



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

# Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias  
de la Tierra

"Software para el Cálculo de Volumen  
de Movimiento de Tierra y Software  
para Cálculo de Pórticos de varios  
pisos por el Método de G. Kani's"

## Tesis de Grado

Previa a la obtención del Título de:

### INGENIERO CIVIL

Presentado por:

**Juan F. Soto Campoverde**

Guayaquil

Ecuador

2002

# AGRADECIMIENTO

**BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

ING. JULIO RODRÍGUEZ Director  
de Tesis, y compañeros por su ayuda y  
colaboración para la realización de  
este trabajo.

# DEDICATORIA



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

A MI MADRE POR SU DURO  
ESFUERZO Y DEDICACIÓN QUE  
HICIERON POSIBLE ALCANZAR  
LA META PROPUESTA.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Edison Navarrete", written over a horizontal line.

ING. EDISON NAVARRETE  
DECANO DE LA FICT

A handwritten signature in brown ink, appearing to be "Rodríguez, R.", written over a horizontal line.

ING. JULIO RODRÍGUEZ  
DIRECTOR DE TESIS

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Patricia Villa", written over a horizontal line.

ING. PATRICIA VILLA  
VOCAL

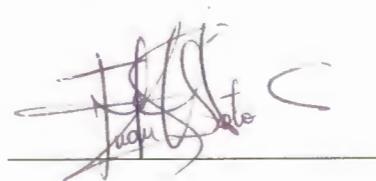
A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Eduardo Santos", written over a horizontal line.

ING. EDUARDO SANTOS  
VOCAL

# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente, y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de graduación de la ESPOL).



Juan Soto Campoverde

**BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

# RESUMEN



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

El presente proyecto plantea la elaboración de un software para el área de Ingeniería Civil, en lo relacionado con el cálculo de áreas, volúmenes para movimientos de tierra, con el dibujo de las secciones longitudinales y transversales de las mismas.

En la actualidad, existen algunos programas que realizan estos cálculos y dibujos, pero su operación y manipulación son en muchos casos complicados para las personas que desean aprender a usar dichos programas, el presente proyecto tiene como objetivo ayudar en el cálculo y dibujo de estas áreas y facilitar de esta manera el trabajo que de otra modo sería muy laborioso hacerlo.

El software está dedicado específicamente para aquellas personas que se desempeñan en el ámbito de realizar estos cálculos para la presentación de planillas en empresas constructoras o fiscalizadoras, es de gran ayuda ya que a parte de plasmar los dibujos muy rápidamente en AutoCad, también los organiza de tal manera que cada elemento quede definido en una capa o layer, facilitando su edición y manipulación.

Por otro lado, también se plantea la elaboración de un software para el área de Ingeniería Civil, en el ámbito del cálculo de los momentos finales de una estructura, como son los pórticos de varios pisos.

A pesar de que existen varios métodos para el cálculo de estructuras reticuladas, los métodos comunes para realizar estos cálculos son muy engorrosos y además hay cierta tendencia al error cuando se trabaja con muchos pisos, ya que los cálculos son iterativos y existe un gran número de variables con las que se debe trabajar, por lo tanto por medio de este software se pretende facilitar dicho trabajo y mostrar los resultados y las variables del cálculo para su comprobación.

Este proyecto (software) no solo está diseñado para trabajar con estructuras reticulares de sección constante si no que también se lo ha diseñado para trabajar con secciones variables, que es el caso que usualmente se presenta en la vida real.

Aunque el desarrollo del software no es fácil, pero es una gran ayuda en el momento del análisis de este tipo de estructuras.



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

# **SOFTWARE PARA EL CÁLCULO DE VOLUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRA**

# INDICE



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL** PAG.

INTRODUCCIÓN	1
1 CONCEPTOS PRELIMINARES	2
1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA	5
1.1.1 CONFECCIÓN DE PLANOS	5
1.1.2 DEFORMACIONES	6
1.1.3 REPLANTEO	7
1.2 TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS	8
1.2.1 MEDIDA DE ÁNGULOS	9
1.2.2 MEDIDA DE DISTANCIAS	9
1.2.3 POSICIONAMIENTO POR SATÉLITE	10
1.3 MÉTODOS DE CÁLCULO DE COORDENADAS	11
1.3.1 RADIACIÓN	11
1.3.2 POLIGONAL	12
1.3.3 INTERSECCIÓN	12
1.3.4 COMPENSACIÓN DE RED	13
1.3.5 FOTOGRAMETRÍA	13
1.4 NIVELACIÓN	14
1.4.1 COTA	16
1.4.2 HITO	16



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

1.4.3 BM	17
1.4.4 NIVEL	17
1.4.5 NIVELACION GEOMÉTRICA SIMPLE	18
1.4.6 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA	19
<b>2 PROGRAMACIÓN</b>	<b>20</b>
2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL ALGORITMO	20
2.1.1 PROGRAMA DE MENÚ	20
2.1.2 PROGRAMA DE CARGA DE MENÚ	24
2.1.3 PROGRAMA SECCIÓN	25
2.1.4 PROGRAMA SECCIÓN1 (RELLAREA4C.LSP)	40
2.1.5 PROGRAMA ÁREA (AR.LSP)	54
2.1.6 PROGRAMA ÁREA PLUS (ARP.LSP)	61
2.1.7 PROGRAMA PERFIL LONGITUDINAL (GRAPERF.LSP)	69
2.1.8 PROGRAMA VOLUMEN.LSP	84
2.1.9 PROGRAMA GRAPERF.DCL	90
2.1.10 PROGRAMA RELLAREA4C.DCL	94
2.1.11 PROGRAMA DE TOPOGRAFÍA (MACRO DE EXCEL)	99
2.2 MANUAL DEL USUARIO	107
2.2.1 OBJETIVO	107
2.2.2 REQUISITOS DE HARDWARE Y DEL SISTEMA	107
2.2.3 ARCHIVOS DEL PAQUETE	108
2.2.4 INSTALACIÓN	110

2.2.5	USO DE LOS PROGRAMAS	112
2.2.6	PROGRAMA SECCIÓN	113
2.2.7	PROGRAMA SECCIÓN 2	121
2.2.8	PROGRAMA ÁREA	123
2.2.9	PROGRAMA ÁREA PLUS (MÚLTIPLE)	126
2.2.10	PROGRAMA VOLUMEN	130
2.2.11	PROGRAMA PERFIL LONGITUDINAL	133
2.3	EJEMPLO DE GRÁFICO DE SECCIONES TRANSVERSALES	136
2.4	EJEMPLO DE GRAFICO DE PERFIL LONGITUDINAL	143
2.5	EJEMPLO DE DIBUJO DE SECCIONES TRANSVERSALES MÚLTIPLES Y CÁLCULO DE VOLUMEN.	146
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	155
	BIBLIOGRAFÍA	158



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 2.1	115
Figura 2.2	117
Figura 2.3	118
Figura 2.4	120
Figura 2.5	122
Figura 2.6	124
Figura 2.7	124
Figura 2.8	127
Figura 2.9	128

Figura 2.10 128

Figura 2.11 132

Figura 2.12 134

Figura 2.13 145



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en la carrera de Ingeniería Civil, en los cursos normales de las materias de Topografía I, Topografía II y Vías de Comunicación se requiere del dibujo y cálculo de secciones transversales, perfiles longitudinales, áreas y volúmenes de tierra, por lo que se considera la implementación de un software que realice estas tareas de una manera rápida y eficiente.

En gran número de ocasiones, en las actividades humanas, se precisa disponer de una representación del terreno con la mayor minuciosidad y detalle posible, aunque en extensiones y grados de la máxima diversidad, desde una simple parcela hasta todo un territorio.

De igual modo los diferentes tipos de vías (autopistas, carreteras, etc.), obras hidráulicas como diques y las necesidades crecientes de la aviación o los trabajos de catastro parcelario exigen representaciones gráficas cada vez con mayores exigencias desde el punto de vista topográfico.

Sin embargo con el advenimiento de computadores modernos estos cálculos, diseños y dibujos se vuelven menos complicados, debido a esto la implementación de programas computacionales que ayuden en estas áreas se vuelve cada vez más necesario.

## CAPITULO I

### I. CONCEPTOS PRELIMINARES

Los agrimensores y topógrafos miden y grafican en el plano, distancias, ángulos, direcciones, áreas, alturas, pendientes, volúmenes, coordenadas y diversos aspectos de toda superficie en la que el hombre y la sociedad pueda desarrollar su actividad de vida. En el ultimo siglo, siempre, se considero muy valiosa y hasta estratégica para el desarrollo de una sociedad las ciencias vinculadas con la medición topográfica. Pero, al comienzo de este nuevo siglo y viviendo en la era de la información los profesionales vinculados con la Agrimensura ( Topografía, geodesia, fotogrametría, cartografía, registro y deslinde de bienes inmuebles, etc. ) han visto degradado el valor que la sociedad le da al resultado de sus trabajos al mismo tiempo que conviven con

una explosión tecnológica en el desarrollo de nuevo y avanzado instrumental y software para ejecutar sus tareas.

Esta paradoja de gran avance tecnológico en el instrumental de medición que convive con un menosprecio de los resultados que ellos arrojan tiene sus raíces en la mala interpretación del significado de la palabra medir.

El significado del verbo medir se menoscaba día a día en distintas actividades o profesiones ya sea:

- Pensando que al medir se debe llegar a un único resultado.
- Creyendo que el resultado de una medición, debe por si misma, arrojar resultados únicamente exactos.
- Considerando que cualquier persona con los elementos apropiados es capaz de realizar cualquier medición.
- Suponiendo que precisión y exactitud son sinónimas.
- Asumiendo que una medición es solamente un dato estadístico.
- Confundiendo resolución con precisión.
- Haciendo creer que un instrumento pueda poseer “Alta Precisión” sin aclarar respecto de que o comparado con que.

Como repaso a todos los conceptos muy básicos involucrados con la medición es que se esbozan las próximas líneas, que considero muy útiles volver a repasar, pese a que alguna vez seguro nos lo han enseñado en la escuela o en la Universidad.

### **La Inexactitud de la Medida**

La medida no es una función privativa de agrimensores y topógrafos o cartógrafos. Desde científicos, biomédicos y hasta físicos reúnen y usan datos medidos diariamente. Una persona puede querer simplemente saber el peso del cuerpo, el diámetro de su cintura, la temperatura del aire, el tiempo del día, el volumen de ingredientes de una receta, u otras variables que afectan nuestra comodidad o necesidades y hábitos diarios. Los comercios o las profesiones pueden involucrar el hecho de leer diales o escalas diariamente en sus trabajos.

Esta introducción corta a la ciencia de medida se destina como un simple repaso a aquellos ya expertos en el tema o como una asistencia a aquellas personas en quienes el proceso de medición y el uso de relación datos no es tan usual.



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

## **Todas las mediciones son Inexactas**

Incluso con el equipo más sofisticado, una medida es una única estimación del tamaño cierto de una cantidad. La exactitud no existe en el mundo físico. "La verdad" es siempre escurridiza cuando viene asociada a una medida. Esto se debe a que los instrumentos, así como también la gente que los usa, son imperfectos, porque el ambiente en que trabajan los instrumentos y la forma en que la gente opera el proceso, y porque el comportamiento de la gente, instrumentos, y el ambiente no pueden predecirse por completo.

Como aproximar el grado de inexactitud de una lectura (u "observación") es interés fundamental de cualquier agrimensor o profesional de la topografía. Debería también ser de interés a todos aquellos que usan dichos datos medidos, ya que cualquier mal entendido podría conducir a una persona a conclusiones equivocadas.

## **1.1 CONCEPTOS BÁSICOS DE CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA**

### **1.1.1 CONFECCIÓN DE PLANOS**

La topografía se ocupa, principalmente, de la representación de una porción de LA TIERRA. Es una ciencia / técnica prima hermana de materias como GEODESIA, CARTOGRAFÍA, FOTOGRAMETRÍA,

GIS... Un levantamiento o topografía consiste en dotar de coordenadas a puntos de la superficie para representarlas visualmente; estas coordenadas están referidas a un sistema preestablecido y determinado. Topografiar es, por tanto, diseñar un modelo semejante al terreno, con unas deformaciones y parámetros de transformación perfectamente acotados.

El producto final suele ser un PLANO o un MAPA. El soporte de esta representación solía ser una hoja de papel pero está siendo sustituido por un soporte magnético. Es fundamental el concepto de ESCALA, es el coeficiente de proporcionalidad entre las medidas lineales del mapa y de la realidad.

### **1.1.2 DEFORMACIONES**

La TIERRA no es plana sino curva, sin embargo, se representa en una superficie plana. Es necesario transformar las coordenadas para que esta representación sea posible. La PROYECCIÓN de un mapa permite representar coordenadas de una superficie curva sobre un plano. Como figura de referencia se escoge una cuya formulación

matemática esté definida; así, se escoge un plano, una esfera o un elipsoide.

El proceso que lleva desde el terreno al mapa es, primero, tomar coordenadas de puntos del terreno proyectadas sobre una figura de referencia (plano, esfera o elipsoide); segundo, aplicar a estas coordenadas una proyección cartográfica que nos da unas coordenadas sobre el plano. Por último, se vuelcan las coordenadas y ya se puede dibujar el mapa.

Indicar la proyección y la escala en el mapa confeccionado es fundamental para que este sea completo. La proyección utilizada en muchos países es la UTM (Universal Transversa de Mercator); la figura sobre la que se proyectan las coordenadas obtenidas en campo es un elipsoide de revolución. Desde este elipsoide la proyección utiliza un cilindro tangente a la tierra por un meridiano para proyectar los puntos desde el centro de la tierra.

### **1.1.3 REPLANTEO**

A menudo un levantamiento sirve de base para realizar un proyecto complicado (edificio, vial, conducción...) de obra civil. Si este está bien hecho por un topógrafo cualificado para ello, el proyecto estará diseñado sobre un modelo semejante al terreno. Este proyecto estará, pues, en condiciones de ser materializado mediante señales que definan puntos, líneas o planos que sirvan de referencia para la construcción de los elementos. La colocación de estas señales se denomina REPLANTEO.

El replanteo de un proyecto es el primer paso en la ejecución del mismo en el terreno y de él depende que el producto final se corresponda con la definición original.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

## **1.2 TÉCNICAS PARA LA OBTENCIÓN DE COORDENADAS**

Las técnicas avanzan que es una barbaridad... Ya casi nada es lo que fue aunque en realidad sí lo sea; quiero decir que hasta la más moderna estación total mide los ángulos del primer teodolito. Además, siempre será necesario un topógrafo o topógrafa que diga qué utilidad tienen las medidas.



FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

### 1.2.1 MEDIDA DE ÁNGULOS

La medida de ángulos empezó al mismo tiempo que la topografía. Los instrumentos topográficos convencionales miden dos: Orientaciones y Elevaciones. Las orientaciones se miden en un círculo horizontal, paralelo al plano del horizonte. Las elevaciones se miden en un círculo vertical paralelo a la dirección de la gravedad en el punto, perpendicular por tanto al horizonte.

Ocurre que en cada punto de la superficie terrestre existe una gravedad distinta, los planos horizontales y verticales de dos instrumentos estacionados en sitios distintos no son paralelos. Según en qué aplicaciones esto no tiene importancia (escalas grandes en las que la superficie terrestre se asume plana) o tiene mucha (escalas pequeñas en las que se representa una amplia porción de superficie terrestre que no pueda asumirse como plana).

### 1.2.2 MEDIDA DE DISTANCIAS

Hasta hace unos años se venían empleando métodos estadimétricos para medir distancias, basados en el acortamiento aparente de los objetos al alejarnos de ellos. Actualmente la medida de distancias se realiza mediante distanciómetros electrónicos. Estos aparatos miden la distancia contando el número de longitudes de onda que entran en el segmento definido por los dos extremos del segmento a medir. Se consiguen errores menores que el centímetro a muy largas distancias (varios kilómetros) con los aparatos convencionales y se puede llegar a precisión superior al milímetro con algunos aparatos especiales.

### 1.2.3 POSICIONAMIENTO POR SATÉLITE

La siguiente revolución de la topografía después del coche y de los distanciómetros ha sido el posicionamiento global a través de satélites espaciales. El GPS se basa en obtener la posición de un punto mediante la resolución de un problema de poli-intersección inversa de distancias en el espacio. Se conoce la posición de los satélites, se puede medir la distancia a ellos (de forma parecida a los distanciómetros); el problema está mejor determinado cuanto más repartidos estén los satélites en el horizonte.



BIBLIOTECA FIC  
ESPOL

Hay un sistema soviético (GLONASS) y otro norteamericano (NAVSTAR), lanzados por el ejército para permitir a sus tropas conocer su posición en cualquier lugar del mundo; el uso civil en tiempo real está penalizado con una pérdida de precisión (de treinta a cien metros) suficiente para muchos usos comerciales (deportivos, control de flotas, navegación...) pero insuficiente para la precisión requerida en la mayoría de los casos para usos cartográficos. Se ha inventado un método para permitir, a posteriori y conociendo las coordenadas de un punto calcular las de otro. Mediante el método Relativo se pueden calcular incrementos de coordenadas con precisión de centímetros y mejores.

## **1.3 MÉTODOS DE CÁLCULO DE COORDENADAS**

### **1.3.1 RADIACIÓN**

El método de radiación dota de coordenadas polares a puntos desde un punto con coordenadas conocidas y una referencia que fije la dirección de la meridiana o Norte.

### 1.3.2 POLIGONAL

Una Poligonal o Itinerario es un encadenamiento de radiaciones desde un punto inicial con coordenadas conocidas y una referencia hasta otro punto con las mismas características. Los puntos o Vértices intermedios son a los que dotamos coordenadas. Este método tiene comprobación, "cierre" en el argot, puesto que encadenando radiaciones desde el inicio debemos llegar a las coordenadas conocidas del final, salvo los errores accidentales acumulados.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

### 1.3.3 INTERSECCIÓN

Mediante los métodos de intersección podemos conocer las coordenadas de un punto con observaciones solamente angulares. Si se trazan triángulos con un vértice común en el punto que queremos calcular y los otros vértices tienen coordenadas conocidas, en virtud de condiciones geométricas es posible calcular las coordenadas. Según se observen direcciones desde los puntos con coordenadas conocidas o desde el punto a calcular se denomina Intersección Directa o Intersección Inversa. Con los aparatos actualmente disponibles es

posible observar la intersección también con distancias, lo que supone un gran avance.

#### 1.3.4 COMPENSACIÓN DE RED

Una red topográfica es un conjunto de series de observaciones (angulares y/o de distancia e incluso GPS) que entrelazan puntos con coordenadas conocidas y puntos a calcular. Si se han realizado más observaciones que las estrictamente necesarias no sólo es posible calcular todas las coordenadas sino que mediante técnicas de compensación, usualmente los Mínimos Cuadrados, se reparten los errores consiguiendo así una configuración más homogénea.



#### 1.3.5 FOTOGRAMETRÍA

La fotogrametría permite obtener un modelo semejante al terreno con imágenes registradas en campo.

Necesita unos puntos (denominados "puntos de apoyo") para efectuar la transformación desde las imágenes a la realidad. Una vez con este modelo es relativamente fácil obtener del mismo las coordenadas de todos los puntos necesarios, con una precisión homogénea y con unos rendimientos que superan con mucho los obtenibles en campo.

Las fotografías pueden cubrir áreas extensas, tomadas desde aviones o incluso satélites para realizar cartografía; también existe la fotogrametría no cartográfica que permite obtener valiosos modelos de objetos medianos (fachadas, pórticos...), pequeños (esculturas, piezas industriales) e incluso microscópicos.



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Es una técnica que no para de evolucionar y que tiene multitud de salidas aún todavía incipientes: fotogrametría con video, obtención de imágenes con radiaciones no visibles, arte, industria, realidad virtual...

## 1.4 NIVELACIÓN

Para conocer el desnivel entre dos puntos a través de un instrumento que mida ángulos y distancias se puede calcular el cateto del ángulo rectángulo formado

por la proyección sobre la superficie de referencia, el segmento que une a los dos puntos y el desnivel que buscamos. Este método adolece de una pérdida muy rápida de precisión en cuanto las distancias y/o el ángulo de elevación crecen.

Para obtener precisión de milímetros en el desnivel entre dos puntos se emplean los Niveles; estos aparatos nos dan una visual rigurosamente horizontal, la diferencia de lecturas a dos miras o reglas verticales nos dará el desnivel entre los puntos donde se apoyen dichas miras. Si encadenamos desniveles parciales podemos calcular un desnivel total entre dos puntos muy alejados.

Existen métodos para minimizar los errores accidentales de la observación y así conseguir esos errores tan pequeños; se denomina a esto NIVELACIÓN DE PRECISIÓN o NIVELACIÓN DE ALTA PRECISIÓN si además de afinar lo más posible en el plano óptico e instrumental se compensa la desviación de la vertical a lo largo de una medición

### **1.4.1 COTA**

Es la distancia vertical que existe desde un plano de referencia horizontal hasta un punto situado en la superficie terrestre, ese plano puede ser arbitrario o con respecto al nivel medio del mar.

Las cotas referenciadas con respecto al nivel medio del mar se las considera verdaderas, por que han sido tomadas, arrastradas, medidas con respecto a un hito del Instituto Geográfico Militar que ya tiene referenciado una cota con el nivel medio del mar.

### **1.4.2 HITO**

Es un cuerpo geométrico que puede ser natural o artificial y de distintas formas, regular e irregular pero siempre que conserve una posición estable.

Un hito natural puede ser una piedra grande un tronco de árbol, el filo del pavimento, etc.

Un hito artificial es el que se construye con ayuda de una mezcla, generalmente un hormigón y tiene una varilla en su interior o una placa con una concavidad pudiendo tener distintas formas.

### **1.4.3 BM**

Las siglas BM significan “Base Marcada” y es un hito pero con cota conocida. Esa cota puede ser verdadera, es decir referenciada respecto al nivel medio del mar o puede ser arbitraria, es decir, referenciada a un plano arbitrario.

### **1.4.4 NIVEL**

El nivel es un equipo topográfico que se usa para medir cotas, desniveles, lecturas verticales con respecto a un plano de referencia horizontal aparentemente paralelo al plano horizontal de la tierra, los niveles existen en el medio de la ingeniería desde niveles normales (clinómetros), niveles estáticos (montados en trípodes).

Estos niveles estáticos pueden ser mecánicos (normales) o automáticos, haciendo el trabajo topográfico más rápido.

Los niveles por lo general solamente giran alrededor del eje vertical, pero se desplazan en un eje horizontal, por lo tanto se tiene que poner el nivel totalmente horizontal para poder trabajar, esto lo logramos con el nivel tubular y/o circular que son partes o componentes del aparato de nivelación.

#### 1.4.5 NIVELACION GEOMÉTRICA SIMPLE



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Es la que se realiza mediante la utilización de un nivel, para obtener cotas, en un terreno de poca extensión (5 a 6 hectáreas) y que no pretende muchas elevaciones de terreno y que permita desde un solo punto realizar todas las medidas.

En la nivelación simple no se cambia de posición el aparato. Se la denomina geométrica por que al calcular los resultados se lo realiza por diferencia o suma algebraica.

La libreta que se emplea para una nivelación geométrica simple debe iniciar con una lectura “atrás” en un BM, luego se realizan todas las mediciones desde un mismo punto girando el aparato pero sin trasladarlo, estas lecturas son “intermedias” y al finalizar se anota una lectura “adelante” realizada en el BM inicial.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

#### 1.4.6 NIVELACIÓN GEOMÉTRICA COMPUESTA

Es el método usado en topografía para medir extensiones de terreno grandes y su orografía sea dificultosa para la lectura del nivel desde una sola posición.

Se considera a la Nivelación Compuesta como la unión de varias nivelaciones simples por medio de un punto de cambio llamado también punto de liga:  $P_c$  o  $\phi$ .

Un punto de cambio es una superficie que termina en una punta, no necesita ser muy grande pero que presente estabilidad y permita girar libremente sobre su propio eje a la estadia o mira. Puede ser natural o artificial. Natural: punta de piedra. Artificial: placa de hierro fundido circular o triangular con una punta en el centro.

La nivelación compuesta se usa para:

- Arrastre de cota,
- Nivelación de puntos de terreno natural
- Los dos casos anteriores juntos

## CAPITULO II

### II. PROGRAMACIÓN

#### 2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL ALGORITMO

En esta parte vamos a mostrar la codificación de los diferentes programas creados, cabe notar que estos programas han sido creados en Visual Lisp, así que la codificación corresponde a dicho lenguaje.

A continuación se detallan cada uno de los programas.

##### 2.1.1 PROGRAMA DE MENU

```
// AutoCad archivo de menú
// c:\archivos de programa\acad2000\support
// creado por JUAN SOTO C.
// NOMBRE DEL ARCHIVO: MDT.MNS
***MENUGROUP=MDT
```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
***POP1
```

```
[MDT]
```

```
Id_Area [Calcular Area]^C^C(load
"c:/lsp/ar.lsp");^C^Car
```

```
Id_Area1 [Calcular Area Múltiple]^C^C (load
"c:/lsp/arp.lsp"); ^C ^C arp
```

```
[--]
```

```
Id_Seccion [Dibujar secciones transv.]^C^C (load
"c:/lsp/seccion.lsp"); ^C ^Cseccion
```

```
Id_Sección1 [Dibujar secciones transv. 2 ]^C^C (load
"c:/lsp/rellarea4c.lsp"); ^C^C rellarea4c
```

```
[--]
```

```
Id_Perfil [Perfil Longitudinal]^C ^C (load
"c:/lsp/graperf.lsp"); ^C ^C graperf
```

```
[--]
```



**BIBLIOTECA DEL LITORAL**



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
Id_Volumen [Calcular Volumen]^C^C (load
"c:/lsp/volumen.lsp"); ^C ^C volumen
```

```
***TOOLBARS
```

```
**MDT
```

```
Id_mdt_barra [_Toolbar("MDT Herramientas", _Floating,
_Show, 400, 50, 0)]
```

```
Id_Area_0 [_Button("Area", "C:/lsp/ico_area_16.bmp", "C:
/lsp/ico_area_16.bmp" ] ^C^C(load "c:/lsp/ar.lsp");^C^Car
```

```
Id_Area1_0 [_Button("Area Plus",
```

```
"C:/lsp/ico_area1_16.bmp",
```

```
"C:/lsp/ico_area1_16.bmp")]^C^C(load
```

```
"c:/lsp/arp.lsp");^C^Carp
```

```
Id_Seccion_0 [_Button("Sección", "C:/lsp/ico_sec_16.bmp",
```

```
"C:/lsp/ico_sec_16.bmp")]^C^C(load
```

```
"c:/lsp/seccion.lsp");^C^Cseccion
```

```
Id_Seccion1_0 [_Button("Sección 2",
```

```
"C:/lsp/ico_sec2_16.bmp",
```

```
"C:/lsp/ico_sec2_16.bmp")]^C^C(load
```

```
"c:/lsp/rellarea4c.lsp");^C^Crellarea4c
```

```
Id_Perfil_0 [_Button("Perfil Longitudinal",
```

```
"C:/lsp/ico_perfil_16.bmp",
```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
"C:/lsp/ico_perfil_16.bmp")]^C^C(load
```

```
"c:/lsp/graperf.lsp");^C^Cgraperf
```

```
Id_Volumen_0      [_Button("Volumen",
```

```
"C:/lsp/ico_volumen_16.bmp",
```

```
"C:/lsp/ico_volumen_16.bmp")]^C^C(load
```

```
"c:/lsp/volumen.lsp");^C^Cvolumen
```

```
***HELPSTRINGS
```

```
Id_Area      [Calcula el área en un poligono cerrado y lo
guarda en un archivo "datos-areas.prn" junto con su abscisa
```

```
Id_Area1     [Calcula el áreas multiples en un poligono
cerrado y lo guarda en un archivo "datos-areas.prn" junto con
su abscisa]
```

```
Id_Seccion   [Dibuja la sección transversal de un archivo
".prn" con los valores de gfrilla automáticos]
```

```
Id_Seccion1  [Dibuja la sección transversal de un archivo
".prn" dándole el usuario los valores a la grilla]
```

```
Id_Perfil    [Dibuja el perfil longitudinal de un archivo
".prn"]
```

```
Id_Volumen   [Calcula el volumen de tierra del archivo "datos-
area.prn" y lo escribe en otro archivo llamado "volumen.prn"]
```

```
//
```

```
// FIN DE ARCHIVO DE MENU
```

```
//
```

### 2.1.2 PROGRAMA DE CARGA DE MENU

```
(defun c:mdt ()
  (setq var (getvar "filedia"))
  (setvar "filedia" 0)
  (setq a "mdt.mns"
        b "c:/isp/mdt.mns"
  )
  (if (or (findfile a) (findfile b))
    (progn
      (if (= a nil)
          (command "menuload" a)
          (command "menuload" b)
        )
      (menucmd "p12=+mdt.pop1")
    )
    (princ "***Error**": Archivo de menú no encontrado")
  )
  (setvar "filedia" 1)
```

)

(prompt "MDT cargado satisfactoriamente.....")

(prompt "Escriba MDT para cargar el menú.")

### 2.1.3 PROGRAMA SECCION

;;Este programa dibuja secciones transversales y coloca las cotas en cada punto

(defun c:seccion ()

;; iniciación de variables

(setvar "cmdecho" 0)

(setq nlay1 nil)

(setq os (getvar "osmode"))

(setvar "osmode" 0)

(command "-style" "Romans" "romans.shx" "" "" "" "n" "n"

"n")

(if (or (= tt nil) (= gtt nil))

(setq tt "0.6")

)

(if (or (= exa nil) (= gex nil))

(setq exa "5")

)



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(if (or (= eya nil) (= gey nil))
    (setq eya "1")
)
(if (or (= gtt1 nil) (= tt1 nil))
    (setq tt1 "0.8")
)
(alert
    "El archivo PRN debe estar ordenado así:\n|
asm|1+200 | cota | dist. |"
)
(if (= nomarch nil)
    (setq nomarch " ")
)
(setq
    nomarch (getfiled "Seleccione el archivo" nomarch
"prn" 8)
)
(setq archivo1 (open nomarch "r"))
(setq archivo2 (open nomarch "r"))
(setq dcl_id (load_dialog "C:/lsp/rellarea4c.dcl"))
(if (new_dialog "seccion" dcl_id)
    (progn

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(if (= (type tt) 'REAL)
  (set_tile "gtt" (rtos tt))
  (set_tile "gtt" tt)
)
(set_tile "gex" exa)
(set_tile "gey" eya)
(set_tile "gtt1" tt1)
(action_tile "gtt" "(setq tt $value)")
(action_tile "gex" "(setq exa $value)")
(action_tile "gey" "(setq eya $value)")
(action_tile "gtt1" "(setq tt1 $value)")
(action_tile
  "cancel"
  "(unload_dialog dcl_id) (exit) (close archivo1)
(close archivo2)"
)
(start_dialog)
(unload_dialog dcl_id)
)
(princ "Error: Unable to load GRAPERF.DCL. ")
)
(setq gex (atof exa))

```

```

(setq gey (atof eya))

(if (= (type tt) 'REAL)
    (setq gtt tt)
    (setq gtt (atof tt)))
)

(setq gtt1 (atof tt1))

(setq gpto1 nil)

(setq gpto2 nil)

(setq linea (read-line archivo1))

(setq lin (read-line archivo2))

(setq b (atof (substr linea 21 10)))

(setq a (atof (substr linea 31 10)))

(setq gxmin a)

(setq gxmax a)

(setq gymin b)

(setq gymax b)

(setq ref 0)

(while (/= linea nil)
    (setq b (atof (substr linea 21 10)))
    (setq a (atof (substr linea 31 10)))
    (setq gxmin a)
    (setq gxmax a)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(setq gymin b)

(setq gymax b)

(setq absc (substr linea 11 10))

(setq absc1 absc)

(while (= absc absc1)

  (setq tipo (substr linea 7 3))

  (setq tipo1 tipo)

  (command "layer" "M" tipo "S" tipo "")

  (command "PLINE")

  (while (= tipo tipo1)

    (setq y (atof (substr linea 21 10)))

    (setq x (atof (substr linea 31 10)))

    ;;creacion de lista

    (if (= tipo tipo1)

      (setq lay1 (append lay1 (list tipo1)))

      (setq lay (append lay (list tipo1)))

    )

    ;; insertamos validacion para max y min en grilla

    (if (> x gxmax)

      (setq gxmax x)

    )

    (if (< x gxmin)

```



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```

      (setq gxmin x)
    )
    (if (< y gymin)
      (setq gymin y)
    )
    (if (> y gymax)
      (setq gymax y)
    )
    ;; fin de insercion
    (setq yref (+ y ref))
    (setq pto (list x yref))
    (command pto)
    (setq linea (read-line archivo1))
    (if (/= linea nil)
      (progn
        (setq tipo (substr linea 7 3))
        (setq absc (substr linea 11 10))
      )
      (progn
        (setq tipo nil)
        (setq absc nil)
      )
    )

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

)
)
(command "")
)
;***** poner text
(setq ab (substr lin 11 10))
(setq ab1 ab)
(while (= ab ab1)
  (setq ti (substr lin 7 3))
  (setq ti1 ti)
  (command "layer"
    "M"
    (strcat ti "num")
    "S"
    (strcat ti "num")
    ""
  )
)
(while (= ti ti1)
  (setq y (atof (substr lin 21 10)))
  (setq x (atof (substr lin 31 10)))
  (setq yref (+ y ref))

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(setq pto
      (list (+ x (* gtt 0.15)) (+ yref (* gtt
0.22)))
      )
(command "text" pto (* gtt 0.65) "0" (rtos y 2 2))
(setq lin (read-line archivo2))
(if (/= lin nil)
      (progn
        (setq ti (substr lin 7 3))
        (setq ab (substr lin 11 10))
      )
      )
      (progn
        (setq ti nil)
        (setq ab nil)
      )
      )
      )
      )
      (command "")
      )
      ;; dibujamos la grilla
      (setq x2 0)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
(setq y2 ref)

(setq pto2 (list x2 y2))

(command "layer" "M" "Grilla" "S" "Grilla" "c" "g" ""
""))
```

```
:: validacion de espacios en grilla
```

```
(setq gymin (- (fix gymin) 3))
;(setq gymax (+ 3 (fix gymax)))
(setq gymax (+ 2 gymax))
(while (/= 0 (rem gymax gey))
  (setq gymax (fix (+ 1 gymax)))
)
```

```
(while (/= 0 (rem gxmax gex))
  (setq gxmax (fix (+ 1 gxmax)))
)
```

```
(while (/= 0 (rem gxmin gex))
  (setq gxmin (fix (- gxmin 1)))
)
```

```
:: fin de validacion
```

```
(setq gyt gymin)
(while (< gyt gymax)
  (setq gxt1 gxmin)
  (setq gxt2 gxmax)
```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(setq gytref (+ gyt ref))

(setq gpto1 (list gxt1 gytref))

(setq gpto2 (list gxt2 gytref))

(command "PLINE" gpto1 gpto2 "")

(setq
  gpto3 (list (- gxt1 (* gtt 2.5))
              (- gytref (/ gtt 2))
            )
)

(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "0" (rtos gyt 2
1))

(setq
  gpto4 (list (+ gxt2 (* gtt 2.5))
              (- gytref (/ gtt 2))
            )
)

(command "TEXT" gpto4 gtt "0" (rtos gyt 2 1))

(setq gyt (+ gyt gey))

)

(setq gpto1 (list gxt1 (+ gytref gey)))

(setq gpto2 (list gxt2 (+ gytref gey)))

(command "PLINE" gpto1 gpto2 "")

```

```

(setq
  gpto3 (list (- gxt1 (* gtt 2.5)) (- (+ gytref gey) (/ gtt
2)))
)
(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "0" (rtos gyt 2 1))
(setq
  gpto4 (list (+ gxt2 (* gtt 2.5)) (- (+ gytref gey) (/ gtt
2)))
)
(command "TEXT" gpto4 gtt "0" (rtos gyt 2 1))
(setq gymax gyt)

(setq gxt gxmin)
(while (< gxt gxmax)
  (setq gyminref (+ gymin ref))
  (setq gymaxref (+ gymax ref))
  (setq gpto1 (list gxt gyminref))
  (setq gpto2 (list gxt gymaxref))
  (command "PLINE" gpto1 gpto2 ""))
(setq gpto3
  (list (+ gxt (/ gtt 2)) (- gyminref (* gtt 1.7)))
)

```

```

(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "90" (rtos gxt 2
1))

(setq gxt (+ gxt gex))

)

(setq gpto1 (list gxt gyminref))

(setq gpto2 (list gxt gymaxref))

(command "PLINE" gpto1 gpto2 "")

(setq gpto3

(list (+ gxmax (/ gtt 2)) (- gyminref (* gtt 1.7)))

)

(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "90" (rtos gxmax
2 1))

(setq gpto4 (list (- gxt 8) (- gyminref (* gtt1 5))))

(setq gpto5 (list (- gxt 8) (- gyminref (* gtt1 6.5))))

(command "LAYER" "M" "abscisa" "S" "abscisa" "")

(command "TEXT" gpto4 gtt1 "0" absc1)

(command "TEXT" gpto5 gtt1 "0" "AREA")

(command "LAYER" "M" "GRILLA" "S" "GRILLA"

"")

(setq ref (+ (+ (* gtt1 7) (* 2 (- gymax gymin)))) ref))

)

```

BIBLIOTECA

FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

```
(setq x2 0)
(setq y2 ref)
(setq pto2 (list x2 y2))
(close archivo1)
(close archivo2)
(setvar "osmode" os)
(setq lay (vl-sort lay1 '>))
```

```
(setq repetir 1
```

```
  i 1
```

```
)
```

```
(setq nlay (car lay))
```

```
(while (= repetir 1)
```

```
  (setq lay (vl-remove (car lay) lay))
```

```
  (if (= lay nil)
```

```
    (progn
```

```
      (setq repetir 0)
```

```
      (setq nlay1 (append nlay1 (list nlay))))
```

```
    )
```

```
  (progn
```

```
    (setq nlay1 (append nlay1 (list nlay))))
```

```
    (setq nlay (car lay))
```

BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

```

    )
  )
)

(setq cont 0
      long (length nlay1)
)

(while (<= cont (- long 1))
  (setq nomblayer (nth cont nlay1))
  (command "-layer"
           "M"
           nomblayer
           "S"
           nomblayer
           "c"
           (+ cont 4)
           ""
           ""
  )
  (command "-layer"
           "M"
           (strcat nomblayer "num")

```

```
        "S"
        (strcat nomblayer "num")
        "c"
        (+ cont 4)
        ""
        ""
    )
    (setq cont (+ cont 1))
)
(command "-layer" "s" "0" "")
(command "_zoom" "E")
)
(defun *error* (mens)
  (if (= mens "quit / exit abort")
    (progn
      (prin1)
      (princ "\nFin")
    )
  )
)
(setvar "cmdecho" 1)
)
```

### 2.1.4 PROGRAMA SECCIÓN1 (RELLAREA4C.LSP)

;Este programa dibuja secciones transversales y coloca las cotas en cada punto

```
(defun c:rellarea4c ()
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setq nlay1 nil)
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (command "-style" "Romans" "romans.shx" "" "" "" "n" "n"
"n")
  (alert
    "El archivo PRN debe estar ordenado así:\n|
asm|1+200 | cota | dist. |"
  )
  (if (or (= gxmin nil) (= gxmi nil))
    (setq gxmi "0")
  )
  (if (or (= gxmax nil) (= gxma nil))
    (setq gxma "0")
  )
  (if (or (= gymin nil) (= gyml nil))
```



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

```
(setq gymi "0")
)
(if (or (= gymax nil) (= gyma nil))
    (setq gyma "0")
)
(if (or (= gtt nil) (= gtta nil))
    (setq gtta "0.6")
)
(if (or (= gtt1a nil) (= gtt1 nil))
    (setq gtt1a "0.8")
)
(if (or (= gex nil) (= gexk nil))
    (setq gexk "5")
)
(if (or (= gey nil) (= geyk nil))
    (setq geyk "1")
)
(if (= nomarch nil)
    (setq nomarch " ")
)

(setq
```

```

nomarch      (getfiled "Seleccione el archivo" nomarch
"prn" 8)
)
(setq archivo1 (open nomarch "r"))
(setq archivo2 (open nomarch "r"))
;;** INICIO DE CUADRO DE DIALOGO
(setq dcl_id (load_dialog "c:/lsp/rellarea4c.dcl"))
(if (new_dialog "ingreso" dcl_id)
(progn
(set_tile "gxmin" gxmi)
(set_tile "gxmax" gxma)
(set_tile "gymax" gyma)
(set_tile "gymin" gymin)
(set_tile "gtt" gtt)
(set_tile "gtt1" gtt1a)
(set_tile "gex" gexk)
(set_tile "gey" geyk)
(action_tile "gxmin" "(setq gxmi $value)")
(action_tile "gxmax" "(setq gxma $value)")
(action_tile "gymin" "(setq gymin $value)")
(action_tile "gymax" "(setq gyma $value)")
(action_tile "gtt" "(setq gtt $value)")

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(action_tile "gtt1" "(setq gtt1a $value)")
(action_tile "gex" "(setq gexk $value)")
(action_tile "gey" "(setq geyk $value)")
(action_tile
  "cancel"
  "(unload_dialog dcl_id) (exit) (close archivo1)
(close archivo2)"
)
(start_dialog)
(unload_dialog dcl_id)
)
(princ "Error: Unable to load RELLAREA4C.DCL. ")
)
;:**FIN DE CUADRO
(setq gxmin (atof gxmi))
(setq gxmax (atof gxma))
(setq gymin (atof gyi))
(setq gymax (atof gyma))
(setq gex (atof gexk))
(setq gey (atof geyk))
(setq gtt (atof gtta))
(setq gtt1 (atof gtt1a))

```

```
(setq gpto1 nil)

(setq gpto2 nil)

(setq linea (read-line archivo1))

(setq lin (read-line archivo2))

(setq ref 0)

(while (/= linea nil)

  (setq absc (substr linea 11 10))

  (setq absc1 absc)

  (while (= absc absc1)

    (setq tipo (substr linea 7 3))

    (setq tipo1 tipo)

    (command "layer" "M" tipo "S" tipo "")

    (command "PLINE")

    (while (= tipo tipo1)

      (setq y (atof (substr linea 21 10)))

      (setq x (atof (substr linea 31 10)))

      ;;creacion de lista

      (if (= tipo tipo1)

        (setq lay1 (append lay1 (list tipo1)))

        (setq lay (append lay (list tipo1)))

      )

      (setq yref (+ y ref))
```

```

(setq pto (list x yref))
(command pto)
(setq linea (read-line archivo1))
(if (/= linea nil)
    (progn
        (setq tipo (substr linea 7 3))
        (setq absc (substr linea 11 10))
    )
    (progn
        (setq tipo nil)
        (setq absc nil)
    )
)
)
)
)
(command "")
)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

;;***** poner texto
(setq ab (substr lin 11 10))
(setq ab1 ab)

