

REVISTA

ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA

Año I No. 2 Vol. I

Sep/ Noviembre 1990

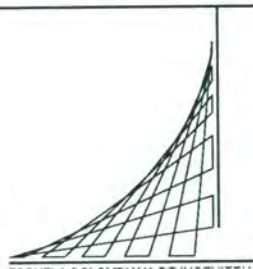
¿ES CONVENIENTE LA CONSTRUCCION DE UN METRO EN BOGOTA?

**ESTUDIO
GEOTECNICO
DE SISTEMAS
DE
CONDUCCION
EN TERRENOS
MONTAÑOSOS**



**DISEÑO
DE VIGAS DE
CONCRETO
método de la
ROTURA y
método
ELASTICO**

**SISTEMAS ABIERTOS HOY EN
COLOMBIA**



**REVISTA
ESCUELA
COLOMBIANA
DE INGENIERIA**

Año I No. 2 Vol. I
Sep/Noviembre 1990

Director

GERMAN RICARDO SANTOS GRANADOS

Consejo Editorial

JAVIER BOTERO ALVAREZ
RAMIRO CABAL SANCLEMENTE
LUIS JORGE AGUDELO AGUDELO
RICARDO LOPEZ CUALLA
CARLOTA LOPEZ DE ACOSTA

Editora

BLANCA VILLAMIL DE ALVAREZ

Director Comercial y Producción

ALDO G. VILLAMIL A.

Asesor Especial

HERNANDO ALVAREZ RINCON

Directora de Publicidad

TERESA VARGAS FERIA

Trans. 6 No.51 A 43

Tels: 2321886- 2871127 Bogotá

**CONSEJO DIRECTIVO DE LA
ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA**

Presidente

Ing. Ignacio Umaña De Brigard

Vocales:

Ing. Luis Guillermo Aycardi Barrero
Jorge Eduardo Estrada Villegas
Alvaro González Fletcher
Gonzalo Jiménez Escobar
Alberto Montañés Peña
Armando Palomino Infante
Ricardo Quintana Sighinolfi
Arturo Ramírez Montúfar
Jairo Romero Rojas
Ricardo Salazar Ferro

Rector

Ing. Eduardo Silva Sánchez

Secretario

Ing. Alberto Salamanca Pinzón

Kilómetro 13 Autopista Norte Tel: 676 0077
Fax: (571) 676 0479 A. A. 14520 Bogotá

Sumario

2 EDITORIAL

Por Eduardo Silva Sánchez

4 Estudio Geotécnico de Sistemas de Conducción en Terrenos Montañosos.

Por Manuel García L.

7 Diseño de Vigas de Concreto

Por ALberto Salamanca Pinzón

12 CASE Computer Aided Software Engineering

Por Luisa Fernanda Méndez

16 ¿ Es Conveniente la Construc- ción de un METRO en Bogotá

20 Experiencia de sistemas de transporte masivo rápido en ciudades en desarrollo

23 Sistemas abiertos hoy en Colombia

Por Guillermo Caro

28 La aritmética y la música

Por Bernardo Llevano León

29 Noticias:

- Convenios académicos
- Distinciones
- Documento memoria sobre "transporte por tuberías en Colombia"
- Breves
- La ECI se reintegra a Acofi
- Participación de ECI en congresos y eventos especiales
- Ceremonia de graduación
- Ingeniería XXI en marcha
- Graduandos primer semestre 1990



EDITORIAL

La generosa bienvenida que ha recibido la Revista de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA por parte de los ingenieros, ha constituido un valioso estímulo para su consejo editorial, sus colaboradores, sus editores y sus anunciadores.

Han sido especialmente importantes las observaciones y recomendaciones de los lectores, y en consonancia con ellos, este segundo número acepta las modificaciones propuestas e inicia un cubrimiento de mayor espectro.

En LA ESCUELA creemos que la formación de las futuras generaciones de Ingenieros, dentro de los más altos patrones éticos y científicos, que constituye la esencia misma de su razón de ser, es una tarea que requiere el apoyo permanente de todos los colegas, amigos y padres de familia y para éste propósito empieza a ser invaluable la comunicación a través de la Revista.

LA ESCUELA, caracterizada por el vehemente deseo de avanzar física e intelectualmente día a día, cuenta para su fortuna con el apoyo incondicional de sus fundadores, quienes mantienen vivo el espíritu de seguir adelante, inspirados en los principios que le dieron vida a la institución y de los cuales fueron ejemplo indiscutible los profesores ingenieros Alejandro Sandino Pardo, Gustavo Perry Zubieta, Antonio María Gómez, Hernando Franco Sánchez, Enrique Kerpel K, Lauro Arturo Martínez. La Revista de LA ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA tiene también la misión de hacer honor a su memoria.

EDUARDO SILVA
Rector



ESTUDIO GEOTECNICO DE SISTEMAS DE CONDUCCION EN TERRENOS MONTAÑOSOS

Por: Manuel García López
I.C., MSCE (*)

PROYECTOS DE GRAN DESARROLLO LINEAL

Entre las obras de desarrollo lineal se cuentan las líneas de conducción de acueductos y alcantarillados, al igual que otros sistemas de transporte de transmisión, como las carreteras, ferrocarriles, oleoductos, gasoductos, canales y líneas de transmisión eléctrica.

La mayoría de estos sistemas, requiere para su funcionamiento adecuado que se conserve su continuidad, dado que una rotura en un sitio puede sacar del servicio al conjunto. Por su índole misma un sistema lineal atraviesa áreas extensas y puede encontrar una amplia variedad de condiciones topográficas, geotécnicas y amenazas naturales. Entre estas últimas tienen gran importancia los deslizamientos, los sismos y las inundaciones, así como fenómenos relacionados con éstos.

La longitud que alcanzan dichos sistemas hace imposible en la práctica la elusión de todas las zonas críticas o potencialmente inestables. Sin embargo, es posible diseñar el sistema y ciertas obras externas para protegerlo de eventos naturales, exceptuando los grandes deslizamientos (García, 1987; García et al, 1983).

La Geotécnica de Obras Lineales suministra criterios y bases técnicas para el diseño, construcción, operación, mantenimiento y mejoramiento de los sistemas

de gran desarrollo lineal y sus complementos. Por medio del enfoque probabilístico y el método de observación, participa en la evaluación de riesgos y en el diseño de la protección correspondiente. El geotecnista de obras lineales adquiere una gran responsabilidad social y económica ante la comunidad, puesto que dichas obras desempeñan una función esencial para el bienestar y desarrollo de la población. El servicio permanente y adecuado de una conducción o de la bocatoma de un acueducto permitirá el suministro de agua y evitará la necesidad

de implantar medidas de emergencia. El funcionamiento de los oleoductos y gasoductos sin interrupción, asegurará el suministro de combustibles vitales.

La rotura de un sistema puede implicar no sólo la pérdida de servicios y productos, casi siempre irrecuperables, sino la posibilidad de poner en peligro el personal de operación, a otras instalaciones y al medio ambiente. Basta pensar en el daño ecológico que causa el vertido de petróleo crudo a corrientes de agua, lagos y mares, o la erosión o deslizamiento que puede causar el agua concentrada

desde un punto de rotura de una conducción.

En una serie de artículos que comienza en esta entrega de la **Revista Escuela Colombiana de Ingeniería**, se describirá el método de estudio geotécnico propuesto para líneas de conducción en terrenos montañosos; se tratarán los problemas de inestabilidad de laderas y taludes que pueden presentarse y los mecanismos, procesos o factores que los causan, y se expondrán las obras preventivas y remediales o correctivas de los procesos de inestabilidad. Como filosofía general se establece que es posible lograr en alto grado la prevención de di-



(*) *Socio y Director de Estudios, Ingeniería y Geotecnia Ltda. Ingenieros Consultores, Apartado Aéreo 14455, Bogotá, Colombia. Profesor Asociado. Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Profesor Fundador, Escuela Colombiana de Ingeniería.*



chos problemas, mediante la selección del alineamiento con base en criterios geotécnicos, y que al introducir las obras de control geotécnico desde un comienzo, aunque se aumenten en algún grado los costos de producción, se garantiza la estabilidad del terreno a mediano y largo plazo, se protege el medio ambiente y se reducen en forma significativa los costos de operación y mantenimiento.

LA GEOTECNIA EN LA PLANEACION Y DISEÑO DE LINEAS DE CONDUCCION

El estudio geotécnico arranca del uso de la información geológica, topográfica y climática regional; utiliza en alto grado las técnicas de evaluación del terreno basadas en conceptos geológicos y geomorfológicos, con la ayuda de los sensores remotos.

En terrenos de pendiente suave tales como los proporcionados por depósitos lacustres como los de la Sabana de Bogotá, o por llanuras aluviales y planicies de inundación como los de Cali, Montería, Neiva y otras ciudades, las dificultades geotécnicas se refieren a la presencia de suelos cohesivos blandos, o de suelos granulares de baja densidad con niveles freáticos altos, en los cuales pueden ocurrir problemas de estabilidad en las excavaciones, o relacionados con alta comprensibilidad y la baja capacidad de soporte. Los riesgos naturales más comunes pueden ser los de inundaciones y sismo.

En terrenos montañosos los problemas técnicos se deben principalmente al relieve quebrado a veces abrupto que debe atravesarse, con laderas empinadas, alternancia de sierras y valles estrechos, cuchillas y depresiones, nudos montañosos; también, a la existencia de movimientos del terreno que abarcan, desde el reptamiento y la erosión de laderas, hasta el deslizamiento de suelos o rocas, lo cual produce

desplazamientos excesivos o pérdida de soporte de la conducción llevando a su dislocación o a la rotura. Además, debe darse cuidadosa atención al fenómeno de socavación de cauces e inestabilidad de márgenes, casi siempre en corrientes de régimen torrencial, lo cual puede influir en la selección del sitio para cruces o para una bocatoma (en el caso de los acueductos) y exigir la inclusión de obras de protección. Todos los problemas mencionados son objeto de estudio por la moderna interdisciplina de la Geotécnica, en una aplicación que tal vez no se ha aprovechado lo suficiente en nuestro medio, la cual podríamos llamar "Geotécnica de los servicios públicos".

En los últimos años se han venido desarrollando enfoques relativos a definir la probabilidad de falla del terreno, con base en la evaluación de la confiabilidad de las diversas variables que intervienen en los análisis y se trabaja en el estudio de los niveles aceptables de riesgo ante amenazas por eventos naturales. Se tiene en cuenta no solo la acción directa del evento, sino los riesgos por efectos indirectos; por ejemplo, la falla de instalaciones o estruc-

turas complementarias puede incrementar la vulnerabilidad del sistema. La rotura de un puente impedirá el uso de una carretera; la interrupción del suministro de energía o de la comunicación pueden afectar el funcionamiento de un acueducto o un oleoducto. Además la falla de un sistema puede afectar a otros; la salida del servicio de una carretera por un deslizamiento, puede impedir el acceso de maquinaria y equipo para la reparación oportuna, a costo normal, de una bocatoma de acueducto, la conducción, o el emisario final de un alcantarillado.

