAS DESORDEN EN SU  
OFICINA, OFRECEMOS  
ARCHIVADORES  
ESPECIALES PARA  
PLANOS EN  
VARIADOS ESTILOS  
y TAMAÑOS.

PARA MAYOR INFORMACION CON EL  
Sr. Rodolfo Clare García.



TIBAS-200 M. ESTE y 100 M. NORTE DE  
ESQUINA NORTE DE LA IGLESIA

ACROPOLIS CENTROAMERICANA S.A.  
DISTRIBUIDORA DE LIBROS

# LE OFRECE EL CAMINO MAS SENCILLO PARA HABLAR OTRO IDIOMA **Linguaphone**

Sólo necesita Ud. cómodamente en su hogar 15 MINUTOS diarios y un curso LINGUAPHONE. En menos tiempo del que Ud. cree posible, se encontrará hablando su idioma preferido.

UD. OYE — UD. VE — UD. HABLA  
Así de fácil es. El método LINGUAPHONE es el más natural de aprender un idioma - el mismo método, natural con que Ud. aprendió español.  
Le ofrecemos métodos de INGLÉS AMERICANO, INGLÉS BRITÁNICO, FRANCÉS, ALEMÁN, ITALIANO, RUSO, INGLÉS AVANZADO y 26 idiomas más.

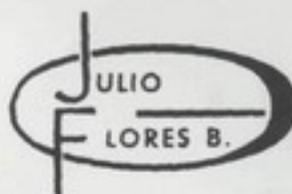


45 rpm records



Standard Play cassettes

Teléfonos: 21-52-07 — 21-07-18 -- Apartado: 10289  
100 al sur de la Embajada Americana  
Horario: de 7:30 A.M. a 12 M y 2 P.M a 6 P.M.  
de lunes a viernes  
Sábado de 7:30 A.M a 12 M.



**F I C I N A**

250 SUR DE CATEDRAL - SAN JOSE - TEL. 22-49-45

## LOTES

## CASAS

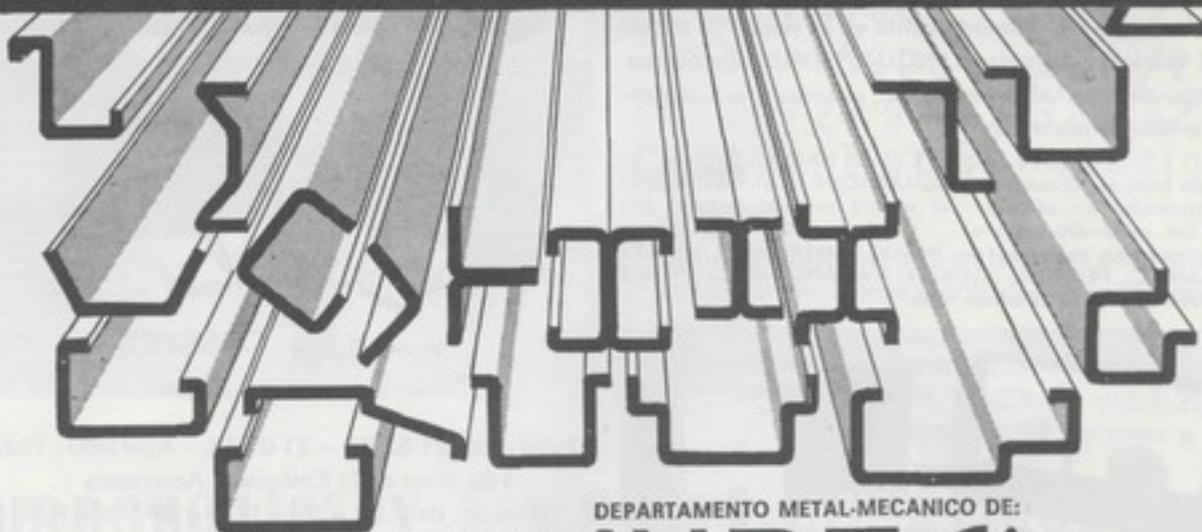
## FINCAS

### PROMOTORES DE URBANIZACIONES

Calle Central - Avenidas 8 y 10

Teléfono: 22-49-45

**Fabricamos secciones  
de acero estructural en las formas  
que usted necesite.**



Nos ponemos a sus gratas órdenes en todo lo relacionado a la fabricación de secciones de acero laminado en frío, de la más alta calidad, en las formas que usted necesite.