```

```

(while (= ab ab1)

  (setq ti (substr lin 7 3))

  (setq ti1 ti)

  (command "layer"

    "M"

    (strcat ti "num")

    "S"

    (strcat ti "num")

    ""

  )

  (while (= ti ti1)

    (setq y (atof (substr lin 21 10)))

    (setq x (atof (substr lin 31 10)))

    (setq yref (+ y ref))

    (setq pto

      (list (+ x (* gtt 0.15)) (+ yref (* gtt

0.22)))

    )

    (command "text" pto (* gtt 0.65) "0" (rtos y 2 2))

    (setq lin (read-line archivo2))

    (if (/= lin nil)

      (progn

```



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

```
(setq ti (substr lin 7 3))  
(setq ab (substr lin 11 10))  
)  
(progn  
  (setq ti nil)  
  (setq ab nil)  
)  
)  
)  
(command "")  
)
```

```
;;***creacion de la grilla
```

```
(setq x2 0)  
(setq y2 ref)  
(setq pto2 (list x2 y2))  
(while (/= 0 (rem gxmax gex))  
  (setq gxmax (fix (+ 1 gxmax))))
```

```

)
(command "layer" "M" "Grilla" "S" "Grilla" "c" "8" ""
""))
(setq gyt gymin)
(while (< gyt gymax)
  (setq gxt1 gxmin)
  (setq gxt2 gxmax)
  (setq gytref (+ gyt ref))
  (setq gpto1 (list gxt1 gytref))
  (setq gpto2 (list gxt2 gytref))
  (command "PLINE" gpto1 gpto2 ""))
  (setq
    gpto3 (list (- gxt1 (* gtt 2.5)) (- gytref (/ gtt 2))))
  )
  (command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "0" (rtos gyt 2
1))
  (setq
    gpto4 (list (+ gxt2 (* gtt 2.5)) (- gytref (/ gtt 2))))
  )
  (command "TEXT" gpto4 gtt "0" (rtos gyt 2 1))
  (setq gyt (+ gyt gey))

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

)
(setq gpto1 (list gxt1 (+ gytref gey)))
(setq gpto2 (list gxt2 (+ gytref gey)))
(command "PLINE" gpto1 gpto2 "");;;;
(setq
  gpto3 (list (- gxt1 (* gtt 2.5)) (- (+ gytref gey) (/ gtt
2)))
)
(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "0" (rtos gyt 2 1))
(setq
  gpto4 (list (+ gxt2 (* gtt 2.5)) (- (+ gytref gey) (/ gtt
2)))
)
(command "TEXT" gpto4 gtt "0" (rtos gyt 2 1));;;;
(setq gymax gyt)

(setq gxt gxmin)
(while (< gxt gxmax)
  (setq gyminref (+ gymin ref))
  (setq gymaxref (+ gymax ref))
  (setq gpto1 (list gxt gyminref))
  (setq gpto2 (list gxt gymaxref))

```

```

(command "PLINE" gpto1 gpto2 "")

(setq gpto3
  (list (+ gxt (/ gtt 2)) (- gyminref (* gtt 1.7)))
)

(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "90" (rtos gxt 2
1))

(setq gxt (+ gxt gex))
)

::(setq gpto1 (list gxt gyminref))
::(setq gpto2 (list gxt gymaxref))
(setq gpto1 (list gxmax gyminref))
(setq gpto2 (list gxmax gymaxref))

(command "PLINE" gpto1 gpto2 "")

(setq gpto3
  (list (+ gxmax (/ gtt 2)) (- gyminref (* gtt 1.7)))
)

(command "TEXT" "J" "R" gpto3 gtt "90" (rtos gxmax
2 1))

:(setq gpto4 (list (- gxt 15) (- gyminref (* gtt1 5))))
:(setq gpto5 (list (- gxt 15) (- gyminref (* gtt1 6.5))))

(setq gpto4 (list gxmin (- gyminref (* gtt1 5))))
(setq gpto5 (list gxmin (- gyminref (* gtt1 6.5))))

```

```

(command "LAYER" "M" "abscisa" "S" "abscisa" "")
(command "TEXT" gpto4 gtt1 "0" absc1)
(command "TEXT" gpto5 gtt1 "0" "AREA")
(command "LAYER" "M" "GRILLA" "S" "GRILLA"
"")
(setq ref (+ (+ (* gtt1 7) (* 2 (- gymax gymin)))) ref)
)
(setq x2 0)
(setq y2 ref)
(setq pto2 (list x2 y2))
(close archivo1)
(close archivo2)
(setvar "osmode" os)
(setq lay (vl-sort lay1 '>))

(setq repetir 1
  i 1
)
(setq nlay (car lay))
(while (= repetir 1)
  (setq lay (vl-remove (car lay) lay))

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(if (= lay nil)
  (progn
    (setq repetir 0)
    (setq nlay1 (append nlay1 (list nlay)))
  )
  (progn
    (setq nlay1 (append nlay1 (list nlay)))
    (setq nlay (car lay))
  )
)
)
)

(setq cont 0
  long (length nlay1)
)

(while (<= cont (- long 1))
  (setq nomblayer (nth cont nlay1))
  (command "-layer"
    "M"
    nomblayer
    "S"
    nomblayer

```



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```

        "c"
        (+ cont 4)
        ""
        ""
    )
    (command "-layer"
        "M"
        (strcat nomblayer "num")
        "S"
        (strcat nomblayer "num")
        "c"
        (+ cont 4)
        ""
        ""
    )
    (setq cont (+ cont 1))
)
(command "-layer" "s" "0" "")
(command "_zoom" "E")
)
(defun *error* (mens)

```

```

(if (= mens "quit / exit abort")
  (progn
    (prin1)
    (princ "\nFin")
  )
)
(setvar "cmdecho" 1)
)

```

### 2.1.5 PROGRAMA ÁREA (AR.LSP)

;calcula el área de una región y escribe el área en AutoCad y en un programa .prn junto con su abscisa

```

(defun c:ar ()
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setq texto nil)
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (command "layer" "m" "area" "s" "area" "c" "6" "" "")
  (setq ppp (getpoint "seleccione punto interno"))
  (command "bpoly" ppp "")
  (setq ob (entget (entlast)))

```

```

(setq obj (cdr (assoc 0 ob)))
(if (/= obj "LWPOLYLINE")
    (progn
        (initget "Si No")
        (setq opc
            (getkword
                "\nNo seleccionó ningun area
                cerrada...\n Escribir Área=0.00 ?
                (Si/No) <Si>:"
            )
        )
    )
    (if (or (= opc "Si") (= opc nil))
        (progn
            (setq aa 0.00)
            (setq aaa (strcat "AREA : 0.00 m2"))
            (setq
                texto
                (entget (car (entsel "\nseleccione texto:
\n"))
            )
        )
    )
    (setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))

```

```

      (setq texto
        (subst (cons 1 aaa) (assoc 1 texto)
          texto)
        )
      (entmod texto)
      (setq texto
        (entget
          (car (entsel "\nseleccione abscisa:
\n"))
          )
        )
      (setq
        abscisa(cdar (cddddr (cddddr (cdddr
texto))))
      )
      (setq archivo
        (open
          "c:/WINDOWS/ESCRITORIO/datos-
areas.prn"
          "a"
          )
        )
      )

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(princ abscisa archivo)

(princ "\t" archivo)

(princ aa archivo)

(princ "\n" archivo)

(close archivo)

(setvar "osmode" os)

(command "-layer" "s" "0" "")

(salir)

(exit)

(princ)

)

(progn

(salir)

(exit)

(princ))

)

)

)

(command "AREA" "o" (entlast))

(command "layer" "m" "achu" "s" "achu" "c" "5" "" "")

(command "-bhatch"

"a"

```



```

    "i"

    "y"

    ""

    "p"

    "ansi31"

    "0.1"

    "0"

    "s"

    (entlast)

    ""

    ""

)

(command "SETVAR" "AREA")

(setq aa (getvar "AREA"))

(setq aaa (strcat "AREA : " (rtos aa) " m2"))

(setq texto (entget (car (entsel "\nseleccione texto: \n"))))

(setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))

(if (/= tex-obj "TEXT")

    (progn

        (princ

            "\nError no seleccionó ningun texto....Fin de

programa!!")

```

```

)
(command "undo" "5")
(salir)
(exit)
)
)
(setq texto (subst (cons 1 aaa) (assoc 1 texto) texto))
(entmod texto)
(setq texto (entget (car (entsel "\nseleccione abscisa: \n"))))
(setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))
(if (/= tex-obj "TEXT")
    (progn
        (princ
            "\nError no seleccionó ningun texto...Fin de
programa!!"
        )
        (command "undo" "6")
        (salir)
        (exit)
    )
)
)
(setq abscisa (cdar (cddddr (cddddr (cdddr texto)))))

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(setq archivo (open "c:/WINDOWS/ESCRITORIO/datos-
areas.prn"
"a"))

(princ abscisa archivo)

(princ "\t" archivo)

(princ aa archivo)

(princ "\n" archivo)

(close archivo)

(setvar "osmode" os)

(command "-layer" "s" "0" "")

)

(defun salir()

(setvar "osmode" os)

(command "-layer" "s" "0" ""))

(defun *error* (mens)

(if (= mens "quit / exit abort")

(progn

(prinl)

(princ "\nFin")

)

)

(if (= mens "Valid hatch boundary not found.")

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

      (progn
        (prin1)
        (salir)
      )
    )
  (setvar "cmdecho" 1)
)

```

### 2.1.6 PROGRAMA ÁREA PLUS (ARP.LSP)

```

(defun c:arp (/ aa ob)
  (setvar "cmdecho" 0)
  (setq op 0)
  (setq os (getvar "osmode"))
  (setvar "osmode" 0)
  (setq aa 0)
  (while (= op 0)
    (command "layer" "m" "area" "s" "area" "c" "6" "" "")
    (setq ppp (getpoint "\nseleccione punto interno"))
    (command "bpoly" ppp "")
    (setq ob (entget (entlast)))
    (setq obj (cdr (assoc 0 ob)))
    (if (/= obj "LWPOLYLINE")

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(progn
  (initget "Si No")
  (setq opc
    (getkword
      "\nNo seleccionó ningun area
cerrada...\n Escribir Área=0.00 ? (Si/No) <Si>:"
    )
  )
)
(if (or (= opc "Si") (= opc nil))
  (progn
    (area-cero)
  )
  (progn
    ;;(salir)
    (initget "Si No")
    (setq opc
      (getkword
        "\n Suma otra area [Si/No]?
<Si>: "
      )
    )
  )
)
(if (or (= opc "Si") (= opc nil))

```



```

(command "layer" "m" "achu" "s" "achu" "c" "5" "" "")
(command "-bhatch"
  "p"
  "ansi31"
  "0.1"
  "0"
  "s"
  (entlast)
  ""
  "")
)
(setq as (getvar "AREA"))
(setq aa (+ as aa))
(initget "Si No")
(setq opc (getkword "\n Suma otra area [Si/No]? <Si>: "))
(if (or (= opc "Si") (= opc nil))
  (setq op 0)
  (escribir );(setq op 1)
)
)
);funcion salir
(defun salir ()

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(setvar "osmode" os)

(command "-layer" "s" "0" "")

(setq aa nil)

(exit)

(setvar "cmdecho" 1)

)

;;funcion escribir

(defun escribir()

  (setq aaa (strcat "AREA : " (rtos aa) " m2"))

  (setq texto (entget (car (entsel "\nseleccione texto \n"))))

  (setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))

  (if (/= tex-obj "TEXT")

    (progn

      (princ

        "\nError no seleccionó ningun texto....Fin de

programa!!"

      )

      (command "undo" "5")

      (salir)

    )

  )

)

(setq texto (subst (cons 1 aaa) (assoc 1 texto) texto))

```

```

(entmod texto)

(setq texto (entget (car (entsel "\nseleccione abscisa: \n"))))

(setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))

(if (/= tex-obj "TEXT")

    (progn

        (princ

            "\nError no seleccionó ningun texto....Fin de
programa!!"

        )

        (command "undo" "6")

        (salir)

        (exit)

    )

)

(setq abscisa (cdar (cddddr (cddddr (cdddr texto)))))

(setq archivo (open "c:/WINDOWS/ESCRITORIO/datos-
areas.prn" "a"))

(princ abscisa archivo)

(princ "\t" archivo)

(princ aa archivo)

(princ "\n" archivo)

(close archivo)

```

```
(salir)
)
;;funcion area cero
(defun area-cero ()
  (setq aa 0)
  (setq aaa (strcat "AREA : 0.00 m2"))
  (setq
    texto
      (entget (car (entsel "\nseleccione texto: "))
    )
  )
  (setq tex-obj (cdr (assoc 0 texto)))
  (setq texto
    (subst (cons 1 aaa) (assoc 1 texto) texto)
  )
  (entmod texto)
  (setq texto
    (entget
      (car (entsel "\nseleccione abscisa: \n"))
    )
  )
  (setq
```

BIBLIOTECA


 FACULTAD DE ING.  
 EN CIENCIAS DE LA TIERRA

```

abscisa
  (cdar (cddddr (cddddr (cddddr texto)))
    )
  )
(setq archivo
  (open "c:/WINDOWS/ESCRITORIO/datos-
areas.prn"
  "a"
  )
)
(princ abscisa archivo)
(princ "\t" archivo)
(princ "0" archivo)
(princ "\n" archivo)
(close archivo)
(setvar "osmode" os)
(command "-layer" "s" "0" "")
(salir)
(exit)
(princ)
)
(defun *error* (mens)

```

```

(if (= mens "quit / exit abort")
  (progn
    (prin1)
    (princ "\nFin")
  )
)
(if (= mens "Valid hatch boundary not found.")
  (progn
    (prin1)
    (salir)
  )
)
(setvar "cmdecho" 1)
)

```

### 2.1.7 PROGRAMA PERFIL LONGITUDINAL (GRAPERF.LSP)

;Este programa dibuja uno o mas perfiles longitudinales y crea una grilla donde coloca en la parte inferior la abscisa y la cota.

```
(defun lee ()
```

```
;; buscamos valores maximos y minimos
```

```

(setq archivo (open nomarch "r"))

(setq linea (read-line archivo))

(setq ymin (atof (SUBSTR linea 11 10)))

(setq ymax (atof (SUBSTR linea 11 10)))

(setq xmin (atof (SUBSTR linea 21 10)))

(setq xmax (atof (SUBSTR linea 21 10)))

(while (/= linea nil)

  (setq y (atof (SUBSTR linea 11 10)))

  (setq x (atof (SUBSTR linea 21 10)))

  (if (> x xmax)

    (setq xmax x)

  )

  (if (< x xmin)

    (setq xmin x)

  )

  (if (< y ymin)

    (setq ymin y)

  )

  (if (> y ymax)

    (setq ymax y)

  )

  (setq linea (read-line archivo))

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

(if (= linea nil)
  (progn
    (setq ymax (+ 2 (fix ymax)))
    (setq ymin (- (fix ymin) 2))
    (if (= 'STR (type ex))
      (setq ex (atof ex))
    )
    (while (/= 0 (rem xmax ex))
      (setq xmax (fix (+ 1 xmax)))
    )
    (while (/= 0 (rem xmin ex))
      (setq xmin (fix (- xmin 1)))
    )
    (close archivo)
  )
)
)
)
;; fin de busqueda
)
(defun valida ()
  (if (= xmin nil)
    (setq xmi "0")
  )
)

```

```
        (setq xmi (rtos xmin))
    )
    (if (= xmax nil)
        (setq xma "0")
        (setq xma (rtos xmax))
    )
    (if (= ymin nil)
        (setq ymi "0")
        (setq ymi (rtos ymin))
    )
    (if (= ymax nil)
        (setq yma "0")
        (setq yma (rtos ymax))
    )
    (if (or (= tta nil) (= tt nil))
        (setq tta "1.5")
    )
    (if (or (= ex nil) (= exa nil))
        (setq exa "50")
        ;(setq exa (rtos ex))
    )
    (if (or (= eya nil) (= ey nil))
```

```

        (setq eya "1")
    )
    (if (or (= esy nil) (= escy nil))
        (setq escy "1")
    )
    (if (= lin nil)
        (setq lin1 "1")
    )
)
)

```

;; Programa Principal

```

(defun c:graperf ()
    (setvar "cmdecho" 0)
    (setq lay nil)
    (setq os (getvar "osmode"))
    (setvar "osmode" 0)
    (command "-style" "Romans" "romans.shx" "" "" "" "n" "n"
"n")
    (alert
        "El archivo PRN debe estar ordenado así:\n|  asm| cota |
dist. |"
    )
)

```

```

(if (= nomarch nil)
  (setq nomarch " ")
)

(setq nomarch (getfiled "Seleccione el archivo" nomarch
"prn" 8))

(setq archivo1 (open nomarch "r"))
(setq archivo2 (open nomarch "r"))

(setq ex 50)

(lee)

(valida)

;:** INICIO DE CUADRO DE DIALOGO

(setq dcl_id (load_dialog "C:/lsp/graperf.dcl"))

(if (new_dialog "gp_ingreso" dcl_id)

  (progn

    (set_tile "xmin" xmi)

    (set_tile "xmax" xma)

    (set_tile "ymax" yma)

    (set_tile "ymin" ymi)

    (set_tile "tt" tta)

    (set_tile "ex" exa)

    (set_tile "ey" eya)

    (set_tile "esy" escy)
  )
)

```

```

(set_tile "lin" lin1)

(action_tile "xmin" "(setq xmi $value)")
(action_tile "xmax" "(setq xma $value)")
(action_tile "ymin" "(setq ymi $value)")
(action_tile "ymax" "(setq yma $value)")
(action_tile "tt" "(setq tta $value)")
(action_tile "ex" "(setq exa $value)")
(action_tile "ey" "(setq eya $value)")
(action_tile "esy" "(setq escy $value)")
(action_tile "lin" "(setq lin1 $value)")
(action_tile
    "cancel"
    "(unload_dialog dcl_id) (exit) (close archivo1)
(close archivo2)"
)
(start_dialog)
(unload_dialog dcl_id)
)
(princ "Error: Unable to load GRAPERF.DCL. ")
)

;;**FIN DE CUADRO

(setq xmin (atof xmi))

```



BIBLIOTECA FICT  
**ESPOL**

```

(setq xmax (atof xma))

(setq ymin (atof ymi))

(setq ymax (atof yma))

(setq esy (atof escy))

(setq ymax (* esy ymax))

(setq ymin (* esy ymin))

(setq tt (atof tta))

(setq ex (atof exa))

(setq ey (atof eya))

(setq linea (read-line archivo1))

(setq line (read-line archivo2))

(setq aa 9.5)

(setq ca (list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt 2))))

(command "TEXT" "j" "r" ca tt "90" "Abscisa" "")

(setq ca3 (list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt aa))))

(setq ref 0)

(while (/= linea nil)

;;;;se crea el perfil

      (while (/= 0 (rem xmax ex))

        (setq xmax (fix (+ 1 xmax)))

```

```

);;
(setq tipo (substr linea 7 3))
(setq tipo1 tipo)
(command "layer" "M" tipo "S" tipo "")
(setq ca3 (list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt aa))))
(command "TEXT" "j" "r" ca3 tt "90" "Cota" "")
(setq l1 (list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt (- aa 0.6)))))
(setq l2 (list xmax (- ymin (* tt (- aa 0.6)))))
(command "pline" l1 l2 "")
(command "PLINE")
(while (= tipo tipo1)
  (setq y (atof (substr linea 11 10)))
  (setq x (atof (substr linea 21 10)))
  (setq yref (+ y ref))
  (setq yref (* esy yref))
  (setq pto (list x yref))
  (command pto)
  (setq linea (read-line archivo1))
  (if (/= linea nil)
    (progn
      (setq tipo (substr linea 7 3))
    )
  )
)

```

```

      (progn
        (setq tipo nil)
      )
    )
  )
)
(command "")

```

;;;;; se crean las lineas de union

```

(setq tip (substr line 7 3))
(setq tip1 tip)
(while (= tip tip1)
  (command "layer" "S" tip "")
  (setq y (atof (substr line 11 10)))
  (setq x (atof (substr line 21 10)))
  (setq yref (+ y ref))
  (setq yref (* esy yref)) ;
  (setq pto (list x yref))
  (setq npto (list x ymin))
  (if (= lin1 "1")
    (command "pline" pto npto "")
  )
)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
(setq ca (list (+ x (/ tt 2)) (- ymin (* tt 2))))
(command "TEXT" "j" "r" ca tt "90" (rtos x 2 2))
(setq ca1 (list (+ x (/ tt 2)) (- ymin (* tt aa))))
(command "TEXT" "j" "r" ca1 tt "90" (rtos y 2 2))
```

```
(setq line (read-line archivo2))
```

```
(if (/= line nil)
```

```
  (progn
```

```
    (setq tip (substr line 7 3))
```

```
    (if (/= tip tip1)
```

```
      (setq lay (append lay (list tip)))
```

```
;;creacion de lista
```

```
  )
```

```
)
```

```
(progn
```

```
  (setq tip nil)
```

```
)
```

```
)
```

```
(if (and (/= tip tip1) (/= tip nil))
```

```
  (progn
```

```

(setq aa (+ 5.7 aa))

(setq ca3

(list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt aa)))

)

(command "TEXT" "j" "r" ca3 tt "90" "Cota")

(setq l1 (list (- xmin (* tt 5))

(- ymin (* tt (- aa 0.6))))

)

)

(setq l2 (list xmax (- ymin (* tt (- aa 0.6)))))

(command "pline" l1 l2 "")

)

)

)

(command "")

)

(setq aa (+ 5.7 aa))

(setq l1 (list (- xmin (* tt 5)) (- ymin (* tt (- aa 0.6)))))

(setq l2 (list xmax (- ymin (* tt (- aa 0.6)))))

(command "pline" l1 l2 "")

(close archivo1)

(close archivo2)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
;;;;; se crea la grilla
```

```
(command "layer" "M" "Grilla" "S" "Grilla" "c" "8" "" "")
(setq pto nil
      pto1 nil
)
(setq yt ymin)
(setq ey (* esy ey));
;;(while (/= 0 (rem xmax ex))
;;      (setq xmax (fix (+ 1 xmax)))
;;      )
(while (< yt ymax)
      (setq xt1 xmin)
      (setq xt2 xmax)
      (setq pto1 (list xt1 yt))
      (setq pto2 (list xt2 yt))
      (command "PLINE" pto1 pto2 "")
      (setq pto3 (list (- xt1 (* tt 2.5)) (- yt (/ tt 2))))
      ;(command "TEXT" "j" "r" pto3 tt "0" (rtos yt 2 0))
      (command "TEXT" "j" "r" pto3 tt "0" (rtos (/ yt esy) 2
0)) ;;
```

```

        (setq yt (+ yt ey))
    )
    (setq pto1 (list xt1 yt))
    (setq pto2 (list xt2 yt))
    (command "PLINE" pto1 pto2 "")
    (setq pto3 (list (- xt1 (* tt 2.5)) (- yt (/ tt 2))));;
    (command "TEXT" "j" "r" pto3 tt "0" (rtos (/ yt esy) 2 0));;
    (setq ymax yt)

    (setq xt xmin)
    (while (< xt xmax)
        (setq pto1 (list xt ymin))
        (setq pto2 (list xt ymax))
        (command "PLINE" pto1 pto2 "")
        (setq pto3 (list (+ xt (/ tt 2)) (- ymin (* tt 2))))
        (command "TEXT" "j" "r" pto3 tt "90" (rtos xt 2 2))
        (setq xt (+ xt ex))
    )

    (setq pto1 (list xmax ymin))
    (setq pto2 (list xmax ymax))
    (close archivo1)
    (close archivo2)

```



```

(command "PLINE" pto1 pto2 "")
(setq pto3 (list (+ xmax (/ tt 2)) (- ymin (* tt 2))))
(command "TEXT" "j" "r" pto3 tt "90" (rtos xmax 2 2))
(setvar "osmode" os)
(setq cont 0
      long (length lay)
)
(while (<= cont (- long 1))
      (setq nomblayer (nth cont lay))
      (command "-layer"
                "M"
                nomblayer
                "S"
                nomblayer
                "c"
                (+ cont 3)
                ""
                ""
      )
      (setq cont (+ cont 1))
)
(command "-layer" "s" "0" "")

```

```

(command "_zoom" "E")
)
(defun *error* (mens)
  (if (= mens "quit / exit abort")
      (progn
        (prin1)
        (princ "\nFin")
      )
      )
  )
(setvar "cmdecho" 1)
)

```



### 2.1.8 PROGRAMA VOLUMEN.LSP

```

(defun c:volumen ()
  (setq lista-a nil
        lista-b nil
        lista-c nil
        lista-d nil
        lista-e nil
        volumen 0)
  )
  (if (= nomarch nil)

```



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

```

        (setq nomarch " ")
    )
    (setq nomarch (getfiled "Seleccione el archivo de Áreas"
                            nomarch
                            "prn"
                            8
                            )
    )
    (setq archivo (open nomarch "r"))
    (setq vol-name (strcat (vl-filename-directory nomarch)
                           "\\Volumen.prn"
                           )
    )
    (setq linea (read-line archivo))
    (while (/= linea nil)
        (setq buscaplus (vl-string-search "+" linea))
        (if (>= buscaplus 1)
            (progn
                (setq sust (vl-string-subst "" "+" linea))
                (setq absc (read sust))
                (setq area (read (substr linea 8)))
                (setq lista-a (append lista-a (list absc)))
            )
        )
    )

```

```

        (setq lista-b (append lista-b (list area)))
    )
    (progn
        (setq absc (read (substr linea 1 8)))
        (setq area (read (substr linea 8)))
        (setq lista-a (append lista-a (list absc)))
        (setq lista-b (append lista-b (list area)))
    )
    )
    ;;fin de if
    (setq linea (read-line archivo))
)
;;fin while
(close archivo)
(setq i 0)
(if (= (length lista-a) (length lista-b))
    (progn
        (while (/= (nth (+ i 1) lista-a) nil)
            (setq dist
                (abs (- (nth (+ i 1) lista-a) (nth i lista-a)))
            )
        )
        (setq area-prom

```

```

                                (abs (/ (+ (nth (+ i 1) lista-b) (nth i lista-
b)) 2))
                                )
                                (setq suma (* dist area-prom))
                                (setq lista-c (append lista-c (list dist)))
                                (setq lista-d (append lista-d (list area-prom)))
                                (setq lista-e (append lista-e (list suma)))
                                (setq i (+ i 1))
                                )
                                )
                                )
;; fin de if
(setq volumen (apply '+ lista-e))
;;abrimos archivo de volumen
(setq vol-arch (open vol-name "w"))
(esp "Abscisa")
(princ text vol-arch)
(esp "Distancia")
(princ text vol-arch)
(esp "Área")
(princ text vol-arch)
(esp "Área Promedio")

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
(princ text vol-arch)
(esp "Volúmen")
(princ text vol-arch)
(princ "\n\n" vol-arch)
(setq cont 0)
(while (/= (nth (+ cont 1) lista-a) nil)
  (princ (esp (rtos (nth cont lista-a))) vol-arch)
  ;lista de abscisa
  (princ "      " vol-arch)
  (princ (esp (rtos (nth cont lista-b))) vol-arch) ;lista de
area
  (princ "\n" vol-arch)
  (princ "      " vol-arch)
  (princ (esp (rtos (nth cont lista-c))) vol-arch)
  ;lista de distancia
  (princ "      " vol-arch)
  (princ (esp (rtos (nth cont lista-d))) vol-arch)
  ;lista de area promedio
  (princ (esp (rtos (nth cont lista-e))) vol-arch)
  ;lista de volumen
  (princ "\n" vol-arch)
  (setq cont (+ cont 1)))
```

```

)
(princ (esp (rtos (nth cont lista-a))) vol-arch) ;lista de abscisa
(princ "          " vol-arch)
(princ (esp (rtos (nth cont lista-b))) vol-arch) ;lista de area
(princ "\n\n\n" vol-arch)
(princ "          " vol-arch)
(princ "          " vol-arch)
(princ "          " vol-arch)
(princ (esp "Volúmen Total:") vol-arch)
(princ (esp (strcat (rtos volumen) " m3"))) vol-arch)
(close vol-arch)
(alert
  (strcat
    "Cálculo de Volumen realizado...\nVolumen Total= "
    (rtos volumen)
    " m3\nLos datos de cálculo se encuentran en el
archivo < " vol-name " >"
  )
)
)
;;fin defun
(defun esp (string)

```

```

(setq long (strlen string))

(cond
  ((= long 1) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 2) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 3) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 4) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 5) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 6) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 7) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 8) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 9) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 10) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 11) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 12) (setq text (strcat " " string " ")))
  ((= long 13) (setq text (strcat " " string)))
  (> long 13) (setq text string))
)
)

```

### 2.1.9 PROGRAMA GRAPERF.DCL

```
// graperf.DCL
```

```
//
gp_ingreso : dialog {
    label = "Ingrese los siguientes datos";
    : column {

        : row {
            : edit_box {
                label = "X's min.";
                edit_width = 5;
                key = "xmin";
            }
        }
        : edit_box {
            is_bold = true;
            label = "X's max.";
            edit_width = 5;
            key = "xmax";
        }
    }
    : row {
        : edit_box {
            label = "Y min.";
            edit_width = 5;

```



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```

        key = "ymin";
    }

: edit_box {
    is_bold = true;
    label = "Y max.";
    edit_width = 5;
    key = "ymax";
    }
    }

    spacer;

    spacer;

: edit_box {
    label = "Tamaño de números.";
    edit_width = 5;
    //value = 1.5;
    key = "tt";
    }

    spacer;

    spacer;

: edit_box {
    is_bold = true;
    label = "Espacio X.";

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
    edit_width = 5;
    //value = 50;
    key = "ex";
    }
: edit_box {
    is_bold = true;
    label = "Espacio Y:";
    edit_width = 5;
    //value = 1;
    key = "ey";
    }
    spacer;
    spacer;
: edit_box {
    is_bold = true;
    label = "Escala en Y:";
    edit_width = 5;
    //value = 1;
    key = "esy";
    }
}
```

```

        spacer_1;
        spacer_1;
    ok_cancel;
}

```

### 2.1.10 PROGRAMA RELLAREA4C.DCL

```

// INGRESO.DCL
//
ingreso : dialog {
    label = "Ingrese los siguientes datos";
    : column {

        : row {
            : edit_box {
                label = "X's min.";
                edit_width = 5;
                //value = "gxmin";
                key = "gxmin";
            }
        }
    }
    : edit_box {
        is_bold = true;
        label = "X's max.";
    }
}

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
        edit_width = 5;
        //value = gxmax;
        alignment = centered;
        key = "gxmax";
    }
}

: row {
    : edit_box {
        label = "Y min.";
        edit_width = 5;
        //value = gymin;
        key = "gymin";
    }

    : edit_box {
        is_bold = true;
        label = "Y max.";
        edit_width = 5;
        //value = gymax;
        alignment = centered;
        key = "gymax";
    }
}
```

```
: row {  
  : edit_box {  
    label = "Espacio en X:";  
    edit_width = 5;  
    //value = 0.6;  
    key = "gex";  
  }  
  : edit_box {  
    is_bold = true;  
    label = "Espacio en Y:";  
    edit_width = 5;  
    //value = 0.8;  
    alignment = centered;  
    key = "gey";  
  }  
}  
: column {  
  : edit_box {  
    label = "Tamaño de números:";  
    edit_width = 5;  
    //value = 0.6;  
    key = "gtt";
```

```
        }  
: edit_box {  
    is_bold = true;  
    label = "Tamaño de texto:";  
    edit_width = 5;  
    //value = 0.8;  
    alignment = centered;  
    key = "gtt1";  
    }  
    }  
    }  
    ok_cancel;  
}  
seccion: dialog {  
label = "Ingrese los siguientes datos";  
: column {  
    : edit_box {  
        label = "Espacio en X:";  
        edit_width = 7;  
        key = "gex";  
    }  
    : edit_box {
```

```
is_bold = true;
label = "Espacio en Y:";
edit_width = 7;
    alignment = centered;
key = "gey";
    }
: edit_box {
label = "Tamaño de números:";
edit_width = 7;
    key = "gtt";
    }
: edit_box {
is_bold = true;
label = "Tamaño de texto:";
edit_width = 7;
    alignment = centered;
key = "gtt1";
    }
}
spacer;
spacer;
ok_cancel;
```

}

## 2.1.11 PROGRAMA DE TOPOGRAFÍA (MACRO DE EXCEL)

Este programa es realizado en Visual Basic.

```
Sub Macro1()
```

```
' Macro1 Macro
```

```
' Macro grabada el 04/01/2002 por JUAN SOTO
```

```
CAMPOVERDE
```

```
'calcula la topografia
```

```
Sheets("Datos").Select
```

```
Range("f7").Select
```

```
ActiveCell.Value = Cells(7, 7) + Cells(7, 3)
```

```
i = 8
```

```
base = 7
```

```
repetir = 1
```

```
While repetir = 1
```

```
While Cells(i, 4) <> Empty
```

```
Cells(i, 7) = Cells(base, 6) - Cells(i, 4)
```

```
i = i + 1
```

```
Wend
```

```
Cells(i, 7) = Cells(base, 6) - Cells(i, 5)
```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Cells(i, 6) = Cells(i, 7) + Cells(i, 3)

base = i

i = i + 1

If Cells(i, 4) <> Empty Then

    repetir = 1

Else

    Cells(i - 1, 7) = ""

    Cells(i - 1, 6) = ""

    repetir = 0

End If

Wend

'crea una hoja prn y copia los datos dándole un formato  
definido

cont = Worksheets.Count

For i = 1 To cont

    Sheets(i).Select

    If ActiveSheet.Name = "prn" Then

        Application.DisplayAlerts = False

        Sheets("prn").Select

        ActiveWindow.SelectedSheets.Delete

        Application.DisplayAlerts = True



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```
End If

Next

Sheets.Add after:=Worksheets(Worksheets.Count)

ActiveSheet.Name = "prn"

Sheets("Datos").Select

i = 8

abscisa = Cells(i, 1)

tipo = Cells(4, 5)

While Cells(i, 7) <> Empty

    cota = Cells(i, 7)

    dist = Cells(i, 2)

    Sheets("prn").Select

    Cells(i - 7, 1) = tipo

    Cells(i - 7, 2) = abscisa

    Cells(i - 7, 3) = cota

    Cells(i - 7, 4) = dist

    Sheets("Datos").Select

    i = i + 1

    If Cells(i, 1) <> Empty Then

        abscisa = Cells(i, 1)

    End If

Wend
```

Sheets("prn").Select

Range("B1").Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.NumberFormat = "0+000"

With Selection

.HorizontalAlignment = xlLeft

.VerticalAlignment = xlBottom

.WrapText = False

.Orientation = 0

.AddIndent = False

.IndentLevel = 0

.ShrinkToFit = False

.MergeCells = False

End With

Columns("A:A").Select

With Selection

.HorizontalAlignment = xlRight

.VerticalAlignment = xlBottom

.WrapText = False

.Orientation = 0

.AddIndent = False

.ShrinkToFit = False



```

.MergeCells = False

End With

Range("A1").Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Font.ColorIndex = 5

Range("B1:D1").Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Font.ColorIndex = 5

Range("B14").Select

ActiveWindow.SmallScroll Down:=-6

Range("A1").Select

Range(Selection, ActiveCell.SpecialCells(xlLastCell)).Select

Selection.Sort Key1:=Range("B1"), Order1:=xlAscending,
Key2:=Range("A1") _
, Order2:=xlAscending, Key3:=Range("D1"),
Order3:=xlAscending, Header:= _
xlGuess, OrderCustom:=1, MatchCase:=False,
Orientation:=xlTopToBottom

Columns("A:D").Select

Selection.ColumnWidth = 10

Range("A1").Select

'elimina las filas que no son numero

```

i = 1

Dim a As Boolean

While Cells(i, 1) <> Empty And Cells(i, 2) <> Empty

    a = IsNumeric(Cells(i, 2).Value)

    If a = True Then

        i = i + 1

    Else

        Rows(i).Delete

    End If

Wend

'crea otros datos para poder graficar con ACAD

total = i

c = 1

absc = Cells(1, 2)

absc1 = Cells(1, 2)

total = total + 1

While Cells(c, 1) <> Empty

    absc1 = Cells(c, 2)

    While absc <> absc1

        Cells(total, 1) = "NIL"

        Cells(total, 2) = absc

        Cells(total, 3) = cota



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```

Cells(total, 4) = dist
Cells(total + 1, 1) = "NIL"
Cells(total + 1, 2) = absc
Cells(total + 1, 3) = cota
Cells(total + 1, 4) = dist
absc = Cells(c + 1, 2)
total = total + 2

```

Wend

```

cota = Cells(c, 3)
dist = Cells(c, 4)
c = c + 1

```

Wend

'ordena los valores

```
Range("A1").Select
```

```
Range(Selection, ActiveCell.SpecialCells(xlLastCell)).Select
```

```
Selection.Sort Key1:=Range("B1"), Order1:=xlAscending,
```

```
Key2:=Range("A1") _
```

```
, Order2:=xlAscending, Key3:=Range("D1"),
```

```
Order3:=xlAscending, Header:= _
```

```
xlGuess, OrderCustom:=1, MatchCase:=False,
```

```
Orientation:=xlTopToBottom
```

```
Columns("A:D").Select
```

```
Selection.ColumnWidth = 10
```

```
Range("B1").Select
```

```
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
```

```
Selection.NumberFormat = "0+000"
```

```
With Selection
```

```
    .HorizontalAlignment = xlLeft
```

```
    .VerticalAlignment = xlBottom
```

```
    .WrapText = False
```

```
    .Orientation = 0
```

```
    .AddIndent = False
```

```
    .IndentLevel = 0
```

```
    .ShrinkToFit = False
```

```
    .MergeCells = False
```

```
End With
```

```
Range("A1").Select
```

```
nombre = InputBox("Ingrese el nombre a grabar.....",
```

```
"Nombre de archivo")
```

```
If nombre <> Empty Then
```

```
    ChDir "C:\ Mis documentos\"
```

```
    ActiveWorkbook.SaveAs Filename:=nombre, _
```

```
        FileFormat:=xlTextPrinter, CreateBackup:=False
```

```
Else
```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

Exit Sub

End If

End Sub



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

## **2.2 MANUAL DEL USUARIO**

### **2.2.1 OBJETIVO**

El objetivo de este documento es aprender a usar el programa denominado MDT, el cual es un asistente de gran ayuda para el cálculo y dibujo de secciones transversales, áreas y volúmenes, en unión con el programa AutoCad 2000, en lo que tiene que ver con el movimiento de tierra de una obra civil, como la construcción de vías, diques o cualquier otra donde sea necesario dibujar secciones para realizar el cálculo de volumen de tierra removida o colocada.

### **2.2.2 REQUISITOS DE HARDWARE Y DEL SISTEMA**

Para ejecutar el programa MDT, su computador deberá disponer de cierto hardware y software instalado en su equipo:



- Microsoft Windows 95 o posterior, o Microsoft Windows NT Workstation 4.0 o posterior.
- Procesador Pentium o superior.
- AutoCad 2000.
- Pantalla VGA 1024 x 768 video display u (800 x 600 VGA video display mínimo).
- Controlador de Video para Windows.
- Un mouse (ratón) u otro dispositivo de puntero.

### 2.2.3 ARCHIVOS DEL PAQUETE

El paquete de instalación viene con los siguientes programas principales:

#### Archivos de Visual Lisp

- **Menu-mdt.LSP** (Programa principal que permite la carga de los demás archivos)
- **Graperf.lsp** (Programa que permite el dibujo de perfiles longitudinales)
- **Ar.lsp** (Programa para cálculo de área)
- **Arp.lsp** (Programa para cálculo de áreas múltiples en la misma sección).

- **Sección.lsp** (Programa que permite el dibujo de secciones transversales).
- **Rellarea4c.lsp** (Programa para dibujo de secciones transversales homogéneas).
- **Volumen.lsp** (Programa que permite el cálculo de volumen de tierra).

#### **Archivos DCL (Dialogue Control Language)**

- **Graperf.dcl** (Archivos de cuadros de diálogo)
- **Rellarea4c.dcl** (Archivos de cuadros de diálogo)

#### **Archivo de Menú**

- **Mdt.mns** (Archivo de menú para AutoCad)

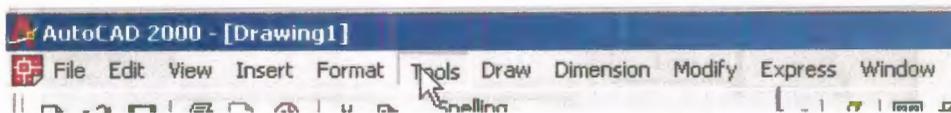
También vienen con el paquete los archivos de tipo BMP necesarios para la creación de los toolbars (barras de tareas), y un archivo de Excel llamado Programa de Topografía, el cual contiene una macro hecha en Visual Basic y que nos es muy útil para calcular las cotas de una nivelación simple o compuesta, también se incluyen algunos archivos de ejemplos.



## 2.2.4 INSTALACIÓN

Para instalar este software y que obtenga el mayor beneficio de él, se tiene que realizar los siguientes pasos:

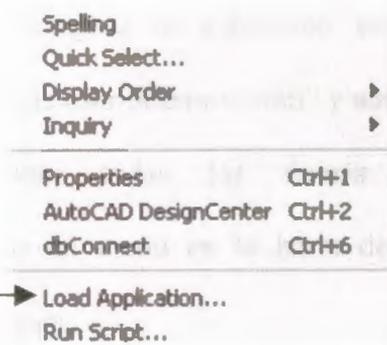
1. Ejecute el archivo de lotes “INSTALAR.BAT” el cual va a crear una carpeta llamada “LSP” en la unidad “C:” de su computador, y va a copiar todos los programas mencionados arriba, si esto por cualquier motivo no funcionara, copie usted mismo todos los archivos del paquete a la carpeta creada.
2. Abra AutoCad 2000 y de la barra de menús escoja “Tools”.