Se postula que al dar cabida a los criterios geotécnicos desde las etapas iniciales de planeación de las líneas de conducción y más tarde, durante el diseño y la construcción, será posible evitar en alto porcentaje los problemas relacionados con la estabilidad del terreno, llevar a cabo medidas preventivas y correctivas de aquellos, y establecer prácticas de mantenimiento más eficaces. Por ejemplo, en el caso de un acueducto el proyecto abarcará las siguientes etapas:

1- Definición del marco de referencia del proyecto; labor a cargo de la Empresa

TABLA 1

CRITERIOS GENERALES DE INGENIERIA EN EL DISEÑO CIVIL

1. Estabilidad	A- Geotécnica y ambiental del corredor, tanto actual como prevista en la vida útil del conducto. B- Geotécnica, hidráulica y ambiental de cauces en los cruces de los ríos y quebradas.
2. Riesgo y Vulnerabilidad	Minimizar el riesgo de falla del terreno debido a las consecuencias sociales, económicas y ecológicas que puede tener la rotura del conducto y la interrupción del servicio.
3. Topográfico	Buscar las condiciones más favorables, dentro del relieve del terreno ocupado por diversas alternativas. Atender a limitaciones de cota que tienen relación con las necesidades de bombeo.
4. Facilidad de acceso	Procurar la cercanía a carreteras y ferrocarriles. Utilizar al máximo la red vial existente. (Esto es de importancia tanto en la construcción como en el mantenimiento).
5. Longitud	Alineamiento más corto posible, aspecto de alta incidencia por los costos de la tubería. Restricciones en cuanto a cotas máximas por operación de bombeo.
6. Facilidad de construcción	Está supeditado a los tres anteriores. Como el 5o., tiene alta relación con el costo de proyecto.
7. Uso de la tierra	Evitar en lo posible las áreas muy costosas por su desarrollo agropecuario o urbanístico, resolviendo las interferencias con otros proyectos y eludiendo zonas de importancia para conservación de flora, fauna y recursos hídricos.



correspondiente. Conformación del grupo de trabajo y planteamiento preliminar de especificaciones técnicas.

2- Recopilación e interpretación de información topográfica, geológica, climática y aerofotográfica disponible.

3- Inspección rápida y general de la zona del proyecto (en terreno).

4- Reunión con habitantes de la región y representantes de la comunidad, para conocer y tener en cuenta puntos de vista socioeconómicos, aprovechar experiencia práctica sobre estabilidad de terrenos y definir la disponibilidad de zonas para el alineamiento, al igual que establecer la necesidad de caudales adicionales por servidumbres.

5- Elaboración de un mapa fotogeológico preliminar y de un mapa de pendientes.

6- Comprobación de campo: observación directa de afloramientos de roca, tipos de suelos, depósitos naturales de suelo y roca, zonas inestables, acción de corrientes de agua, análisis de las formas del terreno, y su correlación con procesos de inestabilidad; localización de bocatomas, desarenador; fijación de posible franja para la conducción; viaductos; pasos especiales.

7- Estudio de las observaciones de campo; definición de zonas con diversos grados de riesgo geotécnico. Transferencia de la información de campo al mapa fotogeológico y selección del corredor más adecuado desde el punto de vista geotécnico.

8- Estudio topográfico e hidráulico de los posibles alineamientos dentro del corredor propuesto.

9- Evaluación de campo de los alineamientos, ejecución de apiques o sondeos en sitios críticos representativos de facetas de terreno o de unidades geológicas, y en los sitios para obras. Toma de muestras y ejecución de ensayos de laboratorio.

10- Recomendaciones finales -geotécnicas- sobre alineamiento más conveniente; abarca indicaciones sobre procedimientos de construcción, obras correctivas y preventivas en zonas de inestabilidad activa o potencial que no haya sido posible eludir, cimentación de viaductos, muros y otras obras.

11- Revisión final por los expertos en Ingeniería Sanitaria e Hidráulica, y aprobación oficial del proyecto.

Como se desprende de esta descripción de actividades de estudio es una

labor conjunta de profesionales en diversas ramas de la Ingeniería, en la cual puede darse cabida a las opiniones de quienes serán favorecidos o afectados en el proyecto. Teniendo en cuenta las características del medio físico ya esbozadas, se considera adecuado para los terrenos montañosos del país, un método de trabajo para el diseño civil de líneas de conducción que contemple los crite-

rios generales de Ingeniería contenidos en la Tabla 1 (adaptada de García y Franco, 1987).

CONSIDERACIONES PRACTICAS

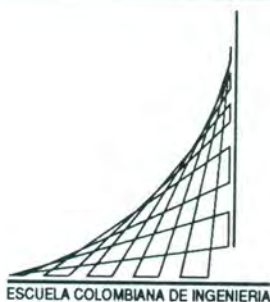
Una de las mayores dificultades que enfrentan los constructores en la organización de sus programas de trabajo, reside en la necesidad de prepararse para los periodos de lluvias intensas; su planeación del trabajo deberá incluir provisiones para el desarrollo de actividades durante el invierno y para superar situaciones de emergencia. En la etapa de diseño debe recopilarse toda la información posible sobre la distribución, intensidad y duración de las lluvias en las regiones atravesadas por el proyecto.

Los datos correspondientes se pueden conseguir en el HIMAT, el Instituto Geográfico Agustín Codazzi, la Federación Nacional de Cafeteros y otras entidades nacionales y departamentales. Dicha información, debidamente procesada, deberá ser puesta a disposición del Contratista desde comienzos del trabajo.

El éxito del método de estudio y diseño que se ha bosquejado depende no solo de sus aspectos técnicos sino, en grado importante de la acción institucional, es decir, de darle entidad a sus resultados y recomendaciones en los contratos y las especificaciones de construcción.

BIBLIOGRAFIA

- **García L., Manuel (1987).** "Estudio de la Estabilidad del Terreno y de los Cruces de Corrientes de Agua en la Planeación de Oleoductos". Seminario sobre Experiencias en el Oleoducto Caño Limón-Río Zulia y su aplicación al Oleoducto el Porvenir-Velázquez, ECOPEPETROL, Vicepresidencia de Ingeniería y Proyectos, División de Interventoría y Construcción, Bogotá.
- **García L., Manuel, López A. Milton y Franco L., Rodolfo (1983),** "La Geotécnica en la Planeación de Acueductos". (Premio Worthington 1983), Revista ACODAL, Nos. 114-115, Bogotá.
- **García L., Manuel y Franco L., Rodolfo (1987).** "Geotécnica de Oleoductos en Colombia". VIII Congreso Panamericano de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Fundaciones, Sociedad Colombiana de Geotécnica, Cartagena.



SUSCRIPCIONES

A la revista se pueden hacer empleando el servicio de consignación nacional del Banco de Bogotá

(Cuenta # 08400551-1)
y enviando una copia del recibo de consignación junto con el cupón de suscripción al
A.A 14520



DISEÑO DE VIGAS DE CONCRETO método de la ROTURA y método ELASTICO

Por Alberto F. Salamanca P. (*)

Entregamos a nuestros lectores en el presente número una eficaz ayuda para diversidad de casos de diseño de vigas de concreto reforzado. Se trata de un pequeño programa desarrollado para calculadoras de bolsillo que a pesar de su baja demanda de memoria, menos de 3 kB, cubre una gran gama de casos en forma amigable y completa como lo ilustra el siguiente cuadro:

fue bien transcrito y que opera correctamente en todas sus opciones.

Durante estos ejemplos se utilizan caracteres en **negrilla** para representar todo lo que se verá en la pantalla de la calculadora y lo que debe ser teclado por el usuario, lo cual será precedido por el caracter >.

(d?=0) indica que si el usuario desea que el programa le calcule la altura efectiva debe dar como entrada un cero (0). Esta misma convención se utiliza en todos aquellos casos en los que un dato que debe ser dado por el usuario presenta también la opción de ser calculado por el programa.

Ejemplo No. 1 (Método de la ROTURA:
Cuantía y refuerzo para Viga T)

>RUN

VIGAS (E)last./ (R)otura?

>R(EXE)

fy[0 psi]=?

>60000(EXE)

El programa sugiere datos entre paréntesis cuadrados. Si estos datos son correc-

tos oprima (EXE).

f'c[0 psi]=?

>3000(EXE)

Pb= 0.021 Bw[0 cm]=?

El programa llama **Pb** a la cuantía balanceada y en ocasiones llama con la letra **P** a las cuantías de acero. (Ver gráfico NOMENCLATURA).

>40(EXE)

d[0 cm(d?=0)]=?

>50(EXE)

Bf[40 cm]=?

>120(EXE)

Mu[0 t-cm]=?

>9000(EXE)

Hf[0 cm]=?

>10(EXE)

Cuando Bf es diferente a Bw se pide el espesor de las alas, Hf.

Método de la ROTURA

Vigas rectangulares:

- refuerzo en tracción: -área
 -No. de barras
 -separación
- refuerzo en compresión: -área
 -No. de barras
 -separación
- cálculo de la altura "d" para una cuantía requerida

Vigas "T":

- refuerzo en tracción: -área
 -No. de barras
 -separación
- verificación de necesidad de refuerzo en compresión

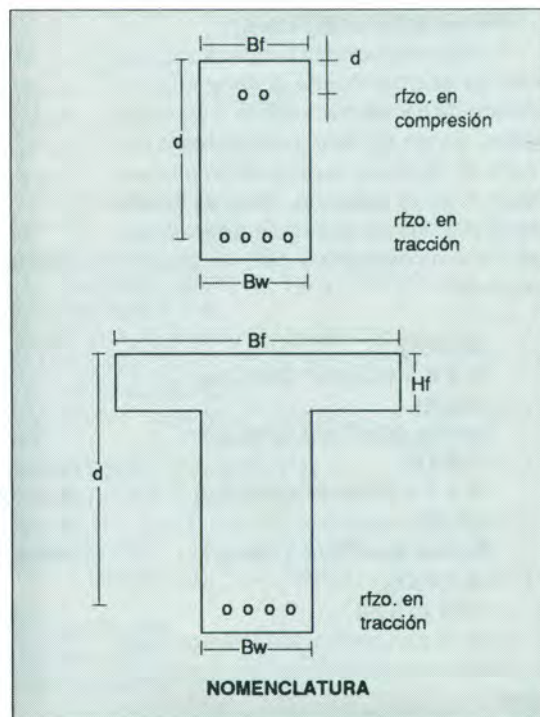
Método ELASTICO

Vigas rectangulares:

- cálculo de cuantías de refuerzo en tracción:
 -área
 -No. de barras
 -separación
- cálculo de altura "d" requerida dada la cuantía
- cálculo del "momento resistente" dado el diseño

El programa fue desarrollado y funciona tal como se describirá, en calculadoras Casio FX-790P y FX-795P. Se puede adaptar muy fácilmente para muchos otros modelos y marcas que soporten el lenguaje BASIC. Además se incluyen algunas notas con el fin de que el usuario pueda correrlo en un computador personal.

Acontinuación se completarán dos ejemplos explicados detalladamente y al final otros más, ya sin comentarios, para que el usuario pueda verificar que el código





a = 10.3 > Hf 'Viga T'

a>Hf indica que el bloque de compresión del concreto es mayor que las alas y penetra en el alma. En tal caso la viga efectivamente trabaja como viga T, en caso contrario la viga se comporta como viga rectangular de ancho Bf y el programa lo indica así:
 $a = XX.X < Hf$ 'Viga Rct'.

>(EXE)
alas Asf = 34 cm²

Asf es el área de acero que equilibra el concreto correspondiente a las alas.