DEPARTAMENTO METAL-MECANICO DE:

**INDESA**

INDUSTRIAS DE DESARROLLO SOCIEDAD ANONIMA  
100 VARAS ESTE PLAZA LA URUCA  
TELEFONO: 22-33-46 APARTADO 4982, SAN JOSE

**EL MEJOR REGALO  
PARA TODA OCASION!  
PARKER**



**BAZAR PARKER LTDA**

**CALLE PRIMERA AVS. CTL. Y 2ª**

**" SERVICIO DE REPUESTOS  
Y REPARACION PARA ARTICULOS PARKER "**

HABLAR DE PISCINAS ES HABLAR DE  
**ACUARIUM**

**CONSTRUCCIONES J. R.**

**PONE A SU DISPOSICION 25 AÑOS DE EXPERIENCIA**



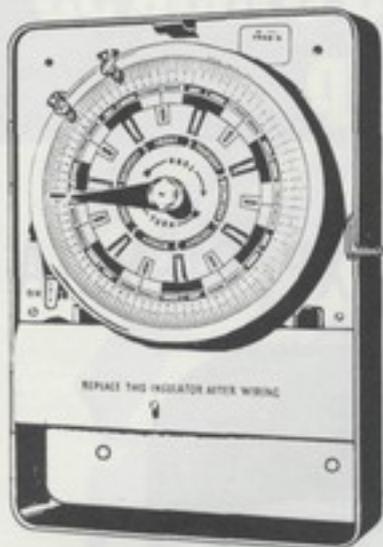
**CONSULTENOS Y CON TODO GUSTO  
LE INFORMAREMOS**

**300 METROS SUR-CLINICA CATOLICA**

**Telefonos: 25 95 79  
24 23 82**

## TIMERS PARAGON

(INTERRUPTORES HORARIOS)

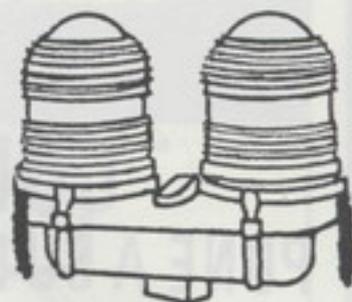


ONCE MODELOS DISTINTOS  
PARA TODO TIPO DE USO

RELES DE CONTROL  
PARA 6-12-24 Y 120 VOLTS

## LUCES DE OBSTRUCCION

MARCA CROUSE-HINDS



SENCILLAS Y DOBLES

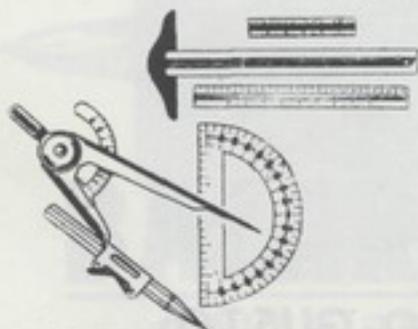
SURTIDO COMPLETO DE MATERIALES  
ELECTRICOS Y TELEFONICOS

CENTRO COMERCIAL GUADALUPE  
COSTADO ESTE Mc DONALD'S - TEL: 21-14-56

# SATEC

## TEODOLITOS SUIZOS " KERN " TRANSITOS JAPONESES " YAMANO "

INSTRUMENTOS DE DIBUJO PARA INGENIEROS Y ARQUITECTOS  
DE LAS MEJORES MARCAS EUROPEAS  
AMERICANAS Y JAPONESES .

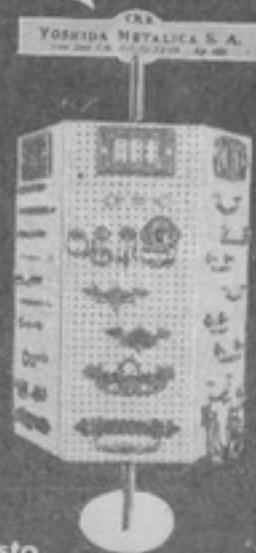


Librería  
**TREJOS**

Avenida Central-Cuesta de Moras  
Tel: 21-70-55 Apartado No. 1313

DE UN  
GIRO A LA  
DECORACION  
DE SU HOGAR CON ...