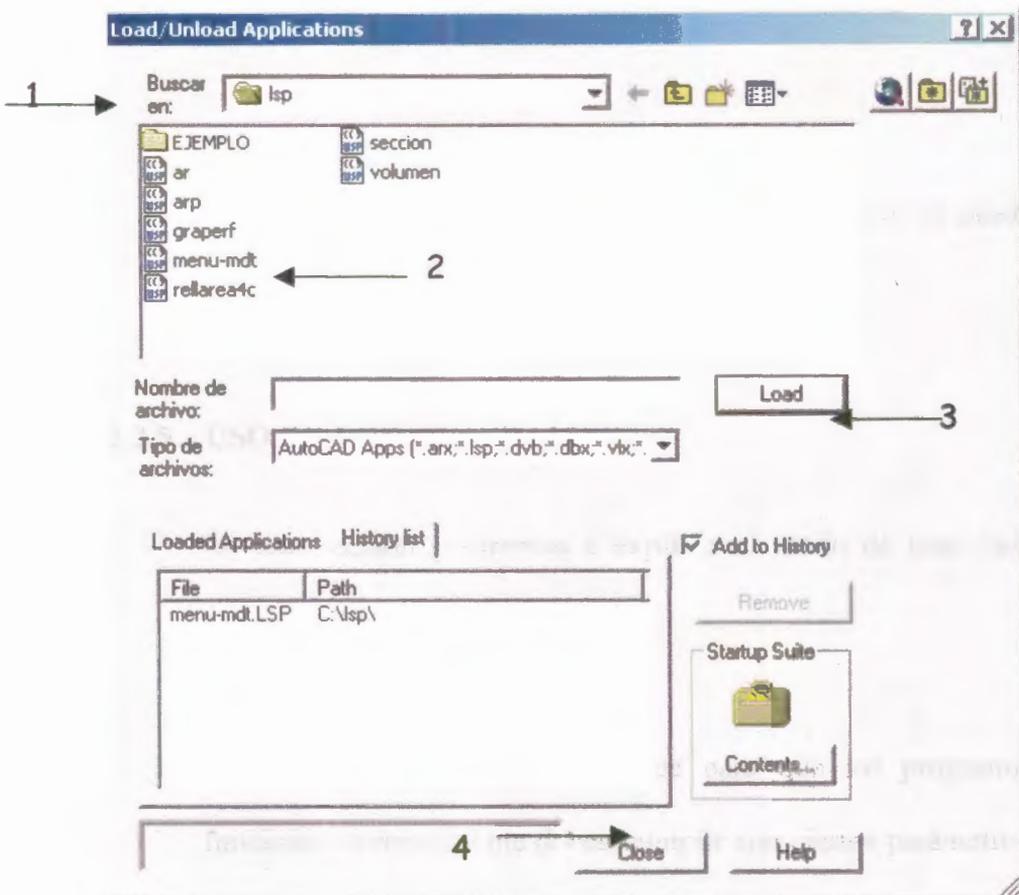
3. Luego escoja la opción Load Application....



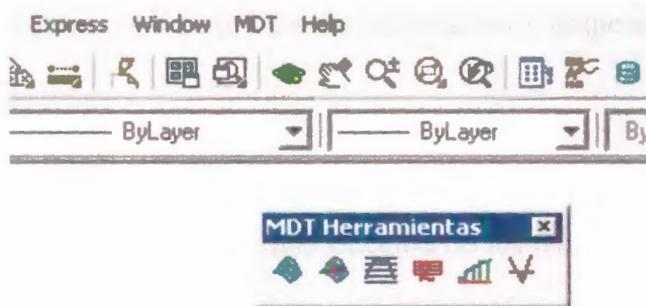
BIBLIOTECA FICT  
ESPOL



4. Aquí le aparecerá un cuadro de dialogo, 1) en “Buscar en” escoja la carpeta LSP del disco C:, 2) luego escoja la aplicación “menu-mdt” y de clic en 3) “Load” y 4) “Close”.



5. Una vez cargada la aplicación en la línea de comandos de escribiremos “mdt” y automáticamente se cargaran todas las demás aplicaciones, incluyendo un menú en la barra de menús y un toolbar nuevo.



6. Una vez que ha realizado todos estos pasos ya puede empezar a usar los programas.

### 2.2.5 USO DE LOS PROGRAMAS

En esta sección pasaremos a explicar el modo de usar cada aplicación del software MDT.

Es necesario tener en cuenta que para que los programas funcionen correctamente deben cumplir con ciertos parámetros,

y además debemos darles la información correcta para obtener los mejores resultados, es así por ejemplo que para dibujar secciones transversales debemos darle de entrada un archivo de tipo "PRN" (Archivo delimitado por espacios) que contenga los datos de las secciones que se vayan a dibujar, este tipo de archivo lo podemos crear por ejemplo desde Microsoft Excel, luego el programa nos pedirá ciertos parámetros y empezara a dibujar las secciones.

Si cometiéramos errores en la introducción de los datos esto se puede verificar cuando ya tenemos el dibujo, y debido a que cada parámetro esta bien detallado es fácil encontrar los errores.

Cada uno de estos pasos se explicaran con detalle a continuación.

## 2.2.6 PROGRAMA SECCIÓN



Este programa dibuja las secciones transversales de un levantamiento topográfico de nivelación simple o compuesta, crea capas o "layers" para cada tipo, dibuja una grilla numerada y dibuja los perfiles de cada abscisa, pero para esto necesita

primero de un archivo que contenga los datos de una manera precisa, como ya se ha mencionado antes, este archivo debe ser un archivo de tipo "PRN" es decir un archivo delimitado por espacios, para cada columna de datos se le debe asignar 10 espacios, esto es importante para cuando nosotros mismos creamos nuestro archivo.

Los datos que debe contener este archivo son los siguientes:

- El **tipo** del levantamiento, ya sea este por ejemplo el levantamiento de un terreno natural, un as made, u otro tipo. Se debe tener en cuenta que el nombre con que designemos el tipo de levantamiento debe constar de 3 letras y debe tener una alineación a la derecha.
- La **abscisa** en la que se realiza el levantamiento, debe tener hasta 10 caracteres de longitud como máximo y con cualquier tipo de formato siempre y cuando sea numérico.

BIBLIOTECA

FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

- La **cota** de un punto dado, es decir la distancia vertical sobre el nivel del mar al cual se encuentre dicho punto.
- Y la **distancia** horizontal del eje a la que se encuentre dicho punto.

Estos datos son los que se sacan de lo que se conocen como “espinas de pescado” de un levantamiento.

Un ejemplo de esto se muestra en la figura 2.1

Aquí se puede notar que hay dos **tipos** de levantamiento a uno se le ha llamado tna y al otro dis y están alineados a la derecha, luego está la **abscisa** en la que se realiza el levantamiento, la **cota** y la **distancia** desde el eje. Los números negativos indican una distancia a la izquierda del eje y los positivos indican distancias a la derecha del eje. Se les debe ordenar de menor a mayor según el tipo y la abscisa, si lo hacemos desde Excel entonces ordenaríamos en orden ascendente por las columnas B, A, D.

	A	B	C	D	E
1	dis	1+800.0	20.06	-14	
2	dis	1+800.0	24.06	-2	
3	dis	1+800.0	24.06	0	
4	dis	1+800.0	24.06	2	
5	dis	1+800.0	20.06	10	
6	tna	1+800.0	19.794	-17	
7	tna	1+800.0	20.304	-13	
8	tna	1+800.0	20.774	-12	
9	tna	1+800.0	20.964	-5	
10	tna	1+800.0	22.834	-0.5	
11	tna	1+800.0	22.864	0	
12	tna	1+800.0	22.514	7.2	
13	tna	1+800.0	21.414	7.8	
14	tna	1+800.0	21.074	12.8	
15	dis	1+820.0	20.054	-14	
16	dis	1+820.0	24.054	-2	
17	dis	1+820.0	24.054	0	
18	dis	1+820.0	24.054	2	
19	dis	1+820.0	20.054	10	
20	tna	1+820.0	19.704	-16.5	
21	tna	1+820.0	20.204	-13.4	
22	tna	1+820.0	20.974	-11.3	
23	tna	1+820.0	21.174	-4.4	
24	tna	1+820.0	22.784	0	
25	tna	1+820.0	22.994	2.8	
26	tna	1+820.0	22.824	4.5	
27	tna	1+820.0	22.724	8	
28	tna	1+820.0	21.594	8.5	
29	tna	1+820.0	21.574	13	
30	dis	1+840.0	20.048	-14	
31	dis	1+840.0	24.048	-2	
32	dis	1+840.0	24.048	0	
33	dis	1+840.0	24.048	2	
34	dis	1+840.0	20.048	10	
35	tna	1+840.0	19.844	-17	
36	tna	1+840.0	20.184	-12	
37	tna	1+840.0	21.074	-9.6	
38	tna	1+840.0	21.264	-2.6	


**TN-DIS-DIQUE**

Fig 2.1 Ejemplo de archivo "prn" editado en Excel

Algo que también se tiene que notar es que para que el

programa dibuje las secciones **siempre se debe tener dos tipos** de levantamiento, como en el ejemplo mostrado, caso contrario se generaría un error en los dibujos. Si no contamos con dos tipos de levantamiento y solo queremos dibujar un único perfil, entonces podemos usar una macro creada en Excel y que se encuentra dentro del archivo “Programa de topografía.xls” que viene con el paquete de instalación. Este programa solo necesita los datos de la nivelación y calcula las cotas automáticamente y crea un archivo “PRN” ordenado y listo para utilizarlo con el programa sección de MDT.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nivelacion de: ASS MADE A LA FECHA							
2	Obra: DIQUE IZQUIERDO RIO BULUBULU SECTOR TILAPERA							Calcular
3	Fecha: Octubre 13 del 2000							
4	Observador: Edgar Silva			Tipo: asm				
5								
6								
7	BM		2 197			27.792	25.595	
8	#1		1.810		3 011	26.591	24.781	
9		0+000	0.00		2.08		24.511	
10			0.60		2.12		24.471	
11			1.40		2.36		24.211	
12			5.40		2.53		24.061	
13			7.40		1.46		25.131	
14			13.40		1.27		25.321	
15			15.60		0.02		26.571	
16			18.40		2.15		24.441	
17			21.70		2.14		24.451	
18			-13.10		1.96		24.631	
19			-18.60		2.11		24.481	
20		0+020	0.00		1.94		24.651	
21			1.00		2.54		24.051	
22			5.60		2.48		24.111	
23			7.50		1.49		25.101	
24			12.60		1.49		25.101	
25			16.00		0.05		26.541	
26			17.00		0.05		26.541	
27			18.10		1.61		24.981	
28			20.00		2.13		24.461	
29			-9.90		2.06		24.531	
30			-13.20		2.21		24.381	
31		0+040	0.00		3.19		23.401	
32			1.30		3.83		22.761	
33			4.90		3.90		22.791	
34			7.70		1.72		24.871	
35			12.50		1.59		25.001	
36			16.10		0.49		26.101	
37			16.20		0.49		26.101	
38			16.20		0.49		26.101	

Fig. 2.2 Datos de entrada para macro de Excel.

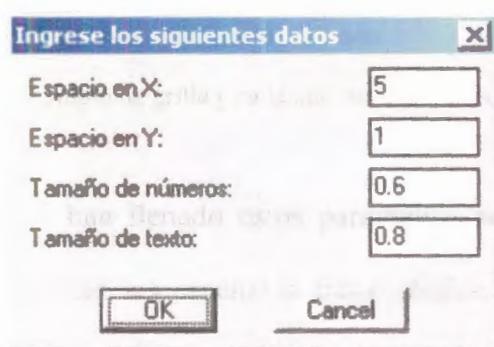
	A	B	C	D	E
1	asm	0+020	24.381	-13.2	
2	asm	0+020	24.531	-9.9	
3	asm	0+020	24.651	0	
4	asm	0+020	24.051	1	
5	asm	0+020	24.111	5.6	
6	asm	0+020	25.101	7.5	
7	asm	0+020	25.101	12.6	
8	asm	0+020	26.541	16	
9	asm	0+020	26.541	17	
10	asm	0+020	24.981	18.1	
11	asm	0+020	24.461	20	
12	NIL	0+020	24.461	20	
13	NIL	0+020	24.461	20	
14	asm	0+040	23.271	-20.3	
15	asm	0+040	23.511	-10	
16	asm	0+040	23.401	0	
17	asm	0+040	22.761	1.3	
18	asm	0+040	22.791	4.9	
19	asm	0+040	24.871	7.7	
20	asm	0+040	25.001	12.5	
21	asm	0+040	26.101	15.1	
22	asm	0+040	26.101	16.2	
23	asm	0+040	24.871	18	
24	NIL	0+040	24.871	18	
25	NIL	0+040	24.871	18	
26	asm	0+060	22.741	-20	
27	asm	0+060	22.891	-11	
28	asm	0+060	22.831	0	
29	asm	0+060	22.541	6.1	
30	asm	0+060	24.731	8.2	
31	asm	0+060	24.751	13.1	
32	asm	0+060	25.861	15	
33	asm	0+060	25.891	16.7	
34	asm	0+060	24.691	18.8	
35	NIL	0+060	24.691	18.8	
36	NIL	0+060	24.691	18.8	
37	asm	0+080	22.151	-21.5	
38	asm	0+080	22.441	-11.8	

Fig. 2.3 Datos de salida creados por macro de Excel

En la figura podemos ver los datos de salida del programa, listos para usarse con el programa “sección” de AutoCad.

Esta es la manera correcta de crear el archivo “PRN” para dibujar perfiles de un solo tipo. En el ejemplo los datos tipo “NIL” se dibujaran pero solo representan un punto de dibujo y por lo tanto no se verán al dibujarlos, o caso contrario podrá apagar la capa en la éstos se encuentran.

Una vez que tenemos el archivo, puede correr el programa “sección” y para esto podemos presionar el icono  de la barra de herramientas o podemos escoger del menú MDT la opción “Dibujo de secciones transv.”, realizado esto el programa presentará una advertencia de cómo debe estar ordenado el archivo, luego aparece un cuadro de diálogo para escoger el archivo “prn” que contiene los datos de la nivelación, y finalmente mostrará un cuadro donde se solicita los siguientes datos:



Ingrese los siguientes datos	
Espacio en X:	<input type="text" value="5"/>
Espacio en Y:	<input type="text" value="1"/>
Tamaño de números:	<input type="text" value="0.6"/>
Tamaño de texto:	<input type="text" value="0.8"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Cancel"/>	



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

El espacio en X que se solicita, significa a que espaciamiento se colocaran las líneas verticales que forman la grilla, el espacio en Y es el espaciamiento de las líneas horizontales que forman la grilla, el tamaño de los números indica el tamaño que van a tener los números de la grilla y de los perfiles y el tamaño de texto indica la altura que tendrá el texto que identifica a cada

sección. Es importante que la altura del texto sea mayor o igual que la altura de los números.

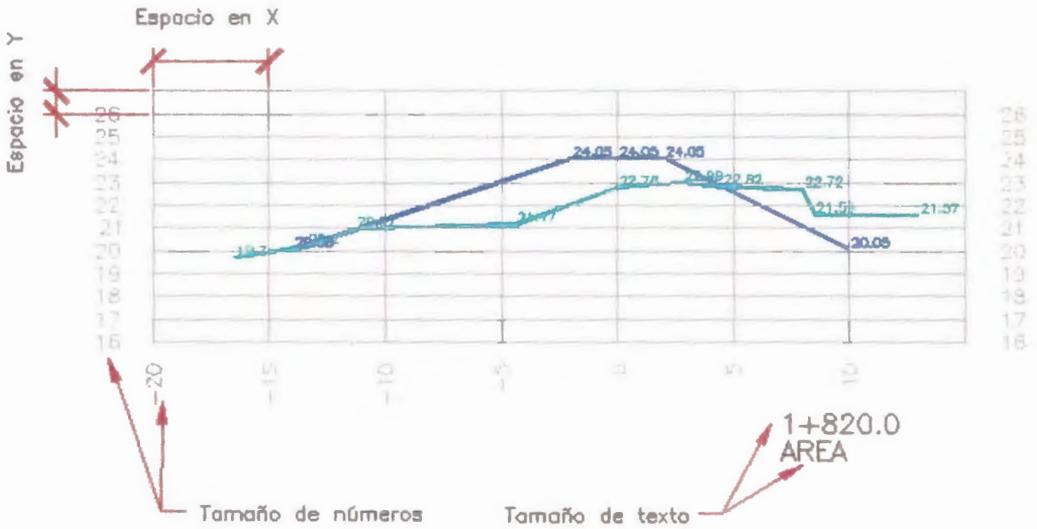


Fig. 2.4 Ejemplo de grilla y cada uno sus elementos.

Una vez que se han llenado estos parámetros se empiezan a dibujar en AutoCad las secciones transversales, cada tipo se dibuja en una capa diferente de tal manera que más tarde se los pueda controlar independientemente, cabe acotar que si algo sale mal en el dibujo ya sea esto por un dato mal ingresado, es muy fácil corregir esto en el archivo "prn", borrar las secciones y volverlas a dibujar, pero se debe tener cuidado cuando se vuelva a dibujar las secciones transversales, todas las capas (layers) deberán estar activados, por que de otro modo se produciría un error.

### 2.2.7 PROGRAMA SECCIÓN 2



Este programa también dibuja las secciones transversales de un levantamiento topográfico de nivelación simple o compuesta, crea capas para cada tipo, dibuja una grilla numerada y dibuja los perfiles de cada abscisa, también utiliza el mismo archivo “prn”, la única diferencia que existe con el programa sección analizado en la parte anterior es que cuando llenamos los parámetros para la grilla, aquí se nos piden otros datos adicionales, los cuales van a hacer que la grilla mantenga las dimensiones que le demos, el programa sección agranda o disminuye el tamaño de la grilla automáticamente dependiendo de los datos que se tengan en la nivelación, en cambio el programa sección 2 no lo hace así, sino que le tenemos que dar el tamaño de la grilla nosotros mismos, y este tamaño será estándar para todas las secciones.

Los datos adicionales que tenemos que darle al programa son los que se muestran:

Ingrese los siguientes datos			
X's min.:	<input type="text" value="0"/>	X's max.:	<input type="text" value="0"/>
Y min.:	<input type="text" value="0"/>	Y max.:	<input type="text" value="0"/>
Espacio en X:	<input type="text" value="5"/>	Espacio en Y:	<input type="text" value="1"/>
Tamaño de números:			<input type="text" value="0.6"/>
Tamaño de texto:			<input type="text" value="0.8"/>
<input type="button" value="OK"/>		<input type="button" value="Cancel"/>	

En donde los valores de la figura son los valores por defecto, el valor de X's min. indica el mínimo valor que tendrá la grilla en su lado izquierdo del eje, X's máx. indica el máximo valor que

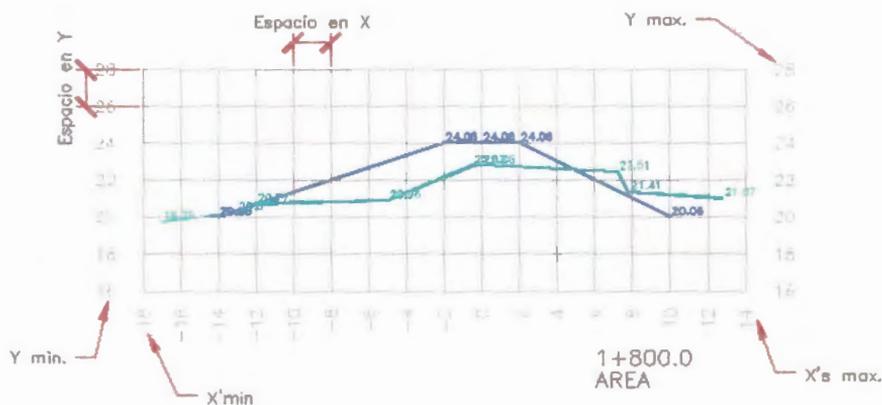


Fig. 2.5 Ejemplo de grilla para programa Sección 2

tendrá la grilla a la derecha del eje, así mismo Y min. indica el mínimo valor de la grilla en la parte inferior o la mínima cota por decirlo así, Y máx. indica el máximo valor o mayor cota que tendrá la grilla.

Los otros parámetros (Espacio en X, Espacio en Y, tamaño de números, y tamaño de texto) son los mismos que se explicaron para el programa sección. Una vez que se le han dado todos los parámetros necesarios el programa empieza a dibujar las secciones transversales, claro estas las mismas tendrán todas el mismo tamaño.

### 2.2.8 PROGRAMA ÁREA



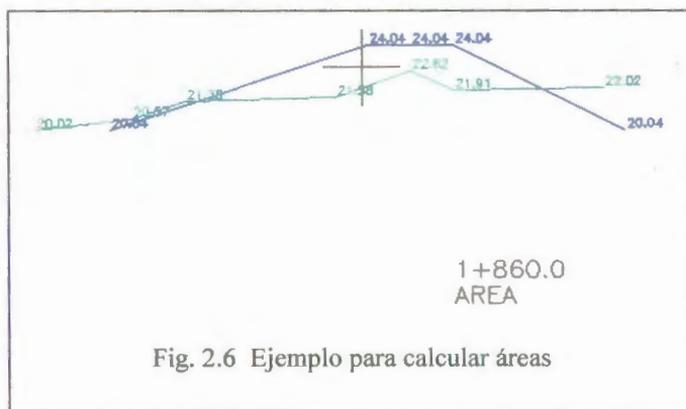
El objetivo de este programa es calcular el área de una sección cerrada, escribir dicha área en AutoCad y también guardarla en un archivo prn junto con la abscisa de esa sección.

El programa solo necesita tener una sección cerrada, un texto que identifique la sección y otro para el área. Es conveniente apagar la capa llamada grilla antes de realizar el cálculo del área.

Para ejecutar este programa siga los siguientes pasos:

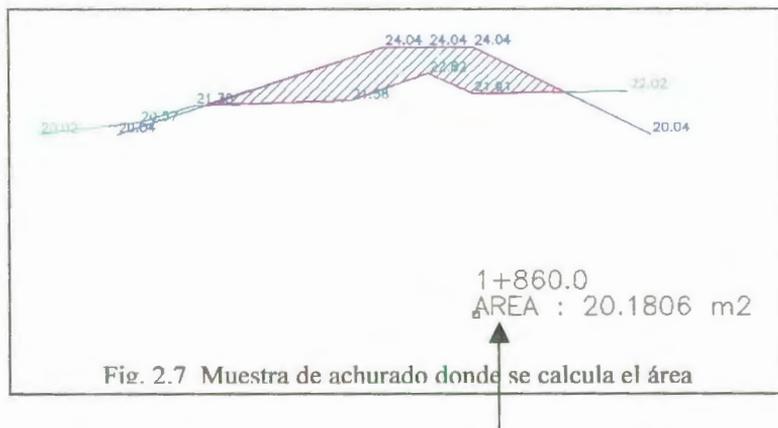
1. Presione el icono  de la barra de tareas, el programa le pedirá “seleccione punto interno”, en

ese momento hacemos clic dentro del área a calcular.



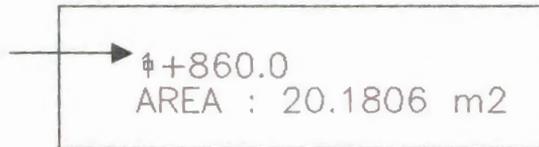
Cuando realizamos esto se crean nuevas capas llamadas área y achu en las cuales se depositaran las respectivas entidades de AutoCad de área y achurado (hatch), luego el área seleccionada se sombreara con el achurado.

2. Seleccione el texto que dice “ÁREA” y



automáticamente este será cambiado y mostrará el Área de dicha sección.

### 3. Seleccione la abscisa.



Estos son los tres pasos básicos que se necesitan para calcular el área de una sección. Este proceso se debe repetir para todas las secciones y se debe hacer de abajo hacia arriba hasta obtener el área de todas .

Los datos de las áreas calculadas se guardan en un archivo llamado “datos-áreas.prn” y se encuentra en el Escritorio de Windows o la ubicación real es “C:\windows\escritorio”, este archivo es necesario para luego realizar el cálculo del volumen.

Algo que se debe notar es que si en una sección no hay ninguna área que calcular, entonces cuando el programa le pregunte por el punto interno, el usuario debe dar clic en cualquier parte de la pantalla que no contenga una sección cerrada, aquí el programa le preguntará “Escribir Área=0.00 ? (Si/No) <Si>:”,

si escogemos la opción si debemos seguir los pasos 2 y 3 citados anteriormente y se grabará y escribirá una sección con área cero, caso contrario se termina con la ejecución del programa.

1+860.0  
AREA : 0.00 m<sup>2</sup>

### 2.2.9 PROGRAMA ÁREA PLUS (MÚLTIPLE)



Este programa igual que el anterior nos permite calcular y escribir el área de una sección en AutoCad y también guardarla en un archivo prn junto con la abscisa de la sección, solo se necesita tener una sección cerrada, un texto que identifique la sección y otro para el área. Es conveniente apagar la capa llamada grilla antes de realizar el cálculo del área.

La diferencia con el programa anterior radica en que con este se puede calcular mas de un área para cada sección, lo que muchas veces es necesario, dependiendo de la topografía del terreno.

Para ejecutar este programa siga los siguientes pasos:

1. De clic en el icono  o del menú MDT escoja la opción “Calcular Área Múltiple”, el programa le pedirá “seleccione punto interno”, de clic en la sección que desee calcula el área y esta se sombreadrá con el hatch.

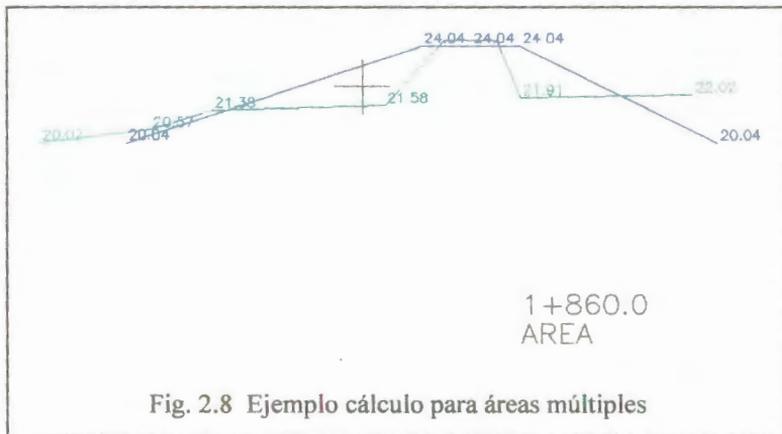


Fig. 2.8 Ejemplo cálculo para áreas múltiples



BIBLIOTECA FICT  
-ESPOL

2. Luego el programa le preguntará “Suma otra área [Si/No] <Si>:”, si selecciona “Si” entonces se le pedirá “seleccione punto interno” y puede dar clic en la otra parte de la sección a la que desea sacarle el área también.

BIBLIOTECA

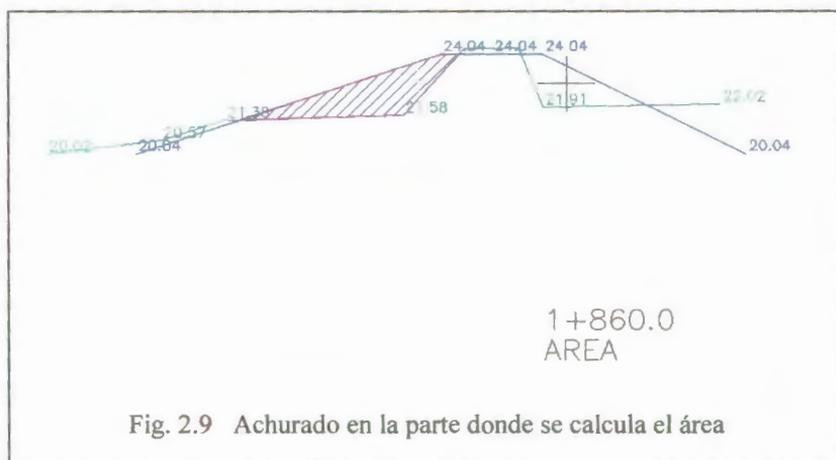
FACULTAD DE ING.  
CIENCIAS DE LA TIERRA

Fig. 2.9 Achurado en la parte donde se calcula el área

Si ya no desea sumar otra área puede contestar “No” y entonces continuará al siguiente paso.

1. El programa pausará y mostrará “seleccione texto”, aquí debe seleccionar el texto que dice “ÁREA” y automáticamente se cambiará por la suma de las dos áreas seleccionadas.

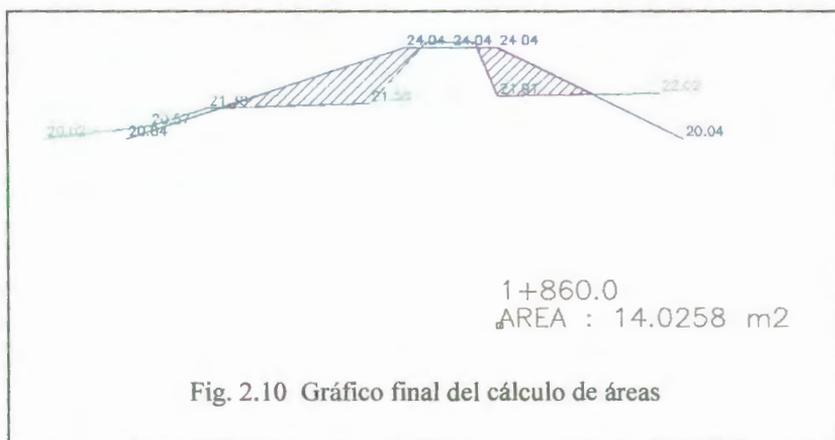
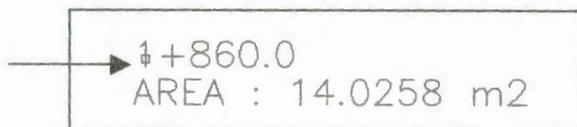


Fig. 2.10 Gráfico final del cálculo de áreas

2. Seleccione la abscisa.



Estos son los pasos necesarios para poder calcular varias áreas de una misma sección, cabe destacar que cuando se han realizado estos pasos, es en ese momento que se graban las áreas con sus respectivas abscisas en el archivo "datos-áreas.prn", ya se mencionó esta ubicado en el escritorio de Windows.

Con este programa también se puede calcular una sección con área cero, al igual que con programa anterior, solo se necesita dar clic en cualquier parte del dibujo que no contenga un área cerrada y el programa le preguntará "Escribir Área=0.00 ? (Si/No) <Si>:", si escogemos la opción si debemos seguir los pasos 3 y 4 citados anteriormente y se grabará y escribirá una sección con área cero, caso contrario si escoge la opción "No" se termina con la ejecución del programa.

Algo bien importante que se tiene que hacer es cambiar la ubicación de dicho archivo a otro directorio o borrarlo cuando se haya terminado de calcular el volumen, ya que si no se hace esto, cuando se calcule las áreas de otro levantamiento estas se anexaran a las que ya se habían calculado anteriormente.

### 2.2.10 PROGRAMA VOLUMEN

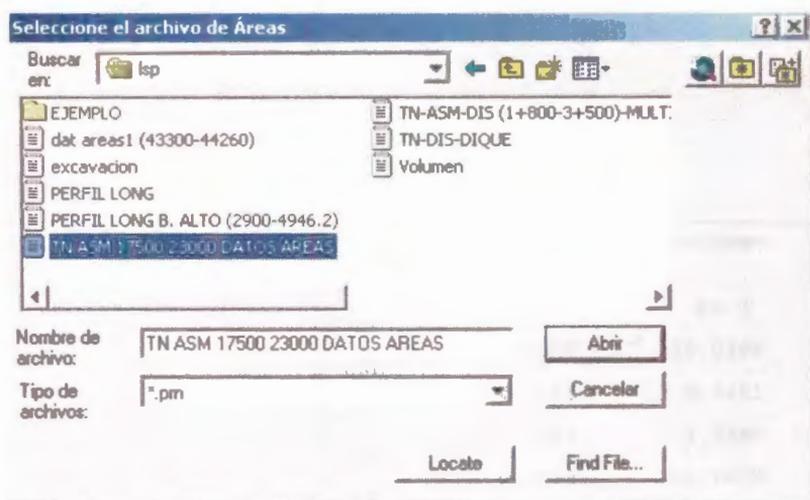


Este programa nos permite calcular el volumen total de movimiento de tierra que se hecho, para esto es necesario tener previamente el archivo “datos-áreas.prn” que se ha creado anteriormente con el programa área o área plus.

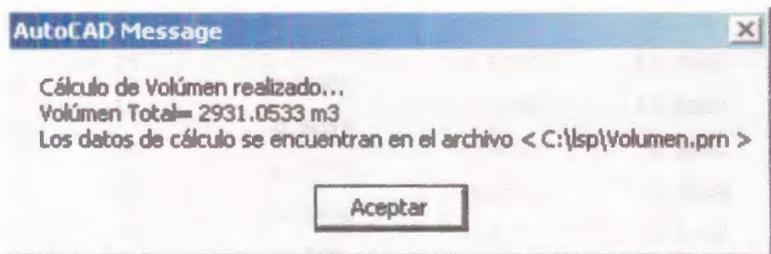
Para ejecutar el programa siga los siguientes pasos:

De clic en el icono  o escoja del menú MDT la opción “Calcular Volumen”. Cuando escoja esta opción se le mostrará un cuadro de diálogo que le pedirá escoger el archivo de áreas.

1. Busque la ubicación donde esta el archivo de áreas que ha creado y escoja dicho archivo.



2. De clic en abrir y se le mostrara un mensaje donde le indica el volumen total calculado y también le menciona la ubicación del archivo donde se encuentran los datos de cálculo del volumen, para después poder editarlo o imprimirlo.



Como notará el programa crea un archivo que se llama Volumen.prn y en el se encuentran los detalles del cálculo, este archivo puede ser editado o impreso desde cualquier editor de

texto (Notepad, Word, Excel inclusive) un ejemplo de esto se ve en la siguiente figura.

Abscisa	Distancia	Área	Área Promedio	Volúmen
17500		3.134		
17520	20	1.196	2.165	43.3
17540	20	0.6097	0.9028	18.0568
17560	20	0.0525	0.3311	6.6221
17580	20	0.3513	0.2019	4.0386
17600	20	0.7731	0.5622	11.2439
17620	20	0.3565	0.5648	11.2956
17640	20	0.4222	0.3894	7.7873
17660	20	0.4955	0.4588	9.177
17680	20	0.4098	0.4526	9.0527
17700	20	0.227	0.3184	6.3685
17720	20	0.5385	0.3828	7.6559
17740	20	0.5259	0.5322	10.6449
17760	20	0.4665	0.4962	9.9241
17780	20	0.5598	0.5131	10.2627
17800	20	0.3547	0.4572	9.1447
17820	20	1.8011	1.0779	21.5573
17840	20	1.5127	1.6569	33.1377
17860	20	0.3743	0.9435	18.8698
17880	20	0.9067	0.6405	12.81
17900	20	0.3963	0.6515	13.0305
17920	20	0.3963	0.5008	10.0167
17940	20	0.6053	0.3413	6.8265
17960	20	0.0773	0.1362	2.7238
17980	20	0.1951	0.477	9.5403
17980	20	0.759	0.7163	14.3256

Fig. 2.11 Ejemplo de archivo generado para el cálculo de volumen



### 2.2.11 PROGRAMA PERFIL LONGITUDINAL



Este programa nos permite dibujar uno varios perfiles longitudinales en una misma grilla en AutoCad, para esto es necesario crear un archivo tipo “PRN” el cual tenga las siguientes características:

- Debe tener tres columnas las cuales representaran 1) tipo, 2) cota y 3) distancia.
- Cada columna contará con 10 espacios, y la columna correspondiente al tipo deberá estar alineada la derecha.

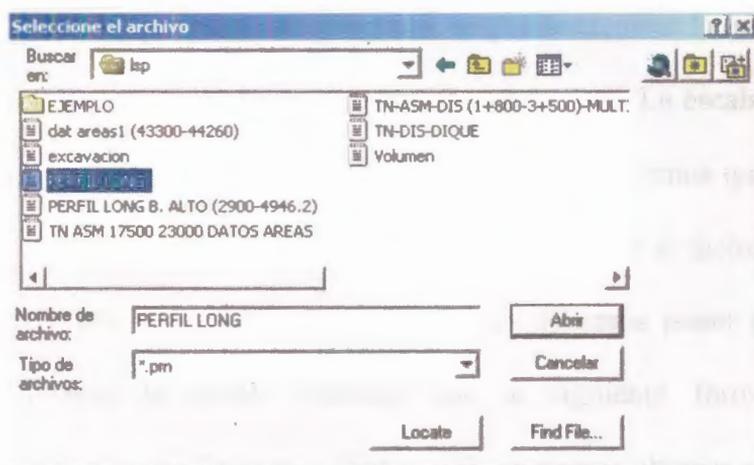
Una vez que se a creado este archivo ya estamos listos para poder ejecutar el programa “Perfil Longitudinal”, cabe notar que no es necesario tener mas de dos tipos en este programa, si solo ponemos un tipo, no se generará ningún error, para realizar la ejecución se debe seguir los siguientes pasos:

	A	B	C	D
1	TNA	21.39	2900	
2	TNA	21.83	3000	
3	TNA	21.5	3100	
4	TNA	21.53	3200	
5	TNA	21.68	3300	
6	TNA	22.09	3400	
7	TNA	22.2	3500	
8	TNA	22.07	3600	
9	TNA	22.21	3700	
10	TNA	22.33	3800	
11	TNA	21.8	3900	
12	TNA	22.46	4000	
13	TNA	22.4	4100	
14	TNA	22.5	4200	
15	TNA	22.56	4300	
16	TNA	22.53	4400	
17	TNA	22.63	4500	
18	TNA	22.87	4600	
19	TNA	22.93	4700	
20	TNA	23.2	4800	
21	TNA	23.25	4900	
22	TNA	22.84	4946.2	
23	asm	23.39	2900	
24	asm	23.83	3000	
25	asm	23.5	3100	
26	asm	23.53	3200	
27	asm	23.68	3300	
28	asm	24.09	3400	
29	asm	24.2	3500	
30	asm	24.07	3600	
31	asm	24.21	3700	
32	asm	24.33	3800	
33	asm	23.8	3900	
34	asm	24.46	4000	
35	asm	24.4	4100	
36	asm	24.5	4200	
37	asm	24.56	4300	
38	asm	24.53	4400	

Fig. 2.12 Ejemplo de archivo "prm" para perfil longitudinal

1. De la barra de herramientas MDT presione el icono  o de la de la barra de menú MDT escoja la opción "Perfil Longitudinal". Se le mostrara un mensaje que le recordará como debe estar ordenado el archivo prm.

2. Aparecerá un cuadro de diálogo que le pedirá que escoja la ubicación y el archivo de datos.



3. Una vez que haya seleccionado el archivo de datos, el programa mostrará un cuadro de diálogo que le permitirán darle características a la grilla.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

4. Llene las características que se muestran, los valores de X's min., X's max., Y min., Y max., se llenan automáticamente dependiendo de los datos del archivo. Los demás valores aparecen por defecto y pueden ser modificados, se nota también que para este programa se puede cambiar la escala en Y, que por defecto tiene un factor de "1". La escala en X es estándar y es 1:1000, si por ejemplo queremos que la escala en Y sea de 100, entonces debe cambiar el factor de "1" por "10". Para saber que factor debemos poner para obtener la escala deseada use la siguiente fórmula:  
$$1000/\text{Escala Deseada} = \text{factor}$$
 Si queremos obtener en Y una escala de 200, entonces el factor sería  $1000/200=5$ .

Una vez terminados estos pasos el programa empieza a dibujar el perfil o los perfiles longitudinales, cada perfil con sus datos tienen una capa definida, para que el usuario pueda manipularlos de una manera fácil.

### **2.3 EJEMPLO DE GRÁFICO DE SECCIONES TRANSVERSALES**

Para realizar este ejemplo primero necesitamos la topografía de la nivelación o si ya se tiene esto se necesitaría crear el archivo prn. Para

este ejemplo vamos a usar una topografía de una nivelación hecha en el dique izquierdo del Río Bulubulu en el sector Tilapera.

La topografía será calculada con el programa de topografía y este nos dará el respectivo archivo prn para poder dibujar las secciones en AutoCad.