>(EXE)
0.0094 Ok A = 18.84cm²

0.0094 es la cuantía. El Ok indica que no es menor que la balanceada ni mayor que la máxima. Cuando es menor que la balanceada el mensaje es **Lo** y en primera instancia no aparece acompañada del área, luego de un (EXE) vuelve a aparecer ya acompañada del área pero aumentada en un 33%, si dicho aumento hace que se exceda la balanceada, el ajuste solo llegará a tal valor. Cuando la cuantía supera la máxima el mensaje es **Hi** y se requiere acero en compresión.

>(EXE)
Ac Totl Tens = 52.8cm²

Área total de acero requerida en tracción.

Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?

Cuando el programa encuentra alguna área de acero procede a determinar el número de barras necesarias o su separación, dando el número de la barra deseada en el primer caso o dicho número más 0.1 en el segundo. Esto se puede repetir cuantas veces se quiera para distintos números de barra y cero para terminar, 0=fin.

>8(EXE)
11 # 8 = 55.8cm² 106%Arq
 >(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >7(EXE)
14 # 7 = 54.2cm² 103%Arq
 >(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >8.1(EXE)
1 # 8 @ 3.84

Aquí se han hecho dos intentos, uno con barras número 8 y otro con barras número 7.

El segundo se ajusta mejor pues representa un 103% del área estrictamente requerida con menor desperdicio de acero. El tercer intento donde se dá el 8.1 permite determinar la distancia máxima a la que se deben colocar barras número 8, como en el caso de diseño por unidad de ancho en losas.

>(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >0(EXE)
Pb = 0.021 Bw[40 cm]=?

El cero termina el ciclo y permite comenzar un nuevo problema. Utilizando el método de la ROTURA, cuando el caso amerita refuerzo a compresión y se trata de vigas rectangulares el programa pasa a calcular la cuantía correspondiente. **Utilizando el método ELASTICO debe verificarse si la cuantía se encuentra dentro de los límites aceptables.**

Ejemplo No. 2 (Método ELASTICO:
 altura efectiva de Viga Rectangular)

>RUN(EXE)
VIGAS (E)last./(R)otura?
 >E(EXE)
(P)dR60 (A)-37 (O)tro?
 >A(EXE)
fs=[1195kg/cm²]=?
 >(EXE)
f'c[3000 psi]=?
 >2500(EXE)
Bw[40 cm]=?
 >20(EXE)

El programa sugiere el esfuerzo admisible del acero y los valores utilizados en el problema anterior.

d[50 cm(d?=0)]=?
 >0(EXE)

Se dá cero para calcular la altura efectiva necesaria.

Mu[3178.96 t-cm(Mu?=0)]=?
 >1200(EXE)
Rho[0.0264(Rho?=0)]=?
 >.0033(EXE)

En ocasiones se debe hacer caso omiso de los valores sugeridos por el programa pues se trata de valores intermedios obtenidos durante el proceso del problema anterior.

Rho = 0.0033 K2 = 16.61
 >(EXE)
d = 128.67 cm
 >(EXE)

d[128.67 cm(d?=0)]=?

El programa entrega los resultados y pasa el control al lugar donde pide la altura efectiva en caso de que se desee verificar la cuantía correspondiente a un valor redondeado con base en el hallado.

>130(EXE)
Mu[1200 t-cm(Mu?=0)]=?
 >(EXE)
Rho[0.0033(Rho?=0)]=?
 >0(EXE)
 ->->->

Las flechas indican ciclos de iteración.

Rho = 0.0032 As = 8.4
 >(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >6(EXE)
3 # 6 = 8.5cm² 101%Arq
 >(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >0(EXE)

Una vez hallada la cuantía se puede jugar con diferentes tipos de barras y cero para terminar.

Ejemplo No. 3 (Método de la ROTURA:
 Viga Rectangular con refuerzo en compresión)

>RUN(EXE)
VIGAS (E)last./(R)otura?
 >R(EXE)
fy[60000 psi]=?
 >(EXE)
f'c[2500 psi]=?
 >3000(EXE)
Pb = 0.021 Bw[20 cm]=?
 >40(EXE)
d[130 cm(d?=0)]=?
 >50(EXE)
Bf[40 cm]=?
 >(EXE)
Mu[1200 t-cm]=?
 >6000(EXE)
0.021 Hi A = 42.04cm²
 >(EXE)
Prof As Comp d'[cm]=?
 >5(EXE)

Se procesa primero el refuerzo en tracción como sigue:

0.0191 Tens A = 38.28cm²
 >(EXE)
Barras #(0=Fin/#.1=Sep)?
 >6(EXE)
14 # 6 = 39.8cm² 104%Arq
 >(EXE)



Barras # (0=Fin/#.1=Sep)?
>0(EXE)

y luego el refuerzo en compresión.

0.0031 Comp A= 6.21cm²
>(EXE)
Barras # (0=Fin/#.1=Sep)?
>4(EXE)
5 # 4 = 6.5cm² 104%Arq

Ejemplo No. 4 (Método ELASTICO:
Cálculo del Momento Resistente)

>RUN(EXE)
VIGAS (E)last./(R)otura?
>E(EXE)
(P)dR60 (A)-37 (O)tro?
>O(EXE)
fs=[8.307136828kg/cm²]=?
>1200(EXE)
f'c[3000 psi]=?
>4000(EXE)
Bw[40 cm]=?
>20(EXE)
d[50 cm(d?=0)]=?
>90(EXE)
Mu[6000 t-cm(Mu?=0)]=?

>0(EXE)
Rho[0.0031(Rho?=0)]=?
>.004(EXE)
Mc= 2252.19 Ms= 715.72
>(EXE)
fc= 40 fs= 3776 kg/cm²
>(EXE)
M= 715.72 t-cm
>(EXE)
Rho Bal= 0.0262 P= 0.004

El programa calcula el momento máximo según ambos materiales así como también sus niveles de esfuerzo. El Momento definitivo es el menor de los dos.

Además se entrega la cuantía balanceada para los materiales dados.

Programa

El listado que se presenta trabaja en una calculadora Casio FX-790P o FX-795P. Para correrlo en un PC con base en versiones de BASIC como GWBASIC o similares se deben tener en cuenta las siguientes modificaciones:

IMPORTANTE:

modificaciones sólo para PCs

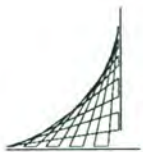
- Incluir las dos siguientes líneas:
10 DEF FNRND(N,D)=INT(N/10^D
+5)*10^D
20 DEF FNFRAC(N)=N-INT(N)
- En la línea 100 cambiar el signo ≤ por <=
- En la línea 110 cambiar el signo ≥ por >=
- En la línea 380 cambiar el signo # por <>
- Cambiar todas las ocurrencias de la función RND por FNRND y de FRAC por FNFRAC
- Cambiar todas las ocurrencias de la variable \$ por SOLO \$
- Se recomienda rehacer totalmente el manejo de pantalla.

LISTADO PARA CALCULADORAS DE BOLSILLO.

```

30 DIM Z(11)
40 DATA .079,.32,.71,1.29,2.284,3.87,5.07,6.45,8.19,10.06
50 FOR I = 1 TO 11: READ Z(I): NEXT I
60 INPUT "VIGAS (E)last./(R)otura", X$
70 IF X$ = "E" THEN 470
80 PRINT "fy["; Y; " psi]="; : INPUT Y
90 GOSUB 830
100 IF F ≤ 4000 THEN W = .85: GOTO 130
110 IF F ≥ 8000 THEN W = .65: GOTO 130
120 W = .85 - .05 * (F - 4000) / 1000
130 H = .75 * .85 * W * F / Y * 87000 / (87000 + Y)
140 PRINT "Pb="; RND(H / .75, -4); : GOSUB 840: $ = ""
150 GOSUB 850: IF D = 0 THEN 420
160 J = B: GOSUB 860
170 GOSUB 870: PRINT "J="; : INPUT M: IF J = B THEN 220
180 G = D: GOSUB 880: K = 18553.6 * M / J / F / (D - G / 2)
190 IF K > G THEN PRINT "a="; RND(K, -2); "> Hf 'Viga T'"
200 IF K > G THEN $ = "T": GOTO 400
210 B = J: PRINT "a="; RND(K, -2); "< Hf 'Viga Rct'"
220 A = .59 * Y / F: C = M / 9E-4 / Y / .0703 / B / D ^ 2
230 IF 4 * A * C > 1 THEN 340
240 P = (1 - SQR(1 - 4 * A * C)) / 2 / A: X$ = "Ok"
250 L = 200 / Y: IF P < L THEN X$ = "Lo": PRINT RND(P, -7); X$
260 IF P < L THEN X$ = "Lo": P = 4 / 3 * P: IF P > L THEN P = L
270 A = P * B * D: IF P > H THEN X$ = "Hi"
280 PRINT RND(P, -5); " "; X$; " A="; RND(A, -3); "cm2"
290 IF $ = "T" THEN A = A + O: PRINT "Ac Totl Tens="; RND(A, -2); "cm2"
300 IF $ = "T" THEN P = A / B / D
310 IF X$ = "Hi" THEN 340
320 GOSUB 910: IF R = 0 THEN 380
330 GOSUB 920: GOTO 320
340 A = H * B * D: V = .0703 * 9E-4 * A * Y * (D - A * Y / 1.7 / F / B): V = M - V
350 IF $ = "T" THEN PRINT "Viga T con As en Comp": GOTO 130
360 GOSUB 890: U = V / .9 / Y / (D - T) / 7.03E-5
370 A = A + U: P = A / B / D: X$ = "Tens": GOTO 280
380 IF X$ # "Tens" THEN 130
390 X$ = "Comp": A = U: P = U / B / D: GOTO 280
400 O = .85 * F * (J - B) * G / Y: V = 6.341E-5 * O * Y * (D - G / 2): H = H + .75 * O / B / D
410 M = M - V: PRINT "alas Asf="; RND(O, -2); "cm2": GOTO 220
420 GOSUB 870: PRINT "J="; : INPUT M
430 GOSUB 900: PRINT "J="; : INPUT P
440 K = .9 * P * Y * (1 - .59 * P * Y / F) * 7.03E-5: K = 1 / SQR(K)
450 D = K * SQR(M / B)
460 PRINT "K2="; RND(K, -3); "d="; RND(D, -3); "cm": GOTO 150
470 REM Metodo Elastico
480 INPUT "(P)dR60 (A)-37 (O)tro", R$
490 IF R$ = "P" THEN S = 1687