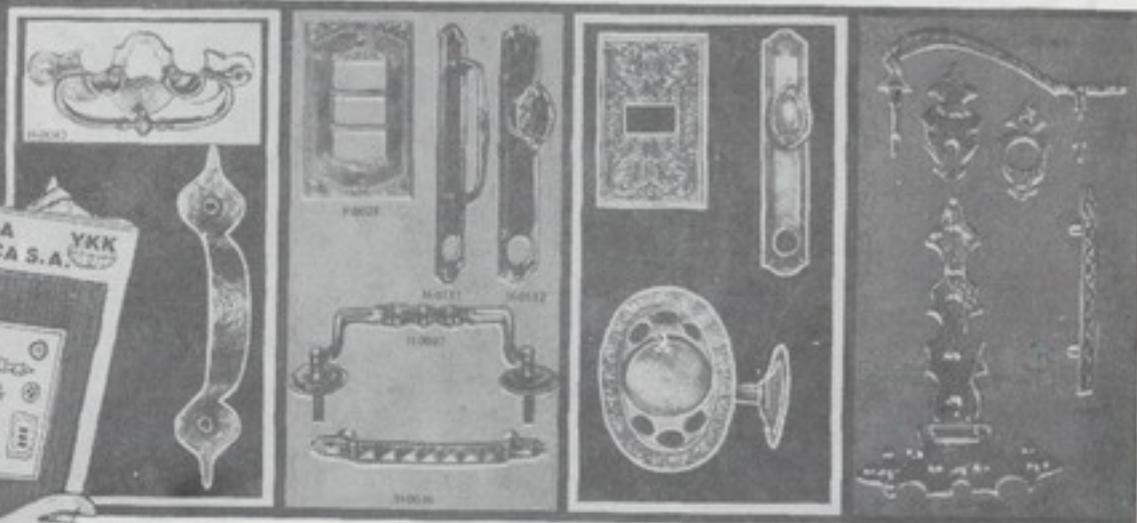
Búsqüeme, estoy  
en todas las ferreterías  
del país



al alcance de su presupuesto

# YOSHIDA METALICA S.A.

HECHO EN COSTA RICA, PORQUE LO NUESTRO ES MEJOR...Y ES NUESTRO !



BOTONES PARA MUEBLES NUMEROS BOCA LLAVES  
JALADORES FIJOS PARA MUEBLES ACCESORIOS PARA BAÑO  
PLACAS ELECTRICAS DECORATIVAS CHAPAS PARA BOTONES  
BISAGRAS JALADERAS MOVIBLES PARA MUEBLES

#### ACABADOS

- |                     |                     |                     |                   |                      |
|---------------------|---------------------|---------------------|-------------------|----------------------|
| 1. Niquel           | 3. Cobre Antiguo    | 5. Bronce Esmaltado | 7. Niquel Cromo   | 9. Negro Mate        |
| 2. Bronce Brillante | 4. Niquel Esmaltado | 6. Bronce Esmaltado | 8. Bronce Antiguo | 10. Bronce Esmaltado |

ARTICULOS METALICOS YKK PLASTICOS



YOSHIDA METALICA S.A.

Teléfono: 26-22-66 Apartado 418  
San José Costa Rica, América Central

# BEL INGENIERIA S.A.

INGENIEROS CONSULTORES

ESTUDIOS DE PREINVERSION  
ESTUDIOS DE FACTIBILIDAD  
DISEÑO DETALLADO Y SUPERVISION EN



**PROYECTOS HIDROELECTRICOS**  
**PROYECTOS DE IRRIGACION**  
**CARRETERAS Y PUENTES**  
**URBANIZACIONES**  
**EDIFICIOS COMERCIALES E INDUSTRIALES**  
**PLANEAMIENTO REGIONAL**

OFICINA: RUTA 204, 500 MTS. SUR IGLESIA DE ZAPOTE  
APARTADO 10263 - SAN JOSE, COSTA RICA - TELEFONO 24-02-44



## EL MUNDO DE LA DECORACION

AHORA PONE A SU DISPOSICION  
UN PROFESIONAL QUE PROYECTARA  
SU DECORACION Y ADEMAS LE OFRECE :