<b>Nivelación de:</b>	AS MADE A LA FECHA					
<b>Obra:</b>	DIQUE IZQUIERDO RIO BULUBULU SECTOR TILAPERA					
<b>Fecha:</b>	Octubre 13 del 2000					
<b>Observador:</b>	Edgar Silva		<b>Tipo:</b>	asm		
	<b>Abscisa</b>	<b>Punto</b>	<b>Atrás</b>	<b>Intermedio</b>	<b>Adelante</b>	<b>H+i</b>
<b>BM</b>			<b>0.66</b>			<b>27.466</b>
<b>#1</b>			1.261		3.489	25.238
1+740	0.00		1.48			23.758
	2.00		1.54			23.698
	2.60		1.62			23.618
	2.80		1.57			23.668
	-2.00		1.48			23.758
	-2.50		1.73			23.508
1+760	0.00		1.59			23.648
	2.00		1.67			23.568
	2.50		1.84			23.398
	-2.00		1.64			23.598
	-2.70		1.88			23.358
1+780	0.00		1.53			23.708
	2.00		1.62			23.618
	2.60		1.83			23.408
	-2.00		1.61			23.628
	-2.90		1.87			23.368
1+800	0.00		1.30			23.938
	2.00		1.38			23.858
	2.70		1.61			23.628
	-2.00		1.67			23.568
	-2.60		1.53			23.708
1+820	0.00		1.11			24.128
	2.00		1.22			24.018

	2.80	1.44	23.798
	-2.00	1.17	24.068
	-2.80	1.32	23.918
1+840	0.00	1.09	24.148
	2.00	1.20	24.038
	2.60	1.35	23.888
	-2.00	1.20	24.038
	-2.70	1.37	23.868
1+860	0.00	1.07	24.168
	2.00	1.16	24.078
	2.70	1.31	23.928
	-2.00	1.17	24.068
	-2.60	1.35	23.888
1+880	0.00	1.17	24.068
	2.00	1.26	23.978
	2.60	1.42	23.818
	-2.00	1.22	24.014
	-2.65	1.41	23.828
1+900	0.00	1.08	24.158
	2.00	1.17	24.068
	2.70	1.35	23.888
	-2.00	1.17	24.068
	-2.60	1.39	23.848
1+920	0.00	0.99	24.248
	2.00	1.08	24.158
	2.70	1.25	23.988
	-2.00	1.09	24.148
	-2.70	1.28	23.958
1+940	0.00	1.08	24.158
	2.00	1.20	24.038
	2.70	1.38	23.858
	-2.00	1.15	24.088
	-2.70	1.32	23.918
1+960	0.00	1.17	24.068
	2.00	1.27	23.968
	2.60	1.40	23.838
	-2.00	1.27	23.968
	-2.60	1.44	23.798
1+980	0.00	1.16	24.078
	2.00	1.22	24.018
	2.60	1.37	23.868
	-2.00	1.29	23.948
	-2.60	1.46	23.778
2+000	0.00	1.19	24.048
	2.00	1.30	23.938
	2.50	1.47	23.768

-2.00		1.25		23.988
-2.50		1.40		23.838

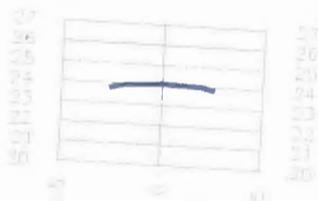
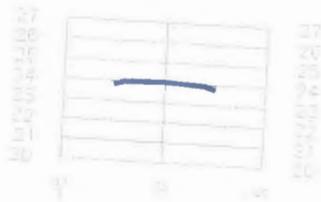
El archivo prn que se genera cuando ejecutamos la macro es el siguiente:

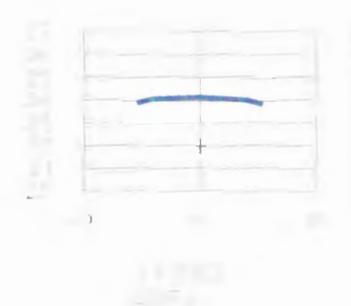
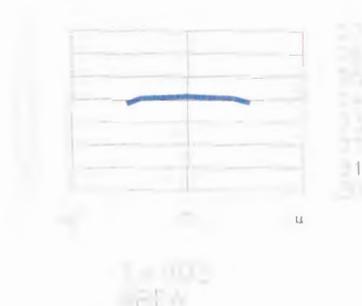
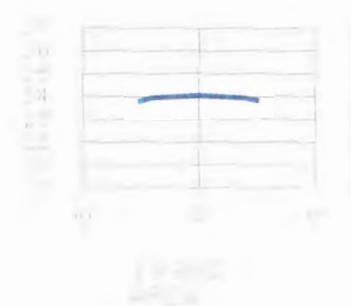
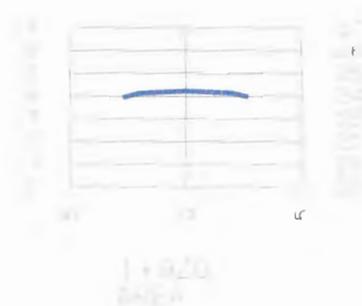
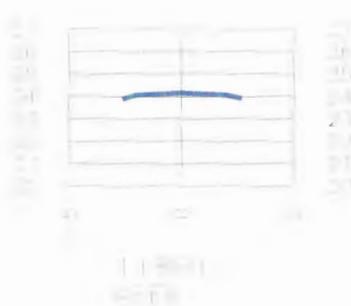
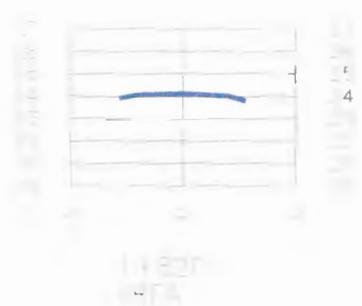
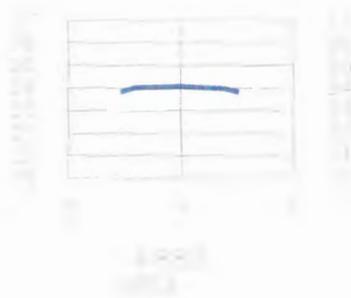
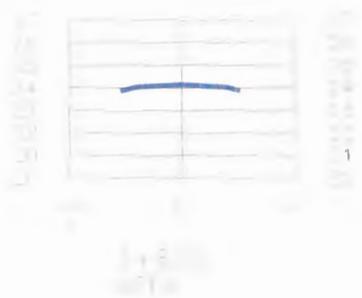
asm	1+740	23.508	-2.5
asm	1+740	23.758	-2
asm	1+740	23.758	0
asm	1+740	23.698	2
asm	1+740	23.618	2.6
asm	1+740	23.668	2.8
ooo	1+740	23.668	2.8
ooo	1+740	23.668	2.8
asm	1+760	23.358	-2.7
asm	1+760	23.598	-2
asm	1+760	23.648	0
asm	1+760	23.568	2
asm	1+760	23.398	2.5
ooo	1+760	23.398	2.5
ooo	1+760	23.398	2.5
asm	1+780	23.368	-2.9
asm	1+780	23.628	-2
asm	1+780	23.708	0
asm	1+780	23.618	2
asm	1+780	23.408	2.6
ooo	1+780	23.408	2.6
ooo	1+780	23.408	2.6
asm	1+800	23.708	-2.6
asm	1+800	23.568	-2
asm	1+800	23.938	0
asm	1+800	23.858	2
asm	1+800	23.628	2.7
ooo	1+800	23.628	2.7
ooo	1+800	23.628	2.7
asm	1+820	23.918	-2.8
asm	1+820	24.068	-2
asm	1+820	24.128	0
asm	1+820	24.018	2
asm	1+820	23.798	2.8
ooo	1+820	23.798	2.8
ooo	1+820	23.798	2.8
asm	1+840	23.868	-2.7

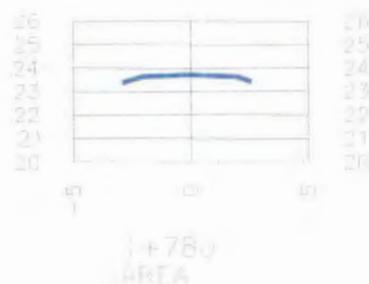
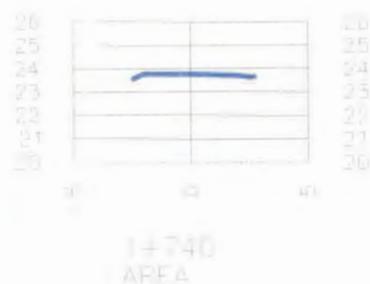
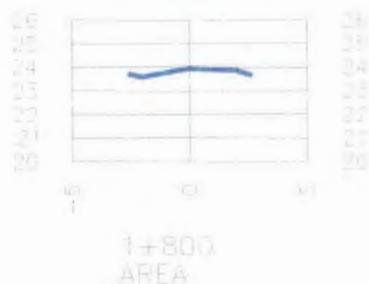
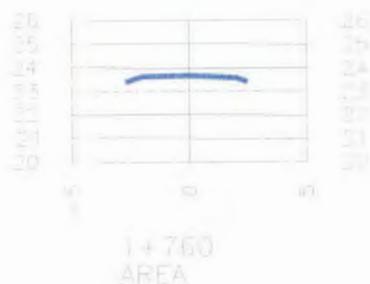
asm	1+840	24.038	-2
asm	1+840	24.148	0
asm	1+840	24.038	2
asm	1+840	23.888	2.6
ooo	1+840	23.888	2.6
ooo	1+840	23.888	2.6
asm	1+860	23.888	-2.6
asm	1+860	24.068	-2
asm	1+860	24.168	0
asm	1+860	24.078	2
asm	1+860	23.928	2.7
ooo	1+860	23.928	2.7
ooo	1+860	23.928	2.7
asm	1+880	23.828	-2.65
asm	1+880	24.014	-2
asm	1+880	24.068	0
asm	1+880	23.978	2
asm	1+880	23.818	2.6
ooo	1+880	23.818	2.6
ooo	1+880	23.818	2.6
asm	1+900	23.848	-2.6
asm	1+900	24.068	-2
asm	1+900	24.158	0
asm	1+900	24.068	2
asm	1+900	23.888	2.7
ooo	1+900	23.888	2.7
ooo	1+900	23.888	2.7
asm	1+920	23.958	-2.7
asm	1+920	24.148	-2
asm	1+920	24.248	0
asm	1+920	24.158	2
asm	1+920	23.988	2.7
ooo	1+920	23.988	2.7
ooo	1+920	23.988	2.7
asm	1+940	23.918	-2.7
asm	1+940	24.088	-2
asm	1+940	24.158	0
asm	1+940	24.038	2
asm	1+940	23.858	2.7
ooo	1+940	23.858	2.7
ooo	1+940	23.858	2.7
asm	1+960	23.798	-2.6
asm	1+960	23.968	-2
asm	1+960	24.068	0
asm	1+960	23.968	2
asm	1+960	23.838	2.6
ooo	1+960	23.838	2.6
ooo	1+960	23.838	2.6

asm	1+980	23.778	-2.6
asm	1+980	23.948	-2
asm	1+980	24.078	0
asm	1+980	24.018	2
asm	1+980	23.868	2.6
ooo	1+980	23.868	2.6
ooo	1+980	23.868	2.6
asm	2+000	23.838	-2.5
asm	2+000	23.988	-2
asm	2+000	24.048	0
asm	2+000	23.938	2
asm	2+000	23.768	2.5
ooo	2+000	23.768	2.5
ooo	2+000	23.768	2.5

Cuando corremos el programa sección de AutoCad se empiezan a dibujar las secciones y con poca dificultad la podemos arreglar de la siguiente manera:







## 2.4 EJEMPLO DE GRAFICO DE PERFIL LONGITUDINAL

Para este ejemplo vamos a necesitar la nivelación del eje de la vía, o de cualquier otra obra civil, en este caso se ha preparado el siguiente archivo prn basado en los datos del Dique Barranco Alto abscisa 2+900-4+946,2; se han puesto dos tipos (tna y asm) aunque no es necesario tener dos tipos para generar el perfil, en este caso si tenemos dos tipos se generaran dos perfiles, si hay tres o mas se generaran igual cantidad de perfiles.

TNA	22.2	3500
TNA	22.07	3600
TNA	22.21	3700
TNA	22.33	3800
TNA	21.8	3900
TNA	22.46	4000
TNA	22.4	4100
TNA	22.5	4200
TNA	22.56	4300
TNA	22.53	4400
TNA	22.63	4500
TNA	22.87	4600
TNA	22.93	4700
TNA	23.2	4800
TNA	23.25	4900
TNA	22.84	4946.2
asm	23.39	2900
asm	23.83	3000
asm	23.5	3100
asm	23.53	3200
asm	23.68	3300
asm	24.09	3400
asm	24.2	3500
asm	24.07	3600
asm	24.21	3700
asm	24.33	3800
asm	23.8	3900
asm	24.46	4000
asm	24.4	4100
asm	24.5	4200
asm	24.56	4300
asm	24.53	4400
asm	24.63	4500
asm	24.87	4600
asm	24.93	4700
asm	25.2	4800
asm	25.25	4900
asm	24.84	4946.2

Recordemos siempre que el espacio entre columnas debe ser de 10.

Al correr el programa Perfil Longitudinal desde AutoCad, los datos que ingresamos son los siguientes:

Ingrese los siguientes datos			
X's min.:	2900	X's max.:	4950
Y min.:	19	Y max.:	27
Tamaño de números:	2.5		
Espacio X:	50		
Espacio Y:	1		
Escala en Y:	10		
OK		Cancel	



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Y el resultado que se genera es el siguiente, claro esta solo hemos puesto una parte del mismo debido a su tamaño.

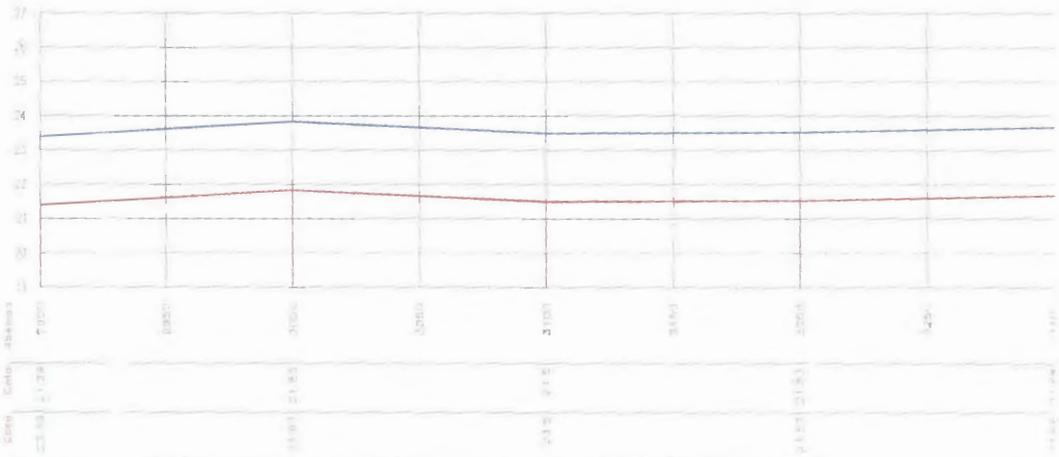


Fig. 2.13 Ejemplo de gráfico de perfil longitudinal

## 2.5 EJEMPLO DE DIBUJO DE SECCIONES TRANSVERSALES

### MÚLTIPLES Y CÁLCULO DE VOLUMEN.

Para este ejemplo vamos a utilizar un archivo prn creado con una parte de la topografía de un dique, donde se mostrará el terreno natural y el diseño del dique, solo se van mostrar 5 secciones con las cuales será suficiente para el ejemplo.

El archivo prn esta arreglado de la siguiente manera:

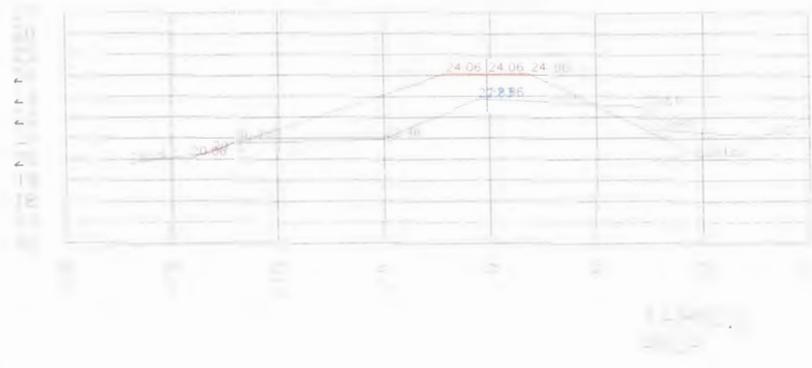
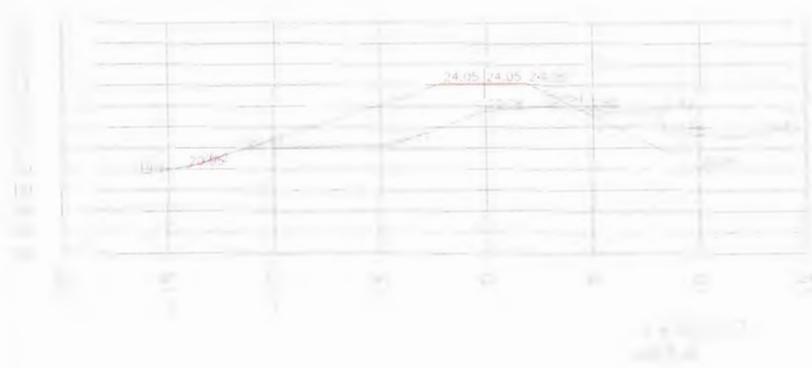
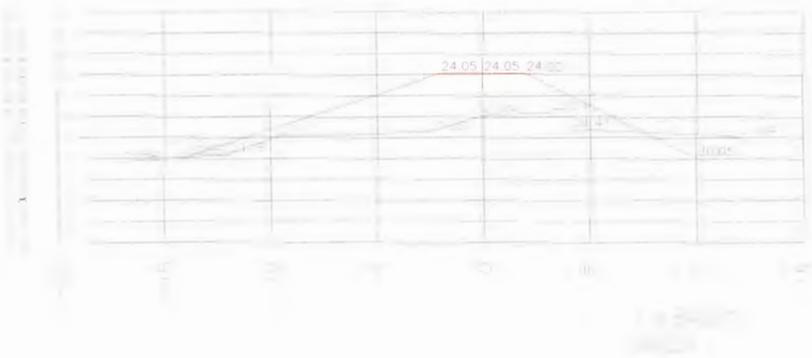
dis	1+800.0	20.06	-14
dis	1+800.0	24.06	-2
dis	1+800.0	24.06	0
dis	1+800.0	24.06	2
dis	1+800.0	20.06	10
tna	1+800.0	19.794	-17
tna	1+800.0	20.304	-13
tna	1+800.0	20.774	-12
tna	1+800.0	20.964	-5
tna	1+800.0	22.834	-0.5
tna	1+800.0	22.864	0
tna	1+800.0	22.514	7.2
tna	1+800.0	21.414	7.8
tna	1+800.0	21.074	12.8
dis	1+820.0	20.054	-14
dis	1+820.0	24.054	-2
dis	1+820.0	24.054	0
dis	1+820.0	24.054	2
dis	1+820.0	20.054	10
tna	1+820.0	19.704	-16.5
tna	1+820.0	20.204	-13.4
tna	1+820.0	20.974	-11.3
tna	1+820.0	21.174	-4.4
tna	1+820.0	22.784	0

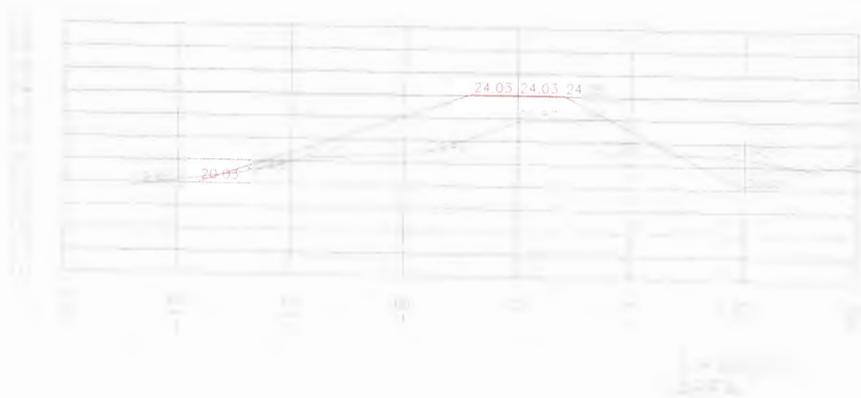
tna	1+820.0	22.994	2.8
tna	1+820.0	22.824	4.5
tna	1+820.0	22.724	8
tna	1+820.0	21.594	8.5
tna	1+820.0	21.574	13
dis	1+840.0	20.048	-14
dis	1+840.0	24.048	-2
dis	1+840.0	24.048	0
dis	1+840.0	24.048	2
dis	1+840.0	20.048	10
tna	1+840.0	19.844	-17
tna	1+840.0	20.184	-12
tna	1+840.0	21.074	-9.6
tna	1+840.0	21.264	-2.6
tna	1+840.0	22.044	0
tna	1+840.0	22.214	3.2
tna	1+840.0	21.414	4.2
tna	1+840.0	21.044	12
dis	1+860.0	20.042	-14
dis	1+860.0	24.042	-2
dis	1+860.0	24.042	0
dis	1+860.0	24.042	2
dis	1+860.0	20.042	10
tna	1+860.0	20.018	-17.5
tna	1+860.0	20.568	-13
tna	1+860.0	21.378	-10.5
tna	1+860.0	21.578	-3.5
tna	1+860.0	22.818	0
tna	1+860.0	21.908	2
tna	1+860.0	22.018	9
dis	1+880.0	20.036	-14
dis	1+880.0	24.036	-2
dis	1+880.0	24.036	0
dis	1+880.0	24.036	2
dis	1+880.0	20.036	10
tna	1+880.0	19.828	-18
tna	1+880.0	20.468	-13
tna	1+880.0	21.148	-11.5
tna	1+880.0	21.448	-4
tna	1+880.0	22.938	0
tna	1+880.0	22.978	3
tna	1+880.0	21.548	4.1
tna	1+880.0	21.578	10.2

tna	1+880.0	20.828	12
dis	1+900.0	20.03	-14
dis	1+900.0	24.03	-2
dis	1+900.0	24.03	0
dis	1+900.0	24.03	2
dis	1+900.0	20.03	10
tna	1+900.0	19.848	-17
tna	1+900.0	20.478	-12
tna	1+900.0	21.128	-9.5
tna	1+900.0	21.448	-4
tna	1+900.0	22.868	0
tna	1+900.0	22.898	2.5
tna	1+900.0	21.528	3.5
tna	1+900.0	21.428	9.4
tna	1+900.0	20.818	13.5

Una vez creado el archivo prn, procedemos a correr el programa sección de AutoCad, usamos los valores por defecto en los cuadros de dialogo y las secciones creadas son las siguientes.

Para calcular las áreas procedemos a apagar la grilla y corremos el programa Área de AutoCad, recordemos que este programa graba las áreas en un archivo (datos-áreas.prn) en la ubicación "c:\windows\escritorio". Debemos recordar esto para luego usar este archivo con el programa de volumen.





El resultado de calcular las áreas con el programa se muestra en las figuras siguientes.

Debemos recordar **siempre calcular las áreas desde la abscisa menor hasta la mayor**, es decir de abajo hacia arriba.

El archivo prn que se genera con los datos de las áreas es el siguiente:

1+800.0	20.3457
1+820.0	18.9242
1+840.0	28.2116
1+860.0	20.1806
1+880.0	19.1272
1+900.0	21.3843



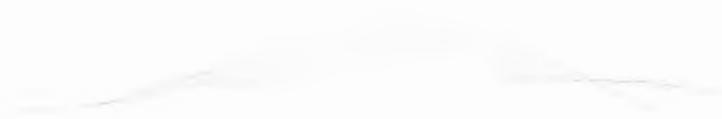
14.540 min  
AREA : 28.2116 mAU



14.820 min  
AREA : 18.9147 mAU



14.900 min  
AREA : 25.4450 mAU



14.0010  
AREA = 31.0345 (u)



14.2960  
AREA = 10.1170 (u)



14.8600  
AREA = 20.1806 (u)

Con este archivo ya podemos ejecutar el programa Volumen desde AutoCad, este programa generará otro archivo en la misma ubicación donde se encuentra el archivo de áreas, el archivo generado se llamará “Volumen.prn” y contiene los subsecuentes datos del levantamiento :

Abscisa	Distancia	Área	Área Promedio	Volumen
1800		20.3457		
	20		19.635	392.699
1820		18.9242		
	20		23.5679	471.358
1840		28.2116		
	20		24.1961	483.922
1860		20.1806		
	20		19.6539	393.078
1880		19.1272		
	20		20.2558	405.115
1900		21.3843		

Volumen Total: 2146.172 m3

Y como notamos el programa nos arroja el volumen de tierra, que en este caso será necesario colocar para crear este dique. Este mismo procedimiento se puede usar para calcular volúmenes de tierra mucho mayores.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

De este proyecto podemos sacar las siguientes conclusiones:

1. En todo proyecto que se realice se debe tener en cuenta que todas las mediciones que realices serán inexactas incluso si las realizamos con los equipos mas sofisticados, por esto debemos interesarnos especialmente en recordar técnicas de aproximación del grado de inexactitud de las lecturas, ya que cualquier mal entendido podría conducir a una persona a conclusiones equivocadas.
2. Todo profesional debe volver a repasar y aprender a combinar la ciencia de la medición con las reglas de la evidencia legal y las reglas del peritaje, con el fin de saber determinar los diferentes tipos de mediciones y cálculos y preservarlos para futuras generaciones. Ello es lo único que nos diferencia respecto de un titulo Universitario a ser solo técnicos

especializados en alguna rama o ciencias afines como la fotogrametría o cartografía.

3. Respecto al software creado, observamos su utilidad de diversas maneras, es una herramienta útil cuando se trata de dibujos de secciones transversales y perfiles longitudinales y para el cálculo de volúmenes, sabemos que estos cálculos se involucran en los diagramas de masa, cálculo de cantidad de obra, diseños de pavimentos, presupuestos, especificaciones técnicas y memorias finales, por lo tanto poseen gran importancia dentro de nuestra carrera.

## RECOMENDACIONES

Siempre cuando usemos el software tratemos de que los datos sean ingresados de la manera correcta, es decir contar con toda la nivelación del proyecto que estemos trabajando y editar los datos como se ha explicado en el manual del usuario, ya que si no la hacemos así, estaremos ingresando datos erróneos al programa y por consiguiente arrojará valores errados de la realidad.

Es conveniente para todo profesional, especialmente en la época en que vivimos, el aprender a usar correctamente un computador, ya que por un lado nos pueden ahorrar mucho trabajo, mejorando nuestro desempeño en cualquier labor, fundamentalmente nuestra rama se da para la realización de muchos cálculos y diseños; y por eso a mi criterio recomendaría que todo Ingeniero Civil, tenga fundamentos claros de uso de utilitarios y de programación básica.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. F. Domínguez García – Tejero, Topografía Abreviada, Mundi Prensa, 12ava. Edición, 1997.
2. Raymond Davis, Topografía Elemental, Editorial Continental S. A.
3. Álvaro Torres Nieto y Eduardo Villate Bonilla, Topografía, Editorial Norma, Colombia.
4. Herbert Nichols Jr., Moving the Earth, McGraw Hill Publishing Company, 1976.
5. Dr Ben Buckner, Surveying Measurements and their Analysis Landmark Enterprises, 1983.
6. AutoDesk Inc., Autolisp User's Guide, AutoDesk Inc, 1996
7. AutoDesk Inc., Visual Lisp for AutoCad 2000, AutoDesk Inc, 1999
8. Rubén Luna V., Programación en Visual Basic 6.0, Editorial Palomino, Lima, mayo 2000, 447 p.

**ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DEL LITORAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE  
LA TIERRA**

**“SOFTWARE PARA CÁLCULO DE PÓRTICOS DE  
VARIOS PISOS POR EL MÉTODO DE G. KANI’S”**

**TESIS DE GRADO**

**Previa a la obtención del Título de:**

**INGENIERO CIVIL**

**Presentado por:**

**JUAN F. SOTO CAMPOVERDE**

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

**2002**

**BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

# **SOFTWARE PARA CÁLCULO DE PÓRTICOS DE VARIOS PISOS POR EL MÉTODO DE G. KANI'S**



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

# INDICE

	PAG.
INTRODUCCIÓN	1
1 CONCEPTOS. TEORÍA DEL MÉTODO DE G. KANI'S	5
1.1 DEFINICIONES	5
1.2 ESTRUCTURAS CON NUDOS RÍGIDOS	9
1.2.1 ESTUDIO DE LOS ANGULOS DE GIRO	9
1.2.2 CASOS PARTICULARES	28
1.3 PÓRTICO DE VARIOS PISOS CON NUDOS DESPLAZABLES, EN SENTIDO HORIZONTAL	30
1.3.1 INFLUENCIA DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS	31
1.3.2 CARGAS VERTICALES	34
1.3.3 COLUMNAS ARTICULADAS EN LOS APOYOS	47
1.3.4 CARGAS HORIZONTALES	48
1.3.5 COLUMNAS DE DIFERENTE ALTURA EN UN MISMO PISO	56
1.3.6 COLUMNAS ARTICULADAS EN LOS APOYOS	68
1.4 ESTRUCTURAS CON BARRAS DE SECCIÓN VARIABLE	71
2 PROGRAMACIÓN	84
2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL ALGORITMO	84
2.1.1 MÓDULO PRINCIPAL	84
2.1.2 FORMULARIO MENÚ	87

2.1.3 FORMULARIO DATOS INICIALES	92
2.1.4 FORMULARIO FUERZAS PISOS	96
2.1.5 FORMULARIO BARRAS	100
2.1.6 FORMULARIO GRÁFICO	130
2.2 MANUAL DEL USUARIO	182
2.2.1 OBJETIVO	182
2.2.2 REQUISITOS DE HARDWARE Y DEL SISTEMA	182
2.2.3 ARCHIVOS DEL PAQUETE	183
2.2.4 INSTALACIÓN	183
2.2.5 ENTORNO DE LA APLICACIÓN	184
2.2.6 USO DE LA APLICACIÓN	185
2.3 EJEMPLO DE PÓRTICO DE SECCIÓN CONSTANTE	198
2.4 EJEMPLO DE PÓRTICO DE SECCIÓN VARIABLE	204
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	211
BIBLIOGRAFÍA	214

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	6
Figura 2	9
Figura 3	12
Figura 3a	13
Figura 3b	25
Figura 4	31
Figura 5	35
Figura 6a	41
Figura 6b	45
Figura 7	49
Figura 7a	49
Figura 8	60
Figura 8a	63
Figura 18	71
Figura 19	74
Figura 20	75

Figura 2.1	184
Figura 2.2	186
Figura 2.3	187
Figura 2.4	188
Figura 2.5	189
Figura 2.6	192
Figura 2.7	193
Figura 2.8	196
Figura 2.9	196
Figura 2.10	199
Figura 2.11	200
Figura 2.12	206
Figura 2.13	206

## ABREVIATURAS

$M_{ik}$	Momento flector en el extremo i de la barra i-k.
$\bar{M}_{ik}$	Momento de Empotramiento Perfecto en el extremo i producido por las cargas exteriores.
$\bar{M}_i$	Momento de sujeción.
$M'_{ik}$	Momento en extremo i debido al giro del mismo.
$M'_{ki}$	Momento en el extremo i debido al giro del extremo k.
$M''_{ik}$	Momento debido al desplazamiento del extremo i de la barra i-k.
$\bar{M}_r$	Momento del piso.
$Q_r$	Fuerza cortante en el piso r.
$h_r$	Altura de la columna del piso r.
$h$	Altura de una columna.

$K$	Coefficiente de rigidez.
$\mu_{ik}$	Coefficiente de reparto o factor de giro.
$\nu$	Factor de corrimiento o coeficiente de desplazamiento.
$c = h_r/h$	Factor de reducción en columnas.
$H$	Fuerza de fijación al deslizamiento.
$\alpha$ y $\beta$	Ángulos de giro en los extremos de una barra.
$\tau_{ik}$	Ángulo de giro total del extremo $i$ de la barra $i-k$
$m$	Factor de corrección .
$\delta$	desplazamiento de un nudo.
$E$	Coefficiente de elasticidad .

## INTRODUCCIÓN

Actualmente en la carrera de Ingeniería Civil, en los cursos normales de las materias de Estructuras I y II se dictan los métodos de análisis estructural tales como Trabajo Virtual, Método de Deformación Angular, Método de Cross, Métodos de Análisis Matricial. Con la implementación del actual método de Gaspar Kani's se trata de contribuir al análisis de las estructuras.

En estos últimos años el método mas difundido de todos ha sido el método de HARDI CROSS, o de aproximaciones sucesivas. En este método las cantidades iteradas son los incrementos de momentos en los extremos en lugar de los momentos finales en los extremos.

En el caso de pórticos de varios pisos, existe la posibilidad del desplazamiento horizontal de los nudos. En su cálculo, se supone a veces que los nudos no pueden desplazarse, o sea que son fijos, lo cual abrevia dicho cálculo extraordinariamente, pero no permite estudiar la acción de las fuerzas horizontales (viento, sismo), pues estas son, en esencia, fuerzas horizontales que producen un desplazamiento de los nudos.

Los cálculos estáticos requieren a veces gran precisión (hasta el 1 %), y el hecho de

despreciar el desplazamiento horizontal de los nudos puede dar errores tan grandes que lleguen incluso a cambiar el signo de los momentos; por este motivo, se ha buscado un nuevo método de cálculo de los desplazamientos horizontales que simplifique su obtención.

Debo advertir, desde un principio, que es erróneo suponer que un método de «aproximaciones sucesivas» sea por ello un método aproximado, pues un método aproximado, es aquel que proporciona en realidad resultados aproximados, y los métodos de «aproximaciones sucesivas» dan resultados con la precisión que se desee, cuando se continua el cálculo hasta llegar a afinar estos resultados.

En un método calificado como «exacto», resuelto, por ejemplo, mediante el planteamiento de las ecuaciones de deformación, los resultados obtenidos son también hasta cierto punto aproximados, pues dependen del número de cifras decimales con que calculemos los resultados de las incógnitas. Un método de «aproximaciones sucesivas» (como por ejemplo el método de CROSS) puede llegar a la misma exactitud en los resultados que un método «exacto», continuando las iteraciones hasta donde queramos. Es, por lo tanto, absurdo, designar a dos procedimientos de cálculo que llegan a los mismos resultados, uno como «exacto» y el otro como «aproximado».

El método de cálculo de Gaspar Kani's expuesto en este estudio es, por lo tanto, un método de «aproximaciones sucesivas» y tiene, comparado con otros métodos, las siguientes ventajas:

1. En el supuesto de nudos fijos, o sea sin considerar el posible desplazamiento de los mismos, el cálculo es, en este método, «correctivo» en cada nudo, pasando luego de este a otro cualquiera, con lo cual, además de un ahorro de tiempo, supone muy poca probabilidad de que se cometan errores en el mismo.
2. La introducción en el cálculo de la hipótesis de nudos desplazables supone una pequeña variación en el desarrollo del mismo, que no tiene gran importancia.
3. Este método, por ser «correctivo», puede llamarse con «eliminación automática de los errores», debido a que dicho error desaparece al producirse sucesivas iteraciones.
4. La comprobación de los resultados (que se obtiene por suma de unos pocos valores) puede hacerse en cualquier nudo y en cualquier momento, sin que sea necesario para los técnicos inspectores el conocer el detalle del cálculo que ha

llevado al resultado definitivo.

5. Para el caso de que deban variarse los tipos de cargas o sección de las barras posteriormente al cálculo efectuado, no es necesario volver a empezar el mismo, sino solo anotar los cambios y repetirlos únicamente en parte.
  
6. La variación de inercia de las barras puede tenerse fácilmente en cuenta. El tener en cuenta la existencia de cartelas, frecuentes en obras de hormigón armado, representa un aumento de trabajo muy pequeño en el cálculo, sin que esto signifique que la existencia de ellas tenga pequeña importancia en los resultados.

Todo lo dicho para las estructuras de varios pisos puede también aplicarse al caso de tratarse de vigas continuas con apoyos elásticamente empotrados.

## CAPITULO I

### I. CONCEPTOS. TEORÍA DEL MÉTODO DE GASPAR KANI'S

#### 1.1 DEFINICIONES

El objeto del cálculo estático de una estructura es obtener el equilibrio de la misma, cuando, al cargar sus distintos elementos, giran y se desplazan los nudos de aquella.

Conocidos los momentos flectores en los extremos de cada una de las

barras, queda determinado el cálculo de la misma, pues los demás valores estáticos pueden deducirse de estos momentos, por lo cual el cálculo consistirá esencialmente en la determinación de los momentos en los extremos de cada barra. En cada nudo actúan dos momentos, iguales y contrarios, uno de ellos, que gira con el extremo de la barra, es el que debemos considerar como momento en dicho extremo, y el otro el que actúa exteriormente sobre el citado nudo.

Adoptaremos para signos de los momentos flectores la regla indicada a continuación, aunque sea distinta de la corrientemente usada en otros tratados:

Se considera como positivo el momento flector en el extremo de una barra, cuando su sentido de giro es el de las agujas del reloj (*Fig. 1*).

Esta misma regla se aplica para cualquier otro momento (por ejemplo, momentos de fijación, momentos de nudo), así como también para los ángulos de giro.



Fig. 1

Cuando actúa sobre un nudo un momento flector exterior de sentido positivo, el nudo y todos los extremos de las barras que concurren en él reciben momentos positivos en este extremo.

Los nudos de la estructura se designaran con un número de orden (1, 2, 3, etc.), o en la exposición de la teoría con letras  $i, k, l, m$ , etc.

El momento flector en el extremo  $i$  o  $k$  de la barra  $i-k$  se designara, como puede verse en la figura 1, con  $M_{ik}$  o  $M_{ki}$  respectivamente. En este caso el primer subíndice indica el extremo en el que actúa el momento.

Los momentos en los extremos de la barra  $i-k$  producidos por las cargas exteriores, suponiendo empotramiento perfecto en ambos extremos, los designaremos con  $\bar{M}_{ik}$  o  $\bar{M}_{ki}$ , respectivamente.

Para los distintos tipos de cargas corrientemente usadas, se pueden encontrar sus valores en los manuales.

Las características de una barra de una estructura se definen por el momento de inercia de su sección y por su longitud. La relación entre estos dos valores se designa, al objeto de abreviar, con el valor

$K = \frac{I}{L}$  (coeficiente de rigidez) empleado también en el método de CROSS.

Empezaremos el cálculo suponiendo que al actuar las cargas exteriores existe *empotramiento perfecto* en los dos extremos de cada barra, o sea, que los nudos permanecen fijos sin poder efectuar ningún giro ni desplazamiento. Cada barra es, por lo tanto, como una viga de un tramo empotrada en sus extremos, para los cuales nos será fácil calcular los correspondientes momentos de empotramiento.

A las fuerzas y momentos exteriores que impiden el desplazamiento y el giro de estos nudos las llamaremos *fuerzas y momentos de sujeción*. Determinados los momentos de empotramiento en los nudos, se calculan luego los momentos y fuerzas de sujeción en cada uno de ellos. El hecho de existir equilibrio en un nudo  $i$ , equivale a expresar que el momento de sujeción  $\bar{M}_i$  debe ser igual a la suma de todos los momentos de empotramiento de las barras que concurren en dicho nudo, así:

$$\bar{M}_i = \sum_{(i)} \bar{M}_{ik}$$

(Existe igualdad de signos, además de la de los valores, debido a que el momento de sujeción actúa sobre el nudo y los de empotramiento en los extremos de las barras.)

## 1.2 ESTRUCTURAS CON NUDOS RÍGIDOS

### 1.2.1 ESTUDIO DE LOS ANGULOS DE GIRO

En esta primera etapa de cálculo se supone que los nudos son indesplazables.

Cuando se deforma una estructura bajo la acción de ciertas cargas exteriores, sin suponer que existe rigidez en los nudos de la misma, cada uno de ellos gira en un determinado valor; por ejemplo, para una barra  $i-k$  el extremo  $i$

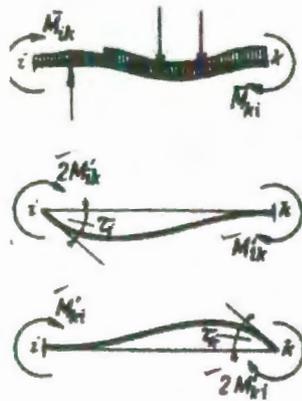


Fig. 2

girara en un ángulo  $\tau_i$ , y el extremo  $k$  en un ángulo  $\tau_k$ . Vamos a descomponer el giro total de los extremos de la barra  $i-k$ ,

como superposición de las tres siguientes y sucesivas etapas (véase fig. 2):

La barra  $i-k$  se deforma, flexando, bajo la acción de la carga, sin girar los extremos de la misma.

1. El extremo  $i$  gira en un ángulo  $\tau_i$ , mientras el extremo  $k$  no gira.
  
2. El extremo  $k$  gira en  $\tau_k$ , mientras el extremo  $i$  no gira.

El valor total del momento en cada extremo será igual a la suma de las tres etapas consideradas.

Por ejemplo, para el extremo  $i$  de la barra  $i-k$  se compondrá de:

Valor  $\bar{M}_{ik}$ , debido a la carga exterior (momento de empotramiento perfecto en el extremo de la barra).

Valor  $2M'_{ik}$ , debido al giro del propio extremo  $i$ .

Valor  $M'_{ki}$ , debido al giro del otro extremo  $k$  de la barra.

Se puede, por lo tanto, escribir para el extremo  $i$  de la barra  $i-k$ :

$$M_{ik} = M_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} \quad (1)$$

El valor  $M'_{ik}$  debido al giro  $\tau_i$  del extremo  $i$  es proporcional al ángulo  $\tau_i$  y a la rigidez  $K$  de la barra y se designara como *influencia del giro del extremo  $i$* . Análogamente, el momento  $M'_{ki}$  es proporcional al ángulo de giro  $\tau_k$  y a la rigidez  $K$  de la barra, y se designará como *influencia del giro del otro extremo  $k$* .

Conocidos estos valores, podremos obtener el momento total  $M_{ik}$  mediante la ecuación (1), por suma de los mismos, o sea:

Del momento de empotramiento perfecto en el extremo, del momento debido al giro del propio extremo y del momento debido al giro del extremo contrario de la barra.

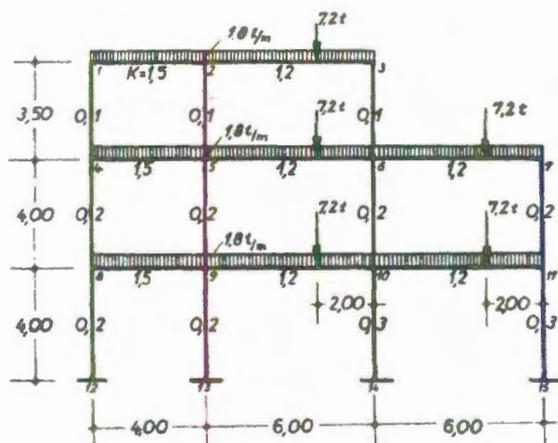


Fig. 3

Vamos a calcular separadamente cada uno de estos valores, en lugar de calcular directamente el momento total, de lo cual se deriva precisamente, como hemos dicho en la introducción, la ventaja de este método.

Las sucesivas variaciones del momento flector se obtendrán en cada nudo, por la reiteración de una misma operación. Por una sucesión arbitraria de uno a otro nudo de la estructura, y reiterando en cada uno de ellos la misma operación, puede llegarse a conseguir el grado de aproximación que se desea.

Vamos a exponer el desarrollo del cálculo, mediante la resolución de un ejemplo (véase Fig. 3).



los sucesivos valores en los extremos de cada barra.

Los Momentos de empotramiento perfecto para las cargas exteriores los calculamos mediante las formulas de los manuales corrientes y los anotamos en la figura 3(a), en los extremos de las barras correspondientes y por encima de los ejes de las mismas.

Los valores de los momentos de empotramiento en la barra 1-2, por ejemplo, que tiene una longitud  $l= 4,00$  m y una carga  $q= 1,8$  m (y que serán iguales para las barras 4-5 y 8-9, que se encuentran en idénticas condiciones) valen:

En el extremo izquierdo

$$\overline{M}_{12} = -\frac{ql^2}{12} = -2.4mt$$

Y en el extremo derecho

$$\overline{M}_{23} = +\frac{ql^2}{12} = +2.4mt$$

Para las demás barras de luces distintas a estas, pero iguales entre sí, y con la misma carga anterior  $q=1,8$  mt, obtendremos unos valores del momento de empotramiento de  $-8,60$  mt en extremos izquierdos y de  $+11,80$  mt en los derechos, cuyos valores anotamos en la figura 3(a).

Seguidamente se escriben los momentos de sujeción en el círculo dibujado en el centro de cada nudo. Los momentos de sujeción que son los que mantienen la rigidez del nudo al giro del mismo son iguales, como hemos dicho anteriormente, a la suma de todos los momentos de empotramiento en los extremos de las barras que concurren en el nudo.

Tendremos, por lo tanto, para el nudo 2:

$$M_2 = +2,40 - 8,60 = -6,20 \text{ mt}$$

A continuación, iremos determinando las variaciones que producen los giros sucesivos de los nudos.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Podemos sentar, en principio, que: al girar uno cualquiera de los nudos, las barras que concurren en el mismo giran del mismo ángulo y que la influencia de estos giros angulares, sobre los momentos en los extremos de las barras que concurren en el nudo, depende únicamente del valor del ángulo de giro y de la rigidez  $K$  de la barra correspondiente. Cuando gira únicamente un nudo de la estructura, ejerce este giro solamente influencia sobre los momentos de las barras que concurren en el mismo, repartiéndose proporcionalmente a los valores de las rigideces respectivas, o sea, expresándolo de otra forma, cuando conocemos la totalidad de los valores que producen este giro, podemos determinar la parte que corresponde a cada una de las barras, repartiendo esta suma proporcionalmente a las rigideces de cada una de ellas.

Designaremos como extremo *contiguo*, el extremo de una barra que concurre en un nudo y como extremo *opuesto* al otro extremo de la misma, o sea, que a cada nudo corresponderá la misma cantidad de extremos contiguos como de extremos opuestos. (Una viga en voladizo puede considerarse como una barra cuyo extremo opuesto se ha alejado en un valor infinito).

Considerando el equilibrio en un nudo cualquiera  $i$ , resulta que el momento total de sujeción  $\bar{M}_i$  más la suma de los momentos debidos al giro del extremo opuesto de la barra, es decir

$$M_i + \sum_i M'_{ki}$$

Es igual a la suma de los momentos debidos al giro del propio extremo multiplicado por (-2).