```



```
500 IF R$ = "A" THEN S = 1195
510 PRINT "fs=["; STR$(S); "kg/cm²]="; : INPUT S
520 GOSUB 830: C = F * .0703 * .45
530 GOSUB 840: GOSUB 850: IF D = 0 THEN A = 1
540 GOSUB 870: PRINT "(Mu?=0)]="; : INPUT M: IF M = 0
    THEN A = 2
550 GOSUB 900: PRINT "(Rho?=0)]="; : INPUT P: IF P = 0
    THEN A = 3
560 E = 13000 * SQR(F * .0703): N = 2.04E6 / E
570 IF A = 3 THEN K = SQR(6 * M * N / S / 1000 / B / D ^ 2): GOTO
    600
580 K = SQR((P * N) ^ 2 + 2 * P * N) - P * N
590 J = 1 - K / 3: GOTO 660
600 J = .86: REM Calc Rho
610 PRINT "->": A = M / S * 1000 / J / D: P = A / B / D: K = SQR((P
    * N) ^ 2 + 2 * P * N) - P * N
620 X = 1 - K / 3: IF ABS(J - X) > .002 THEN J = X: GOTO 610
630 PRINT : PRINT "Rho="; RND(P, -5); " As="; RND(A, -3)
640 GOSUB 910: IF R = 0 THEN 530
650 GOSUB 920: GOTO 640
660 I = S * K / N / (1 - K): REM Calc. d y Mu
670 Z = N * C * (1 - K) / K
680 IF A = 2 THEN 740
690 G = SQR(2000 / I / K / J): REM Calc. d
700 D = G * SQR(M / B)
710 PRINT "Rho="; RND(P, -5); " K2="; RND(G, -3)
720 PRINT "d="; RND(D, -3); " cm": GOSUB 850: GOTO 540
730 A = P * B * D
740 O = .5 * C * .001 * K * J * B * D ^ 2: REM Calc. M
750 T = P * B * D ^ 2 * S * .001 * J: R = S / C: V = RND(N / 2 /
    R / (N + R), -5)
760 IF P < V THEN M = T: GOTO 790
770 IF P > V THEN M = O: GOTO 790
780 M = O: PRINT "DISEÑO EQUILIBRADO!"
790 PRINT "Mc="; RND(O, -3); " Ms="; RND(T, -3)
800 PRINT "fc="; RND(I, -1); " fs="; RND(Z, -1); " kg/cm²"
810 PRINT "M="; RND(M, -3); " t-cm"
820 PRINT "Rho Bal="; RND(V, -5); " P="; RND(P, -5): GOTO
    530
830 PRINT "f'c["; F; " psi]="; : INPUT F: RETURN
840 PRINT " Bw["; B; " cm]="; : INPUT B: RETURN
850 PRINT "d["; RND(D, -3); " cm(d?=0)]="; : INPUT D:
    RETURN
860 PRINT "Bf["; J; " cm]="; : INPUT J: RETURN
870 PRINT "Mu["; RND(M, -3); " t-cm"; : RETURN
880 PRINT "Hf["; G; " cm]="; : INPUT G: RETURN
890 INPUT "Prof As Comp d'[cm]="; T: RETURN
900 PRINT "Rho["; RND(P, -5); : RETURN
910 INPUT "Barras #(0=Fin/#.1=Sep)"; R: RETURN
920 E = Z(R): N = INT(A / E) + 1: S = E * B / A
930 IF FRAC(A / E) = 0 THEN N = N - 1
940 IF FRAC(R) > 0 THEN PRINT "1 #"; INT(R); " @"; RND
    (S, -3): RETURN
950 PRINT N; " #"; R; " ="; RND(N * E, -2);
960 PRINT "cm2"; RND(N * E / P / B / D * 100, -1); "%Arq"
970 RETURN
```



ACERIAS
PAZ DEL RIO, S.A.
patrimonio de los colombianos.

Alambre brillante
Alambre negro recocido
Alambre galvanizado
Alambre de púas
Alambrones trefilables
Barras de alta resistencia
Rollos para refuerzo de concreto
Laminados en caliente:
– Desbaste en rollo
– Lámina gruesa

Cemento Portland
Cemento Siderúrgico

Abono Paz del Río
Alquitrán
Sulfato de amonio
Oxígeno y Nitrógeno



CASE (COMPUTER AIDED SOFTWARE ENGINEERING)

Por: Luisa Fernanda Méndez (*)

DEFINICION

La tecnología **CASE** es una combinación de herramientas y metodología de software, dirigida a construir y mantener sistemas de información. Hizo su aparición a principios de los 80.

CASE permite automatizar una o varias de las fases del ciclo de vida de desarrollo de sistemas: Planeación, Análisis, Diseño, Construcción, Pruebas e Implementación y Mantenimiento.

- Un enfoque para la solución de problemas,
- Un conjunto de Métodos y disciplinas, y
- Una filosofía que convierte el desarrollo de software en una verdadera ingeniería.

Con **CASE**, el desarrollo de software debe enfocarse más en el análisis y diseño y menos en la codificación y prueba. La codificación manual es reemplazada por generadores que producen automáticamente el código basado en las especificaciones de diseño.

CASE se centra en:

1. El uso de gráficas que permiten la interfase con el usuario, transformando el desarrollo de software en un proceso visual.
2. La creación de modelos de la organización orientado a datos, procesos y objetos.
3. El desarrollo de software basado en automatización.
4. El manejo de prototipos que reemplazan los métodos manuales, basados en papel y lápiz, para definición de requerimientos del usuario.
5. El chequeo de especificaciones de diseño que eliminen errores provenientes del mal uso de los lenguajes de programación.
6. Soportar un ambiente dedicado de computación personal.
7. Enlazar todas las fases del ciclo de vida de software.
8. Mantener en un único lugar toda la informa-

ción de los sistemas, desde los requerimientos iniciales hasta las actividades de mantenimiento.

9. El uso de inteligencia artificial para ejecutar muchas tareas de rutina.

10. Hacer práctica la reutilización del software, es decir, reusar componentes de software, es la clave del incremento sustancial de la productividad de software.

11. Desarrollo continuo de la calidad de los sistemas, teniendo en cuenta que con **CASE** el enfoque disciplinario y su género reduce defectos; entre más temprano se detecte minimizar los ajustes de la fase posterior al desarrollo (Mantenimiento).

Tecnología CASE back-end (Lower CASE) y front-end (Upper CASE).

La tecnología **CASE** back-end (Lower **CASE**) a apoyo a las fases de Codificación, prueba a implementación y mantenimiento. Tal es el caso de productos generadores de código o herramientas 4GL (Lenguajes de cuarta generación). Esta tecnología **CASE** se diferencia de los 4GL en que:

- **CASE** está orientado a profesionales que desarrollan sistemas de información (Ingenieros de Sistemas).
- **CASE** debe ir ligado a una metodología específica.
- **CASE** permite el desarrollo de sistemas cuyo consumo de recursos y desempeño es equivalente a sistemas escritos en 3GL.
- Una herramienta 4GL puede considerarse una herramienta **CASE** pero no viceversa.
- Con **CASE** se definen especificaciones, y a partir de ésta se desarrollan programas.

La tecnología **CASE** front-end (Upper **CASE**) da apoyo a las fases de Planeación, Análisis y

(*) *Luisa Fernanda Méndez es Ingeniera de Sistemas, egresada de la Escuela Colombiana de Ingeniería. Actualmente consultora para el Desarrollo de Sistemas de Información y Soporte a Herramientas CASE, IEW y SYNON/2E, de la Firma Ernst & Young.*



Diseño. Frecuentemente son desarrollados con herramientas gráficas, operando generalmente sobre PCs o estaciones de trabajo.

Un problema común es la carencia de integración entre las herramientas de entorno front-end y back-end para obtener herramientas I-CASE (CASE que integra todas las fases del ciclo de vida.

La integración de las herramientas CASE front-end y back-end cumple dos propósitos: Incrementar la productividad y reducir los errores. Esta integración captura la información definida en análisis y diseño con herramientas front-end y la convierte en información que es usada por herramientas back-end. La tendencia de hoy es el desarrollo de herramientas I-CASE

Al utilizar CASE se dan cambios fundamentales en el desarrollo de software:

Reingeniería:

Consiste en modificar internamente los programas y las estructuras de datos existentes, sin alterar la funcionabilidad.

Debido a que las necesidades del usuario cambian cuando se detectan factores no previstos o cuando surgen nuevos factores.

BENEFICIOS DE LA TECNOLOGIA CASE:

1. Mejor comunicación con el usuario (gráficas y entendimiento de sus necesidades)

2. Mayor productividad en el desarrollo de sistemas de información, reflejada en: -Menor tiempo de desarrollo. -Costos más bajos y menos recursos.

La productividad además debe generar sistemas eficaces y efectivos.

La Eficacia se traduce en el desarrollo de sistemas en el menor tiempo con los menores recursos y la Efectividad debe reflejarse en la satisfacción de

Desarrollo tradicional

- Énfasis en codificación y pruebas
- Especificación basada en papel
- Codificación manual
- Documentación manual
- Evaluación de software
- Mantenimiento de código

Automatización del software

- Énfasis en análisis y diseño
- Generación veloz de código
- Generación automática de código
- Generación automática de documentación
- Chequeo de diseño automatizado
- Mantenimiento de especificaciones de diseño.

COMPONENTES CASE:

1. Repositorio
2. Reingeniería
3. Apoyo al ciclo de desarrollo de software
4. Apoyo para la administración de proyectos
5. Desarrollo continuo de la calidad de los sistemas

Repositorio:

Es el principal componente de un CASE. Es el lugar donde se almacena toda la información de las etapas del ciclo de vida. Es como un diccionario o enciclopedia.

- **Diccionario:** No entiende automáticamente el significado de un gráfico. El usuario debe describir los objetos, pero esos objetos no son representados automáticamente en un diagrama.

En un producto basado en un diccionario, los gráficos y el diccionario no están integrados. Los diagramas son almacenados en una base de datos y sus descripciones en un diccionario.

- **Enciclopedia:** Es una base de conocimientos para almacenar hechos y reglas de la empresa y sus sistemas. Usa técnicas de inteligencia artificial, asegurando que los conocimientos sean reunidos, validados y coordinados. En la Enciclopedia no se almacenan rectángulos, líneas o flechas, sino que los diagramas se generan automáticamente usando el conocimiento almacenado en la enciclopedia.

las necesidades del usuario y la facilidad de adaptar cambios.

3. Mejor calidad
4. Ambiente de datos compartido y código reusable
5. Definición clara y consistente con el código generado a partir de especificaciones
7. Los sistemas diseñados son más estables
8. Fácil construcción y mantenimiento de sistemas
9. Estandarización y organización del trabajo

PUNTOS IMPORTANTES AL UTILIZAR TECNOLOGIA CASE

A pesar de los beneficios que ofrece la tecnología CASE, al usted adquirir este tipo de herramientas, no crea que se convierte automáticamente en un buen desarrollador de software.

El asunto no es tan sencillo; no es comprar la herramienta y esperar que la máquina lo haga todo por usted. El diseñador sigue siendo el Ingeniero; es él quien le pone el cerebro al programa.

CASE no ofrece soluciones mágicas; CASE demanda conocimientos profundos de conceptos, estandarización y rigurosa planeación en el trabajo.

Si se adquieren herramientas CASE y se utilizan de manera ocasional no se gana. Si la decisión es incorporarla en la organización, se debe tomar



como filosofía de trabajo, practicarla y saberla explotar. Además deber tenerse conciencia del poder de la información e involucrar un nuevo tipo de gente; personas que hagan dinámicos los procesos de comunicación, canalicen las ideas y promuevan constantemente otras para anticiparse al presente. Es importante, que estas personas entienden cómo las herramientas afectan la organización.

Para la implementación de CASE, una organización pasa a través de varios estados. Cada estado es acompañado de un evento que señala el movimiento de un estado al siguiente:

- Resistencia de los usuarios al cambio
- Inmadurez de CASE y no disponibilidad para actualización de hardware
- Incertidumbre en cuanto a los Beneficios
- Desfamiliarización con CASE.