MUEBLES EXCLUSIVOS  
MUEBLES DE OFICINA  
CORTINAS  
PINTURAS (como distribuidores de  
Kativo)

ALFOMBRAS  
ARREGLOS ORNAMENTALES  
TAPICES PARA PAREDES  
DE NUESTRO REPRESENTADO

EXCLUSIVO **Wall - Co Int**

SOLICITE UN ASESOR AL 25-64-73  
EDIFICIO GIACOMIN-LOS YOSÉS  
100 N y 50 Oeste de Almacén Eléctra



# Belleza indestructible, eso es Ricalit!

¿ Ha observado las construcciones  
techadas con RICALIT ? Son  
diferentes. Son más elegantes, más  
bellas... porque RICALIT, además de  
ser un material resistente a la  
corrosión, al frío, al calor, a la lluvia y  
a los años... es ornamental.  
Da belleza natural a las construcciones,  
para toda la vida.

RICALIT se instala para siempre.  
Jamás necesita mantenimiento, por  
eso su belleza, como su  
material, son



A RICALIT no lo alcanza el tiempo.



# ABONOS AGRO S.A.

**MATERIALES  
DE CONSTRUCCION  
EN GENERAL**

**TELEFONO**

**21- 67- 33**

**CON 8 TRONCALES**

**Ap. 2007 San José**

JOYERIA Y RELOJERIA

**MAROVA**

125 mts. Norte de la Catedral  
Teléfonos: 21-19-81 San José C.R.



JOYERIA Y RELOJERIA

**BLUE WHITE**

Costado Norte de las Ruinas  
contiguo al Cine Cartago



---

NOS ESPECIALIZAMOS EN LA  
MAS ALTA JOYERIA  
Y RELOJES DE LA MEJOR CALIDAD.

---

Además ofrecemos:

Toda clase de grabados al momento  
que usted lo necesite. Grabamos trofeos,  
platos, placas, medallas, relojes, etc.  
Gran surtido de relojes y joyas.

REPARACION de sus relojes con maquinaria  
electrónica y repuestos originales. REPARACION de  
joyas en general. Souvenirs – Artículos para regalos.

FOTOCOPIAS EN FOTOCOPIADORA 3M

RÉSPONSABILIDAD – ATENCION y GARANTIA

# EXCLUSIVIDADES para la CONSTRUCCION!



TAPICES PARA PAREDES



Sistema de revestimiento acrílico  
continuo, sin uniones.

(SIMILAR A CANDURA)

CIELOS ACUSTICOS SUSPENDIDOS

DISTRIBUIDORES EXCLUSIVOS PARA  
COSTA RICA DE



**KATIVO**

**Comercial, S.A.**

TELEFONOS: 22-85-67 OFICINA: 23-06-37  
22-14-27 APARTADO: 3547

# CUANDO SEA SUYA LA RESPONSABILIDAD

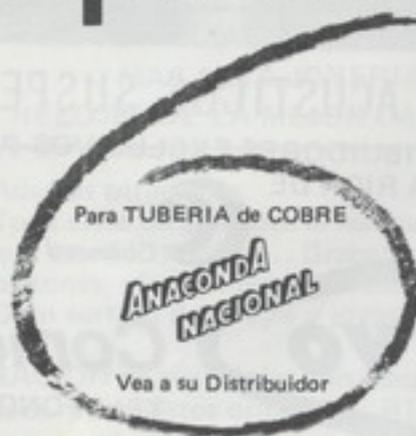


Proteja los intereses del Propietario de su construcción, aconsejando un buen material para la instalación sanitaria, evitándole futuros y costosos gastos en reparaciones.

## TUBERIA de COBRE para AGUA

**Hoy,**  
no es un lujo...

**Es una**  
necesidad,  
al alcance  
de cualquier  
inversión.



O LLAME A...

CENTROAMERICA DE COBRE, S.A.

TELEFONO 22-69-95  
APARTADO POSTAL 3814  
SAN JOSE, COSTA RICA

# AIRE ACONDICIONADO



Edificio de la Orange County, California, cuyo acondicionamiento de aire de todas las oficinas y secciones de venta fue responsabilidad de XONEX INC de New Jersey.