Cuando conocemos el valor del ángulo de giro en el extremo opuesto del nudo considerado, podemos seguidamente determinar su influencia en el momento flector en el extremo adjunto al nudo referido. Cuando los valores de estos ángulos de giro los conocemos solo aproximadamente, podemos obtener también los valores del momento flector citado aproximadamente, pero cada vez con mayor exactitud si reiteramos el cálculo de los mismos. Los primitivos valores, cuando no tenemos ninguno conocido, los podemos suponer iguales a cero. En las sucesivas iteraciones para obtener mayor aproximación, se procede del siguiente modo.

Se suma al momento de sujeción del nudo los valores aproximados de los momentos en los extremos opuestos de las barras, esta suma se divide por (-2) y el resultado se reparte entre todas las barras en relación de las rigideces  $K$  de las mismas.

Es posible simplificar esta operación, introduciendo los factores de giro (o coeficientes de repartición) que se obtienen repartiendo proporcionalmente a las rigideces de todas las barras que concurren en el nudo, el valor total (-1/2). [Es decir, que la suma de los factores de giro de un nudo debe ser igual a (-1/2), por ser además negativos.

En el esquema de la figura 3(a) se han anotado por cada nudo los valores de estos factores de giro. La marcha a seguir para el cálculo de las influencias de los giros será, por lo tanto, ahora como sigue:

*Se suma el momento de sujeción del nudo con los momentos flectores en los extremos opuestos de las barras que concurren en él. Se multiplica esta suma por los factores de giro de cada*

*barra, y los resultados son las influencias de los giros sobre el momento flector en el extremo de cada barra.*

Reiterando esta operación en los sucesivos nudos en una marcha arbitraria, se pueden hallar los valores sucesivos debidos a los giros en los extremos opuestos de las barras que concurren en él, con la aproximación deseada.

Continuemos ahora con el ejemplo de la figura 3(a). Vamos a calcular los factores de giro para el nudo 9. La suma de los valores de las rigideces K de las barras que concurren en él es (véase fig. 3):

$$1,5+0,2+1,2+0,2=3,1$$

el reparto de  $(-1/2)$  en la relación de rigideces K da:

$$\mu_{9,8} = -\frac{1}{2} * \frac{1,5}{3,1} = -0,242$$

$$\mu_{9,5} = -\frac{1}{2} * \frac{0,2}{3,1} = -0,032$$

$$\mu_{9,10} = -\frac{1}{2} * \frac{1,2}{3,1} = -0,194$$

$$\mu_{9,13} = -\frac{1}{2} * \frac{0,2}{3,1} = -0,032$$

las cuales se anotan en el nudo 9 de la figura 3(a).

Como comprobación de suman los valores de estos factores de giro en el nudo, que debe ser igual a  $(-1/2)$ .

En la figura 3(a) hemos anotado los momentos de empotramiento perfecto, los momentos de sujeción y todos los factores de giro, y hemos calculado las influencias de giro en tres iteraciones, con aproximación sucesiva. Se ha empezado por el nudo 3, en el cual se han supuesto iguales a cero las influencias de los giros en los extremos opuestos. Los valores aproximados obtenidos de este nudo se han anotado en los respectivos extremos de las barras del esquema (en las vigas por debajo de sus ejes). Como puede observarse, los primeros valores han dado ya una buena aproximación.

El orden seguido para los nudos no influye en el resultado total, pero si en la rapidez de convergencia de los resultados. No debemos seguir por lo tanto la marcha, mas cómoda que seria en el orden de la numeración de los nudos, sino empezar siempre por el nudo mas descompensado, en este caso el nudo

3.

Siguiendo con la demostración del método de cálculo empleado, continuamos en la figura 3(a) con la cuarta iteración. Para el nudo 3 sumamos el momento de sujeción y las últimas influencias aproximadas de los giros de en los extremos opuestos de las barras:

$$+11,88 + 2,88 + 0,02 = +14,70$$

Teniendo en cuenta que los factores de giro (o coeficientes de repartición) tienen signo negativo, los valores de los giros de los nudos, y la suma que hemos obtenido, tiene siempre signo contrario; es decir:

$$M'_{3,2} = +14,70 * (-0,462) = -6,79$$

$$M'_{3,6} = +14,70 * (-0,038) = -0,56$$

Estos valores se anotan en los respectivos extremos de las barras del esquema, o sea, debajo de los valores  $-6,77$  y  $-0,56$  respectivamente.

Para el nudo 2, se obtiene como suma de las influencias:

$$-6,20-0,58-6,79+0,09=-13,48$$

multiplicando por los factores de giro, obtenemos:

$$M'_{2,1} = -13,49 * (-0,268) = +3,61$$

$$M'_{2,3} = -13,49 * (-0,214) = +2,89$$

$$M'_{2,5} = -13,49 * (-0,018) = +0,24$$

En la última iteración en el nudo 7 se observa que, calculando solo con dos cifras decimales, no se ha obtenido cambio apreciable con la anterior.

En las iteraciones de los nudos 1 y 4 se han obtenido variaciones muy pequeñas en los últimos valores; y en los otros nudos han sido nulas. Cuando es suficiente la aproximación de dos decimales, no es necesario continuar las iteraciones.

En los extremos de barras empotradas, en nuestro caso los pies de las columnas del piso inferior, las influencias de los giros en

estos nudos son nulas, ya que el ángulo de giro para cualquier deformación es cero.

Una ventaja de este método es, como hemos dicho, que los errores de cálculo se eliminan con las sucesivas iteraciones. La probabilidad, además, de cometer un error es, muy pequeña, ya que siempre consiste en la repetición de una operación aritmética muy sencilla y en los errores de la consideración de los signos son casi imposibles. (Obsérvese las operaciones desarrolladas en varios nudos.) Si a pesar de todo se comete un error, este no influye en el resultado final, siempre que no haya habido en los valores calculados para los momentos de sujeción y los coeficientes de repartición.

El sucesivo cálculo de las influencias de los giros va siguiendo siempre una marcha con aproximaciones sucesivas de los mismos. Al cometer un error, por lo tanto, los valores obtenidos no es que sean falsos sino menos aproximados que los siguientes. Daremos por terminado el cálculo cuando, en la última iteración, los valores obtenidos son casi iguales, y como es muy difícil que repitamos el mismo error en las últimas iteraciones podemos considerar, sin lugar a duda, que el último

valor es bueno.

Determinadas las influencias definitivas de los giros, podemos obtener los momentos definitivos sumando los valores según la ecuación (1).

Para mayor claridad, se ha hecho el cálculo de los momentos definitivos en la figura 3b en lugar de hacerlo en la 3a.

En la misma, se anotan los momentos de empotramiento perfecto y las influencias de giro obtenidas en la última iteración, en los extremos de las barras correspondientes. De acuerdo con la ecuación (1), obtendremos los momentos definitivos sumando a los valores anotados en el extremo de una barra los valores de las influencias del giro en el propio extremo y la del opuesto. Es decir, sumamos en cada extremo a los valores apuntados un mismo valor, que es la suma de las influencias de giro en los dos extremos. Por ello, en el extremo de cada barra se anotan además del valor del momento de empotramiento y de la influencia del giro, la suma que acabamos de indicar.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

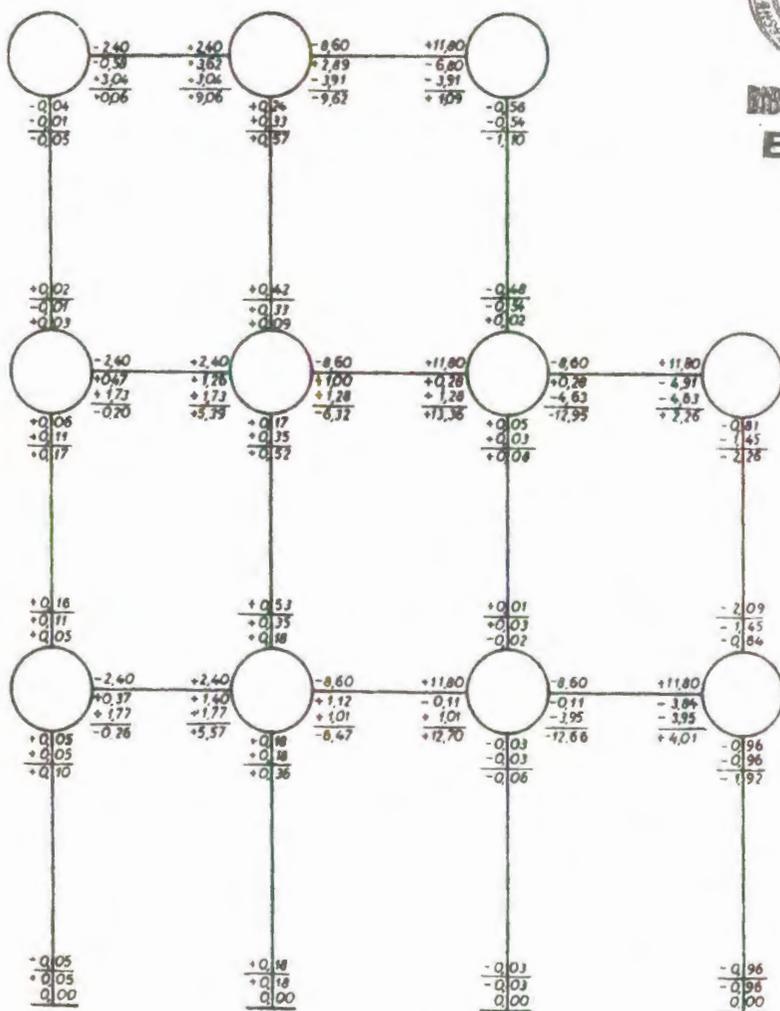


FIG. 3 b

La suma de estos tres valores (en las columnas serán dos, por no existir momentos de empotramiento) es el momento total, que se anota en cada barra por debajo de la línea de suma.

Para la comprobación del cálculo (caso de Ingenieros

inspectores) no es necesario acompañar todo el desarrollo efectuado, pues basta con los valores de la figura 3b, donde se han obtenido los resultados finales. En ella se puede comprobar la marcha seguida, e incluso registrar los valores de las influencias de los giros en un nudo, efectuando en uno cualquiera de ellos las sucesivas iteraciones para la obtención de la influencia de los giros.

Debido a la condición de equilibrio en un nudo cualquiera, la suma de los momentos definitivos debe ser igual a cero (excepto en nudos en que actúen momentos exteriores).

Si se hubiera cometido un error en el cálculo de estos momentos quedaría, por lo tanto, al descubierto al no ser igual a cero, o igual al momento exterior que actúa en el nudo, la suma de los momentos definitivos en un nudo.

Si precisamos cambiar, al final del cálculo, la sección de las barras de la estructura o de las cargas que actúan sobre la misma, no es necesario repetir el mismo. Basta cambiar los valores en el cálculo anterior, tomar como valores aproximados

las influencias de giro obtenidas y continuar el cálculo sobre las mismas. Bastan entonces unas dos iteraciones solamente en los nudos contiguos a los valores que han variado, hasta llegar a la nueva aproximación deseada.

Antes de dibujar el diagrama con los momentos definitivos en los extremos de las barras, debemos asegurarnos que los signos de los mismos sean los verdaderos, de acuerdo con la regla de los signos adoptada. Un momento es positivo cuando hace girar el extremo de la barra sobre la cual actúa, en las agujas del reloj.

Un momento flector positivo en el extremo izquierdo de una barra da lugar a tracciones en las fibras inferiores de la misma; un momento positivo en el extremo derecho de una barra da lugar a tracción en las fibras superiores.

Dibujando el gráfico de momentos flectores, como es de costumbre, de manera que estos momentos queden por la parte de la barra en la que se producen tracciones, los momentos positivos deberán dibujarse para los extremos izquierdos hacia

abajo del eje de la barra, y hacia arriba para los extremos derechos de las mismas.

### 1.2.2 CASOS PARTICULARES

Cuando alguna de las barras de la estructura esta articulada en un extremo (por ejemplo, columnas articuladas en su apoyo o vigas apoyadas en uno de sus extremos), deberá introducirse una variación en el cálculo teniendo en cuenta lo que explicamos a continuación.

Comparemos una columna con un coeficiente de rigidez  $K$  que este articulada en el pie, con otra perfectamente empotrada en el mismo y cuyo coeficiente de rigidez es  $K'=3/4K$ . Se puede encontrar que para el mismo valor del ángulo de giro en la cabeza de las columnas, el momento definitivo es el mismo para ambas. Consideraremos, por lo tanto, las barras de la estructura con articulación en un extremo, como barras perfectamente empotradas cuyo coeficiente de rigidez es igual a  $3/4$  del de la barra con articulación. Los valores de los momentos de empotramiento a considerar para los extremos de

estas barras, son los mismos que para una barra de igual longitud, continuando luego el cálculo como si estas barras estuvieran perfectamente empotradas, teniendo solamente en cuenta para el valor del momento definitivo, que en el apoyo articulado de su valor es igual a cero.

Para el caso de una estructura simétrica, y carga también simétrica, es suficiente con el cálculo para la mitad de la estructura. Cuando el eje simetría pasa a lo largo de una columna (o sea el caso de un número par de tramos) los nudos de este eje no experimentan ningún giro. Pueden considerarse por lo tanto, como nudos con empotramiento perfecto. Cuando el eje de simetría pasa por el centro de los tramos de las barras horizontales (o sea, para un número impar de tramos), se puede sustituir cada una de estas barras, después de calculados los momentos de empotramiento, por una barra mitad de longitud empotrada en dicho eje de simetría y con un valor de coeficiente de rigidez  $K'$  igual a la mitad de su coeficiente  $K$  correspondiente a la barra primitiva. (Cuando se deforma una barra simétricamente respecto al centro de la misma, de tal manera que sus extremos giran en un ángulo igual pero simétrico, hay una misma relación entre los momentos y los

ángulos de giro en los extremos, que entre los momentos y los ángulos de la barra equivalente por la cual se ha sustituido).

Los extremos de las barras en voladizo (o cantilever) se pueden considerar como una barra cuyo extremo opuesto esta a una longitud infinita. El valor del coeficiente de rigidez  $K$  de esta barra es igual a cero y el momento de empotramiento el de una barra cualquiera.

En el caso de actuar un momento exterior sobre uno de los nudos, puede considerarse como si fueran debidos a una ménsula que se apoyara en este nudo, y, por lo tanto, esta ménsula no influye para nada en la distribución de momentos. El caso de un apoyo en cantilever es igual al de una ménsula, como hemos dicho.

### **1.3 PÓRTICO DE VARIOS PISOS CON NUDOS DESPLAZABLES, EN SENTIDO HORIZONTAL**

### 1.3.1 INFLUENCIA DEL DESPLAZAMIENTO DE LOS NUDOS

Cuando los nudos de una estructura durante su deformación, además de girar se desplazan de su posición, véase figura 4, puede descomponerse la deformación de la barra vertical correspondiente, así:

1. La barra  $i-k$  se deforma sin girar sus extremos ni desplazarse (empotramiento perfecto).

2. El extremo  $i$  gira en un ángulo  $\tau_i$ , sin girar el otro extremo  $k$ , ni desplazarse ninguno de ellos.

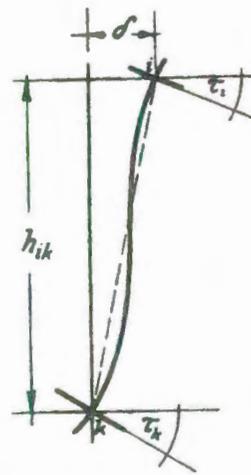


Fig. 4

3. El extremo  $k$  gira en un ángulo  $\tau_k$  sin girar el  $i$ , y sin desplazarse ninguno de los dos.

4. Los extremos  $i - k$  se desplazan entre ellos en un valor  $\delta$

(véase fig. 4), sin que dichos extremos experimenten ningún nuevo giro.

Teniendo en cuenta que estas tres primeras etapas son exactamente iguales a las consideradas en el caso de estructuras con nudos fijos (igualdad 1), bastara para el cálculo del momento  $M_{ik}$  en el extremo de la barra que se desplaza, agregar a aquella igualdad el valor  $M''_{ik}$  debido al desplazamiento, del extremo  $i$  de la barra.

Conocidos, por lo tanto, estos cuatro valores de los momentos en el extremo de la barra, puede obtenerse el momento total resultante mediante la suma:

$$M_{ik} = \overline{M}_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \quad (1 a)$$

El valor  $M''_{ik}$  debido al desplazamiento del extremo de la barra lo designaremos como la influencia del desplazamiento de los pisos de la estructura sobre los momentos en los nudos. Escribiremos de nuevo la ecuación de equilibrio de momentos en un nudo  $i$

$$\sum_{(i)} M_{ik} = 0$$

y mediante la ecuación (1 a) deduciremos la regla operatoria para el cálculo de las influencias del giro de los nudos, igual que hemos hecho en el caso de nudos intraslacionales.

Empleando los mismos coeficientes de reparto anteriores, obtendremos también ahora las influencias del giro de los nudos, mediante la suma de momentos de sujeción, de las influencias de los giros de los extremos opuestos y además de las influencias del desplazamiento  $M''_{ik}$  en cada una de las barras concurrentes en el nudo, es decir, de la suma

$$\bar{M}_i + \sum_{(i)} (M'_{ki} + M''_{ik})$$

Para las barras de sección constante como suponemos hasta ahora, tenemos  $M''_{ik} = M''_{ki}$ . Por lo cual será necesario, debido a la simetría del cálculo, un solo valor para la

influencia del desplazamiento, el cual anotaremos en la mitad de la barra.

Teniendo en cuenta las condiciones de equilibrio de la estructura, emplearemos para el cálculo de las influencias del desplazamiento un proceso análogo al utilizado para las influencias de los giros. Como luego demostraremos, existe una completa analogía entre los dos procedimientos.

Consideraremos en este estudio, solamente pórticos de varios pisos con columnas verticales, y para el cálculo de los desplazamientos horizontales distinguiremos sucesivamente el caso de que actúen o no fuerzas horizontales sobre el pórtico, y el caso de pórticos con columnas de distinta altura en un mismo piso.

### 1.3.2 CARGAS VERTICALES

Cortemos horizontalmente, figura 5, todas las columnas de un piso  $r$  cualquiera. Para que exista equilibrio, debe verificarse que la suma de todas las fuerzas cortantes de las columnas de

BIBLIOTECA



FACULTAD DE ING.  
CIENCIAS DE LA TIERRA

este piso sea igual a cero.

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = 0$$

Esta ecuación de equilibrio, que debe cumplirse para cada piso (cuando existe la posibilidad de desplazamientos horizontales de los nudos), se deduce del desplazamiento horizontal igual y contrario de las barras horizontales, y mediante la misma pueden calcularse las influencias de los desplazamientos de los nudos para la obtención de los momentos.

Suponiendo primero el caso de un *piso r con columnas de igual longitud*, obtendremos la ecuación de equilibrio, mediante la sustitución del valor del esfuerzo cortante en la columna *i-k*, en la ecuación (1a).

$$Q_{ik} = -\frac{M_{ik} + M_{ki}}{h_{ik}}$$

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = -\frac{1}{h_{ik}} \sum_{(r)} (2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} + 2M'_{ki} + M'_{ik} + M''_{ki}) = 0$$

y de esta

$$\sum_{(r)} M''_{ik} = -\frac{3}{2} \sum_{(r)} (M'_{ik} + M'_{ki})$$

La suma de las influencias de los desplazamientos de las columnas de un piso  $r$  sobre los momentos, puede determinarse, por lo tanto, mediante las influencias de los giros de los extremos de las columnas del mismo piso.

La repartición proporcional de esta suma en las distintas columnas, la deduciremos del siguiente razonamiento:



FIG. 5

Al desplazarse un piso  $r$ , la viga superior que une las cabezas de las columnas en un valor, respecto a la inferior que une los pies de las mismas, todas las columnas de este piso se desplazan transversalmente en la misma cantidad.

*Se supone, como siempre, que las longitudes de las barras son constantes. Teniendo en cuenta que la influencia del desplazamiento depende únicamente del valor  $\delta$  de dicho desplazamiento y de los valores de  $K/h$  y es, además, proporcional a ellos, se calcularán las influencias sobre las columnas del desplazamiento  $\delta$  del piso  $r$ , en proporción a los valores de  $K/h$  y teniendo en cuenta, además, que las columnas de este piso tienen la misma longitud, en proporción a las rigideces  $K$  de estas barras.*

Para facilidad del cálculo, adoptaremos análogamente a los factores de repartición, unos *factores de corrimiento* (o coeficientes de desplazamiento) repartiendo el valor  $-3/2$  proporcionalmente a las rigideces  $K$  de las columnas del piso  $r$ .

Llegaremos a la conclusión de que el cálculo de las influencias del desplazamiento es tan sencillo como el de las influencias de los giros:

Sumaremos las influencias de los giros en todos los extremos de las columnas del piso, multiplicaremos esta suma

sucesivamente por los factores de corrimiento, obteniendo de esta forma las influencias correspondientes al desplazamiento.

Mediante las influencias de los giros se calculan las de los desplazamientos y con estas otra vez las de los giros en sucesivas iteraciones, hasta obtener el grado de aproximación deseado.

### Ejemplo

Como demostración práctica de esta teoría, vamos a desarrollar el mismo ejemplo de la figura 3 pero suponiendo los nudos desplazables.

Se conservan los mismos valores de los coeficientes de repartición y momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras (véase figura 6 a). La primera iteración de las influencias del giro es también exactamente la misma, ya que empezamos asimismo con valores de la influencia del desplazamiento iguales a cero, por no conocer otros más aproximados. Anotamos los factores del corrimiento en el lado

izquierdo central de cada columna a que corresponden. El reparto de este valor  $-3/2$  para el piso superior da lugar a un valor en cada una igual a  $-0,50$ .

En el piso intermedio hay cuatro columnas de la misma rigidez  $K$ . El reparto del coeficiente  $-3/2$  en cada una de ellas da un valor de  $(-0.375)$ .

En el piso inferior, las columnas no tienen la misma rigidez, por lo cual sumamos los valores de  $K$ :

$$0,2 + 0,2 + 0,3 + 0,3 = 1,0$$

y repartimos el valor  $-3/2$ , proporcionalmente a los valores de  $K$ , que para las columnas de la izquierda da:

$$-3/2 * 0,2 / 1,0 = -0.300$$

y para las dos de la derecha

$$-3/2 * 0,3/1,0 = -0,45$$

En la figura 6 *a* se ha llegado hasta la tercera iteración, antes de que se hayan calculado las influencias del desplazamiento de las columnas en los nudos 8, 9 y 10 (para la numeración véase fig. 3). Continuemos ahora el cálculo.

Al calcular las influencias de los giros de los nudos, deben tenerse en cuenta también las debidas a los desplazamientos en la iteración anterior.

Para el nudo 10 la suma de influencias nos da:

$$+ 3,20 + 1,01 + 0,03 - 4,08 + 0,00 + 0,42 + 0,39 = + 0,97$$

Multiplicando este valor por los coeficientes de reparto, se obtienen las correspondientes influencias: -0,20, -0,03, -0,20 y -0,05, las cuales anotamos como nuevas aproximaciones en el nudo 10.

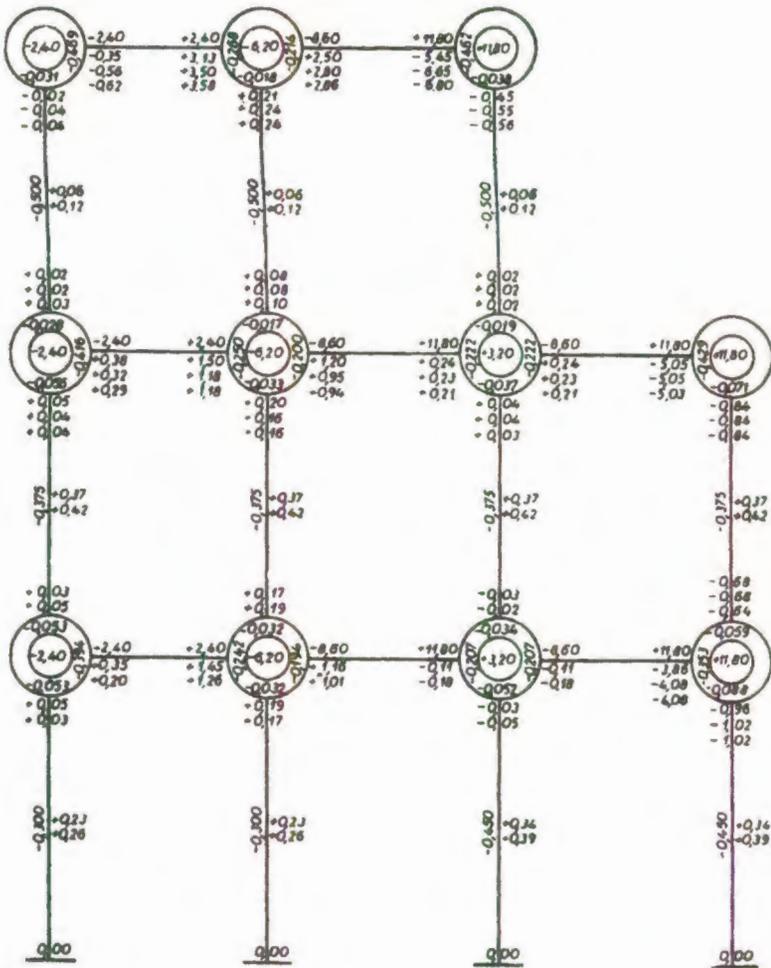


FIG. 6 a

Para el siguiente nudo 8, obtenemos como suma de influencias:

$$-2,40 + 0,04 + 1,26 + 0,00 + 0,42 + 0,26 = -0,42$$

La cual multiplicada por los correspondientes coeficientes de reparto, da los valores:  $+0,02$ ,  $+0,17$  y  $+0,02$ , los que se anotan

en el lugar correspondiente del esquema.

Para el nudo 9 obtenemos:

$$-6,20 + 0,17 + 0,16 - 0,20 + 0,00 + 0,42 + 0,26 = -5,39$$

y como influencias de los giros: +1,30, +0,17, +1,04, +0,17.

A continuación, calculamos la influencia del desplazamiento de las columnas.

Para el giro superior, deberemos sumar las influencias de giro de las cabezas de todas las columnas de este piso

$$-0,04 + 0,02 + 0,24 + 0,08 - 0,56 + 0,02 = -0,24$$

Multiplicando este valor por los factores de corrimiento, obtenemos para las tres columnas el valor 0,12 que es igual al de la anterior iteración.

La suma en el piso intermedio es

$$+0,04 + 0,02 + 0,16 + 0,17 + 0,03 - 0,03 - 0,84 - 0,68 = - 1,13$$

que multiplicado por el factor de corrimiento  $-0,375$ , nos da el mismo valor anterior igual a  $+0,42$ .

En el piso inferior, la suma de las influencias de giro da

$$+0,02 + 0,17 - 0,05 - 1,02 = - 0,88.$$

Multiplicando por los correspondientes factores de corrimiento, nos da, para las columnas de la izquierda, una influencia de desplazamiento igual a  $+0,26$  y para las de la derecha, igual a  $+0,40$ .

La cuarta iteración da lugar solamente a pequeñas correcciones, cuando no se precisan mas que dos decimales, y en realidad solo será conveniente hacerla en los nudos 1, 2 y 3 y eventualmente en el 4.

La corrección de errores que, según hemos explicado, se obtiene para el cálculo con nudos fijos, puede también aplicarse al caso de nudos desplazables. Por lo tanto, cuando estamos seguros de no haber cometido error en el cálculo de los momentos de sujeción, de los coeficientes de reparto y de los factores de corrimiento, podemos estar seguros de obtener resultados correctos.

La comprobación de los resultados de un cálculo es a veces laboriosa, pero siempre es recomendable cuando se han debido realizar gran número de operaciones; es además muy conveniente, antes de continuar un cálculo, la comprobación de los resultados anteriores.

Obtenidas las influencias de los giros de los nudos y de los desplazamientos de los mismos, basta para obtener los momentos definitivos en los extremos de las barras, aplicar la formula (1a) en la cual se suma en cada extremo de la barra:

el momento de empotramiento perfecto,

la doble influencia del giro del mismo nudo,

la influencia del giro del nudo opuesto y  
la influencia del desplazamiento.

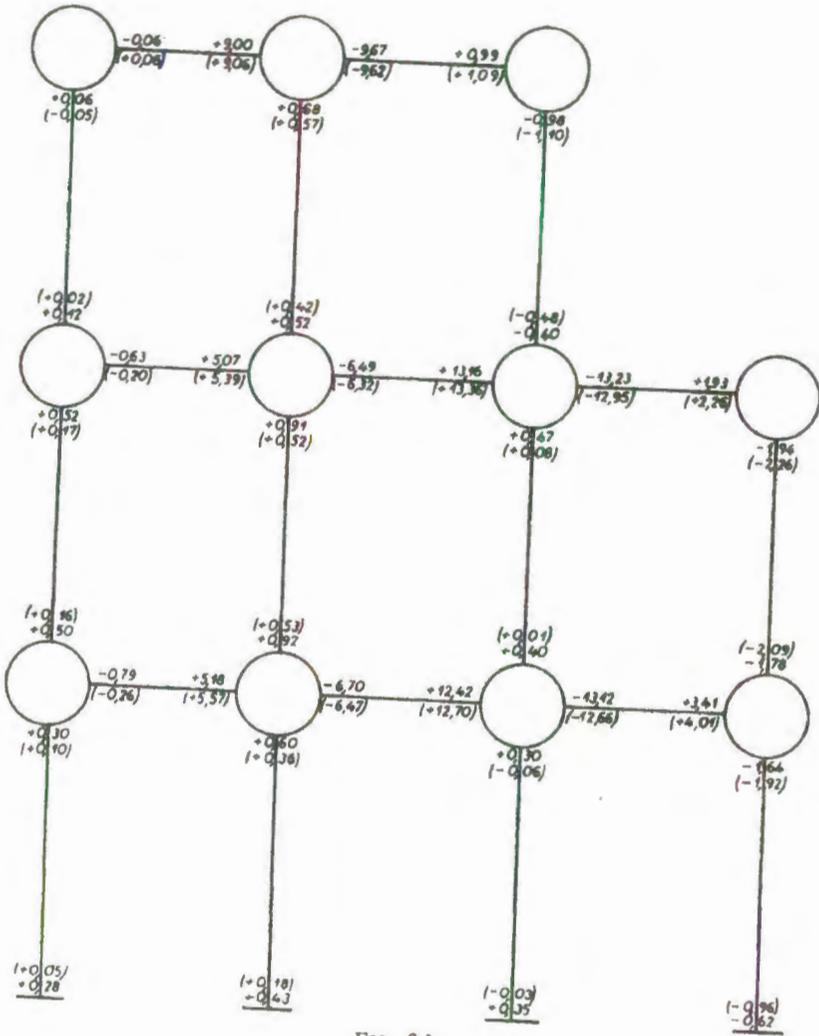


FIG. 6 b

Para calcular los momentos definitivos en los extremos de las barras del ejemplo que estamos desarrollando, en el cual hemos obtenido las influencias de los giros y de los desplazamientos, el procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Se tachan en cada extremo de barra los valores no utilizables, dejando solamente los momentos de empotramiento perfecto y la influencia final del giro ( $\overline{M}_{ik}$  y  $M'_{ik}$ ).
2. Se forma en cada barra la suma de las influencias de giro en ambos extremos mas la del desplazamiento ( $M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$ ). Esta suma se anota en ambos extremos de la barra.
3. Se suman estos valores anotados. (En las barras horizontales tenemos en cada extremo tres valores, y en las columnas dos, ya que en ellas no existen, en este ejemplo, momentos de empotramiento.)



BIBLIOTECA FIC1  
ESPOL

La suma de estos valores es el momento total, como podemos observar comparándole con la fórmula (1a). Los momentos resultantes se han dibujado en la figura 6 b. (En el siguiente ejemplo, en la figura 8b, explicaremos además el cálculo de los momentos flectores definitivos.) Debajo de los momentos totales obtenidos en el extremo de cada barra, anotamos entre

paréntesis los valores obtenidos en el caso de nudos fijos (obtenidos en la fig. 3b). Esto nos permite comparar estos valores y damos cuenta de las diferencias, especialmente en las columnas; incluso hemos obtenido cambios en el signo de los momentos.

Vista la sencillez del cálculo para el caso de nudos desplazables, no está justificado el suponer que estos nudos son indesplazables, como hemos hecho antes.

### 1.3.3 COLUMNAS ARTICULADAS EN LOS APOYOS

Cuando hay articulaciones en los pies de las columnas, en lugar de empotramiento como en el caso anterior, se puede efectuar el cálculo partiendo también de los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras, pero asignando un valor a la rigidez

$$K' = \frac{3}{4} * \frac{I}{l}$$

para las barras que tengan uno de los extremos articulados.

Los factores de corrimiento de las columnas, en el caso de articulación en sus apoyos, siendo todas de la misma altura, se obtiene repartiendo el valor  $(-2)$  (como luego demostraremos) en lugar de  $(-3/2)$ , proporcionalmente a las rigideces  $K$  de dichas columnas.

### 1.3.4 CARGAS HORIZONTALES

En el caso del pórtico de varios pisos, sobre el cual actúan fuerzas horizontales en los nudos o fuera de ellos (véase fig. 7), no podemos considerar estos nudos como rígidos. Existirán ahora, además de los momentos de sujeción, unas fuerzas horizontales de fijación (representadas en la fig. 7 por los valores  $H$ ) que impidan el desplazamiento de los nudos, como los momentos impiden el giro de los mismos.

Calculados los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras, se calculan luego los momentos de sujeción, así como las fuerzas de fijación mediante las ecuaciones de equilibrio.

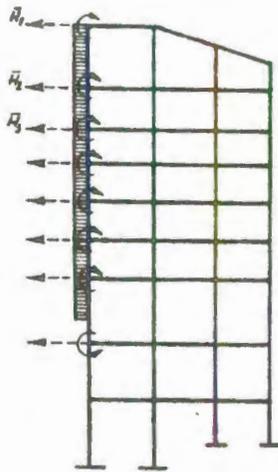


FIG. 7

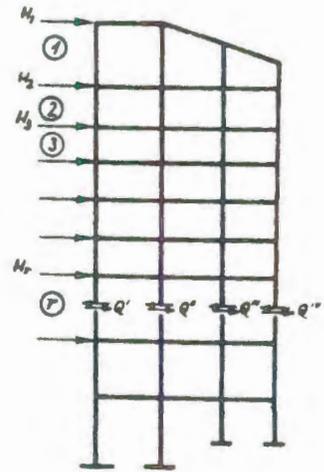


FIG. 7 a

Para calcular los desplazamientos en la misma forma que lo hemos hecho para el caso de cargas verticales, deberemos solo tener en cuenta que ahora intervendrán unas fuerzas de fijación  $H$  que antes no existían. Estas fuerzas  $H$  las podremos eliminar introduciendo, para cada una de ellas, una igual y contraria que la anule. Estas fuerzas adicionales se representan en la figura 7 a. Efectuando un corte horizontal para todas las columnas de un piso cualquiera  $r$ , podemos establecer la condición de equilibrio:

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = \sum_{i=1}^{(r)} H_i$$

O sea, que la suma de las fuerzas cortantes en todas las columnas del piso  $r$  es igual a la suma de las fuerzas

horizontales  $H$  que actúan en los nudos por encima del piso  $r$ .  
*Esta suma de las fuerzas  $H$  de fijación que actúan por encima del piso  $r$  la designaremos como esfuerzo cortante  $Q_r$  bajo este piso.*

$$Q_r = \sum_{i=1}^r \bar{H}_i$$

Las fuerzas cortantes de un piso pueden obtenerse de las fuerzas de fijación para el caso de empotramiento perfecto. Así, por ejemplo, calculando la fuerza cortante  $Q_{ik}$  para una columna  $i-k$  del piso  $r$ , y usando luego la fórmula (1a), teniendo en cuenta que

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = Q_r$$

y que todas las columnas del piso tienen la misma longitud  $h_r$ , podemos poner

$$Q_r \cdot h_r = - \sum_{(r)} [3(M'_{ik} + M'_{ki}) + 2M''_{ik}]$$

y para la suma de las influencias del desplazamiento en todas las columnas del piso r:

$$\sum_{(r)} M''_{ik} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{Q_r \cdot h_r}{3} + \sum_{(r)} (M'_{ik} + M'_{ki}) \right]$$

Designando como *momento del piso*  $M_r$ , el valor  $Q_r \cdot h_r / 3$  igual al tercio del producto del esfuerzo cortante por la altura del piso, tendremos:

$$\overline{M}_r = \frac{Q_r \cdot h_r}{3}$$

Los factores de corrimiento son iguales a los del caso de carga vertical, y la única diferencia con este caso consiste en que al hacer la suma de las influencias de los giros en los extremos de las columnas debe añadirse además el momento del piso  $M_r$ .

El cálculo, por lo tanto, de un pórtico de varios pisos con cargas horizontales constara de las siguientes fases:

1. Cálculo de los momentos de empotramiento perfecto en los extremos de las barras y de los momentos y fuerzas horizontales de sujeción.
2. Cálculo de las influencias de los giros de los nudos y del desplazamiento de los mismos, empezando con los momentos de sujeción, igual que para el caso de carga vertical.
3. Cálculo de los esfuerzos cortantes en los pisos y de los momentos de piso  $M_r$ , debidos a las fuerzas de sujeción. (Para los valores de estas fuerzas horizontales de equilibrio se calculan también las influencias de giro y desplazamiento de los nudos, por medio de estos momentos de piso  $M$ , y se suman a las indicadas en la fase 2.)

Las operaciones a realizar en las fases 2 y 3 pueden serlo al mismo tiempo para las influencias del giro y del desplazamiento.

La diferencia esencial entre el cálculo de un pórtico de varios

pisos con carga horizontal, y otro con cargas verticales, consiste en que al calcular la influencia del desplazamiento debe agregarse en los extremos de las columnas el momento del piso  $M_r$ .

Designando por  $v_{ik}$ , el factor de corrimiento de la barra  $i-k$ , el valor que nos da los momentos debidos al corrimiento es:

$$M''_{ik} = v_{ik} [\bar{M}_r + \sum (M'_{ik} + M'_{ki})] \quad (5a)$$

El valor que da los momentos debidos a la influencia del *giro del nudo* es designando con  $\mu_{ik}$ , el coeficiente de giro en el extremo  $i$  de la barra  $i-k$ :

$$M'_{ik} = \mu_{ik} [\bar{M}_r + \sum (M'_{ki} + M''_{ik})] \quad (3a)$$

Comparando estas dos igualdades, vemos la analogía de las mismas. En ambos casos, en lugar de  $M'_{ik}$ , hay  $M''_{ik}$ ; en lugar del factor de giro, el factor de corrimiento, y en lugar del momento de sujeción, el momento del piso. También es análoga la semejanza geométrica.

Por la rotación del nudo giran todos los extremos de las barras en el mismo ángulo  $\tau$  y las influencias del giro, debidas a esta rotación, son proporcionales a las rigideces  $K$  de las barras.

La determinación de la influencia del desplazamiento se ha obtenido calculando el movimiento de las vigas entre sí. Las columnas del piso considerado experimentan, por lo tanto, el mismo desplazamiento transversal  $\delta$ , y, por ello, su influencia sobre los momentos de los nudos debe estar en relación con las rigideces  $K$  de las barras.

Debemos tener en cuenta, además, que al considerar el desplazamiento de los nudos su influencia aumenta en proporción al número de pisos mas el número de nudos de cada piso.

El cálculo, por lo tanto, de un pórtico de varios pisos con carga horizontal consistirá en:

1. Suposición de empotramiento perfecto, cálculo de los momentos de empotramiento en los extremos de las barras,

de los momentos de sujeción, de las fuerzas de fijación y mediante ellas, de los esfuerzos cortantes y momentos de piso

$$\overline{M}_r = \frac{Q_r \cdot h_r}{3}$$

(Los momentos de piso son positivos cuando la carga horizontal actúa de izquierda a derecha, o sea cuando las fuerzas de fijación lo son de derecha a izquierda.) Deben anotarse los momentos de piso, en el esquema, a la izquierda de la columna del piso correspondiente.

2. Los valores de los factores de giro y de corrimiento son los mismos que en el caso de carga vertical (véase fig. 6 a).
  
3. Al efectuar la primera iteración debe tenerse ya en cuenta, en cada nudo, el momento del piso  $M_r$ , en lo cual se diferencia este cálculo del caso de carga solamente vertical. Después de cada iteración en todos los nudos, se hace la compensación por pisos de los valores encontrados en cada extremo de las columnas de un piso y se alternan las dos operaciones hasta conseguir la aproximación deseada.

4. El cálculo de los momentos totales es igual al caso de cargas verticales, pero con desplazamiento horizontal de los nudos. En el siguiente capítulo se explicará un ejemplo de cálculo con carga horizontal.

Para el caso de actuar a la vez los dos tipos de cargas verticales y horizontales, el cálculo no ofrece ninguna nueva dificultad, siguiendo la marcha indicada anteriormente.

### **1.3.5 COLUMNAS DE DIFERENTE ALTURA EN UN MISMO PISO**

La existencia de columnas de diferente altura en un piso  $r$  no modifica los valores de los factores de giro y las influencias de dichos giros, solamente las influencias del desplazamiento experimentan variación.

Empezamos eligiendo como longitud de las columnas del piso  $r$  un valor *ficticio*  $h_r$ , igual al de las columnas que figuran en mayor número con esta longitud.

Escribamos de nuevo la condición de equilibrio,

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = Q_r$$

que debe cumplirse en cada piso  $r$ , la cual puede transformarse teniendo en cuenta la ecuación (1), y multiplicando luego por  $h_r$  en la siguiente:

$$\sum_{(r)} M''_{ik} \frac{h_r}{h_{ik}} = -\frac{3}{2} \left[ \frac{Q_r \cdot h_r}{3} + \sum_{(r)} (M'_{ik} + M'_{ki}) \frac{h_r}{h_{ik}} \right]$$

y llamando *factor de reducción* el valor  $c$ :

$$c_{ik} = \frac{h_r}{h_{ik}}$$

obtendremos introduciendo, además, el valor  $M_r$  del momento del piso, establecido anteriormente

$$\sum_{(r)} c_{ik} M''_{ik} = -\frac{3}{2} \left[ \bar{M}_r + \sum_{(r)} c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki}) \right]$$

Al desplazarse transversalmente un piso  $r$ , es evidente que todas las cabezas de las columnas se desplazan en un mismo valor  $\delta$ . Las influencias del desplazamiento dependen, por lo tanto, únicamente de  $\delta$  y de la relación  $K_{ik}/h_{ik}$  y son proporcionales a estos dos valores. Teniendo en cuenta, además, que el valor  $\delta$  es igual para todas las columnas del mismo piso, la influencia del desplazamiento será proporcional a  $K_{ik}/h_{ik}$  o también, el valor  $c_{ik}K_{ik}$  resultando de ello la relación

$$\frac{M''_{ik}}{\sum_{(r)} c_{ik} \cdot M''_{ik}} = \frac{c_{ik} \cdot K_{ik}}{\sum_{(r)} c_{ik}^2 \cdot K_{ik}}$$

y expresando el valor del factor de corrimiento en una forma general, obtenemos

$$v_{ik} = -\frac{\frac{3}{2}c_{ik} \cdot K_{ik}}{\sum_{(r)} c_{ik}^2 \cdot K_{ik}} \quad (4'a)$$

y la igualdad (5 a) que expresa el valor del momento total debido al desplazamiento, puede escribirse así:

$$M''_{ik} = v_{ik} [\bar{M}_r + \sum c_{ik} (M'_{ik} + M'_{ki})] \quad (5'a)$$

O sea que, para pisos con columnas de distintas alturas, debemos tener en cuenta las siguientes modificaciones: Empezaremos tomando una altura de piso  $h_r$  en la forma que hemos indicado; calcularemos para cada columna el factor de reducción  $c=h_r/h$  y lo anotaremos al lado de las mismas.