TENDENCIAS FUTURAS

- Desaparición de lenguajes de 4GL
- Sistemas expertos e inteligencia artificial totalmente incorporados.
- Efecto de las direcciones del sistema de software de IBM
- Estándares CASE
- Ingeniería inversa/reingeniería
- Aplicación de un nuevo ciclo de vida de desarrollo de sistemas de información.
- Desarrollo de software totalmente automatizado
- Generadores de código (desaparición de programadores).

EVENTO	ESTADO
Determinación de que las nuevas tecnologías y herramientas son necesarias para satisfacer las demandas del usuario.	Desencanto: en este estado, los gerentes leen y escuchan acerca de los beneficios de las herramientas CASE y deciden aprender más acerca de éstas.
Entendimiento de que las nuevas herramientas son útiles y probablemente necesarias.	Resignación: la organización entiende que CASE requiere la adopción de una metodología.
Entendimiento y diferenciación entre metodología y herramienta.	Compromiso: la organización selecciona herramienta CASE y la metodología. Determina los recursos necesarios, incluyendo entrenamiento y consultoría para realizar en forma exitosa un proyecto piloto.
Entendimiento de que se necesitan recursos adicionales para los proyectos claves.	Implementación: la organización utiliza una herramienta y metodología específica para sacar adelante sus mayores proyectos. El control estricto de proyectos asegura que los analistas siguen la metodología seleccionada.
Entendimiento de que una metodología no es adecuada y adopción de múltiples metodologías para proyectos individuales.	Madurez: la organización adopta metodologías alternativas para uso de proyectos individuales.

En nuestro medio algunas de las objeciones para adquirir CASE son:

- Alto costo
- Necesidad de cursos de entrenamiento
- Integración de procedimientos existentes

BIBLIOGRAFIA:

- CASE is Software Automation - Carma McClure
- Information Engineering - James Martin
- CASE Tools Comparison and Review - James Martin
- Datamation 1989
- Computerworld 1990
- Information System Manifiesto - James Martin



¿ES CONVENIENTE CONSTRUCCION DE

METRO EN BOGOTÁ

A partir de este número, la **Revista Escuela Colombiana de Ingeniería** con el ánimo de contribuir al análisis y difusión de temas fundamentales de la ingeniería colombiana, abre esta sección donde publicará periódicamente, las opiniones de los expertos invitados a foros organizados exclusivamente por la REVISTA para tratar temas de interés seleccionados. La serie se inicia discutiendo LA CONVENIENCIA DE LA CONSTRUCCION DE UN METRO EN BOGOTÁ.

A la mesa redonda organizada para tal fin, el pasado 28 de Agosto, asistieron como invitados especiales el Gerente del Metro de Bogotá, Ingeniero Gustavo Rivero; el Director de Planeación Distrital, el Dr. Jorge Bustamante; el Director Ejecutivo del Instituto SER de Investigaciones Ingeniero Jorge Acevedo y el técnico de la Unidad de Transporte de Planeación Nacional Ingeniero Mauricio Arciniegas. Por parte de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA, asistieron el Rector Ingeniero Eduardo Silva y los profesores Ingenieros Santiago Henao, Jaime Rodríguez, Ricardo Salazar y Germán Santos (Director de la REVISTA); la periodista de El Espectador Patricia González; la Editora Blanca V. de Alvarez y el Director Comercial de la REVISTA, Aldo G. Villamil A.

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

A los que vivimos en Bogotá nos interesa saber cuál es el estado actual del proyecto del Metro para la ciudad, la posición del Distrito y la Nación al respecto y si realmente el Metro es la solución al complejo problema de transporte masivo de pasajeros en Bogotá. Además, en caso de optarse por su construcción, cuáles serían sus costos, cómo se financiaría, de qué magnitud serían las tarifas y hasta que punto quedarían comprometidos los recursos del Distrito y la Nación. En caso contrario cuáles serían las soluciones alternas factibles. O si por otro lado, se va a continuar haciendo estudios y nombrando comisiones de modo que cuando se termine la administración del alcalde Juan Martín Caicedo Ferrer seguiremos en el mismo estado de incertidumbre.

A estas inquietudes, los actuales representantes del Distrito y la Nación manifestaron que la decisión de construir o no un Metro, para solucionar el problema del transporte masivo en Bogotá, es muy compleja y delicada y aún no están en capacidad de tomarla.

En este momento, tanto la administración nacional como la distrital, están en el proceso de familiarización con los aspectos relevantes no solo de éste sino de los diversos programas de gobierno. El Alcalde delegó en una comisión, en la que participan la Secretaría de Obras Públicas, el IDU y la Empresa Metro, la revisión de una serie de documentos producidos por las administraciones anteriores, que resumen los estudios hechos, contemplando puntos de vista institucionales, financieros, jurídicos y técnicos, así como también, la situación actual de las negociaciones con Intermetro, el consorcio italiano con primera opción para el desarrollo del proyecto. Por su parte, la Nación está formando una comisión, posiblemente con el concurso de los Ministerios de Hacienda y de Obras Públicas y del Departamento de Planeación Nacional, para definir cuál debe ser su participación.

Complementariamente, se han hecho contactos entre la Administración Distrital y la Nacional, y se va a formar una comisión para evaluar conjuntamente dichos estudios y definir claramente



De izquierda a derecha -Germán Santos, Aldo G. Villamil A., Jorge Bustamante, Gustavo Rivero

E LA UN RO N OTA?

cuales son los compromisos respectivos.

El Alcalde ha manifestado que no se va a hipotecar la ciudad para llevar a cabo este proyecto, que va haber concertación con el gobierno nacional y que no se van a hacer más estudios, puesto que los existentes son suficientes para poder tomar la decisión más adecuada y conveniente para los bogotanos.

ES EL METRO LA SOLUCION DEL TRANSPORTE MASIVO EN BOGOTA?

Las objeciones al Metro como solución al transporte masivo de Bogotá, según el Ing. Acevedo no son de carácter técnico, ya que este sistema es el más eficiente para mover masivamente la gran cantidad de personas que se concentran en una hora dada. Sus objeciones son de carácter económico y de carácter profesional, cuestionando seriamente el Metro como la única solución para el creciente problema de transporte en Bogotá.

Según sus cálculos aproximados, el Metro es inmensamente costoso y prácticamente un proyecto inalcanzable (Co-yuntura Social, vol 2, Mayo 1990). Suponiendo que se construyera por donde debe ser, coincidiendo con los grandes corredores de demanda, el Metro necesariamente incluiría tramos subterráneos en la parte central y posiblemente tramos elevados. Usando experiencias de otras ciudades latinoamericanas y costos de construcción internacionales (Cuadros 1 y 2), la inversión requerida sería de unos US \$ 2.000 millones,

para un Metro pequeño, de unos 25 km. de longitud.

Según la Ley 86 de 1990, la Nación podría aportar un máximo del 20% de los costos de construcción y nada de los costos de operación. Es decir, en este caso hipotético, la Nación aportaría US\$ 400 millones y Bogotá asumiría los US\$ 1.600 restantes.

Si se pactan condiciones excepcionales para financiar la parte correspondiente al Distrito, con un interés del 6% anual, las anualidades requeridas serían de US\$ 116 millones durante 30 años.

Por otra parte, los costos de operación serían del orden de 60 centavos de dólar por pasajero. Entonces, si se logra transportar 1 millón de pasajeros diarios, que es la máxima capacidad para un sistema de las características supuestas, cobrando la tarifa de un bus ejecutivo (\$110), el subsidio requerido al año, totalizaría US\$ 147 millones.

Agregando los costos de operación y los costos de financiación, se deduce que son necesarios unos US\$ 260 millones al año para poder tener Metro en Bogotá. Comparando esta cifra con los ingresos corrientes del Distrito que son US\$ 150 millones por año, se llega a la conclusión de que habría que duplicar los ingresos de Bogotá para poder satisfacer únicamente los requerimientos del Metro, dejando todos los otros programas sin recursos.

Además, añade el Dr. Acevedo, todos los viajes mecanizados en Bogotá transportan actualmente unos 7 millones de pasajeros diariamente, y el Metro descrito movilizaría solo el 14% de ellos, con costos demasiado elevados. Por las razones expuestas, el Dr. Acevedo deja serias dudas acerca de la efectividad del Metro como solución debido a su inmenso costo.

RECURSOS PARA EL METRO

Una forma de generar nuevos ingresos para las ciudades que buscan solucionar su problema de transporte masivo, está explícita en la Ley 86 de 1990 que faculta a las ciudades aumentar hasta en un 20% las bases gravables o las tarifas de los gravámenes de su competencia y cobrar una sobretasa al precio de la gasolina hasta del 20% de su precio público.

Según estudios hechos en Planeación Nacional, con los precios actuales de los combustibles, una sobretasa del 20% produciría ingresos de US\$ 80 millones al año, sin tener en cuenta la elasticidad de la demanda. Considerando una elasticidad hipotética de 0.3, los ingresos serían de US\$ 55 millones. Un cambio en el precio de la gasolina, acorde con →



Villamil, Patricia González, Mauricio Arciniegas, Rivera y Blanca Villamil.



Cuadro No.1
SERVICIOS DE METRO EN ALGUNAS CIUDADES
(1983)

Ciudad	Longitud de la Línea (Km)	Número de estaciones	Número de trenes	Total diario de pasajeros (miles)
Caracas	12.3	14	14	224
Santiago	25.6	35	49	303
Sao Paulo	25.0	26	52	964

Fuente: Banco Mundial, *Transportes Urbanos*, Washington (Tomado de *Coyuntura Social*)

los niveles internacionales de 90 centavos de dólar, generaría recursos anuales de US\$ 75 millones.

Sin embargo, precios a estos niveles involucran toda la política nacional de combustibles.

Según el Ing. Arciniegas, la Ley 86 dice que el gobierno nacional podrá otorgar su garantía, es decir ser solidaria con la deuda y no necesariamente aportar, hasta el 20% del costo de construcción de un sistema masivo de tránsito. El porcentaje exacto no está definido y será uno de los pun-

tos que seguramente tratará la comisión conjunta.

Un aspecto interesante de esta ley es la posibilidad de emplear los recursos generados por sobretasas, para financiar soluciones al problema de transporte masivo diferentes del Metro.

SOLUCIONES ALTERNATIVAS

La Administración Distrital está trabajando en soluciones eficaces de bajo costo, que no son incompatibles con el Metro, tales como el plan anti-trancones, los sistemas de puentes y la segunda etapa de la troncal de la Caracas, cuyos 10 km faltantes solo cuestan US\$ 10 millones y que seguramente, por lo mostrado en la primera etapa, aumentará considerablemente la eficiencia y organización del transporte.