## APOYESE EN LA EXPERIENCIA DE NUESTRA CASA MATRIZ

Permítanos diseñar su sistema, instalar sus equipos y darles mantenimiento

### XONEX COSTARRICENSE S.A.

representa a General Electric y Lennox Inc., y tenemos acceso a todas las marcas mundiales en aire acondicionado, lo que nos da la flexibilidad necesaria para elegir el equipo que mejor se ajuste a sus necesidades y a su presupuesto.

Consulte sin compromiso detalles adicionales de este servicio integral.



**LENNOX**



Costarricense S.A.

Telefono 23 02 85

Apartado 8 5750 San Jose Costa Rica

En su nuevo local en Avenida 10, No. 3874  
100 mts. al Este del Gimnasio Nacional  
Telefono: 23 02 85

# LEY ORGANICA DEL COLEGIO FEDERADO DE INGENIEROS Y DE ARQUITECTOS

APROBADA 17 DICIEMBRE 1971  
Nº 4925

## "CAPITULO 1"

*De la Nomenclatura Usada en esta Ley*

Artículo 1º—Se entenderá en esta ley:

- a) Por "Colegio Federado", el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.
- b) Por "Colegios", los diferentes colegios que integran el Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica.
- c) Por "Asamblea de Representantes", la Asamblea integrada por los miembros de la Junta Directiva de los diferentes colegios y por los delegados nombrados por éstos.
- d) Por "Asamblea General", la Asamblea de cada uno de los colegios.
- e) Por "Junta Directiva General", la Junta Directiva del Colegio Federado, formada por miembros de la Junta Directiva de cada uno de los colegios.
- f) Por "Junta Directiva", la de cada uno de los colegios.

## "CAPITULO II"

*Del Colegio Federado y sus Fines*

Artículo 2º—El Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica es un organismo de carácter público, con personería jurídica plena y patrimonio propio, con todos los derechos, obligaciones, poderes y atribuciones que le señala esta ley.

Artículo 3º—El Colegio Federado tiene jurisdicción en todo el territorio nacional y su sede estará en la capital de la República.

Artículo 4º—El Colegio Federado tiene los siguientes fines primordiales:

- a) Estimular el progreso de la ingeniería y de la arquitectura, así como de las ciencias, artes y oficios vinculados a ellas.
- b) Velar por el decoro de las profesiones, reglamentar su ejercicio y vigilar el cumplimiento de lo dispuesto en esta ley, su reglamento y reglamentos especiales del

Colegio Federado, así como lo dispuesto en las leyes y reglamentos relativos a los campos de aplicación de las profesiones que lo integran.

- c) Promover las condiciones educativas, sociales, económicas, técnicas, artísticas y legales necesarias para la evolución de las profesiones que lo integran y cooperar con las instituciones estatales y privadas en todo aquello que implique mejorar el desarrollo del país.
- d) Promover la contribución de las profesiones en forma dinámica en su aplicación en asuntos de interés público, para lo cual nombrará comisiones permanentes de análisis y estudio de los problemas nacionales.
- e) Organizar, patrocinar y participar en congresos, seminarios, publicaciones, conferencias, exposiciones y en todos aquellos actos que tiendan a la mayor divulgación y progreso de las profesiones que lo integran, así como promover la técnica, las artes y la cultura.
- f) Defender los derechos de sus miembros y gestionar o acordar, cuando ello fuere posible, los auxilios que estime necesarios para proteger a sus colegiados.
- g) Dar opinión y asesorar a los Poderes del Estado, organismos, asociaciones e instituciones públicas y privadas, en materia de la competencia de los diferentes colegios que integran el Colegio Federado.
- h) Mantener el espíritu de unión entre los miembros de los diferentes colegios y fomentar la colaboración recíproca y la integración de las profesiones.
- i) Promover el acercamiento y cooperación con otros colegios, sociedades y asociaciones profesionales, de técnicos, costarricenses o extranjeros; y en especial ayudar a realizar los propósitos de integración profesional centroamericana.
- j) Procurar expresamente la formación, dentro del seno de cada uno de los colegios, de las asociaciones que lleguen a acordar aquellos de sus miembros que ejerzan actividades afines o especialidades, como medio de estimular el acercamiento profesional. El reconocimiento y las relaciones de estas asociaciones con los colegios respectivos serán reguladas por un reglamento especial.