Los factores de corrimiento los calcularemos mediante la igualdad (4' a) y los anotaremos también en el esquema de cálculo. Al terminar con la influencia del desplazamiento, multiplicaremos la suma de los momentos de las influencias del giro en los extremos de las columnas, por el correspondiente factor de reducción  $c$ .

En el caso de columnas de igual longitud, efectuábamos la comprobación de los factores de corrimiento, viendo si la suma de los mismos en cada piso era igual a  $(-3/2)$ .

Para el caso de columnas desiguales, deberá ser la suma del producto



$$\sum_{(r)} c_{ik} \cdot v_{ik} = -\frac{3}{2}$$

Vamos a aplicar lo dicho, al esquema indicado en la figura 8, el cual difiere de la estructura de la figura 3 únicamente en las longitudes de las dos últimas columnas del piso inferior.

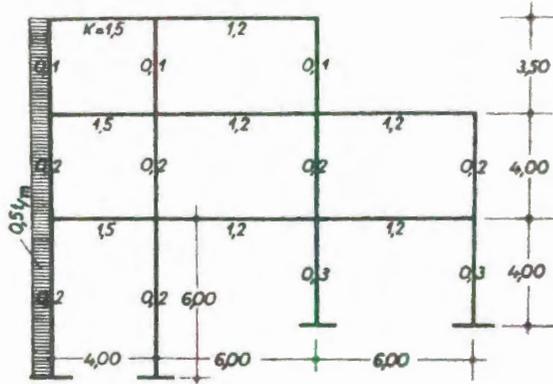


FIG. 8

Los factores de giro y de corrimiento son los mismos calculados antes. Elegiremos como altura ficticia para las columnas del piso inferior  $h_r = 6,00$  m, con lo cual los factores de reducción serán para este piso:

$c = 1$  para las dos columnas a la izquierda

$c = h_r/h_{ik} = 6,00/4,00 = 1,50$  para las dos de la derecha.

Los factores de corrimiento para las dos columnas de la

izquierda de este piso inferior serán, según (4' a)

$$v = -\frac{\frac{3}{2} \cdot 1,00 \cdot 0,2}{2(1,0 \cdot 0,2 + 1,5^2 \cdot 0,3)} = -\frac{0,3}{1,75} = -0,171$$

y para las de la derecha

$$v = -\frac{\frac{3}{2} \cdot 1,50 \cdot 0,3}{1,75} = -\frac{0,675}{1,75} = -0,386$$

la comprobación de los valores de los factores de corrimiento da:

$$2(-0,171 \cdot 1,0 - 0,386 \cdot 1,50) = -1,500$$

En el esquema de la figura 8 a, anotamos los factores de giro, factores de corrimiento, y en las columnas del piso inferior, además de los factores de corrimiento, los de reducción c.

A continuación anotamos los momentos de empotramiento en

los extremos de las barras, que solo existen en este caso para las columnas de la primera fila a la izquierda:

$$\overline{M}_{1,4} = -\overline{M}_{4,1} = \frac{0,5 \cdot 3,50^2}{12} = +0,51mt$$

$$\overline{M}_{4,8} = -\overline{M}_{8,4} = \frac{0,5 \cdot 4,0^2}{12} = +0,67mt$$

$$\overline{M}_{8,12} = -\overline{M}_{12,8} = \frac{0,5 \cdot 6,0^2}{12} = +1,50mt$$

Para evitar confusiones, conviene separar estos momentos de empotramiento en los extremos de las columnas anotados en el esquema, mediante una línea horizontal por debajo de los mismos que los separe de las influencias de los giros, que se obtendrán mas tarde. (Así lo haremos en fig. 8a.) A continuación se anotan los momentos de fijación obtenidos por suma de los momentos de empotramiento, en el centro del círculo de cada nudo.

Sigue luego el cálculo de los momentos de los pisos. Para ello precisamos primero los valores de las fuerzas de fijación, que son, designando la viga superior con *I*, la intermedia con *II* y la

inferior con III:

$$\bar{H}_I = 0,5t/m \cdot \frac{3,50m}{2} = 0,875t$$

$$\bar{H}_{II} = 0,5t/m \cdot \frac{3,50 + 4,00}{2} = 1,875t$$

$$\bar{H}_{III} = 0,5t/m \cdot \frac{4,00 + 6,00}{2} = 2,500t$$



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

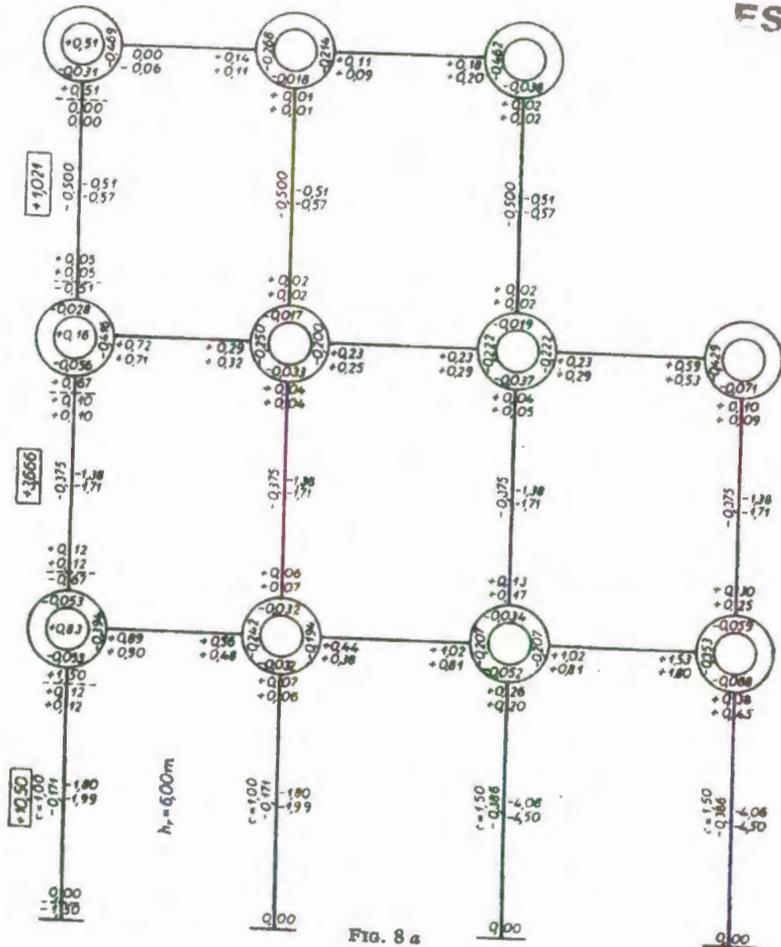


FIG. 8 a

Estas fuerzas serán positivas, según la regla de signos adoptada, por actuar de derecha a izquierda (la carga actúa de izquierda a derecha).

Con los valores de las fuerzas de fijación, obtenemos las fuerzas cortantes del piso (que también son positivas) así:

$$\text{en piso superior} \quad Q = 0,875 \text{ t}$$

$$\text{en piso intermedio} \quad Q = 0,875 + 1,875 = 2,750 \text{ t}$$

$$\text{en piso inferior} \quad Q = 0,875 + 1,875 + 2,500 = 5,250 \text{ t}$$

y los momentos de los pisos:

$$\bar{M}_I = \frac{Q_I \cdot h_I}{3} = \frac{0,875 \cdot 3,50}{3} = +1,021 \text{ mt}$$

$$\bar{M}_{II} = \frac{Q_{II} \cdot h_{II}}{3} = \frac{2,750 \cdot 4,0}{3} = +3,666 \text{ mt}$$

$$\bar{M}_{III} = \frac{Q_{III} \cdot h_{III}}{3} = \frac{5,250 \cdot 6,00}{3} = +10,50 \text{ mt}$$

Anotamos en el esquema, a la izquierda de las columnas de la

primera fila, estos valores de los momentos de los pisos (dentro de unos recuadros para mayor claridad) y a continuación empezamos con el cálculo de las influencias del desplazamiento, que son mayores que las debidas a los giros.

Como no conocemos, hasta ahora, ningún valor aproximado para estas influencias de los giros, calculamos únicamente las influencias del desplazamiento, multiplicando los momentos de los pisos por el correspondiente factor de corrimiento, obteniendo para las columnas del:

piso superior .....  $1,012 \cdot (-0,500) = -0,51$   
 piso intermedio .....  $3,666 \cdot (-0,375) = -1,38$   
 piso inferior, dos columnas izquierda.  $10,50 \cdot (-0,171) = -1,80$   
 piso inferior, dos columnas derecha...  $10,50 \cdot (-0,386) = -4,06$

Anotamos estos valores en el esquema (fig. 8 a).

A continuación, calculamos las influencias de los giros en la forma conocida, y seguimos el cálculo hasta la segunda iteración para cada uno de los nudos. Como demostración de

las desigualdades que aparecen en las columnas del piso inferior, continuaremos el cálculo hasta la tercera iteración.

Para la influencia del desplazamiento, calcularemos las del giro, para el piso superior:

$$+ 1,021 + 0,00 + 0,05 + 0,01 + 0,02 + 0,02 + 0,02 = + 1,14$$

y como influencia en el piso:  $-0,500 \cdot 1,14 = -0,57$  para las tres columnas.

En el piso intermedio, como influencia del giro:

$$+ 3,67 + 0,10 + 0,12 + 0,04 + 0,06 + 0,05 + 0,13 + 0,09 + 0,30 \\ = + 4,56$$

y las del desplazamiento  $-0,375 \cdot 4,56 = -1,71$  para las cuatro columnas.

En el piso inferior, con columnas desiguales, debemos multiplicar por el factor de reducción c:

**BIBLIOTECA**



**FACULTAD DE ING.  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

$$+ 10,50 + (0,12 + 0,06) \cdot 1,00 + (0,20 + 0,45) \cdot 1,50 = + 11,66$$

y las del desplazamiento para las

$$\text{dos columnas de la izquierda } -0,171 \cdot 11,66 = -1,99$$

$$\text{dos columnas de la derecha } -0,386 \cdot 11,66 = -4,50$$

A continuación, repetimos las influencias del giro en nudo 1:

$$+ 0,51 + 0,11 + 0,05 - 0,57 = + 0,10 \text{ etc.}$$

Para obtener los valores totales de los momentos flectores, repetimos, para mayor claridad, el esquema en la figura 8b. Transcribimos en ella los valores de los momentos de empotramiento en los extremos de las barras y debajo de ellos los valores finales, obtenidos para las influencias del giro y del desplazamiento. Comparando con la figura 8a, vemos que ya en la segunda iteración, los valores obtenidos diferían muy poco de los finales, que anotamos. en la figura 8b. A continuación y en el extremo de cada barra sumamos estos valores, poniendo una línea horizontal por debajo de ellos,

cuya suma nos da los momentos totales en los extremos. Puede también operarse, solo con el esquema 8a, tachando todos los valores que no necesitamos y sumando los momentos de empotramiento perfecto con los de las influencias de la última iteración.

### 1.3.6 COLUMNAS ARTICULADAS EN LOS APOYOS

Supongamos ahora que en el piso inferior con columnas de diferente altura hay alguna de ellas articulada en el apoyo.

Una columna articulada en su base que tiene un coeficiente de rigidez  $K$  y una longitud  $h$ , experimentara en su extremo superior un giro  $\tau$  y un desplazamiento horizontal  $\delta$ , iguales a los de una columna empotrada en su base que tuviera una rigidez  $K' = 3/4 K$  y una longitud  $h' = 3/2 h$ .

Podemos sustituir, por lo tanto, las columnas articuladas en su apoyo, por otras empotradas, teniendo en cuenta los valores anotados. Solamente debemos tener en cuenta el nuevo valor del esfuerzo cortante en la columna articulada, por lo cual

escribiremos la igualdad, que nos da el valor de esta fuerza cortante

$$Q_{ik} = -\left[\frac{3M'_{ik}}{h'_{ik}} + m \frac{2M''_{ik}}{h'_{ik}}\right]$$

y en ella tomaremos para valor de  $m = 3/4$ , en el caso de columna articulada y  $m = 1$  para el caso de empotramiento.

El procedimiento a seguir será, por lo tanto, el siguiente: calcularemos primero los momentos de empotramiento en los extremos de todas las barras de la estructura, y para aquellas que estén articuladas sustituiremos los valores de la rigidez  $K$  y longitud  $h$  por otros  $K' = 3/4 K$  y  $h' = 3/2 h$ .

Con estos valores, calcularemos los factores de giro como es costumbre, y los factores de corrimiento mediante la formula:

$$v_{ik} = -\frac{\frac{3}{2}c_{ik} \cdot K_{ik}}{\sum_{(r)} m \cdot c_{ik}^2 \cdot K_{ik}} \quad (4'')$$

En la cual  $c_{ik} = h_r/h_{ik}$  es el factor de reducción de la columna y el valor de  $m = 3/4$  o bien  $m = 1$ , según sean articuladas o empotradas.

Para la comprobación de la suma de los factores de corrimiento del piso  $r$ , emplearemos la formula

$$\sum_{(r)} m \cdot c_{ik} \cdot v_{ik} = -\frac{3}{2}$$

Cuando todas las columnas del piso  $r$  están articuladas en su apoyo, sustituyendo el valor  $m = 3/4$ , obtendremos para el valor de los factores de corrimiento en este piso:

$$v_{ik} = -\frac{2c_{ik} \cdot K_{ik}}{\sum_{(r)} c_{ik}^2 \cdot K_{ik}}$$

y su comprobación con

$$\sum_{(r)} c_{ik} \cdot v_{ik} = -2$$

## 1.4 ESTRUCTURAS CON BARRAS DE SECCIÓN VARIABLE

El método descrito puede aplicarse también al caso de estructuras con barras de sección variable. El desarrollo del cálculo es casi igual que para el caso de barras con sección constante. Las propiedades elásticas de una barra de sección variable pueden ser definidas, como es costumbre, mediante los ángulos de giro:

$$\alpha_{ik}, \alpha_{ki} \text{ y } \beta_{ik} = \beta_{ki}$$

indicados en la figura

18.



BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

Puede demostrarse mediante la ley de Maxwell sobre la reciprocidad de las



FIG. 18

deformaciones y  $\beta_{ik} = \beta_{ki}$ . Los ángulos  $\alpha$  y  $\beta$  pueden calcularse gráfica o analíticamente por los métodos elementales de la Estática, para cualquier variación del momento de inercia a lo largo de la barra. Pueden obtenerse también por medición directa en los extremos de las barras de modelos

reducidos. Para los tipos mas corrientes de barras de estructuras se han confeccionado tablas numéricas, de las cuales pueden ser obtenidos estos ángulos. Debe observarse, además, que según la regla de signos adoptada, se admiten como positivos a partir del eje de la barra los ángulos de giro en el sentido de las agujas del reloj; por lo cual los ángulos  $\beta$  son siempre negativos:

$$\beta_{ik} = \beta_{ki} < 0$$

En las fórmulas se usa con preferencia el ángulo de giro positivo. Definimos las siguientes relaciones numéricas que utilizaremos en el transcurso del cálculo:

$$a_{ik} = \frac{\alpha_{ik}}{-\beta_{ik}} \quad y \quad a_{ki} = \frac{\alpha_{ki}}{-\beta_{ki}}$$

y, además, el coeficiente de barra derivado de estos valores

$$a_{ik} = \frac{1}{a_{ik} a_{ki} - 1}$$

En el caso de barras con el momento de inercia constante es

$$a_{ik} = a_{ki} = 2 \quad y \quad \bar{a} = 1$$

El coeficiente de rigidez  $K$ , usado anteriormente, será, en el caso general de barras de sección variable,

$$K_{ik} = \frac{a_{ik}}{2E(-\beta_{ik})}$$

Esta fórmula esta representada en forma que, en el caso especial de barra con momento de inercia constante, nos dé el valor usado hasta ahora, o sea, con

$$a_{ik} = 1/3 \quad y \quad (-\beta_{ik}) = \frac{l}{6EI}$$

es por lo tanto  $K=I/l$

Cuando los ángulos  $\alpha_{ik}$ ,  $\alpha_{ki}$ , y  $\beta_{ik}$  se obtienen mediante tablas, son dados por regla general en la siguiente forma:

$$\alpha_{ik} = t_{ik} \frac{l}{EI}; \quad \alpha_{ki} = t_{ki} \frac{l}{EI} \quad y \quad (-\beta_{ik}) = t_{\beta} \frac{l}{EI}$$

en las cuales se indican con  $t_{ik}$ ,  $t_{ki}$  y  $t_{\beta}$  los correspondientes de la tabla.

Luego:

$$a_{ik} = \frac{t_{ik}}{t_{\beta}} \quad y \quad a_{ki} = \frac{t_{ki}}{t_{\beta}} \quad y \quad \bar{a}_{ik} = \frac{1}{a_{ik} a_{ki} - 1}$$

y con ello el coeficiente de barra  $K$  de (VI-3) será

$$K_{ik} = \frac{I_o a_{ik}}{l 2t_{\beta}}$$

En la figura 19 esta indicado en forma esquemática como se calculan los restantes valores de los extremos de barra y coeficiente de barra, así como el coeficiente de rigidez  $K$  y los coeficientes  $t_{ik}$ ,  $t_{ki}$  y  $t_{\beta}$  que han de ser tomados de la tabla correspondiente. Debe

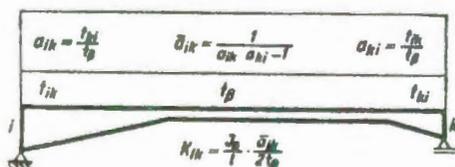
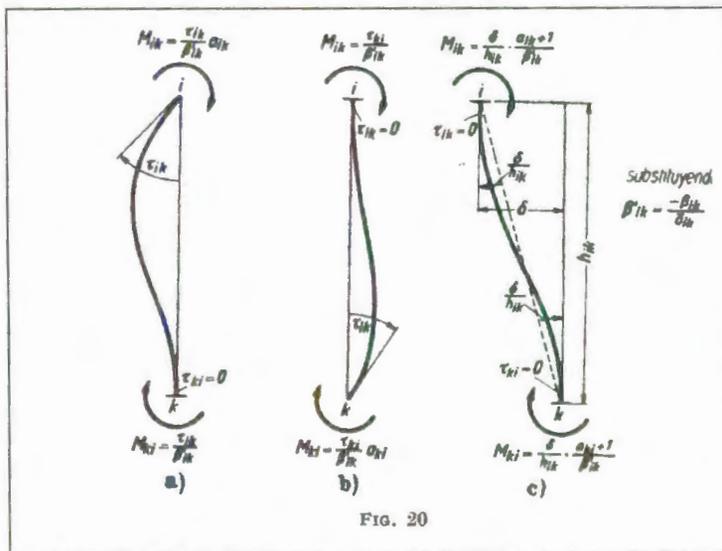


FIG. 10

observarse que  $I_o$ , no tiene el mismo significado en todas las tablas. En general se indica con  $I_o$  el momento mínimo de inercia.. Para el cálculo del coeficiente de rigidez  $K$ , se emplea siempre  $I_o$  con el significado dado en la tabla de valores, de la cual son tomados los coeficientes  $t_{ik}$ ,  $t_{ki}$  y  $t_{\beta}$ .

En la figura 20 se indican los tres tipos de deformación que puede experimentar la barra de una Estructura, y que aparecen cuando:

- solo gira el extremo  $i$ ,
- solo gira el extremo  $k$ ,
- existe solo un desplazamiento igual y contrario  $\delta$  de los extremos de la barra.



En los gráficos de deformación de la figura 20 están indicados los momentos extremos resultantes de las correspondientes deformaciones.

Por medio de la expresión simplificada

$$\beta'_{ik} = \frac{-\beta_{ik}}{a_{ik}} = (-\beta_{ik})(a_{ik}a_{ki} - 1)$$

se consiguen expresiones sencillas.

La exactitud de los valores anotados se puede deducir de manera sencilla cuando con los momentos extremos de la barra, indicados en la figura 20, se calculan los ángulos de giro. Resulta de ella, en el extremo  $i$  el ángulo de giro  $\tau_{ik}$  y en el extremo  $k$ ,  $\tau_{ki} = 0$ . La figura 20  $b$  puede obtenerse de la 20  $a$  por permutación de los índices  $i$  y  $k$ . La figura 20  $c$  puede obtenerse de las dos primeras, si se supone en este gráfico de deformación que la barra se conserva vertical, ejecutando primero sus extremos un giro de  $(-\delta/h_{ik})$ , sin experimentar desviación, y luego otro giro en cada extremo igual a:

$$\tau_{ik} = \tau_{ki} = \frac{\delta}{h_{ik}}$$

para los cuales se obtendrán los momentos extremos según  $a$  y  $b$ . Así,

cuando la barra de una Estructura gira en sus extremos, los ángulos de giro  $\tau_{ik}$  y  $\tau_{ki}$ , y experimenta además un desplazamiento transversal  $\delta$  pueden obtenerse los momentos extremos correspondientes por suma de los valores parciales de la figura 20. Por lo tanto:

$$M_{ik} = \frac{\tau_{ik}}{\beta'_{ik}} a_{ik} + \frac{\tau_{ki}}{\beta'_{ki}} + \frac{\delta}{h_{ik}} + \frac{a_{ik} + 1}{\beta'_{ik}}$$

Designando nuevamente los momentos extremos de empotramiento perfecto producidos por las cargas exteriores con  $\bar{M}_{ik}$ , y  $\bar{M}_{ki}$ , y con

$$\frac{\tau_{ik}}{\beta'_{ik}} a_{ik} = M'_{ik} ; \quad \frac{\tau_{ki}}{\beta'_{ki}} = M'_{ki} \quad y \quad \frac{3\delta}{h_{ik} \beta'_{ik}} = M''_{ik}$$

se obtiene la expresión general para el momento del extremo  $i$  de la barra  $ik$  con

$$M_{ik} = \bar{M}_{ik} + M'_{ik} a_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} \frac{a_{ik} + 1}{3}$$

Si se designa además por:

$$b_{ik} = \frac{a_{ik} + 1}{3}$$

se obtiene la expresión para el momento extremo en la forma:

$$M_{ik} = \bar{M}_{ik} + M'_{ik} a_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik} b_{ik}$$

Su diferencia respecto a la expresión correspondiente para barras con sección constante, consiste tan solo en que en aquel caso  $a_{ik} = 2$  y  $b_{ik} = 1$ .

La forma de calcular las componentes de giro  $M'_{ki}$  se obtiene ahora de la condición de equilibrio del nudo  $i$ ; es decir, de

$$\sum_{(i)} M_{ik} = 0 = \sum_{(i)} \bar{M}_{ik} + \sum_{(i)} M'_{ik} a_{ik} + \sum_{(i)} M'_{ki} + \sum_{(i)} M''_{ik} b_{ik}$$

Si se observa de nuevo que la suma de todos los momentos extremos de empotramiento perfecto  $\bar{M}_{ik}$  de un nudo  $i$  es igual al momento de fijación  $\bar{M}_i$  se puede escribir

$$\sum_{(i)} M'_{ik} a_{ik} = -[\bar{M}_i + \sum_{(i)} M'_{ki} + \sum_{(i)} M''_{ik} b_{ik}]$$

Puesto que todos los extremos de las barras de un nudo  $i$  giran en cada

caso del mismo ángulo de giro  $\tau_{ik}$  se obtiene

$$M'_{ik} = \mu_{ik} \left[ \bar{M}_i + \sum_{(i)} M'_{ki} + \sum_{(i)} M''_{ik} b_{ik} \right]$$

en la cual se ha designado nuevamente como  $\mu_{ik}$  el factor de giro:

$$\mu_{ik} = \frac{-K_{ik}}{\sum_{(i)} K_{ik} a_{ik}}$$

Obtenidos los factores de giro, es conveniente efectuar en cada nudo  $i$  de la Estructura la comprobación de cálculo siguiente:

$$\sum_{(i)} \mu_{ik} a_{ik} = -1$$

Si se trata de una Estructura con nudos no desplazables, con lo cual  $M''_{ik} = 0$  para todas las barras, se calculan las influencias de giro, en la misma forma que para Estructuras con barras de sección constante, con la sola diferencia de que los factores de giro han de calcularse con la fórmula general dada.

Sabemos que para Estructuras de uno o varios pisos con columnas verticales, no puede ser despreciado el desplazamiento lateral. El cálculo

de las influencias del desplazamiento de las columnas nos da lugar también, en el caso general de barras con sección variable, a la condición de equilibrio:

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = Q_r$$

la cual debe cumplirse en cada piso  $r$ . La fuerza cortante del piso se obtendrá como antes de las fuerzas de fijación horizontales, y las fuerzas cortantes  $Q_{ik}$  de las columnas, para esta condición de equilibrio, dependen tan solo de las componentes de los giros de los extremos de las barras y desplazamientos de las columnas. Resulta, pues,

$$\sum_{(r)} Q_{ik} = -\sum_r \frac{M_{ik} + M_{ki}}{h_{ik}} = Q_r$$

El factor de reducción  $c_{ik}$  tendrá, en el caso general en que estamos estudiando, la siguiente forma:

$$c_{ik} = \frac{h_r}{h_{ik}} b_{ik}$$

Obsérvese aun que con lo cual se obtiene la condición de equilibrio con:

$$b_{ik} = \frac{a_{ik} + 1}{3}$$

$$\sum_{(r)} M''_{ik} \frac{c_{ik} + c_{ki}}{3} = -[\bar{M}_r + \sum_{(r)} M'_{ik} c_{ik} + \sum_{(r)} M'_{ki}]$$

Debido a que, al desplazarse las columnas del piso  $r$  todas experimentan el mismo desplazamiento transversal  $\delta$ , se obtiene, cuando se introduce para  $M''_{ik}$  el valor correspondiente y obtenemos:

$$\frac{M''_{ik}}{\sum_{(r)} \frac{c_{ik} + c_{ki}}{3} \cdot M''_{ik}} = \frac{3 \frac{K_{ik}}{h_{ik}}}{\sum_{(r)} \frac{K_{ik}}{h_{ik}} (c_{ik} + c_{ki})} = -v_{ik}$$

Si modificamos, además, la expresión anterior, se obtiene como procedimiento de cálculo para la determinación de las componentes de desplazamiento con

$$M''_{ik} = v_{ik} [\bar{M}_r + \sum_{(r)} M'_{ik} c_{ik} + \sum_{(r)} M'_{ki} c_{ik}]$$

en la cual

$$\overline{M}_r = \frac{Q_r \cdot h_r}{3}$$

es nuevamente el momento de piso. La fuerza cortante de piso  $Q_r$  se calcula como suma de todas las fuerzas  $H_i$  aplicadas por encima del piso  $r$ :

$$Q_r = \sum_{i=1}^r \overline{H}_i$$

Los factores de corrimiento (o coeficientes de desplazamiento)  $v_{ik}$  del piso  $r$  se obtienen, en el caso de columnas con momento de inercia variable, con:

$$v_{ik} = \frac{-3 \frac{K_{ik}}{h_{ik}}}{\sum_{(r)} K_{ik} \frac{h_r}{h_{ik}} (c_{ik} + c_{ki})}$$

También, para los factores de corrimiento  $v_{ik}$  debemos insistir en la conveniencia de efectuar una comprobación, antes de haber comenzado el cálculo de los valores de las componentes del momento. Calculados los factores de corrimiento para la Estructura estudiada, debe efectuarse para las columnas de cada piso  $r$  la siguiente comprobación:

$$\sum_r v_{ik} (c_{ik} + c_{ki}) = -3$$

Puede observarse, por lo tanto, que para las Estructuras de pisos con barras de sección variable, el cálculo de las influencias de giro  $M'_{ik}$  y de desplazamiento  $M''_{ik}$  es igual al principio que para las barras de sección constante; solo han de calcularse los valores auxiliares  $\mu_{ik}$ ,  $v_{ik}$ ,  $b_{ik}$  y  $c_{ik}$  según las formulas expuestas. Los valores ,  $b_{ik}$  y  $c_{ik}$ , no son iguales para ambos extremos de una barra asimétrica, pero lo son en el caso de barras de sección constante, para las cuales

$$b_{ik} = b_{ki} = 1 \quad \text{y} \quad c_{ik} = c_{ki} = h_r/h_{ik}$$

El cálculo de los momentos en los extremos de la barra a partir de las influencias de los momentos, se obtiene con la formula dada en esta sección.



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

## CAPITULO II

### II. PROGRAMACIÓN

#### 2.1 ESTRUCTURACIÓN DEL ALGORITMO

En esta sección se pretende mostrar la estructura de los diferentes programas creados en Visual Basic, ya que este programa trabaja con formularios y módulos, vamos a proceder a mostrar la programación de cada módulo y formulario.

##### 2.1.1 MÓDULO PRINCIPAL

```
Attribute VB_Name = "principal"
```

```
'a y j indicador;
```

'w carga repartida; cp carga puntual; dis distancia a nudo

'coord coordenadas del nudo

'K rigideces; m factor;

'I inercia;

'u factor de giro;

'v factor corrección piso

'more momento empotramiento carga repartida; mocp

momento empotramiento carga puntual

'b5 empotrada o articulada

'fuhop fuerza horizontal puntual

'fuhor fuerza horizontal repartida

'L longitud

'SK sumatoria rigideces

'Sc sumatoria c

'id identificación viga o columna y en que piso

'Mf momento de fijación

'Mp momento de piso

'ventana gráficos normal o max

'c factor de reducción de pisos

'hr mayor columna de piso r

'alpi() altura del piso

'Qr fuerza cortante del piso

'FH fuerzas horizontales

'MPR momentos parciales de rotación

'MPT momentos parciales de traslación

'MT momentos totales

'Lcar() longitud de cartela

'Icar() Inercia de cartela

Public indicador, Lcar(), Icar(), factorA(), factorB(), nuclar(),  
factorC()

Public vent, Qr(), MPR(), MPT(), MT()

Public a, j, nudos, nrigidos, pisos, w(), cp(), dis()

Public K(), m(), I(), u(), v(), more(), mocp(), b5(), fuhop(),  
fuhor(), L(), Mf(), Mp(), FH()

Public SK(), Sc()

Public nudoI(), nudoF()

Public Type identifica

    tipo As String

    piso As Integer

    cartela As String

End Type

Public id() As identifica

Public Type xy

```
x As Double
Y As Double

End Type

Public coord() As xy

Public cols(), c(), hr(), alpi(), ayuda()

Public LBU()
```

### 2.1.2 FORMULARIO MENÚ

```
Attribute VB_Name = "Menu"

Attribute VB_GlobalNameSpace = False

Attribute VB_Creatable = False

Attribute VB_PredeclaredId = True

Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Abrir_Click()

    On Error GoTo fin

    Dialogo.CancelError = True

    Dialogo.Filter = "*.prn"

    Dialogo.ShowOpen

    Open Dialogo.FileName For Input As #1

    Input #1, nudos

    Input #1, nrigidos
```

```
Input #1, pisos
ReDim fuhop(pisos)
ReDim fuhor(pisos)
ReDim L(nudos, nudos), Icar(nudos, nudos), Lcar(nudos,
nudos)
ReDim id(nudos, nudos) As identifica
ReDim I(nudos, nudos), b5(nudos, nudos), w(nudos, nudos),
cp(nudos, nudos), dis(nudos, nudos)
ReDim coord(nudos)
For r = 1 To pisos
    Input #1, fuhor(r), fuhop(r)
Next
For r = 1 To nudos
    For s = 1 To nudos
        Input #1, L(r, s), I(r, s), id(r, s).tipo, id(r, s).piso, b5(r,
s), w(r, s), cp(r, s), dis(r, s), id(r, s).cartela, Lcar(r, s), Icar(r, s)
    Next
Next
Close #1
ReDim Preserve fuhop(pisos)
ReDim Preserve fuhor(pisos)
```

```
ReDim Preserve L(nudos, nudos), Icar(nudos, nudos),  
Lcar(nudos, nudos)  
  
ReDim Preserve id(nudos, nudos) As identifica  
ReDim Preserve I(nudos, nudos), b5(nudos, nudos),  
w(nudos, nudos), cp(nudos, nudos), dis(nudos, nudos)  
  
ReDim Preserve coord(nudos)  
  
indicador = 1  
  
coord(1).X = 3000  
coord(1).Y = 3000  
  
For a = 1 To nudos  
    For j = 1 To nudos  
        If a < j Then  
            Barras.nodo_xy  
        End If  
    Next  
  
Next  
  
vent = "max"  
  
Picture1.Visible = False  
  
Graficos.Show  
  
Graficos.Cls  
  
'Graficos.Top = Top  
  
'Graficos.Left = Left
```

```
'Graficos.Width = Screen.Width
'Graficos.Height = Screen.Height
Graficos.Scale
fin:
  If Err.Number = 55 Then
    Close #1
  End If
  Menu.Show
End Sub

Private Sub MDIForm_Load()
  indicador = 0 'no se ha creado ninguna matriz
  Picture1.Height = Screen.Height
  Image1.Width = Screen.Width
  Image1.Height = Screen.Height
  Image1.Top = 0
  Image1.Left = 0
End Sub

Private Sub MDIForm_Resize()
  Picture1.Height = Height
  Image1.Width = Width
```

```
Image1.Height = Height
```

```
Image1.Top = 0
```

```
Image1.Left = 0
```

```
End Sub
```

```
Private Sub MDIForm_Unload(Cancel As Integer)
```

```
    msg = "Esta seguro que desea salir?"
```

```
    If MsgBox(msg, vbYesNo + vbQuestion, Me.Caption) =
```

```
vbNo Then
```

```
        Cancel = True
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub nuevo_Click()
```

```
    Picture1.Visible = False
```

```
    If indicador = 1 Then
```

```
        ReDim L(nudos, nudos), nudoI(nudos, nudos),
```

```
nudoF(nudos, nudos), id(nudos, nudos) As identifica
```

```
        ReDim I(nudos, nudos), b5(nudos, nudos), w(nudos,  
nudos), cp(nudos, nudos), dis(nudos, nudos)
```

```
        ReDim coord(nudos)
```

```
    End If
```

```
If Barras.Visible = True Then Unload Barras  
    Datos_Iniciales.Show  
    Datos_Iniciales.SetFocus  
    vent = "normal"  
End Sub
```

```
Private Sub Salir_Click()  
    Unload Me  
End Sub
```

### 2.1.3 FORMULARIO DATOS INICIALES

```
Attribute VB_Name = "Datos_Iniciales"  
Attribute VB_GlobalNameSpace = False  
Attribute VB_Creatable = False  
Attribute VB_PredeclaredId = True  
Attribute VB_Exposed = False  
Private Sub Command1_Click()  
    If Text1 = Empty Then  
        MsgBox "LLene todos los datos, please"  
        Text1.SetFocus  
    ElseIf Text2 = Empty Then
```

```
    MsgBox "LLene todos los datos, please"  
    Text2.SetFocus  
ElseIf Text3 = Empty Then  
    MsgBox "LLene todos los datos, please"  
    Text3.SetFocus  
End If  
nudos = Val(Text2.Text)  
nrigidos = Val(Text1.Text)  
pisos = Val(Text3.Text)  
If pisos > 0 Then  
    Fuerzas_Pisos.Show  
End If  
End Sub  
  
Private Sub Command2_Click()  
    Unload Me  
    Menu.Picture1.Visible = True  
End Sub  
  
Sub centrar()  
    Top = (Screen.Height - Height) / 2  
    Left = (Screen.Width - Width) / 2
```

```
Move Left, Top
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    centrar
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_GotFocus()
```

```
    Text1.SelStart = 0
```

```
    Text1.SelLength = Len(Text1.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Text2.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
        If KeyAscii <> 8 Then
```

```
            KeyAscii = 0
```

```
        End If
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_GotFocus()
```

```
    Text2.SelStart = 0
```

```
    Text2.SelLength = Len(Text2.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_LostFocus()
```

```
    If Text1 > Text2 Then
```

```
        MsgBox "El valor total de nudos no puede ser menor que  
los nudos rígidos!!", vbCritical, "Error"
```

```
        Text2.SetFocus
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text3_GotFocus()
```

```
    Text3.SelStart = 0
```

```
    Text3.SelLength = Len(Text3.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Text3.SetFocus
```

```
End If

If KeyAscii > Asc("9") Then

    If KeyAscii <> 8 Then

        KeyAscii = 0

    End If

End If

End Sub

Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Command1.SetFocus

    End If

    If KeyAscii > Asc("9") Then

        If KeyAscii <> 8 Then

            KeyAscii = 0

        End If

    End If

End Sub

End Sub
```

#### **2.1.4 FORMULARIO FUERZAS PISOS**

```
Attribute VB_Name = "Fuerzas_Pisos"
```

```
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
```

```
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_PredeclaredId = True
Attribute VB_Exposed = False
Private Sub Command1_Click()
    fuhor(a) = Val(Text1)
    fuhop(a) = Val(Text2)
    If a < pisos Then
        Text1.Text = ""
        Text2.Text = ""
        Text1.SetFocus
        a = a + 1
        Label2.Caption = a
    Else
        Unload Me
        Barras.Show
    End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Unload Me
End Sub
```

```
Sub centrar()  
    Top = (Screen.Height - Height) / 2  
    Left = (Screen.Width - Width) / 2  
    Move Left, Top  
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()  
    centrar  
    Label2.Caption = "1 (Superior)"  
    ReDim fuhop(pisos)  
    ReDim fuhor(pisos)  
    a = 1  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_GotFocus()  
    Text1.SelStart = 0  
    Text1.SelLength = Len(Text1.Text)  
End Sub
```

```
Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
    If KeyAscii = 13 Then
```

```

Text2.SetFocus

End If

If KeyAscii > Asc("9") Then

    If KeyAscii < 8 Then

        KeyAscii = 0

    End If

End If

End Sub

```



**BIBLIOTECA FICT**  
**ESPOL**

```

Private Sub Text2_GotFocus()

    Text2.SelStart = 0

    Text2.SelLength = Len(Text2.Text)

End Sub

Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Command1.SetFocus

    End If

    If KeyAscii > Asc("9") Then

        If KeyAscii < 8 Then

            KeyAscii = 0

        End If

    End If

End Sub

```

End Sub

### 2.1.5 FORMULARIO BARRAS

```
Attribute VB_Name = "Barras"  
Attribute VB_GlobalNameSpace = False  
Attribute VB_Creatable = False  
Attribute VB_PredeclaredId = True  
Attribute VB_Exposed = False  
Private Sub Articulada_KeyPress(KeyAscii As Integer)  
    If Text3.Visible = True Then  
        If KeyAscii = 13 Then  
            Text3.SetFocus  
        End If  
    Else  
        If KeyAscii = 13 Then  
            Command1.SetFocus  
        End If  
    End If  
End Sub  
  
Private Sub Columna_Click()  
    Text3.Visible = False
```

```
Text4.Visible = False

Text5.Visible = False

Text10.Visible = True

End Sub

Private Sub Columna_KeyPress(KeyAscii As Integer)

If KeyAscii = 13 Then

    Text10.SetFocus

End If

End Sub

Private Sub Command1_Click()

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

Label10.Caption = "Lado " & a & ":"

Label11.Caption = "Lado " & j & ":"

L(a, j) = Val(Text1)

L(j, a) = L(a, j)

I(a, j) = Val(Text2)

I(j, a) = Val(Text2)

If L(a, j) <> 0 Then

    If Viga.Value = True Then

        id(a, j).tipo = "V"
```

id(j, a).tipo = "V"

id(a, j).piso = Val(Text10)

id(j, a).piso = Val(Text10)

Else

id(a, j).tipo = "C"

id(j, a).tipo = "C"

id(a, j).piso = Val(Text10)

id(j, a).piso = Val(Text10)

End If

If Empotrada.Value = True And L(a, j) <> Empty Then

b5(a, j) = "E"

b5(j, a) = "E"

Else

b5(a, j) = "A"

b5(j, a) = "A"

End If

If Constante.Value = True Then

id(a, j).cartela = "NO"

id(j, a).cartela = "NO"

Else

id(a, j).cartela = "SI"

id(j, a).cartela = "SI"

```

    End If

End If

Lcar(a, j) = Val(Text6)
Icar(a, j) = Val(Text7)
Lcar(j, a) = Val(Text8)
Icar(j, a) = Val(Text9)
w(a, j) = Val(Text3)
w(j, a) = Val(Text3)
cp(a, j) = Val(Text4)
cp(j, a) = Val(Text4)
dis(a, j) = Val(Text5)
dis(j, a) = L(a, j) - Val(Text5)
nodo_xy 'guarda la coordenada de los nodos
dibuja 'dibuja el elemento
If a = nudos - 1 Then
    Unload Me 'termina el ciclo
    vent = "max"
    Graficos.Show
    Graficos.Cls
    Graficos.Scale
    For r = 1 To nudos 'graba los valores de L en otra matriz
de respaldo

```

```
For s = 1 To nudos
```

```
    LBU(r, s) = L(r, s)
```

```
Next
```

```
Next
```

```
Else ' muestra los valores en caso de que la matriz ya este  
llena
```

```
    If j = nudos Then
```

```
        a = a + 1
```

```
        j = a + 1
```

```
        Label2.Caption = a & "," & j
```

```
        Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"
```

```
        Label10.Caption = "Lado " & a & ":"
```

```
        Label11.Caption = "Lado " & j & ":"
```

```
    If L(a, j) = 0 Then
```

```
        Text1.Text = ""
```

```
        Text2.Text = ""
```

```
        Text3.Text = ""
```

```
        Text4.Text = ""
```

```
        Text5.Text = ""
```

```
        Text6.Text = ""
```

Text7.Text = ""

Text8.Text = ""

Text9.Text = ""

Text10.Text = ""

Label2.Caption = a & "," & j

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

Label10.Caption = "Lado " & a & ":"

Label11.Caption = "Lado " & j & ":"

Empotrada.SetFocus

Constante.SetFocus

Viga.SetFocus

Else

Label2.Caption = a & "," & j

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

Label10.Caption = "Lado " & a & ":"

Label11.Caption = "Lado " & j & ":"

Text1.Text = L(a, j)

Text2.Text = I(a, j)

Text3.Text = w(a, j)

Text4.Text = cp(a, j)

Text5.Text = dis(a, j)