La medida más importante para resolver el problema técnico inmenso y creciente del transporte en la ciudad, se está tomando a nivel institucional. El Acuerdo 11 de 1990 da facultades extraordinarias al alcalde para organizar la Autoridad Unica de Transporte. Esta nueva entidad, organizada efectivamente y dotada con una alta capa-

Cuadro 2
COSTO DE CONSTRUCCION DE UN METRO DE 25 KM
(US\$ Millones)

Sección	Costo total	Costo por Km
A nivel	845	33.8
Elevado	1.550	62.0
Subterráneo	3.000	120.0

Fuente: Armstrong-Wright, *Urban Transit systems, Guidelines for Examining Options*. World Bank Technical Paper No. 52. Washington, 1986 (Tomado de *Coyuntura Social*)

Cuadro 3
RESULTADOS FINANCIEROS DE SERVICIOS DE METRO

Ciudad	Tarifa/5km (US\$)	Ingresos de Operación Anuales (US\$ 1983 mill)	Costos de Operación Anuales (US\$ 1983 Mill)	Costos anuales Totales (inc. costos de capital) (US\$ 1983 mill)	Ingresos/costos Totales
Caracas	0.47	42.16	33.34	120.28	0.35
Santiago	0.18	20.31	15.32	76.89	0.26
Sao paulo	0.07	40.68	67.15	210.54	0.19

Fuente: Banco Mundial, *transportes urbanos*, Washington, 1986 (Tomado de *Coyuntura Social*).



De izquierda a derecha -Ricardo Salazar, Jaime Rodríguez, Santiago Henao, Jorge Acevedo, Germán Santos, Aldo Villamil, Patricia González y Mauricio Arciniegas.

ciudad técnica, permitirá recuperar la autonomía del Distrito en transporte público, unificar las políticas de transporte, resolver los problemas de intersecciones viales, racionalizar las rutas de los

buses, mejorar las relaciones con los transportadores y en general estudiar y aplicar las recomendaciones técnicas para la solución integral del transporte en Bogotá. ●



DESARROLLOS CIVILES LTDA.

INGENIEROS CONSTRUCTORES

**ESPECIALIDAD EN EJECUCION DE OBRAS CIVILES
EN ZONAS RURALES.**

**CONSTRUCCION Y MANTENIMIENTO DE VIAS.
CONSTRUCCION DE ESTRUCTURAS ESPECIALES
EN CONCRETO.**

ALQUILER DE MAQUINARIA.

**Edificio MASTER CENTER Calle 100 N° 41-40 Of. 419 Tel: 2710840
Fax: 2710840 Bogotá D.E.**



EXPERIENCIA DE SISTEMAS DE TRANSITO MASIVO RAPIDO EN CIUDADES EN DESARROLLO

Tomado de
"The Urban Edge"(*)

A la hora de tomar decisiones acerca de la construcción del Metro en Bogotá son invaluable las experiencias en otras ciudades similares. Por esto hemos considerado de suma importancia resumir las observaciones hechas por los expertos del Laboratorio de Investigaciones Viales y de Transporte de Gran Bretaña, en un estudio para el Banco Mundial en 21 ciudades en países en desarrollo con metros en operación, en construcción o en planeación, entre las que se incluía a Medellín y a Bogotá y cuyas conclusiones más importantes fueron publicadas por "The Urban Edge" (vol. 14 No 1, Enero-Febrero 1990).

La primera observación es que en todas partes, incluyendo países desarrollados, los sistemas de Metros son extremadamente costosos ya que el valor promedio de construcción de cada kilómetro, en redes terminadas recientemente, alcanza cifras que van desde US\$ 50 millones hasta US\$ 165 millones. Esto hace que muchas ciudades comprometan porcentajes altísimos del presupuesto municipal de inversión para su construcción. En Manila, por ejemplo, dichos gastos llegaron a absorber hasta del 65% de su presupuesto. Sin embargo, además de las consideraciones puramente económicas hay que considerar otros aspectos, tales como efectos benéficos en el medio ambiente, la seguridad y eficiencia del transporte y el desarrollo económico generado.

EXPECTATIVAS Y RESULTADOS

La principal razón argüida por las ciudades con estudios para construir el metro era la de mejorar la calidad del transporte público. En general, los buses están inmensamente congestionados y son lentos. De ahí surge la idea de usar sistemas de transporte con mayor capacidad de mayores velocidades de viaje. La segunda razón era la de que este aliviaría la congestión del tráfico con lo que se reducirían accidentes, polución y consumo de energía. Se esperaba que los usuarios del transporte

público y privado escogerían el nuevo sistema de tránsito rápido, reduciendo el número de buses y carros en las calles.

Las investigaciones encontraron que, en general, el transporte público mejoró y que los beneficios principales fueron el ahorro de tiempo y ganancia de comodidad. Los viajeros no tenían que soportar el congestionamiento interno de los buses, los trancones y el estar expuestos a calles ruidosas y contaminadas. Los metros estaban movilizandograndes volúmenes de pasajeros (hasta 75,000 por hora en un sentido). Esto es el triple de la capacidad de una ruta de solobús que puede transportar entre 25.000 y 30.000 pasajeros. Sin embargo, el costo total de los sistemas de buses es apenas el 20% del que resulta en un sistema de tránsito masivo subterráneo.

La segunda meta (reducción de congestión y polución) no se logró. A corto plazo, algunos usuarios de transporte privado adoptan al metro, pero pronto otros motoristas deciden manejar cuando ven que la congestión inicial se alivia. Muchos pasajeros de buses no se cambian al metro porque los paraderos están más separados y son menos convenientes, o porque las tarifas son más altas y su costo es inalcanzable para ellos.

COSTOS SUBESTIMADOS

La discrepancia más grande entre la planeación y los resultados está en el área de costos, tanto en la magnitud de la inversión inicial como en los costos de operación.

Aunque los metros no tienen porqué producir utilidades, puesto que la maximización de ganancias no es usualmente política gubernamental, la mayoría de los gobiernos piensan esperanzada-

(*) Traducción y resumen
de Germán Santos y
Santiago Henao, profesores
de la ESCUELA
COLOMBIANA DE INGENIERIA



mente que los metros son factibles financieramente, lo cual no resulta ser cierto. En las tres cuartas partes de las ciudades los costos de construcción fueron muchísimo más altos que lo proyectado. Los sobrecostos finales oscilaron entre 35% en Seúl y 500% en Río de Janeiro y Calcuta, mientras que en Medellín ya están en más del 100%.

La razón principal de la ocurrencia de las fallas en los planes está en el cambio sustancial en el trazado del sistema del metro en más de la mitad de las ciudades. Por ejemplo, en vez de construir las líneas a nivel como se había planeado inicialmente, en Manila se elevó un tramo de la red y en Estambul se enterraron 3.2 km. de vía.

Los proyectos duraron en promedio dos años más de lo previsto, incrementando sustancialmente el costo. Los retrasos en la construcción se debieron a factores tan variados como: disputas políticas, problemas en la adquisición de tierras, dificultades en las licencias de importación (Medellín) escasez de materiales o financiamiento inadecuado. Dichos retrasos producen sobrecostos por acumulación de intereses, sub-empleo de la mano de obra y la planta, costos extras de administración, supervisión y vigilancia.

Problemas adicionales incluyen devaluaciones inesperadas, métodos de construcción especiales no previstos y mala administración.

Los errores en la estimación de los costos de construcción ocurrieron principalmente en el proceso de planeación, debido a que los estudios apropiados no se hicieron, bien porque las autoridades querían empezar rápidamente o bien porque los análisis eran obsoletos, puesto que se completaron mucho tiempo antes del inicio de la

subestimados. Los costos directos de operación se elevaron no solo debido a que los salarios, combustibles, repuestos e impuestos fueron más altos que lo esperado, sino que también el número de operarios empleados en el Metro fue mucho mayor que lo técnicamente necesario.

Por otro lado, se pensaba que el Metro atraería usuarios suficientes para cubrir tanto los costos de capital como los de operaciones. Sin embargo, el número real de pasajeros transportados dista sustancialmente de lo predicho. Por ejemplo en Porto Alegre se proyectaron 72 millones de pasajeros al año y solo 36 millones efectivamente lo usan. En El Cairo la discrepancia es aún mayor: 566 millones vs. 150 millones.

Los niveles decepcionantes de usuarios en 8 ciudades, entre ellas Santiago, se deben a la mala escogencia de la ruta. Para eliminar los costos elevados de la construcción de túneles en los centros densamente poblados de las ciudades, las líneas se localizaron lejos del centro, reduciéndose costos, pero también el número de usuarios. En Río de Janeiro, las estimaciones de utilización se basaron en un desarrollo futuro demasiado optimista.

Muchas veces, las entradas se ven disminuidas debido a la decisión de mantener un nivel bajo de las tarifas para permitir viajar a más público.

CUANDO SON FACTIBLES LOS PROYECTOS DE CONSTRUCCION DE UN SISTEMA DE TRANSPORTE MASIVO?



Según el especialista de Transporte, Roger Allport, deben cumplirse ciertas condiciones como mínimo:

1. La demanda de viajes existente debe ser alta, por lo menos del orden de 15.000 pasajeros por hora en las horas pico en un corredor principal.

2. Las ciudades deben tener una población de por lo menos 5 millones de habitantes; se citan como excepción las ciudades de Pusan y Singapur las cuales han tenido un desarrollo longitudinal y la población es de alta densidad a lo largo del corredor del Metro propuesto.

construcción, debido a largos períodos de debates.

Los costos de operación (administración y mantenimiento) fueron sobreestimados y los ingresos

construcción, debido a largos períodos de debates. Los costos de operación (administración y mantenimiento) fueron sobreestimados y los ingresos



3. Los niveles de ingreso de la ciudad deben ser lo suficientemente altos (un promedio de US\$ 1.800 per cápita), de tal manera que se logre captar un número suficiente de pasajeros que puedan sufragar el gasto de la tarifa del metro.

De igual manera, como los mayores beneficios derivados de un proyecto de esta naturaleza, son ahorro de tiempo, los ingresos deben ser tan altos que los pasajeros potenciales valoren o aprecien estos ahorros y escojan el metro sobre otros modos de transporte (bus, buseta, taxi o vehículo particular).

4. Debido a que la mayoría de los beneficios asociados con estos proyectos dependen y están estrechamente ligados con el crecimiento económico, los planes y las proyecciones de demanda que sustentan el desarrollo del proyecto deben ser absolutamente realistas. Con mucha frecuencia, las suposiciones se exageran y se tiende a sobreestimar la demanda de una manera optimista, de modo que el proyecto parece más un pensamiento

ambicioso utópico, que un proyecto factible en el corto plazo.

5. Las líneas del Metro que conforman la red deben orientarse desde la periferia hasta los centros de mayor actividad comercial de las ciudades, localizándose un corredor principal, con el propósito de atraer a todos los pasajeros que tengan cierta actividad en el centro, así como para contribuir en el desarrollo continuo y persistente (en el caso de que esto sea considerado positivo por las autoridades locales).

6. Las tarifas deberán fijarse en niveles que los usuarios del servicio puedan pagarlas y deberán ser, no como en la actualidad, (cargo fijo o tarifa lineal, plana) sino variable en función creciente con la distancia.

7. El sistema deberá estar administrado y controlado en su totalidad por NUEVAS empresas, que serán autónomas y por tanto capaces de movilizar, llevar y traer pasajeros con ingenio y eficiencia en la operación y la administración.

NOTAS BREVES

UNA CULTURA GREIFFENIANA

(Versión Libre)

El profesor Haeusler enseñaba geometría analítica en la Escuela de Ingeniería cuando fue designado con toda impropiedad vicerrector de la universidad.

Su reacción natural ante el nuevo cargo consistió en colocar con inusitada celeridad el texto de su primera decisión, en forma de aviso, en la puerta de su importante despacho.