Text6.Text = Lcar(a, j)



```
Text7.Text = Icar(a, j)
Text8.Text = Lcar(j, a)
Text9.Text = Icar(j, a)
Text10.Text = id(a, j).piso
If id(a, j).tipo = "V" Then
    Viga.Value = True
Else
    Columna.Value = True
End If
If id(a, j).cartela = "SI" Then
    Variable.Value = True
Else
    Constante.Value = True
End If
If b5(a, j) = "E" Then
    Empotrada.Value = True
Else
    Articulada.Value = True
End If
End If
Else
```

$j = j + 1$

If  $L(a, j) = 0$  Then

Text1.Text = ""

Text2.Text = ""

Text3.Text = ""

Text4.Text = ""

Text5.Text = ""

Text6.Text = ""

Text7.Text = ""

Text8.Text = ""

Text9.Text = ""

Text10.Text = ""

Label2.Caption = a & "," & j

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

Label10.Caption = "Lado " & a & ":"

Label11.Caption = "Lado " & j & ":"

Empotrada.SetFocus

Constante.SetFocus

Viga.SetFocus

Else

Label2.Caption = a & "," & j

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

```
Label10.Caption = "Lado " & a & ":"
Label11.Caption = "Lado " & j & ":"
Text1.Text = L(a, j)
Text2.Text = I(a, j)
Text3.Text = w(a, j)
Text4.Text = cp(a, j)
Text5.Text = dis(a, j)
Text6.Text = Lcar(a, j)
Text7.Text = Icar(a, j)
Text8.Text = Lcar(j, a)
Text9.Text = Icar(j, a)
Text10.Text = id(a, j).piso
If id(a, j).tipo = "V" Then
    Viga.Value = True
Else
    Columna.Value = True
End If
If id(a, j).cartela = "SI" Then
    Variable.Value = True
Else
    Constante.Value = True
End If
```

```
    If b5(a, j) = "E" Then
        Empotrada.Value = True
    Else
        Articulada.Value = True
    End If
End If
End If
End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    On Error GoTo error
    If a = 1 And j = 2 And L(a, j) <> 0 Then
        j = nudos
        a = nudos - 1
    Else
        Viga.SetFocus
    End If
    j = j - 1
    If j > a Then
        While L(a, j) = 0 And j > a
```

```
j = j - 1

Wend

Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"
Label10.Caption = "Lado " & a & ":"
Label11.Caption = "Lado " & j & ":"
Label2.Caption = a & "," & j
Text1.Text = L(a, j)
Text2.Text = I(a, j)
Text3.Text = w(a, j)
Text4.Text = cp(a, j)
Text5.Text = dis(a, j)
Text6.Text = Lcar(a, j)
Text7.Text = Icar(a, j)
Text8.Text = Lcar(j, a)
Text9.Text = Icar(j, a)
Text10.Text = id(a, j).piso
If id(a, j).tipo = "V" Then
    Viga.Value = True
Else
    Columna.Value = True
End If

If id(a, j).cartela = "SI" Then
```

```
Variable.Value = True

Else

    Constante.Value = True

End If

If b5(a, j) = "E" Then

    Empotrada.Value = True

Else

    Articulada.Value = True

End If

dibuja

Else

    If a <> 1 Then

        a = a - 1

        j = nudos

    End If

    While L(a, j) = 0 And j > a

        j = j - 1

    Wend

    Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"

    Label10.Caption = "Lado " & a & ":"

    Label11.Caption = "Lado " & j & ":"

    Label2.Caption = a & "," & j
```

```
Text1.Text = L(a, j)
Text2.Text = I(a, j)
Text3.Text = w(a, j)
Text4.Text = cp(a, j)
Text5.Text = dis(a, j)
Text6.Text = Lcar(a, j)
Text7.Text = Icar(a, j)
Text8.Text = Lcar(j, a)
Text9.Text = Icar(j, a)
Text10.Text = id(a, j).piso
If id(a, j).tipo = "V" Then
    Viga.Value = True
Else
    Columna.Value = True
End If
If id(a, j).cartela = "SI" Then
    Variable.Value = True
Else
    Constante.Value = True
End If
If b5(a, j) = "E" Then
    Empotrada.Value = True
```

Else

Articulada.Value = True

End If

dibuja

End If

error:

If j = 1 Then j = 2

End Sub

Private Sub Command3\_Click()

Unload Me

Unload Graficos

If Datos\_Iniciales.Visible = True Then

Unload Datos\_Iniciales

End If

If Fuerzas\_Pisos.Visible = True Then

Unload Fuerzas\_Pisos

End If

Menu.Picture1.Visible = True

End Sub

```
Private Sub Constante_Click()
```

```
    Text6.Visible = False
```

```
    Text7.Visible = False
```

```
    Text8.Visible = False
```

```
    Text9.Visible = False
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Empotrada_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If Text3.Visible = True Then
```

```
        If KeyAscii = 13 Then
```

```
            Text3.SetFocus
```

```
        End If
```

```
    Else
```

```
        If KeyAscii = 13 Then
```

```
            Command1.SetFocus
```

```
        End If
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Load()
```

```
    On Error Resume Next
```

If indicador = 0 Then

ReDim L(nudos, nudos), Lcar(nudos, nudos), Icar(nudos,  
nudos), id(nudos, nudos) As identifica

ReDim I(nudos, nudos), b5(nudos, nudos), w(nudos,  
nudos), cp(nudos, nudos), dis(nudos, nudos)

ReDim coord(nudos)

End If

centrar

Text10.Visible = False

ReDim Preserve L(nudos, nudos), Lcar(nudos, nudos),  
Icar(nudos, nudos), id(nudos, nudos) As identifica

ReDim Preserve I(nudos, nudos), b5(nudos, nudos),  
w(nudos, nudos), cp(nudos, nudos), dis(nudos, nudos)

ReDim Preserve coord(nudos)

coord(1).x = 3000

coord(1).Y = 3000

a = 1

j = a + 1

Text6.Visible = False

Text7.Visible = False

Text8.Visible = False

Text9.Visible = False

```
Label2.Caption = a & "," & j
Label7.Caption = "Distancia a " & a & ":"
Label10.Caption = "Lado " & a & ":"
Label11.Caption = "Lado " & j & ":"
Text1.Text = L(a, j)
Text2.Text = I(a, j)
Text3.Text = w(a, j)
Text4.Text = cp(a, j)
Text5.Text = dis(a, j)
Text10.Text = id(a, j).piso
If id(a, j).tipo = "C" Then
    Columna.Value = True
Else
    Viga.Value = True
End If
If id(a, j).cartela = "SI" Then
    Variable.Value = True
    Text6.Text = Lcar(a, j)
    Text7.Text = Icar(a, j)
    Text8.Text = Lcar(j, a)
    Text9.Text = Icar(j, a)
Else
```

```
        Constante.Value = True
    End If
    If b5(a, j) = "A" Then
        Articulada.Value = True
    Else
        Empotrada.Value = True
    End If
End Sub

Private Sub Text1_GotFocus()
    Text1.SelStart = 0
    Text1.SelLength = Len(Text1.Text)
End Sub

Private Sub Text1_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        Text2.SetFocus
    End If
    If KeyAscii > Asc("9") Then
        If KeyAscii <> 8 Then
            KeyAscii = 0
        End If
    End If
End Sub
```

End If

End Sub

Private Sub Text10\_GotFocus()

Text10.SelStart = 0

Text10.SelLength = Len(Text10.Text)

End Sub

Private Sub Text10\_KeyPress(KeyAscii As Integer)

If KeyAscii = 13 Then

Text1.SetFocus

End If

If KeyAscii > Asc("9") Then

If KeyAscii <> 8 Then

KeyAscii = 0

End If

End If

End Sub

Private Sub Text10\_LostFocus()

If Text10.Text > pisos Then

```
        MsgBox "El número de pisos debe ser menor" & vbCrLf  
& "Intente otra vez", vbCritical, Me.Caption
```

```
        Text10.SetFocus
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_GotFocus()
```

```
    Text2.SelStart = 0
```

```
    Text2.SelLength = Len(Text2.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text3_GotFocus()
```

```
    Text3.SelStart = 0
```

```
    Text3.SelLength = Len(Text3.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text2_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Empotrada.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
        If KeyAscii <> 8 Then
```

```
            KeyAscii = 0
```

```
        End If
    End If
End Sub

Private Sub Text3_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        Text4.SetFocus
    End If
    If KeyAscii > Asc("9") Then
        If KeyAscii <> 8 Then
            KeyAscii = 0
        End If
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Text4_GotFocus()
    Text4.SelStart = 0
    Text4.SelLength = Len(Text3.Text)
End Sub
```

```
Private Sub Text4_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        Text5.SetFocus
    End If
```

```
If KeyAscii > Asc("9") Then
    If KeyAscii <> 8 Then
        KeyAscii = 0
    End If
End If
End Sub

Private Sub Text5_GotFocus()
    Text5.SelStart = 0
    Text5.SelLength = Len(Text5.Text)
End Sub

Private Sub Text5_KeyPress(KeyAscii As Integer)
    If KeyAscii = 13 Then
        Constante.SetFocus
    End If
    If KeyAscii > Asc("9") Then
        If KeyAscii <> 8 Then
            KeyAscii = 0
        End If
    End If
End Sub
```

```
Private Sub Text6_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Text7.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
        If KeyAscii <> 8 Then
```

```
            KeyAscii = 0
```

```
        End If
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text6_GotFocus()
```

```
    Text6.SelStart = 0
```

```
    Text6.SelLength = Len(Text6.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text7_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Text8.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
        If KeyAscii <> 8 Then
```

```
            KeyAscii = 0
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text7_GotFocus()
```

```
Text7.SelStart = 0
```

```
Text7.SelLength = Len(Text7.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text8_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
If KeyAscii = 13 Then
```

```
Text9.SetFocus
```

```
End If
```

```
If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
If KeyAscii <> 8 Then
```

```
KeyAscii = 0
```

```
End If
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text8_GotFocus()
```

```
Text8.SelStart = 0
```

```
Text8.SelLength = Len(Text8.Text)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text8_LostFocus()
```

```
    If (Text6 = 0 Or Text6 = Empty) And (Text8 = 0) Then
```

```
        MsgBox "Los valores no pueden ser iguales a cero",
```

```
        vbCritical, Me.Caption
```

```
        Text6.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If Text6 > 0 And (Text8 <> Text6 And Not Text8 = 0) Then
```

```
        MsgBox "Los valores no deben ser iguales o cero",
```

```
        vbCritical, Me.Caption
```

```
        Text6.SetFocus
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Text9_KeyPress(KeyAscii As Integer)
```

```
    If KeyAscii = 13 Then
```

```
        Command1.SetFocus
```

```
    End If
```

```
    If KeyAscii > Asc("9") Then
```

```
        If KeyAscii <> 8 Then
```

```
            KeyAscii = 0
```

```
        End If
```

```
    End If
```

End Sub

Private Sub Text9\_GotFocus()

Text9.SelStart = 0

Text9.SelLength = Len(Text9.Text)

End Sub

Private Sub Variable\_Click()

Text6.Visible = True

Text7.Visible = True

Text8.Visible = True

Text9.Visible = True

End Sub

Private Sub Viga\_Click()

Text3.Visible = True

Text4.Visible = True

Text5.Visible = True

Text10.Visible = False

End Sub

Sub dibuja()

Graficos.WindowState = 0

Graficos.Cls

```

'Graficos.AutoRedraw = True

Graficos.Show

Graficos.Height = 4575

Graficos.Width = 4575

x = Left + Width

Y = Top

Graficos.Move x, Y

Graficos.Scale (0, 100)-(100, 0)

Graficos.FillColor = QBColor(12)

Graficos.FillStyle = 0

Graficos.ForeColor = QBColor(0)

Graficos.FontSize = 10

If Viga.Value = True Then

    describe "Elemento " & a & ", " & j, 10, 90

    Graficos.Line (20, 49.5)-(80, 50.5), RGB(0, 0, 255), BF

    If Lcar(a, j) <> 0 Then

        Graficos.Line (20, 47.5)-(45, 50.5), RGB(0, 0, 255), BF

    ElseIf Lcar(j, a) <> 0 Then

        Graficos.Line (65, 47.5)-(80, 50.5), RGB(0, 0, 255), BF

    End If

    Graficos.Circle (20, 49.5), 2, QBColor(12)

    Graficos.Circle (80, 50.5), 2, QBColor(12)

```

escribe a, 16, 60

escribe j, 80, 60

texto = "L=" & L(a, j) & " I=" & I(a, j)

escribe texto, (100 - 2 \* Len(texto)) / 2, 45

If w(a, j) <> 0 Then

    dfr (15)

    escribe "w=" & w(a, j), 50, 72

End If

If cp(a, j) <> 0 Then

    dfr 25, 20 + dis(a, j) / L(a, j) \* 60, 50.5

    escribe "P=" & cp(a, j), 16 + dis(a, j) / L(a, j) \* 60, 82

End If

Else

    escribe "Elemento " & a & ", " & j, 10, 90

    Graficos.Line (50.5, 80)-(49.5, 20), RGB(0, 0, 255), BF

    If Lcar(a, j) <> 0 Then

        Graficos.Line (51.5, 80)-(48.5, 65), RGB(0, 0, 255), BF

    ElseIf Lcar(j, a) <> 0 Then

        Graficos.Line (20, 48.5)-(45, 51.5), RGB(0, 0, 255), BF

    End If

    Graficos.Circle (50, 20), 2, QBColor(12)



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```
Graficos.Circle (50, 80), 2, QBColor(12)
```

```
escribe a, 50, 90
```

```
escribe j, 50, 16
```

```
escribe "L= " & L(a, j), 35, 50
```

```
escribe "I= " & I(a, j), 55, 50
```

```
escribe "Piso: " & id(a, j).piso, 15, 70
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Sub escribe(t, x, Y)
```

```
Graficos.CurrentX = x
```

```
Graficos.CurrentY = Y
```

```
Graficos.Print t
```

```
End Sub
```

```
Sub dfp(tam, x, Y)
```

```
Graficos.Line (x, Y)-(x, Y + tam), QBColor(10)
```

```
Graficos.Line (x + 0.05 * tam, Y + 0.1 * tam)-(x, Y),
```

```
QBColor(10)
```

```
Graficos.Line (x - 0.05 * tam, Y + 0.1 * tam)-(x, Y),
```

```
QBColor(10)
```

```
End Sub
```

```
Sub dfr(t)
```

```
For r = 0 To 12
```

```
dfp t, 20 + r * 5, 50.5

Next

End Sub

Sub nodo_xy()

    If id(a, j).tipo = "V" Then

        If L(a, j) <> 0 Then

            coord(j).x = coord(a).x + L(a, j)

            coord(j).Y = coord(a).Y

        End If

    End If

    If id(a, j).tipo = "C" Then

        If L(a, j) <> 0 Then

            coord(j).x = coord(a).x

            coord(j).Y = coord(a).Y - L(a, j)

        End If

    End If

End Sub

Private Sub Viga_KeyPress(KeyAscii As Integer)

    If KeyAscii = 13 Then

        Text1.SetFocus

    End If

End Sub
```

```
End Sub
```

```
Sub centrar()
```

```
    Top = (Screen.Height - Height) / 2
```

```
    Left = (Screen.Width - Width - 4575) / 2
```

```
    Move Left, Top
```

```
End Sub
```

### 2.1.6 FORMULARIO GRÁFICO

```
Attribute VB_Name = "Graficos"
```

```
Attribute VB_GlobalNameSpace = False
```

```
Attribute VB_Creatable = False
```

```
Attribute VB_PredeclaredId = True
```

```
Attribute VB_Exposed = False
```

```
    Dim mayorx, menorx, mayory, menory, rec, a, b, d
```

```
Private Sub Agrandar_Click()
```

```
    rec = 1
```

```
    grabar
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command1_Click()
```

```
    fac_aik
```

rigidez

factor\_de\_giro

factor\_de\_reduccion

momento\_empotramiento

momentos\_de\_piso

iteraciones

Command4.Enabled = True

End Sub

Private Sub Command2\_Click()

For r = 1 To nudos

For s = 1 To nudos

L(r, s) = LBU(r, s)

Next

Next

indicador = 1

Unload Me

'Barras.Show

vent = "normal"

End Sub

Private Sub Command3\_Click()

```
buscamayor
```

```
indicador = 1
```

```
graficoF
```

```
'SavePicture Image, "c:\estructura.bmp"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Command4_Click()
```

```
    fila = 1
```

```
    If Command4.Caption = "Ver &Resultados" Then
```

```
        'hoja.Visible = True
```

```
        hoja.Cells.Clear
```

```
        Command4.Caption = "Ocultar &Resultados"
```

```
        hoja.TitleBar.Caption = "Resultados de Kani"
```

```
        hoja.Cells(1, 3) = "Momentos Finales"
```

```
        hoja.Cells(1, 1) = "Momen. Empotram. Perfecto"
```

```
        hoja.Cells(1, 6) = "Momentos de Fijación"
```

```
        hoja.Cells(1, 9) = "Factor de Giro"
```

```
        hoja.Cells(1, 11) = "Factor de Desplazamiento"
```

```
        hoja.Cells(1, 14) = "Factor a"
```

```
        hoja.Cells(1, 16) = "Factor b"
```

```
        hoja.Cells(1, 18) = "Factor c"
```

```
hoja.Range("a1:z1").Select
hoja.Selection.Font.Bold = True
With hoja.Selection.Font
    .Name = "Arial"
    .Size = 10
    .Color = QBColor(4)
End With
```

```
hoja.Range("a1:b1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("c1:d1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("f1:g1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("i1:j1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("k1:l1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("n1:o1").Select
hoja.Selection.Merge
hoja.Range("p1:q1").Select
hoja.Selection.Merge
```

```
hoja.Range("r1:s1").Select
```

```
hoja.Selection.Merge
```

```
hoja.Rows(1).AutoFitColumns
```

```
hoja.Rows(1).HAlignment = 2
```

```
With hoja
```

```
  For r = 1 To nudos
```

```
    For s = 1 To nudos
```

```
      If id(r, s).tipo = "V" And L(r, s) <> 0 Then
```

```
        .Cells(fila + 1, 1) = "ME " & r & "," & s & " ="
```

```
        .Cells(fila + 1, 2) = Format(more(r, s) + mocp(r,  
s), "0.000")
```

```
        .Cells(fila + 1, 3) = "MT " & r & "," & s & " ="
```

```
        .Cells(fila + 1, 4) = Format(MT(r, s), "0.000")
```

```
        .Cells(fila + 1, 9) = "u " & r & "," & s & " ="
```

```
        .Cells(fila + 1, 10) = Format(u(r, s), "0.000")
```

```
        .Cells(fila + 1, 11) = "v " & r & "," & s & " ="
```

```
        .Cells(fila + 1, 12) = Format(v(r, s), "0.000")
```

```
        .Cells(fila + 1, 14) = "a " & r & "," & s & " ="
```

```
        .Cells(fila + 1, 15) = Format(factorA(r, s),  
"0.000")
```

```
        .Cells(fila + 1, 16) = "b " & r & "," & s & " ="
```

```

.Cells(fila + 1, 17) = Format(factorB(r, s),
"0.000")

.Cells(fila + 1, 18) = "c " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 19) = Format(c(r, s), "0.000")
fila = fila + 1
ElseIf id(r, s).tipo = "C" And L(r, s) <> 0 Then
.Cells(fila + 1, 1) = "ME " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 2) = Format(more(r, s) + mocrp(r,
s), "0.000")

.Cells(fila + 1, 3) = "MT " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 4) = Format(MT(r, s), "0.000")
.Cells(fila + 1, 9) = "u " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 10) = Format(u(r, s), "0.000")
.Cells(fila + 1, 11) = "v " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 12) = Format(v(r, s), "0.000")
.Cells(fila + 1, 14) = "a " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 15) = Format(factorA(r, s),
"0.000")

.Cells(fila + 1, 16) = "b " & r & "," & s & "="
.Cells(fila + 1, 17) = Format(factorB(r, s),
"0.000")

.Cells(fila + 1, 18) = "c " & r & "," & s & "="

```

```
.Cells(fila + 1, 19) = Format(c(r, s), "0.000")  
  
    fila = fila + 1  
  
End If  
  
Next  
  
Next  
  
End With  
  
With hoja  
  
    fil = 1  
  
    For r = 1 To nudos  
  
        .Cells(fil + 1, 6) = "Mf " & r & " ="  
  
        .Cells(fil + 1, 7) = Format(Mf(r), "0.000")  
  
        fil = fil + 1  
  
    Next  
  
End With  
  
hoja.Columns(10).HAlignment = 2  
  
hoja.Columns(10).NumberFormat = "0.000"  
  
hoja.Columns(12).HAlignment = 2  
  
hoja.Columns(12).NumberFormat = "0.000"  
  
hoja.Columns(15).HAlignment = 2  
  
hoja.Columns(15).NumberFormat = "0.000"  
  
hoja.Columns(17).HAlignment = 2  
  
hoja.Columns(17).NumberFormat = "0.000"
```

```
hoja.Columns(19).HAlignment = 2
hoja.Columns(19).NumberFormat = "0.000"
hoja.Range("b2:b" & fila & "").Select
hoja.Selection.HAlignment = 2
hoja.Selection.NumberFormat = "0.000"
hoja.Range("d2:d" & fila & "").Select
hoja.Selection.HAlignment = 2
hoja.Selection.NumberFormat = "0.000"
hoja.Range("g2:g" & fil & "").Select
hoja.Selection.HAlignment = 2
hoja.Selection.NumberFormat = "0.000"
hoja.Range("a1:d1").Select
hoja.Selection.Borders.LineStyle = 2
hoja.Selection.Borders(xlEdgeTop).Weight = 2
hoja.Selection.Borders.Color = "blue"
hoja.Range("i1:l1").Select
hoja.Selection.Borders.LineStyle = 2
hoja.Selection.Borders(xlEdgeTop).Weight = 2
hoja.Selection.Borders.Color = "blue"
hoja.Range("n1:s1").Select
hoja.Selection.Borders.LineStyle = 2
hoja.Selection.Borders(xlEdgeTop).Weight = 2
```

```
hoja.Selection.Borders.Color = "black"

hoja.Range("f1:g1").Select

hoja.Selection.Borders.LineStyle = 2

hoja.Selection.Borders(xlEdgeTop).Weight = 2

hoja.Selection.Borders.Color = "green"

hoja.Range("f2:g" & fil & "").Select

With hoja.Selection.Borders(xlEdgeRight)

    .LineStyle = 1

    .Weight = 1

    .Color = "yellow"

End With

hoja.Range("a2:d" & fila & "").Select

With hoja.Selection.Borders(xlEdgeRight)

    .LineStyle = 1

    .Weight = 1

    .Color = "red"

End With

hoja.Range("i2:l" & fila & "").Select

With hoja.Selection.Borders(xlEdgeRight)

    .LineStyle = 1

    .Weight = 1

    .Color = "red"
```

End With

hoja.Range("n2:s" & fila & "").Select

With hoja.Selection.Borders(xlEdgeRight)

.LineStyle = 1

.Weight = 1

.Color = "magenta"

End With

hoja.Range("c2:d" & fila & "").Select

With hoja.Selection

.Font.Bold = True

End With

hoja.Range("g1").Select

hoja.Selection.RowHeight = 30

hoja.Selection.InsertRows 1

hoja.Range("a1").Select

hoja.Selection.InsertColumns 1

hoja.Selection.RowHeight = 30

hoja.Selection.ColumnWidth = 25

hoja.Columns(6).ColumnWidth = 45

hoja.Columns(9).ColumnWidth = 45

hoja.Visible = True

Else

```
        hoja.Visible = False

        Command4.Caption = "Ver &Resultados"

    End If

End Sub

Private Sub Form_Activate()

    If vent = "max" Then

        Graficos.WindowState = 2

    Else

        Graficos.WindowState = 0

    End If

    Command1.Top = Height - 2 * Command1.Height
    Command2.Top = Height - 2 * Command2.Height
    Command3.Top = Height - 2 * Command3.Height
    Command4.Top = Height - 2 * Command4.Height

    Command3.Left = (Width - (Command4.Width +
Command3.Width + 2 * Command1.Width + 1.5 *
Command1.Width)) / 2

    Command1.Left = Command3.Left + Command3.Width +
Command1.Width * 0.5

    Command2.Left = Command1.Left + Command1.Width *
1.5
```

```
Command4.Left = Command2.Left + Command2.Width *
```

1.5

```
'graficoF
```

```
hoja.Visible = False
```

```
hoja1.Visible = False
```

```
Command4.Enabled = False
```

```
End Sub
```

```
Sub graficoF()
```

```
Cls
```

```
Graficos.Scale (menorx - 15, mayory + 10)-(mayorx + 15,  
menory - 10)
```

```
Graficos.FillColor = QBColor(12)
```

```
Graficos.FillStyle = 0
```

```
Graficos.ForeColor = QBColor(0)
```

```
letra = 8
```

```
Graficos.FontSize = 8
```

```
Dim dib()
```

```
ReDim dib(pisos)
```

```
For r = 1 To nudos
```

```
For s = 1 To nudos
```

```
If r < s Then ' para cojer solo 1 vez
```

```
If id(r, s).tipo = "V" Then
```

```

    Graficos.Line (coord(r).x, coord(r).Y + 0.1)-
(coord(s).x, coord(s).Y - 0.1), QBColor(1), BF

    If Lcar(r, s) <> 0 Then
        Graficos.Line (coord(r).x, coord(r).Y + 0.1)-
(coord(r).x + Lcar(r, s), coord(s).Y - 0.25), QBColor(2), BF

    ElseIf Lcar(s, r) <> 0 Then
        Graficos.Line (coord(s).x, coord(s).Y + 0.1)-
(coord(s).x - Lcar(s, r), coord(s).Y - 0.25), QBColor(2), BF

    End If

    dist = coord(s).x - coord(r).x

    msg = "L= " & L(r, s)

    If TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5 Then
        While TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5
            Graficos.FontSize = letra
            letra = letra - 0.1

            If Graficos.FontSize = 3.5 Then msg = ""

        Wend

    Else

        Graficos.FontSize = 8

    End If

    escribe msg, coord(r).x + (coord(s).x - coord(r).x) /
2, coord(r).Y - TextWidth(msg) * 0.2

```

```

escribe "I= " & I(r, s), coord(r).x + (coord(s).x -
coord(r).x) / 2, coord(r).Y - TextWidth(msg) * 0.7

```

```

If cp(r, s) <> 0 Then

```

```

    x = coord(r).x + dis(r, s)

```

```

    Y = coord(r).Y

```

```

    tam = 2.5 '0.32 * (coord(s).x - coord(r).x)

```

```

    dfp tam, x, Y

```

```

    dist = coord(s).x - coord(r).x

```

```

    msg = " P=" & cp(r, s)

```

```

    If TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5 Then

```

```

        While TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5

```

```

            Graficos.FontSize = letra

```

```

            letra = letra - 0.1

```

```

            If Graficos.FontSize = 3.5 Then msg = ""

```

```

        Wend

```

```

    Else

```

```

        Graficos.FontSize = 8

```

```

    End If

```

```

    escribe msg, x, Y + tam

```

```

End If

```

```

If w(r, s) <> 0 Then

```

```

    dist = coord(s).x - coord(r).x

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**



```
x = coord(r).x
```

```
Y = coord(r).Y
```

```
tam = 0.8 '0.15 * dist
```

```
dfr tam, x, Y, dist
```

```
msg = "w=" & w(r, s)
```

```
If TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5 Then
```

```
    While TextWidth(msg) * 0.7 > dist / 2.5
```

```
        Graficos.FontSize = letra
```

```
        letra = letra - 0.1
```

```
        If Graficos.FontSize = 3.5 Then msg = ""
```

```
    Wend
```

```
Else
```

```
    Graficos.FontSize = 8
```

```
End If
```

```
escribe msg, coord(r).x + (coord(s).x - coord(r).x)
```

```
    / 2, coord(r).Y + tam * 2
```

```
End If
```

```
End If
```

```
Graficos.FontSize = 8
```

```
If id(r, s).tipo = "C" Then
```

```
    Graficos.Line (coord(r).x - 0.1, coord(r).Y)-
```

```
(coord(s).x + 0.1, coord(s).Y), QBColor(1), BF
```

```

If Lcar(r, s) <> 0 Then
    Graficos.Line (coord(r).x - 0.15, coord(r).Y)-
(coord(r).x + 0.15, coord(r).Y - Lcar(r, s)), QBColor(2), BF
    ElseIf Lcar(s, r) <> 0 Then
        Graficos.Line (coord(s).x - 15, coord(s).Y)-
(coord(s).x + 0.15, coord(s).Y + Lcar(s, r)), QBColor(2), BF
    End If

    escribe "L=" & L(r, s), coord(r).x + 0.5, coord(r).Y -
(coord(r).Y - coord(s).Y) / 2 + TextWidth(msg) * 0.3
    escribe "I=" & I(r, s), coord(r).x + 0.5, coord(r).Y -
(coord(r).Y - coord(s).Y) / 2 - TextWidth(msg) * 0.3

    Dim h

    For h = 1 To pisos
        If id(r, s).piso = h Then
            If dib(h) = 0 Then
                If fuhor(h) <> 0 Then
                    dist = coord(r).Y - coord(s).Y
                    dfrh 0.8, coord(s).x, coord(s).Y, dist
                    escribe "w=" & fuhor(h), coord(s).x - 1 -
TextWidth("w=" & fuhor(h)), coord(s).Y + dist / 2
                End If
            End If
        End If
    Next h
    If fuhop(h) <> 0 Then

```

```

        dfh 2.5, coord(r).x, coord(r).Y
        escribe "P=" & fuhop(h), coord(r).x - 2.5,
coord(r).Y - TextHeight("P=" & fuhop(h))
        End If
    End If
    dib(h) = dib(h) + 1
End If
Next
End If
End If
Next
Next
For r = 1 To nudos
    Graficos.Circle (coord(r).x, coord(r).Y), 0.15,
QBColor(12)
    escribe r, coord(r).x - TextHeight(r) * 0.3, coord(r).Y -
TextHeight(r) '& " "; coord(r).x & " " & coord(r).y
    Next
    Graficos.Scale
End Sub
Sub grafico()
    Cls

```

```

    Graficos.Scale (menorx - 15, mayory + 10)-(mayorx + 15,
menory - 10)

    Graficos.FillColor = QBColor(12)

    Graficos.FillStyle = 0

    Graficos.ForeColor = QBColor(0)

    Graficos.FontSize = 8

    For r = 1 To nudos

        For s = 1 To nudos

            If r < s Then ' para cojer solo 1 vez

                If id(r, s).tipo = "V" Then

                    Graficos.Line (coord(r).x, coord(r).Y + 0.1)-
(coord(s).x, coord(s).Y - 0.1), QBColor(1), BF

                    If Lcar(r, s) > 0 Then

                        Graficos.Line (coord(r).x, coord(r).Y + 0.1)-
(coord(r).x + Lcar(r, s), coord(s).Y - 0.25), QBColor(2), BF

                    ElseIf Lcar(s, r) > 0 Then

                        Graficos.Line (coord(s).x, coord(s).Y + 0.1)-
(coord(s).x - Lcar(s, r), coord(s).Y - 0.25), QBColor(2), BF

                    End If

                    'escribe "L= " & L(r, s), coord(r).X + (coord(s).X -
coord(r).X) / 2, coord(r).Y - TextWidth("L= " & L(r, s)) * 0.2

```

```

        'escribe "I= " & I(r, s), coord(r).X + (coord(s).X -
coord(r).X) / 2, coord(r).Y - TextWidth("I= " & I(r, s)) * 0.7
        msg = "L= " & L(r, s)
        escribe msg, coord(r).x + (coord(s).x - coord(r).x)
/ 2, coord(r).Y - TextWidth(msg) * 0.2
        escribe "I= " & I(r, s), coord(r).x + (coord(s).x -
coord(r).x) / 2, coord(r).Y - TextWidth(msg) * 0.7
    End If
    If id(r, s).tipo = "C" Then
        Graficos.Line (coord(r).x - 0.1, coord(r).Y)-
(coord(s).x + 0.1, coord(s).Y), QBColor(1), BF
        If Lcar(r, s) > 0 Then
            Graficos.Line (coord(r).x - 0.15, coord(r).Y)-
(coord(r).x + 0.15, coord(r).Y - Lcar(r, s)), QBColor(2), BF
        ElseIf Lcar(s, r) > 0 Then
            Graficos.Line (coord(s).x - 15, coord(s).Y)-
(coord(s).x + 0.15, coord(s).Y + Lcar(s, r)), QBColor(2), BF
        End If
        escribe "L= " & L(r, s), coord(r).x + 0.5,
coord(r).Y - (coord(r).Y - coord(s).Y) / 2 + TextWidth("L= " &
L(r, s)) * 0.3

```

```

        escribe "I= " & I(r, s), coord(r).x + 0.5, coord(r).Y
    - (coord(r).Y - coord(s).Y) / 2 - TextWidth("I= " & I(r, s)) * 0.3

```

```

        End If

```

```

    End If

```

```

Next

```

```

Next

```

```

For r = 1 To nudos

```

```

    Graficos.Circle (coord(r).x, coord(r).Y), 0.15,

```

```

    QBColor(12)

```

```

    escribe r, coord(r).x - TextHeight(r) * 0.3, coord(r).Y -

```

```

    TextHeight(r) '& " "; coord(r).x & " " & coord(r).y

```

```

Next

```

```

    Graficos.Scale

```

```

End Sub

```

```

Sub buscamayor()

```

```

    mayorx = coord(1).x

```

```

    mayory = coord(1).x

```

```

    menorx = coord(1).Y

```

```

    menory = coord(1).Y

```

```

For r = 1 To nudos

```

```

    If coord(r).x <> 0 Or coord(r).Y <> 0 Then

```

```

        If coord(r).x > mayorx Then mayorx = coord(r).x

```

```
If coord(r).x < menorx Then menorx = coord(r).x
```

```
If coord(r).Y > mayory Then mayory = coord(r).Y
```

```
If coord(r).Y < menory Then menory = coord(r).Y
```

```
End If
```

```
Next
```

```
End Sub
```

```
Sub escribe(t, x, Y)
```

```
CurrentX = x
```

```
CurrentY = Y
```

```
Print t
```

```
End Sub
```

```
Sub dfp(tam, x, Y)
```

```
Line (x, Y)-(x, Y + tam), QBColor(10)
```

```
Line (x + 0.05 * tam, Y + 0.1 * tam)-(x, Y), QBColor(10)
```

```
Line (x - 0.05 * tam, Y + 0.1 * tam)-(x, Y), QBColor(10)
```

```
End Sub
```

```
Sub dfr(tam, x, Y, dist)
```

```
d = dist / 12
```

```
For Z = 1 To 11
```

```
dfp tam, x + Z * d, Y
```

```
Next
```

```
End Sub
```

```
Sub dfh(tam, x, Y)
```

```
    Line (x, Y)-(x - tam, Y), QBColor(10)
```

```
    Line (x - 0.1 * tam, Y + 0.05 * tam)-(x, Y), QBColor(10)
```

```
    Line (x - 0.1 * tam, Y - 0.05 * tam)-(x, Y), QBColor(10)
```

```
End Sub
```

```
Sub dfrh(tam, x, Y, dist)
```

```
    d = dist / 12
```

```
    For Z = 1 To 11
```

```
        dfh tam, x, Y + Z * d
```

```
    Next
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_MouseDown(Button As Integer, Shift As
```

```
Integer, x As Single, Y As Single)
```

```
    If Button = vbRightButton Then Me.PopupMenu mouse
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Resize()
```

```
    Graficos.Scale
```

```
    Form_Activate
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Form_Unload(Cancel As Integer)
```

```
    a = 1
```

```
    j = 2
```

```
    Barras.Show
```

```
    Menu.Caption = "ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA  
DEL LITORAL - METODO DE KANI"
```

```
End Sub
```

```
Private Sub fuerzas_Click()
```

```
    If fuerzas.Caption = "Quitar Fuerzas" Then
```

```
        grafico
```

```
        fuerzas.Caption = "Ver Fuerzas"
```

```
    ElseIf fuerzas.Caption = "Ver Fuerzas" Then
```

```
        graficoF
```

```
        fuerzas.Caption = "Quitar Fuerzas"
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Original_Click()
```

```
    'buscamayor
```

```
    'graficoF
```

```
    Dialogo.CancelError = True
```

```
Dialogo.Filter = "*.bmp"
```

```
Dialogo.ShowSave
```

```
cadena = Dialogo.FileName
```

```
existe = InStr(1, cadena, ".bmp")
```

```
If existe = 0 Then
```

```
    SavePicture Image, Dialogo.FileName & ".bmp"
```

```
Else
```

```
    SavePicture Image, Dialogo.FileName
```

```
End If
```

```
End Sub
```

```
Sub grabar()
```

```
    On Error GoTo fin
```

```
    Dialogo.CancelError = True
```

```
    Dialogo.Filter = "*.prn"
```

```
    Dialogo.ShowSave
```

```
    cadena = Dialogo.FileName
```

```
    existe = InStr(1, cadena, ".prn")
```

```
If existe = 0 Then
```

```
    Open Dialogo.FileName & ".prn" For Output As #1
```

```
Else
```

```
    Open Dialogo.FileName For Output As #1
```

```
End If
```

```

Print #1, nudos

Print #1, nrigidos

Print #1, pisos

For r = 1 To pisos
    Print #1, fuhor(r), ",", fuhop(r)

Next

For r = 1 To nudos
    For s = 1 To nudos
        Print #1, L(r, s), ",", I(r, s), ",", id(r, s).tipo, ",", id(r,
s).piso, ",", b5(r, s), ",", w(r, s), ",", cp(r, s), ",", dis(r, s), ",",
id(r, s).cartela, ",", Lcar(r, s), ",", Icar(r, s)

    Next

    Next

    Next

Close #1

fin:

graficoF

End Sub

Private Sub Form_Load()

    ReDim SK(nudos), K(nudos, nudos), m(nudos, nudos),
factorC(nudos, nudos)

    ReDim more(nudos, nudos), mocp(nudos, nudos),
Mf(nudos), Mp(pisos), u(nudos, nudos)

```



**BIBLIOTECA FICT  
ESPOL**

```

ReDim LBU(nudos, nudos)
ReDim cols(pisos), Sc(pisos), hr(pisos), alpi(pisos),
ayuda(nudos, nudos)
ReDim c(nudos, nudos), v(nudos, nudos)
ReDim MT(nudos, nudos), factorA(nudos, nudos),
factorB(nudos, nudos), nuclar(nudos)
'If indicador <> 1 Then
  For r = 1 To nudos
    For s = 1 To nudos
      LBU(r, s) = L(r, s)
    Next
  Next
'End If
ReDim Preserve SK(nudos), K(nudos, nudos), m(nudos,
nudos), LBU(nudos, nudos), nuclar(nudos)
ReDim Preserve more(nudos, nudos), mocp(nudos, nudos),
Mf(nudos), Mp(pisos), u(nudos, nudos)
End Sub
Sub fac_aik()
  For x = 1 To nudos
    For Y = 1 To nudos
      If id(x, Y).cartela = "SI" Then nuclar(x) = 1
    Next Y
  Next x
End Sub

```

```

Next
Next
For x = 1 To nudos
  For Y = 1 To nudos
    If x < Y Then
      If L(x, Y) <> 0 Then
        If id(x, Y).cartela = "SI" Then
          If Lcar(x, Y) <> 0 And Lcar(Y, x) = 0 Then
            lambda = Lcar(x, Y) / L(x, Y)
            'If lambda >= 0.625 And lambda < 1 Then
lambda = 1
            'If lambda >= 0.25 And lambda < 0.625 Then
lambda = 0.25
            coefl = Icar(x, Y) / I(x, Y)
            lado1 = x
            lado2 = Y
          ElseIf Lcar(x, Y) = 0 And Lcar(Y, x) <> 0 Then
            lambda = Lcar(Y, x) / L(Y, x)
            'If lambda >= 0.625 And lambda < 1 Then
lambda = 1
            'If lambda >= 0.25 And lambda < 0.625 Then
lambda = 0.25

```

```

        coefl = Icar(Y, x) / I(Y, x)

        lado1 = Y

        lado2 = x

    End If

    If (Lcar(x, Y) <> 0 And Lcar(Y, x) = 0) Or
Lcar(x, Y) = 0 And Lcar(Y, x) <> 0 Then
        ***** aik

        For r = 2 To 12

            If coefl >= hoja1.Cells(r, 1) And coefl <=
hoja1.Cells(r + 1, 1) Then

                a = hoja1.Cells(r, 1)

                b = hoja1.Cells(r + 1, 1)

                fil = r

            End If

        Next r

        Debug.Print a & vbTab & b

        For r = 2 To 11

            If lambda <= hoja1.Cells(1, r) And lambda
>= hoja1.Cells(1, r + 1) Then

                n = hoja1.Cells(1, r)

                d = hoja1.Cells(1, r + 1)

                Col = r

```

```

        End If
    Next r

    Debug.Print n & vbTab & d
    Debug.Print fil & vbTab & Col
    e = hoja1.Cells(fil, Col)
    f = hoja1.Cells(fil, Col + 1)
    g = hoja1.Cells(fil + 1, Col)
    h = hoja1.Cells(fil + 1, Col + 1)
    Z = interpola(a, e, b, g, coefl)
    j = interpola(a, f, b, h, coefl)
    factorA(lado1, lado2) = interpola(n, Z, d, j,
lambda)

    Debug.Print factorA(lado1, lado2)
    factorB(lado1, lado2) = (factorA(lado1,
lado2) + 1) / 3

    ***** aki

    For r = 15 To 25

        If coefl >= hoja1.Cells(r, 1) And coefl <=
hoja1.Cells(r + 1, 1) Then

            a = hoja1.Cells(r, 1)

            b = hoja1.Cells(r + 1, 1)

            fil = r

```

```

        End If

    Next r

    Debug.Print a & vbTab & b

    For r = 2 To 11

        If lambda <= hoja1.Cells(14, r) And
lambda >= hoja1.Cells(14, r + 1) Then

            n = hoja1.Cells(14, r)

            d = hoja1.Cells(14, r + 1)

            Col = r

            End If

        Next r

        Debug.Print n & vbTab & d

        Debug.Print fil & vbTab & Col

        e = hoja1.Cells(fil, Col)

        f = hoja1.Cells(fil, Col + 1)

        g = hoja1.Cells(fil + 1, Col)

        h = hoja1.Cells(fil + 1, Col + 1)

        Z = interpola(a, e, b, g, coefl)

        j = interpola(a, f, b, h, coefl)

        factorA(lado2, lado1) = interpola(n, Z, d, j,
lambda)

        Debug.Print factorA(lado2, lado1)

```

```

        factorB(lado2, lado1) = (factorA(lado2,
lado1) + 1) / 3
    End If
    'calculamos aik=aki cuando las cartelas tienen la
misma longitud
    If Lcar(x, Y) <> 0 And Lcar(Y, x) <> 0 And
Lcar(x, Y) = Lcar(Y, x) Then
        lambda = Lcar(x, Y) / L(x, Y)
        If lambda > 0.25 Then lambda = 0.25
        coefl = Icar(x, Y) / I(x, Y)
        For r = 28 To 38
            If coefl >= hoja1.Cells(r, 1) And coefl <=
hoja1.Cells(r + 1, 1) Then
                a = hoja1.Cells(r, 1)
                b = hoja1.Cells(r + 1, 1)
                fil = r
            End If
        Next r
        Debug.Print a & vbTab & b
        For r = 2 To 10
            If lambda <= hoja1.Cells(27, r) And
lambda >= hoja1.Cells(27, r + 1) Then