Las personas extrañas a la universidad estaban sorprendidas con la conducta del nuevo funcionario a quien tildaban de excéntrico, para decir lo menos grave, pero sus colegas apenas sonreían. En realidad disfrutaban el acontecimiento.

En una de sus tertulias extracurriculares, los camaradas del profesor, ingenieros casi todos, analizaban la historia del país con la metodología cartesiana de los doctores Zubieta y Montúfar, discutían las incorrecciones del idioma bajo la batuta del doctor Cayzedo, volvían de cuando en cuando a la cortadura de Dedekin, tema esotérico que preocupaba al doctor Lleras, o hacían breves pausas de cuatro a cinco horas, para escuchar los refranes, las anécdotas y la interminable sucesión de cuentos con final inesperado del doctor Sánchez.

En este mundo tan alejado de la llamada ingeniería real, se creaba una cultura para una especie de tradición oral, casi tribal, para profesores de ingeniería, que en el Consejo Profesional, algún presidente de apellido Duque, empezó a llamar cultura greiffeniana, sin saberse a ciencia cierta si su contenido era o no peyorativo; pero lo que si es válido es que, ese afecto por todas las manifestaciones de la cultura hacía del grupo de colegas del profesor Haeusler una fuente inagotable de recursos para llevar una vida plena, que irradiaba su inmenso poder hacia el futuro y en todas las direcciones.

Por estas razones los compañeros de arte del profesor Haeusler, solamente sonrieron cuando les contaron, palabra más, palabra menos, que la primera providencia de su amigo en el nuevo cargo, rezaba algo así: "El Vicerrector anuncia que no está a su cargo conseguir cupos en medicina, ni puestos administrativos, ni atender el servicio de recomendaciones. Gustosamente, hará versiones al español del Sueco, previo concepto favorable de don Gabriel Antonio Goyeneche".

SANCHEZ, el discípulo
Bogotá, agosto de 1990.



SISTEMAS ABIERTOS HOY EN COLOMBIA

Por: Guillermo Caro(*)

1.- CONSIDERACIONES GENERALES

Los sistemas abiertos, desde su introducción en Colombia durante los últimos 10 años, han contribuido en forma substancial al aumento de la utilización de los sistemas, especialmente en la computación personal, la pequeña y mediana industria.

Los principales efectos, analizados más adelante se pueden resumir en los siguientes:

- La disminución de los costos ha permitido su utilización por empresas pequeñas; esto es especialmente válido en nuestros países de economía débil, y dominio de la pequeña empresa.
- La estandarización del sistema operacional y las interfases ha facilitado al usuario la utilización de los sistemas, con creciente independencia de los "técnicos" en la operación diaria.
- La tendencia a la estandarización en las herramientas de producción de sistemas, ha permitido la iniciación de una industria de creación de soluciones, que permite a la ingeniería nacional participar en forma más activa en este mercado.

2.- PRINCIPALES SISTEMAS ABIERTOS

2.1 MS-DOS PC-DOS.

En sus casi 10 años de historia, ha sido el sistema abierto más utilizado en Colombia, y el que inició el proceso de democratización de los sistemas.

Actualmente está presente en casi toda empresa sirviendo las siguientes áreas:

- **HOJA DE CALCULO:** Utilizado desde administrar listas de teléfonos, hasta modelos financieros altamente complejos.

Es el impulsor de una forma diferente de utilizar el computador, en la cual importa más el **interfase con el usuario**, que la eficiencia en la utilización del procesador.

Importa más la **herramienta de uso general** que puede ser utilizada para múltiples propósitos en contra de los programas de propósito específico, esto da mayor libertad al usuario, y mayor familiaridad con el computador.

- **PROCESAMIENTO DE PALABRA:** desde el venerable WordStar conocido por "todo el mundo", pasando por Word y WordPerfect, hasta sistemas sofisticados de publicaciones.

Introdujo en muchas empresas el concepto de **automatización de oficinas** al utilizar el computador en áreas distintas a las puramente administrativas (Nómina, Contabilidad, etc)

- **BASES DE DATOS:** han permitido el desarrollo de muchas aplicaciones, especialmente en la pequeña empresa. Aunque no han logrado su propósito de permitir al no técnico el desarrollo de sus aplicaciones administrativas

Han ayudado a la empresa pequeña a entrar en la sistematización por el bajo costo comparado con soluciones tradicionales de mini y equipo grande.

- **APLICACIONES GRAFICAS:** Con el aumento de capacidades de los equipos, hay un número creciente de empresas explorando campos antes imposibles por el costo o porque no existían herramientas para hacerlo, tal es el caso de publicaciones, diseño textil, diseño

arquitectónico y elaboración de planos.

Estas aplicaciones han colaborado a la tendenciosa de **construcción por bloques**, utilizando varios paquetes en forma integrada para producir una solución.

- **EDUCACION:** Gracias al costo cada vez menor de sistemas basados en Dos, y la aparición de Basic, Logo, Karel y otros, se ha introducido en el bachillerato la enseñanza de computadores.

Las nuevas generaciones ven la utilización del computador como algo usual, útil y reciben entrenamiento desde más temprano.

DESVENTAJAS

Aunque esta plataforma ha contribuido a llevar el computador a más lugares, ha generado fenómenos desventajosos.

- **PIRATERIA:** La facilidad de conseguir copias de los programas hace que no se rentable desarrollar para este ambiente.

- **PROGRAMITAS:** La facilidad de hacer *programitas* en este ambiente, ha desvirtuado el enfoque de *desarrollar un sistema de información*, esto ha llevado a soluciones incompletas y muchas veces inadecuadas.

En general es un campo dominado por los programas producidos en el extranjero, con un mercado muy competido, difícil y de baja rentabilidad para proveedores, y que ofrece poco espacio a los desarrollados para agregar valor.

(*) Socio de Estrada Caro y Cia., ingenieros consultores. Ingeniero civil de la Universidad Javeriana. Profesor en Ingeniería de Sistemas de la ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERIA.



2.2 REDES

Las redes han contribuido a la industria en el proceso de varios años llevando las ventajas del ambiente Dos a las necesidades de información de empresas. En este campo las necesidades primordiales son compartir información entre varios usuarios, y acceso concurrente sobre la información.

En la actualidad hay un número creciente de instalaciones de computadores personales operando en redes locales, soportando además de las aplicaciones mencionadas en el ambiente Ms-Dos/Pc-Dos. aplicaciones más vitales para las empresas:

- **ADMINISTRATIVAS:** Contabilidad, nómina, cartera, facturación, inventarios.
- **TECNICAS:** Producción industrial, sistemas de punto de venta, área técnica de seguros, etc.

El principal campo de acción es en empresas medianas, y departamentos de empresas grandes.

Las principales ventajas para la empresa están en permitir un crecimiento gradual tanto en equipo como en aplicaciones, a la medida de las necesidades, y proteger la inversión en computadores de tipo personal.

Es una plataforma propicia para desarrollar sistemas multiusuario, con la intervención de consultores especializados en el análisis de necesidades, planeación desarrollo e implantación de soluciones.

Existe una marcada tendencia a utilizar la solución tipo Novell, con un servidor de archivos manejado como caja negra que dificulta extender la forma de utilizar los archivos compartidos, e implantar soluciones que se salen del esquema cliente-servidor.

2.3 UNIX

Su ingreso en el país ha sido más reciente, a mediados de la década de los 80.

En Colombia, ha entrado por los lados principalmente, en máquinas pequeñas, con Xenix en equipos basados en el procesador Intel 80x86, para empresas pequeñas, en máquinas medianas basadas en Motorola 68xx e Intel, para em-

presas medianas, y últimamente en versiones RISC.

En la actualidad se están utilizando en su mayoría en procesamiento centralizado, con un equipo ejecutando las aplicaciones y terminales brutas para los usuarios.

Se está utilizando para soluciones similares al Ms-Dos con procesadores de palabra, hojas electrónicas y aún en ambientes gráficos, cubre también las aplicaciones multiusuario como las redes de computadores personales en las áreas administrativas y técnicas.

Sin embargo, dada la amplia divulgación de sus detalles internos, la capacidad de adaptarlo y la amplia gama de equipos en que existe, hacen que se esté utilizando en otros ambientes:

- **AUTOMATIZACION DE OFICINAS:** Con correo electrónico entre diferentes equipos, administración de agenda de varias personas, etc.

- **GRANDES BASES DE DATOS:** existe una amplia variedad de manejadores de bases de datos, y capacidad de administrar grandes volúmenes de información para aplicaciones exigentes.

- **COMUNICACIONES:** Uno de los puntos fuertes del Unix es su capacidad de comunicaciones utilizando diversas arquitecturas (RS232, Ethernet, Token Ring, x.25, etc), y utilizando los protocolos más estudiados y maduros (TCP/IP).

En la actualidad se están implantando en Colombia redes de sistemas Unix para servir aplicaciones de procesamiento distribuido en grandes empresas, ampliando en esta forma el panorama de los sistemas que se pueden desarrollar en el país.

- **FORMACION UNIVERSITARIA:** Así como el Dos es el ambiente utilizado para el bachillerato, el Unix es tradicionalmente utilizado en ambiente universitario, ya que permite desde el estudio de bases de datos y aplicaciones administrativas hasta la investigación en redes y procesamiento distribuido.

El Unix ha encontrado enemigos para su utilización por parte de los amigos del Dos aduciendo su falta de amigabilidad y dificultad de utilización; y los amigos de sistemas grandes aduciendo la falta de seguridad, su capacidad limitada de ma-

nejarse gran número de terminales, y su capacidad limitada de manejar sistemas basados en traducciones; sin embargo todos estos mitos están siendo revaluados y la utilización del Unix es cada vez más común.

2.4 OS/2.

Aunque el OS/2 es llamado a jugar un papel importante en los sistemas abiertos, en especial en el campo de interfases amigables y comunicaciones, en Colombia aún no tiene una utilización amplia.

3. A QUIENES AFECTAN LOS SISTEMAS ABIERTOS

Para analizar las implicaciones y el impacto de los principales sistemas abiertos hoy, es importante hacer un recuento de quienes están involucrados en el proceso.

3.1 EMPRESAS

Su principal interés es mejorar la administración de la información, disminuir los costos tanto en equipo como en desarrollos, y disminuir la incertidumbre al enfrentarse a una sistematización.

En países como el nuestro, los menores costos han afectado muchos más la utilización de sistemas abiertos que en países más ricos.

También la diversidad de soluciones posibles ha creado confusión y hace más difícil la decisión inicial del equipo, sistema operacional, sistema de base de datos, etc.

3.1.1. EMPRESAS PEQUEÑAS

Estas empresas son las que más se han beneficiado con la posibilidad de sistematizarse, con costos a su alcance.

Típicamente están utilizando sistemas abiertos para procesador de palabra, hoja de cálculo y aplicaciones administrativas básicas (contabilidad, inventarios, cartera, nómina); en algunos casos también aplicaciones propias del negocio como el área técnica de seguros, control de producción, etc.

Este nivel de empresas es también el



más susceptible a los problemas de confusión al seleccionar equipos y programas, y al enfoque de sistematización por "programitas" sin un real análisis de necesidades y un diseño integral.

3.1.2. EMPRESAS MEDIANAS

La empresa mediana se ha beneficiado al llevar las aplicaciones a ser manejadas por los responsables de la información (el departamento de contabilidad, el de personal, etc), lo cual tiende a generar información oportuna y confiable.

También ha podido llevar la sistematización a más áreas, e implantar nuevas aplicaciones.

La utilización de sistemas abiertos, ampliamente conocidos, permite cambiar los departamentos de sistemas por consultores externos, disminuyendo problemas de administración de personal, cargas prestacionales y estructura salariales.

3.1.3. GRANDES EMPRESAS

Las grandes empresas han sido más reacias a utilizar sistemas abiertos por tener una tradición difícil de cambiar en sistemas no abiertos, una inversión en programas costosa de reemplazar y en algunos casos, necesidades de volúmenes de información, requerimientos de número de terminales o procesamiento distribuido difíciles de cubrir con los sistemas abiertos actuales.

Sin embargo, existe la tendencia a utilizar sistemas abiertos en nuevas apli-

caciones como automatización de oficinas y aplicaciones departamentales.

Mediante la utilización de redes amplias, la cobertura metropolitana y aún nacional, se están implantando soluciones integrales utilizando sistemas abiertos, obteniendo beneficios de precios y estandarización.

3.2 USUARIOS

Les interesa obtener capacidades cada vez mayores, mayor velocidad, mayor facilidad en la utilización del sistema, y mayor independencia de los técnicos en el manejo y adecuación de sus sistemas.

Los sistemas abiertos han traído ventajas a los usuarios en:

- **INTERFASES AMIGABLES:** manejados por menús, con ayudas permanentes que facilitan manejar las aplicaciones.

- **INTERFASES ESTANDAR:** la tendencia a estandarizar las interfases, permite manejar nuevas aplicaciones con menor entrenamiento y mayor familiaridad.

- **HERRAMIENTAS GENERALIZADAS:** cada vez más poderosas y versátiles, que permiten solucionar más problemas y más complejos.

3.3. PROVEEDORES DE EQUIPO.

Su interés es obtener mayores sectores del mercado, mayor presencia y mantener o aumentar utilidades.

Una creciente utilización de redes y unix ha creado nuevas oportunidades de mercado, y exploración de nuevas aplica-

ciones de los productos ofrecidos.

3.4 CONSULTORES Y DESARROLLADORES

Buscan tener una plataforma amplia en la cual ofrecer sus soluciones, y un mercado que ofrezca perspectivas de crecer y establecer un negocio sólido.

La tendencia de las empresas a contratar externamente la sistematización ha creado nuevas oportunidades.

Los sistemas abiertos permiten desarrollar soluciones que se pueden implantar en diferentes equipos, diferentes sistemas operacionales, y diferentes tamaños de empresa.

Los interfases amigables, y las exigencias de mayores facilidades en la manipulación de la información generan mayor complejidad en los desarrollos; esto hace necesario especializaciones en el manejo de herramientas de generación de aplicaciones.

Las empresas solicitan aplicaciones cada vez más complejas, lo cual exige mayor esfuerzo de análisis, diseño, codificación e implantación, pero ofrece oportunidades crecientes a las empresas consultoras que adquieran experiencia en el manejo de estos proyectos.

Las mayores dificultades se generan por la piratería, y por el síndrome del "programita" por el cual los contratantes asimilan la baja en costos del equipo a una baja en costos de desarrollo; sin embargo, los fracasos de varias empresas con este enfoque están madurando el mercado.



Ingenieros civiles Cálculos Estructurales **ConEstructura Ltda.**

Calle 1 Sur No. 35-434. Interior 105 Teléfono: 266 4873
Apartado Aéreo 50699 Medellín, Colombia. Fax: 268 4716



LA ARITMETICA Y LA MUSICA

Por Bernardo Llevano León

Un aspecto de mucho interés para los aficionados a la música y que tienen a su vez gusto por la matemática, es conocer la base teórica sobre la cual se fundamenta nuestro sistema musical occidental. En esta serie de artículos, pretendemos dar una ilustración somera pero completa de este problema que ha determinado la estética musical desde Pitágoras hasta nuestros días.

Los temas que se cubrirán, son los siguientes:

- Naturaleza del sonido y de la escala
- Las escalas y los modos
- El temperamento
- Sistemas de afinación

NATURALEZA DEL SONIDO

Como todos sabemos de nuestros conocimientos de física elemental, el sonido es el fenómeno físico que se produce cuando hacemos vibrar una masa de aire, de manera tal, que produzca un efecto agradable cuando estimula el tímpano de nuestros oídos, por ejemplo, cuando se suministra energía a un instrumento musical, para hacer vibrar una cuerda o una columna de aire, la vibración resultante hace vibrar el tímpano del oído con la misma frecuencia y éste a su vez, transmite este estímulo a través del nervio auditivo hasta el cerebro y éste finalmente lo interpreta como una determinada nota musical. Sin embargo, cuando un instrumento produce una nota, no se produce una sola frecuencia, sino muchas más que aparecen superpuestas y suenan todas simultáneamente y, aún más, son diferentes en cada instrumento; a estas

frecuencias adicionales al sonido fundamental emitido se les conoce con el nombre SOBRETONOS y son los que determinan que el sonido de un violín sea muy distinto del sonido de un piano o una trompeta cuando tocan la misma nota.

De estos sobretonos, existen unos de ellos que presentan una frecuencia que

es un múltiplo entero de la frecuencia del sonido fundamental, a estos se les llama ARMONICOS y la teoría matemática que estudia este fenómeno se puede encontrar en cualquier libro sobre las series de Fourier. Si hacemos sonar la nota Do central de un piano, se producen los siguientes armónicos;

ARMONICO	FRECUENCIA (Hz)	NOTA	
1	262	Do	Fundamental
2	524	Do	Octava
3	786	Sol	Quinta
4	1048	Do	Octava
5	1310	Mi	Tercera mayor
6	1572	Sol	Quinta
7	1834	Si bb	Séptima Dism.
8	2096	Do	
etc.			

Como se puede ver, aunque escuchamos un solo sonido que corresponde a la nota Do central, esta se encuentra enriquecida por una gran cantidad de sonidos los cuales, con algo de práctica, se pueden discriminar auditivamente.

Ahora bien, si hacemos este mismo experimento a partir de la nota Do, una octava arriba del Do central, y de la nota Sol, una octava y media arriba del mismo Do central, encontramos las siguientes frecuencias:

Do central		Do		Sol	
Armónico	f (Hz)	Armónico	f (Hz)	Armónico	f (Hz)
1	262	1 →	524	1 →	786
2 →	524	2 →	1048	2 →	1572
3 →	786	3 →	1572	3 →	2358
4 →	1048	4 →	2096		
5	1310	5 →	2620		
6 →	1572				
7	1834				
8 →	2096				
9 →	2358				
10 →	2620				
etc.					



Como se puede observar, hay muchos armónicos que coinciden (flechas) en forma exacta en sus frecuencias, lo cual se traduce en un efecto agradable al oído cuando se tocan estas notas simultáneamente, simplemente porque la mayoría de sus armónicos coinciden y sus frecuencias entran en resonancia perfecta.

Cuando dos sonidos o dos notas no coinciden en su frecuencia fundamental, pero están cerca de coincidir, se produce el fenómeno físico de los PULSOS.

La existencia de los pulsos se manifiesta como un sonido que se puede escuchar "detrás" de la nota fundamental, algo así como: "uaa uaa uaa..." y el número de pulsos que se escucha por segundo, es igual a la diferencia de frecuencias de las dos notas. El aprendizaje de la identificación de estos pulsos y su manejo, es la base para la construcción y afinación de los instrumentos de teclado tales como órganos, clavichémbalos y pianos.

INTERVALOS MUSICALES

Con la teoría mencionada, podemos entrar a estudiar los intervalos musicales, estudio muy antiguo que se remonta al filósofo griego Pitágoras (570-540 a.c.) quien estudió las relaciones entre los sonidos y descubrió que todos aquellos sonidos cuyas frecuencias guardan entre sí relaciones aritméticas sencillas, al hacerlos sonar en forma secuencial o de escala, producen una sensación melódica agradable al oído; la relación entre las frecuencias de los sonidos de la escala es lo que llamamos INTERVALO MUSICAL.

Se sabe que fue Pitágoras el que descubrió estas relaciones entre los sonidos y construyó la famosa escala pitagórica. Usando una cuerda tendida sobre una caja de resonancia y mediante la graduación de la longitud de la cuerda, estudió las relaciones de frecuencias entre los sonidos que resultaban agradables al oído y encontró lo siguiente:

RELACION	INTERVALO
2/1	Octava
6/5	Tercera menor
5/4	Tercera mayor
4/3	Cuarta
3/2	Quinta

Al aplicar estas relaciones, en forma ascendente y descendente a partir de un sonido fundamental (Do central), encontramos una secuencia de solo siete soni-

dos que se repiten y que constituyen, al ordenarlos en forma secuencial, la llamada escala Pitagórica:

Octava arriba	Do -Do	2/1	produce	Do
Quinta arriba	Do -Sol	3/2	produce	Sol
Cuarta arriba	Do -Fa	4/3	produce	Fa
Cuarta abajo	Sol -Re	$3/2 \times 3/4 = 9/8$	produce	Re
Quinta arriba	Re -La	$9/8 \times 3/2 = 27/16$	produce	La
Cuarta abajo	La -Mi	$27/16 \times 3/4 = 81/24$	produce	Mi
Quinta arriba	Mi -Si	$81/24 \times 3/2 = 243/128$	produce	Si

Nótese que hemos obtenido las siete notas de la escala, a partir de las relaciones fundamentales encontradas por Pitágoras; al ordenar tenemos:

Do	Re	Mi	Fa	Sol	La	Si	Do
1	9/8	81/64	4/3	3/2	27/16	243/128	2

Observamos que al aplicar las relaciones sencillas originales, para obtener los otros intervalos, obtenemos fracciones que ya no son tan sencillas.

El astrónomo y matemático griego Claudio de Alejandría (70-147 a.d) pro-

puso un ajuste a la escala Pitagórica para regresar a relaciones con números más sencillos que los anteriores; la nueva escala que se llama "escala justa" o escala diatónica, guarda las siguientes relaciones entre sus frecuencias:

NOTA	ESCALA PITAGORICA	ESCALA JUSTA	RELACION A LA NOTA ANTERIOR
Do	1	1	9/8
Re	9/8	9/8	10/9
Mi	81/64	80/64 = 5/4	16/15
Fa	4/3	4/3	9/8
Sol	3/2	3/2	10/9
La	27/16	25/15 = 5/3	9/8
Si	243/128	240/128 = 15/8	16/15
Do	2	2	

Podemos ver que la relación entre notas adyacentes es siempre uno de los tres valores 9/8, 10/9, 16/15. La primera relación se llama un TONO MAYOR, la segunda un TONO MENOR, y la tercera un SEMITONO; esta estructura de escala corresponde a la base de la música occidental y se llama la escala DIATONICA MAYOR por que está formada por dos secuencias similares llamadas TETRACORDIOS:

Primer tetracordio

DO <tono> RE <tono> Mi <semi-
tono> FA

Segundo tetracordio

SOL <tono> LA <tono> SI <semi-
tono> DO

estos dos tetracordios están ligados siempre por un tono

En el artículo siguiente, estudiaremos la manera de construir escalas a partir de cualquier sonido, guardando siempre la misma relación de frecuencias de los dos tetracordios.