```

```
n = hoja1.Cells(27, r)
d = hoja1.Cells(27, r + 1)
Col = r
End If
Next r
Debug.Print n & vbTab & d
Debug.Print fil & vbTab & Col
e = hoja1.Cells(fil, Col)
f = hoja1.Cells(fil, Col + 1)
g = hoja1.Cells(fil + 1, Col)
h = hoja1.Cells(fil + 1, Col + 1)
Z = interpola(a, e, b, g, coefl)
j = interpola(a, f, b, h, coefl)
factorA(x, Y) = interpola(n, Z, d, j, lambda)
factorA(Y, x) = factorA(x, Y)
Debug.Print factorA(lado2, lado1)
factorB(x, Y) = (factorA(x, Y) + 1) / 3
factorB(Y, x) = factorB(x, Y)
End If
Else
'If nuca(x) = 1 Then
factorA(x, Y) = 2
```

```

        factorA(Y, x) = 2
        factorB(x, Y) = (factorA(x, Y) + 1) / 3
        factorB(Y, x) = (factorA(Y, x) + 1) / 3
    'Else
        ' factorA(x, Y) = 1
        ' factorA(Y, x) = 1
    'End If
End If
End If
End If
Next Y
Next x

End Sub

Public Function interpola(x1, y1, x2, y2, x) As Double
    interpola = ((y2 - y1) / (x2 - x1)) * (x - x1) + y1
End Function

Sub rigidez() ' calculamos la rigidez, m, y L'
    factor_C

    For r = 1 To nudos
        SK(r) = 0
    
```

For s = 1 To nudos

  If r < s Then ' no estaba este if

    If b5(r, s) = "E" Then

      'K(r, s) = I(r, s) / L(r, s) '\*4 se debe multiplicar por

4

      'K(r, s) = (3 \* I(r, s) \* (1 / (factorA(r, s) \*

factorA(s, r) - 1))) / L(r, s)

      K(r, s) = I(r, s) \* factorC(r, s) / L(r, s)

      K(s, r) = K(r, s)

      m(r, s) = 1

    End If

    If b5(r, s) = "A" Then

      'K(r, s) = I(r, s) / L(r, s) '\*3 se debe multiplicar por

3

      K(r, s) = (I(r, s) \* factorC(r, s) / L(r, s)) / (2 \*

factorA(s, r) \* (1 / (factorA(r, s) \* factorA(s, r) - 1)))

      K(s, r) = K(r, s)

      m(r, s) = 3 / 4

      L(r, s) = 1.5 \* L(r, s)

    End If

  End If

'SK(r) = SK(r) + K(r, s)

```

    SK(r) = SK(r) + K(r, s) * factorA(r, s)

    Debug.Print "SK " & r & " " & SK(r)

Next

Next

End Sub

Sub factor_C()

For x = 1 To nudos

    For Y = 1 To nudos

        If x < Y And L(x, Y) <> 0 Then

            If Lcar(x, Y) <> 0 And Lcar(Y, x) <> 0 And Lcar(x, Y)
= Lcar(Y, x) Then

                lambda = Lcar(x, Y) / L(x, Y)

                If lambda > 0.25 Then lambda = 0.25

                coefl = Icar(x, Y) / I(x, Y)

                For r = 54 To 44

                    If coefl >= hoja1.Cells(r, 1) And coefl <=
hoja1.Cells(r + 1, 1) Then

                        a = hoja1.Cells(r, 1)

                        b = hoja1.Cells(r + 1, 1)

                        fil = r

                    End If

                Next r

```

```
Debug.Print a & vbTab & b
```

```
For r = 2 To 10
```

```
    If lambda <= hoja1.Cells(53, r) And lambda >=
```

```
    hoja1.Cells(53, r + 1) Then
```

```
        n = hoja1.Cells(53, r)
```

```
        d = hoja1.Cells(53, r + 1)
```

```
        Col = r
```

```
    End If
```

```
Next r
```

```
Debug.Print n & vbTab & d
```

```
Debug.Print fil & vbTab & Col
```

```
e = hoja1.Cells(fil, Col)
```

```
f = hoja1.Cells(fil, Col + 1)
```

```
g = hoja1.Cells(fil + 1, Col)
```

```
h = hoja1.Cells(fil + 1, Col + 1)
```

```
Z = interpola(a, e, b, g, coefl)
```

```
j = interpola(a, f, b, h, coefl)
```

```
factorC(x, Y) = interpola(n, Z, d, j, lambda)
```

```
factorC(Y, x) = factorC(x, Y)
```

```
Debug.Print factorC(Y, x)
```

```
End If
```

```

    If (Lcar(x, Y) <> 0 And Lcar(Y, x) = 0) Or Lcar(x, Y)
= 0 And Lcar(Y, x) <> 0 Then
        'para una cartela
    If Lcar(x, Y) <> 0 Then
        lambda = Lcar(x, Y) / L(x, Y)
    Else
        lambda = Lcar(Y, x) / L(x, Y)
    End If
    If Icar(x, Y) <> 0 Then
        coefl = Icar(x, Y) / I(x, Y)
    Else
        coefl = Icar(Y, x) / I(x, Y)
    End If
    For r = 41 To 51
        If coefl >= hoja1.Cells(r, 1) And coefl <=
hoja1.Cells(r + 1, 1) Then
            a = hoja1.Cells(r, 1)
            b = hoja1.Cells(r + 1, 1)
            fil = r
        End If
    Next r

```

```
Debug.Print a & vbTab & b
```

```
For r = 2 To 11
```

```
    If lambda <= hoja1.Cells(40, r) And lambda >=
```

```
    hoja1.Cells(40, r + 1) Then
```

```
        n = hoja1.Cells(40, r)
```

```
        d = hoja1.Cells(40, r + 1)
```

```
        Col = r
```

```
    End If
```

```
Next r
```

```
Debug.Print n & vbTab & d
```

```
Debug.Print fil & vbTab & Col
```

```
e = hoja1.Cells(fil, Col)
```

```
f = hoja1.Cells(fil, Col + 1)
```

```
g = hoja1.Cells(fil + 1, Col)
```

```
h = hoja1.Cells(fil + 1, Col + 1)
```

```
Z = interpola(a, e, b, g, coefl)
```

```
j = interpola(a, f, b, h, coefl)
```

```
factorC(x, Y) = interpola(n, Z, d, j, lambda)
```

```
factorC(Y, x) = factorC(x, Y)
```

```
Debug.Print factorC(x, Y)
```

```
Else
```

```
    factorC(x, Y) = 1
```

```
        factorC(Y, x) = factorC(x, Y)

    End If

End If

Debug.Print "factorC" & x & Y & "=" & factorC(x, Y)

Next

Next

End Sub

Sub factor_de_giro()

    For r = 1 To nrigidos

        For s = 1 To nudos

            If K(r, s) <> 0 Then

                'u(r, s) = -0.5 * K(r, s) / SK(r)

                u(r, s) = -K(r, s) / SK(r)

                Graficos.Cls

                Debug.Print "u" & r & "," & s & "=" & u(r, s)

            End If

        Next

    Next

End Sub

Sub factor_de_reduccion()

    On Error Resume Next
```

```
'buscamos total de pisos

a = 0

For r = 1 To nudos

    For s = 2 To nudos

        If id(r, s).tipo = "C" Then

            If id(r, s).piso > a Then a = id(r, s).piso

            Debug.Print a

        End If

    Next

Next

totalpisos = a

'buscamos total de columnas por piso

ReDim Preserve cols(pisos), Sc(pisos), hr(pisos), alpi(pisos),
ayuda(nudos, nudos)

ReDim Preserve c(nudos, nudos), v(nudos, nudos)

For r = 1 To pisos

    cols(r) = 0

    hr(r) = 0

    Sc(r) = 0

    For e = 1 To nudos

        For f = 1 To nudos

            If e < f Then 'solo coje una vez
```

If id(e, f).piso = r Then

If cols(r) = 0 Then

alpi(r) = L(e, f)

ayuda(e, f) = id(e, f).piso

ayuda(f, e) = ayuda(e, f)

End If

cols(r) = cols(r) + 1

If L(e, f) > hr(r) Then hr(r) = L(e, f) 'mayor

columna del piso

c(e, f) = 1 / L(e, f)

c(f, e) = c(e, f)

Debug.Print cols(r) & " hr=" & hr(r)

End If

End If

Next

Next

For e = 1 To nudos

For f = 1 To nudos

If e < f Then 'solo coje una vez

If id(e, f).piso = r Then

If c(e, f) < 0 Then

'c(e, f) = hr(r) \* c(e, f) ' factor de reduccion



**BIBLIOTECA FIC?**  
**ESPOL**

```

c(e, f) = hr(r) * c(e, f) * factorB(e, f)

'c(f, e) = c(e, f)

c(f, e) = hr(r) * c(f, e) * factorB(f, e)

Debug.Print "c" & e & ", " & f & "=" & c(e, f)

'Sc(r) = Sc(r) + c(e, f) ^ 2 * K(e, f) * m(e, f)

Sc(r) = Sc(r) + (K(e, f) * hr(r) / L(e, f)) * (c(e,
f) + c(f, e)) * m(e, f)

    Debug.Print "Sc" & r & "=" & Sc(r)

    End If

    End If

    End If

Next

Next

For e = 1 To nudos

    For f = 1 To nudos

        If id(e, f).piso = r And e < f Then

            If c(e, f) <> 0 Then

                'v(e, f) = -1.5 * c(e, f) * K(e, f) / Sc(r) 'factor de
correccion de piso

                v(e, f) = -3 * K(e, f) * (hr(r) / L(e, f)) / Sc(r)

                v(f, e) = v(e, f)

                Debug.Print "v" & e & ", " & f & "=" & v(e, f)

```

```

        End If
    End If
Next
Next
Next
End Sub

Sub momento_empotramiento()
    ReDim nuca(r, pisos)
    For r = 1 To nudos
        Mf(r) = 0
        For s = 1 To nudos
            If r < s Then
                If L(r, s) < 0 Then
                    'more(r, s) = -(w(r, s) * L(r, s) ^ 2) / 12
                    more(r, s) = -(w(r, s) * L(r, s) ^ 2) / (4 *
(factorA(r, s) + 1))
                    mocp(r, s) = -(cp(r, s) * dis(r, s) * dis(s, r) ^ 2) /
(L(r, s) ^ 2)
                    If ayuda(r, s) < 0 Then ' para momentos
empotramiento en columnas
                        'more(r, s) = fuhor(ayuda(r, s)) * alpi(ayuda(r,
s)) ^ 2 / 12

```

```

        more(r, s) = fuhor(ayuda(r, s)) * alpi(ayuda(r,
s)) ^ 2 / (4 * (factorA(r, s) + 1))

        If id(r, s).cartela = "SI" Then nuca(ayuda(r, s))
= more(r, s) / LBU(r, s)

        End If

    End If

Else

    If L(r, s) <> 0 Then

        'more(r, s) = (w(r, s) * L(r, s) ^ 2) / 12

        more(r, s) = (w(r, s) * L(r, s) ^ 2) / (4 * (factorA(r,
s) + 1))

        mocp(r, s) = (cp(r, s) * dis(r, s) * dis(s, r) ^ 2) /
(L(r, s) ^ 2)

        If ayuda(r, s) <> 0 Then ' para momentos
empotramiento en columnas

            'more(r, s) = -fuhor(ayuda(r, s)) * alpi(ayuda(r,
s)) ^ 2 / 12

            more(r, s) = -fuhor(ayuda(r, s)) * alpi(ayuda(r,
s)) ^ 2 / (4 * (factorA(r, s) + 1))

            If b5(r, s) = "A" Then more(r, s) = 0

            'If id(r, s).cartela = "SI" Then nuca(ayuda(r, s))
= more(r, s) / L(r, s)

```

End If

End If

End If

$Mf(r) = Mf(r) + more(r, s) + mocp(r, s)$

Next

Debug.Print "Mf: " & r & " " & Mf(r)

Next

End Sub

Sub momentos\_de\_piso()

ReDim FH(pisos), Qr(pisos), Mp(pisos)

For r = 1 To pisos

If r = 1 Then

$FH(r) = fuhop(r) + fuhor(r) * alpi(r) / 2 + nucar(r)$

Else

$FH(r) = fuhop(r) + fuhor(r) * (alpi(r - 1) + alpi(r)) / 2 +$

$nucar(r)$

End If

Debug.Print "FH=" & FH(r)

Next

Sum = 0

For r = 1 To pisos

```
Sum = Sum + FH(r)
```

```
Qr(r) = Sum
```

```
Debug.Print "Qr" & r & " =" & Qr(r)
```

```
Next
```

```
For r = 1 To pisos
```

```
  Mp(r) = Qr(r) * alpi(r) / 3
```

```
  Debug.Print "Mp" & r & " =" & Mp(r)
```

```
Next
```

```
End Sub
```

```
Sub iteraciones()
```

```
  On Error Resume Next
```

```
  ReDim MPR(nudos, nudos), MPT(nudos, nudos)
```

```
  For a = 1 To 25
```

```
    'momentos parciales de rotacion
```

```
    For r = 1 To nrigidos
```

```
      b = 0
```

```
      For s = 1 To nudos
```

```
        'b = b + MPR(s, r) + MPT(r, s) 'sumatoria de (M'ki +  
M"ik)
```

```
        b = b + MPR(s, r) + MPT(r, s) * factorB(r, s)
```

```
      'sumatoria de (M'ki + M"ik*bik)
```

```
    Next
```

```

For s = 1 To nudos
    If u(r, s) <> 0 Then
        MPR(r, s) = u(r, s) * (Mf(r) + b) 'M'ik
        Debug.Print "M" & r & ", " & s & " = " & MPR(r,
s)

        End If
    Next
Next
'momentos parciales de traslacion
For r = 1 To pisos
    d = 0
    For e = 1 To nudos
        For f = 1 To nudos
            If e < f Then
                If id(e, f).piso = r And id(e, f).tipo = "C" Then
                    'd = d + (MPR(e, f) + MPR(f, e)) * c(e, f)
'sumatoria de (M'ik+M'ki)
                    d = d + (MPR(e, f) * c(e, f) + MPR(f, e) * c(f,
e)) 'sumatoria de (M'ik*cik+M'ki*cki)
                End If
            End If
        Next
    Next

```



```

ElseIf id(r, s).tipo = "C" And L(r, s) <> 0 Then
    'MT(r, s) = more(r, s) + mocp(r, s) + 2 * MPR(r, s) +
MPR(s, r) + MPT(r, s)
    MT(r, s) = more(r, s) + mocp(r, s) + MPR(r, s) *
factorA(r, s) + MPR(s, r) + MPT(r, s) * factorB(r, s)
    If b5(r, s) = "A" And r > s Then MT(r, s) = 0
    Debug.Print "Mt" & r & ", " & s & " =" & MT(r, s)
End If
Next
Next
graficofinal
End Sub
Sub graficofinal()
    Cls
    msg = "Momentos Finales"
    Graficos.FontSize = 18
    Graficos.Scale (menorx - 15, mayory + 10)-(mayorx + 15,
menory - 10)
    escribe msg, menorx + (mayorx - menorx) / 7, mayory + 8.5
    Graficos.FillColor = QBColor(12)
    Graficos.FillStyle = 0
    Graficos.ForeColor = QBColor(0)

```

```

Graficos.FontSize = 8

For r = 1 To nudos

  For s = 1 To nudos

    If r < s Then ' para cojer solo 1 vez

      If id(r, s).tipo = "V" Then

        Graficos.Line (coord(r).x, coord(r).Y + 0.1)-
(coord(s).x, coord(s).Y - 0.1), QBColor(8), BF

        End If

        If id(r, s).tipo = "C" Then

          Graficos.Line (coord(r).x - 0.1, coord(r).Y)-
(coord(s).x + 0.1, coord(s).Y), QBColor(8), BF

          End If

        End If

      Next

    Next

  For r = 1 To nudos

    Graficos.Circle (coord(r).x, coord(r).Y), 0.15,
QBColor(12)

    'escribe r, coord(r).X, coord(r).Y - TextHeight(r)

  Next

  letra = 8

  For r = 1 To nudos

```

For s = 1 To nudos

  If r < s Then 'escribe a la derecha de r

    If id(r, s).tipo = "V" Then

      msg = Format(MT(r, s), " 0.00")

      dist = coord(s).x - coord(r).x

      If TextWidth(msg) \* 0.7 > dist / 2.5 Then

        While TextWidth(msg) \* 0.7 > dist / 2.5

          Graficos.FontSize = letra

          letra = letra - 0.1

          If Graficos.FontSize = 3.5 Then msg = ""

        Wend

    Else

      Graficos.FontSize = 8

    End If

      escribe msg, coord(r).x - 0.35 \* TextHeight(msg),

coord(r).Y - 1.2 \* TextHeight(msg)

      msg = Format(MT(s, r), "0.00 ")

      If TextWidth(msg) \* 0.7 > dist / 2.5 Then

        While TextWidth(msg) \* 0.7 > dist / 2.5

          Graficos.FontSize = letra

          letra = letra - 0.1

          If Graficos.FontSize = 3.5 Then msg = ""

```
        Wend
    Else
        Graficos.FontSize = 8
    End If
    escribe msg, coord(s).x - TextWidth(msg),
coord(r).Y - 1.2 * TextHeight(msg)
    ElseIf id(r, s).tipo = "C" Then
        msg = Format(MT(r, s), " 0.00")
        escribe msg, coord(r).x - 0.5 * TextWidth(msg),
coord(r).Y + 0.4 * TextHeight(msg)
        msg = Format(MT(s, r), " 0.00")
        escribe msg, coord(s).x - 0.5 * TextWidth(msg),
coord(s).Y - 2.2 * TextHeight(msg)
    End If
End If
Next
Next
Graficos.Scale

End Sub
```

## **2.2 MANUAL DEL USUARIO**

### **2.2.1 OBJETIVO**

Por medio de este documento, el usuario podrá conocer y comprender mejor el funcionamiento del programa, de la misma manera sabrá como ingresar los datos de la manera correcta, lo cual es necesario par que el programa funcione correctamente.

### **2.2.2 REQUISITOS DE HARDWARE Y DE SISTEMA**

Para que el programa de “Cálculo De Pórticos De Varios Pisos” funcione correctamente el usuario debe poseer las siguientes características en su computador:

- Microsoft Windows 95 o posterior, o Microsoft Windows NT Workstation 4.0 o posterior.
- Procesador Pentium o superior.
- Microsoft Office 2000.
- Pantalla VGA 1024 x 768 video display u (800 x 600 VGA video display mínimo).

- Controlador de Video para Windows.
- Un mouse (ratón) u otro dispositivo de puntero.

### **2.2.3 ARCHIVOS DEL PAQUETE**

El software que se suministra cuenta con un archivo de instalación llamado “setup.exe” y además trae sus respectivas cabinas de compresión donde se encuentran los respectivos archivos ejecutables con las diferentes librerías de instalación, además también se encuentran algunos ejemplos para que el usuario pueda probar la aplicación.

### **2.2.4 INSTALACIÓN**

La forma de instalar este software es igual a la de cualquier otra aplicación, es decir, se debe buscar el archivo “setup.exe” y dar doble clic en él, luego simplemente siga los pasos que le pida el programa.

Una vez terminada la instalación puede inmediatamente empezar a trabajar con el software, pero es recomendable reiniciar su computador.

## 2.2.5 ENTORNO DE LA APLICACIÓN

El entorno de esta aplicación se basa netamente en Windows, es un entorno amigable que interactúa directamente con el usuario, tiene ventajas ya que se puede grabar el archivo con el que se trabaja, así como también los gráficos generados, permite la recuperación de los archivos grabados y la edición de los mismos.

Cuando se crea un nuevo archivo, el programa mismo va siguiendo una secuencia de trabajo, de esa manera le va indicando al usuario, la forma de ingresar los datos, lo único que el usuario debe tener cuidado al ingresar los datos es que estos sean consistentes en toda forma.

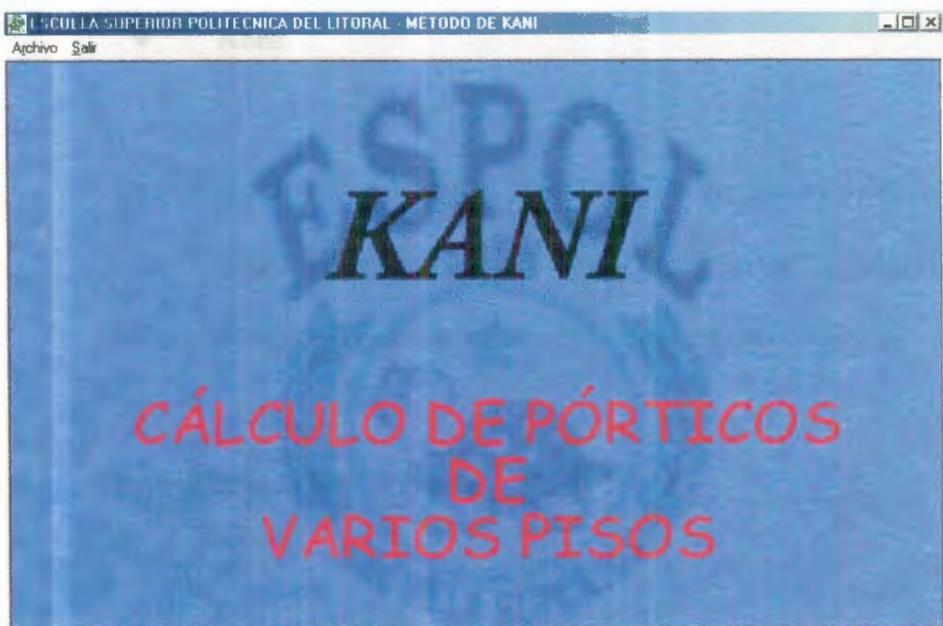


Figura 2.1. Vista de presentación inicial del programa

## 2.2.6 USO DE LA APLICACIÓN

Esta aplicación cuenta con un menú en el cual aparecen dos opciones, “Archivo” y “Salir”, el menú Archivo contiene dos submenús que son “Nuevo” y “Abrir”, cada una de estos menús se explicara a continuación.

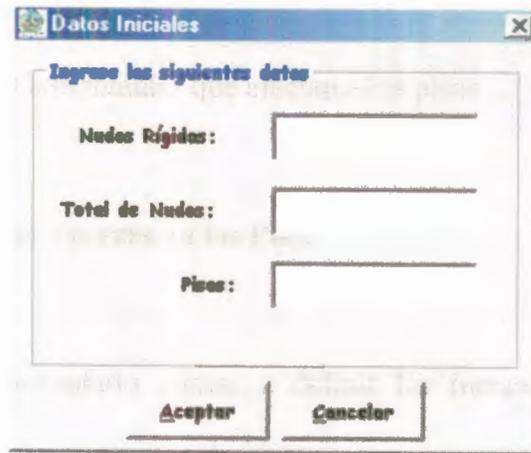
### **Menú Archivo/Nuevo**

El menú archivo contiene las opciones para crear un nuevo archivo o en su defecto para abrir un archivo existente, sus dos opciones son:

- Nuevo
- Abrir

La opción Nuevo es la que permite crear un nuevo archivo cuando damos clic en esta opción se nos mostrará un formulario en la cual vamos a llenar los datos iniciales de nuestro pórtico.

### **Formulario Datos Iniciales**



The image shows a Windows-style dialog box titled "Datos Iniciales". Inside the dialog, there is a header that says "Ingrese las siguientes datos". Below this, there are three labeled input fields: "Nudos Rígidos:", "Total de Nudos:", and "Pisos:". At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Figura 2.2. Formulario Datos Iniciales

En la casilla de Nudos Rígidos debemos escribir la cantidad de números rígidos que tengamos en nuestra estructura, es decir los nudos que van a tener un factor de giro  $\mu_{ik}$ , cuando se trata de un pórtico se excluyen los nudos de la base de las columnas donde se apoya la superestructura.

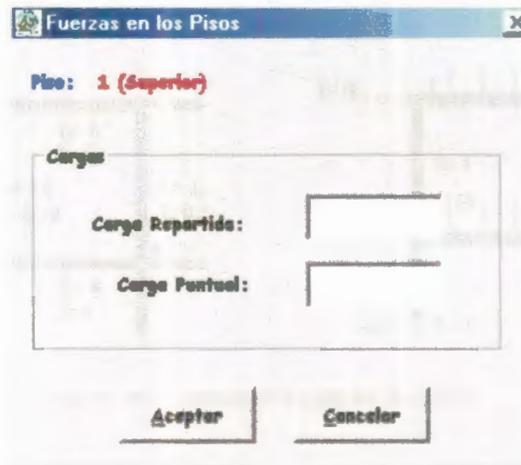
En la casilla Total de Nudos se deben escribir todos los nudos que contenga el pórtico que estemos analizando, es decir los nudos rígidos mas los que no habíamos tomado en cuenta.

En la casilla de piso debemos colocar la cantidad de pisos que tiene el pórtico.

Una vez ingresados estos datos iniciales al presionar el botón Aceptar aparecerá un formulario donde se llenaran los datos de las fuerzas horizontales que afectan a los pisos.

### Formulario Fuerzas en los Pisos

En este formulario vamos a definir las fuerzas que actúan horizontalmente (cargas de vientos, o por sismos) en el pórtico que estemos calculando, pueden existir o pueden ser nulas.



The image shows a software dialog box titled "Fuerzas en los Pisos". At the top, it indicates "Piso: 1 (Superior)". Below this, there is a section labeled "Cargas" containing two input fields: "Carga Repartida:" and "Carga Puntual:". Each field is accompanied by a small icon representing a load distribution graph. At the bottom of the dialog, there are two buttons: "Aceptar" and "Cancelar".

Figura 2.3. Formulario Fuerzas en los Pisos

Se debe notar que para este caso, los pisos se empiezan a contar desde la parte superior y no desde la inferior, por lo tanto el piso 1 sería el de la parte superior, cuando se termina de llenar los datos de un piso, y damos clic en aceptar automáticamente

los datos se borran de las casillas para poder llenar los datos de los siguientes pisos, este proceso es iterativo hasta que se llenen todos los datos de todos los pisos.

En la casilla de Carga Repartida horizontal pondremos la carga repartida por unidad de longitud que tuviere dicho piso, y en la casilla Carga Puntual la carga o fuerza horizontal que tenga ese piso, cabe notar que esta carga, se refiere a la fuerza que se aplica en los nudos de la parte superior de la columna del piso.

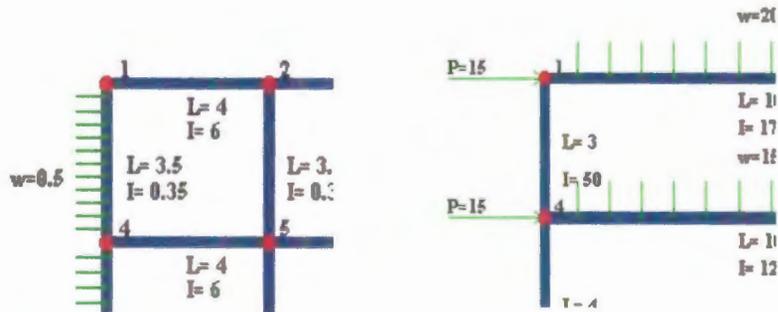


Figura 2.4. Ejemplo de cargas horizontales.

Cuando se ha llenado estos datos para cada piso de nuestro pórtico, al dar clic en Aceptar aparecerá un nuevo formulario donde se nos preguntará las características de cada elemento que forma el pórtico, es decir las características de las vigas y de las columnas.

## Formulario Datos De Los Elementos

En la parte superior del formulario se muestra el elemento del que se van a introducir los datos, es bueno que para la numeración de los nudos se empiece desde la parte superior, es decir de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

**Datos de los Elementos**

Elemento: **1,2**

Viga   
  Columna   
 Piso:

Tipo de Elemento  
 Constante   
  Variable

Longitud:    
 Inercia:

Empetrada   
  Articulado

**Cartela**  
 Longitud    Inercia  
 Lado 1:  
 Lado 2:

**Cargas de Viga**  
 Carga Repartida:   
 Carga Puntal:   
 Distancia a 1:

Figura 2.5. Formulario Datos de los Elementos

Luego se pide escoger si este elemento es una viga o es una columna, si la casilla de viga esta marcada, el elemento se tratara como una viga y la casilla de piso se desactivará, cuando la casilla columna este marcada, entonces la casilla de

piso se hará visible y en ella llenaremos el piso al que corresponde dicha columna, recordemos que los pisos en este programa se cuentan desde arriba hacia abajo, también cuando se marque la casilla columna entonces se desactivaran las casillas de carga repartida, carga puntual y distancia.

En la casilla de Longitud escribiremos la longitud del elemento que estemos tratando, las unidades que usemos deben ser concordantes con las demás, luego pondremos la Inercia del elemento, entonces tendremos que escoger si el elemento esta empotrado en sus extremos o posee un extremo articulado, esto generalmente pasa solo con las columnas por lo tanto, la opción de empotrada deberá seleccionarse a menos que una columna este articulada.



Luego escogeremos que tipo de elemento es el que estamos tratando, si es un elemento constante en todas sus dimensiones o por lo contrario si es variable (posee distintas inercias, posee cartela) si activamos la opción constante, entonces las casillas de inercia y longitud que están dentro de la sección cartela estarán desactivadas, por el contrario si activamos la opción variable se activaran las casillas de inercias y longitudes de la

sección cartela, cuando llenemos estos datos debemos tener en cuenta que los elementos pueden tener cartelas simétricas o pueden tener cartela solo en uno de sus lados, el texto que se encuentra a la izquierda de las casillas indica hacia que lado del elemento se encuentra la cartela, si ponemos una cartela simétrica tenemos que recordar que las longitudes deben ser iguales en las dos cartelas, y las inercias de igual manera, estas inercias deben ser mayores o iguales que la inercia que ingresamos en la otra sección.

Estos datos deben ser ingresados para cada elemento del pórtico que estemos analizando, si por error ingresamos mal algún dato en un elemento anterior, podemos dar clic en el botón Atrás hasta que encontremos el elemento que tenía el error, una vez corregido, daremos tantos clic como sea necesario hasta llegar al elemento actual.

Debemos también recalcar que cuando damos clic en el botón Aceptar se muestra una vista previa del elemento en una pequeña ventana, si el elemento analizado tiene cartela, en la vista previa este se muestra resultado.

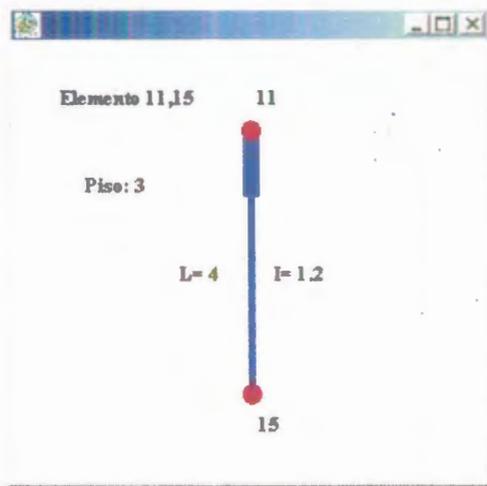


Figura 2.6. Vista previa del elemento

Una vez que hemos terminado de llenar todos los datos para cada elemento que forma el pórtico, aparecerá una ventana donde se presentarán los gráficos y los resultados de los mismos, esta pantalla consta de los siguientes elementos.

BIBLIOTECA



FACULTAD DE  
EN CIENCIAS DE LA TIERRA

## Ventana de Gráficos y Resultados

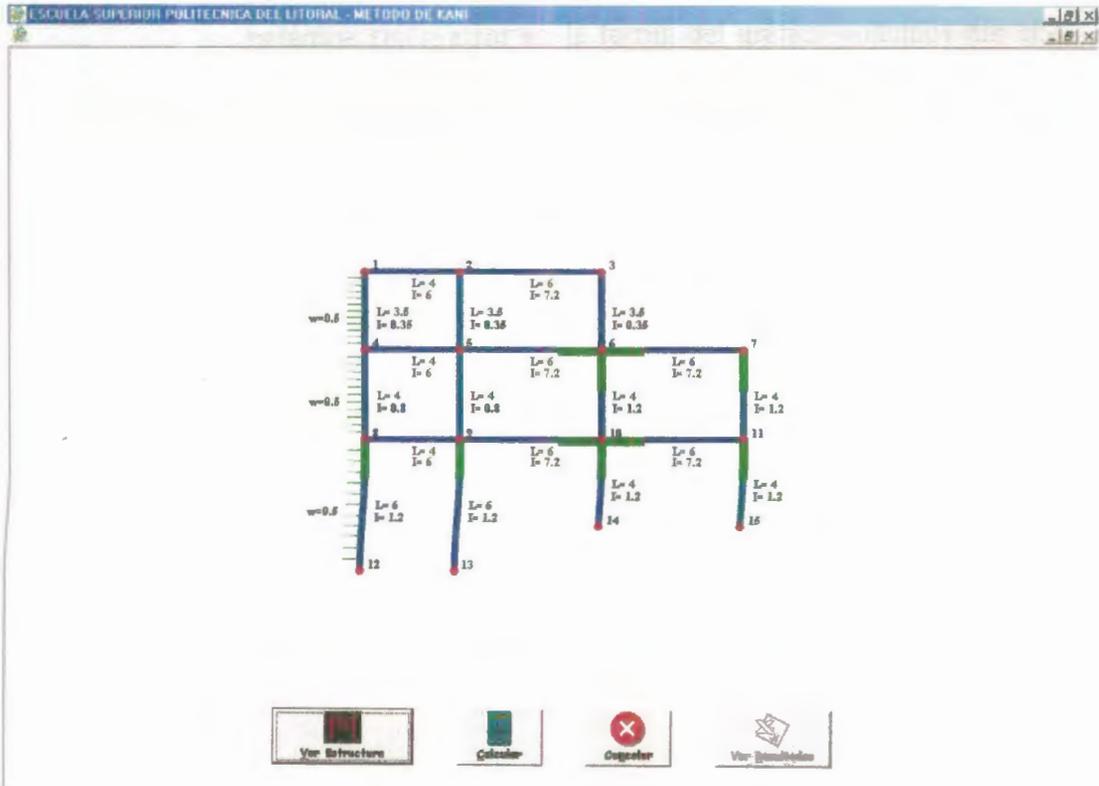


Figura 2.7. Ventana de Gráficos y Resultados

Esta ventana se muestra en blanco al principio, consta de cuatro botones principales, los cuales son “Ver Estructura”, “Calcular”, “Cancelar” y “Ver Resultados”.

- **Botón Ver Estructura**



Cuando demos clic en este botón entonces en la ventana

aparecerá el gráfico de la estructura, ahí podremos notar cualquier defecto que tenga para después corregirlo. Si notamos algún error en la forma del gráfico podemos dar clic en el botón Cancelar, ahí se mostrará nuevamente el formulario de Datos de los Elementos, ahí buscamos el elemento que este mal y le corregimos el error.

- **Botón Calcular**



Cuando damos clic en este botón el programa comienza a calcular los momentos finales de Kani y los muestra por pantalla, si queremos ver los resultados escritos en tablas podemos dar clic en el botón Ver Resultados.

- **Botón Cancelar**



Este botón permite cancelar todas las acciones y suprime la ventana de Resultados y Gráficos, cuando damos clic en él, se muestra nuevamente el formulario de Datos de los Elementos.

- **Botón Ver Resultados**



Cuando la ventana de gráficos se inicia por primera vez, este botón aparece deshabilitado, luego cuando ya se ha realizado el cálculo de los momentos de Kani, este botón se habilita y cuando hacemos clic en él, nos muestra una ventana con los resultados del cálculo escrito en tablas. Los resultados que se muestran son los Momentos de Empotramiento Perfecto, los Momentos Finales de Kani, los Momentos de Fijación, los Factores de Giro ( $\mu_{ik}$ ), los Factores de Desplazamiento ( $v_{ik}$ ), los Coeficientes de Barra ( $a_{ik}$  y  $b_{ik}$ ) y el Factor de Reducción de Piso ( $c_{ik}$ ), la ventana donde se muestran estos resultados es muy similar a una hoja de Microsoft Excel, como se ve en la figura 8

En esta ventana se pueden realizar algún cálculo como en una hoja tradicional de Excel, es más si se desea imprimir estos datos solo necesitamos presionar el icono  que permite exportar los datos a una hoja de Excel.

Para ocultar esta ventana podemos dar clic en el botón “Ocultar Resultados” y nuevamente estaremos en la ventana de gráficos, en la cual podremos guardar los datos que hemos ingresado.



BIBLIOTECA FICT.  
ESPOL

	Momen. Empotram. Perfect		Momentos Finales		Momentos de Fijación		Factor de Giro		Factor de Desplazamiento	
1										
2										
3	ME 1,2 =	0.000	MT 1,2 =	0.012	Mf 1 =	0.510	u 1,2 =	-0.469	v 1,2 =	
4	ME 1,4 =	0.510	MT 1,4 =	-0.012	Mf 2 =	0.000	u 1,4 =	-0.031	v 1,4 =	-0.500
5	ME 2,1 =	0.000	MT 2,1 =	0.160	Mf 3 =	0.000	u 2,1 =	-0.268	v 2,1 =	
6	ME 2,3 =	0.000	MT 2,3 =	0.373	Mf 4 =	0.166	u 2,3 =	-0.214	v 2,3 =	
7	ME 2,5 =	0.000	MT 2,5 =	-0.533	Mf 5 =	0.000	u 2,5 =	-0.018	v 2,5 =	-0.500
8	ME 3,2 =	0.000	MT 3,2 =	0.499	Mf 6 =	0.000	u 3,2 =	-0.462	v 3,2 =	
9	ME 3,6 =	0.000	MT 3,6 =	-0.499	Mf 7 =	0.000	u 3,6 =	-0.038	v 3,6 =	-0.500
10	ME 4,1 =	-0.510	MT 4,1 =	-0.991	Mf 8 =	2.508	u 4,1 =	-0.028	v 4,1 =	-0.500
11	ME 4,5 =	0.000	MT 4,5 =	1.294	Mf 9 =	0.000	u 4,5 =	-0.417	v 4,5 =	
12	ME 4,8 =	0.667	MT 4,8 =	-0.302	Mf 10 =	0.000	u 4,8 =	-0.056	v 4,8 =	-0.214
13	ME 5,2 =	0.000	MT 5,2 =	-0.531	Mf 11 =	0.000	u 5,2 =	-0.015	v 5,2 =	-0.500
14	ME 5,4 =	0.000	MT 5,4 =	0.842	Mf 12 =	0.000	u 5,4 =	-0.232	v 5,4 =	
15	ME 5,6 =	0.000	MT 5,6 =	0.716	Mf 13 =	0.000	u 5,6 =	-0.332	v 5,6 =	
16	ME 5,9 =	0.000	MT 5,9 =	-1.026	Mf 14 =	0.000	u 5,9 =	-0.031	v 5,9 =	-0.214
17	ME 6,3 =	0.000	MT 6,3 =	-0.495	Mf 15 =	0.000	u 6,3 =	-0.009	v 6,3 =	-0.500
18	ME 6,5 =	0.000	MT 6,5 =	1.234			u 6,5 =	-0.194	v 6,5 =	
19	ME 6,7 =	0.000	MT 6,7 =	1.976			u 6,7 =	-0.194	v 6,7 =	
20	ME 6,10 =	0.000	MT 6,10 =	-2.715			u 6,10 =	-0.047	v 6,10 =	-0.657
21	ME 7,6 =	0.000	MT 7,6 =	1.707			u 7,6 =	-0.524	v 7,6 =	
22	ME 7,11 =	0.000	MT 7,11 =	-1.707			u 7,11 =	-0.127	v 7,11 =	-0.657
23	ME 8,4 =	-0.667	MT 8,4 =	-1.726			u 8,4 =	-0.051	v 8,4 =	-0.214
24	ME 8,9 =	0.000	MT 8,9 =	0.108			u 8,9 =	-0.382	v 8,9 =	
25	ME 8,12 =	3.175	MT 8,12 =	1.538			u 8,12 =	-0.061	v 8,12 =	-0.066
26	ME 9,5 =	0.000	MT 9,5 =	-0.993			u 9,5 =	-0.029	v 9,5 =	-0.214
27	ME 9,8 =	0.000	MT 9,8 =	0.661			u 9,8 =	-0.221	v 9,8 =	
28	ME 9,10 =	0.000	MT 9,10 =	1.804			u 9,10 =	-0.316	v 9,10 =	
29	ME 9,13 =	0.000	MT 9,13 =	-1.472			u 9,13 =	-0.035	v 9,13 =	-0.066

Figura 2.8. Ventana de Resultados

## Guardar Archivo e Imagen

Para guardar el archivo que hemos creado o modificado, debemos de estar en la ventana de gráficos, luego daremos clic derecho con el mouse en cualquier parte de la ventana de gráficos, se desplegará un menú contextual y tendremos las opciones de guardar el archivo y de guardar la imagen, escogemos la opción que deseamos, escribimos el nombre con el que queremos identificar al archivo y guardamos.

Los archivos se guardan con la extensión “.prm” y los gráficos se guardan como una imagen con extensión “.bmp”.

## Menú Archivo/Abrir

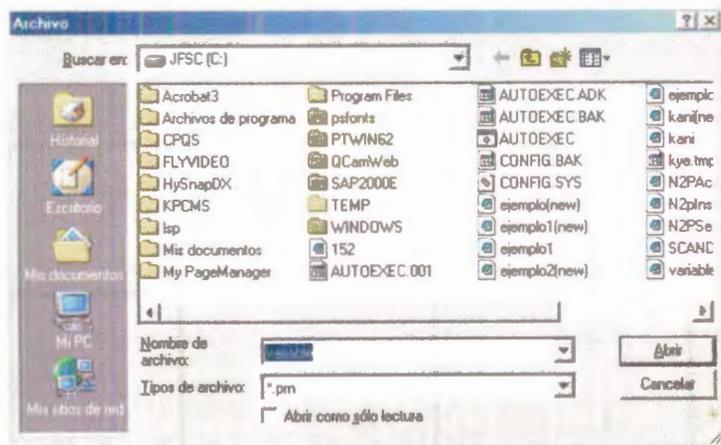


Figura 2.9. Ventana de búsqueda de archivo

Cuando escogemos esta opción se nos muestra una ventana que nos muestra los directorios y los archivos de la unidad, permitiéndonos buscar el archivo que hemos guardado en un directorio que escojamos.

Una vez que escogemos el archivo que deseamos abrir, el programa pasa directamente a la ventana de Gráficos y Resultados, ahí podemos nuevamente realizar los cálculos correspondientes o las modificaciones que deseemos.



Una vez que hemos llenado estos datos procedemos a llenar los datos de los elementos y lo hacemos según los datos que tenemos del pórtico, por ejemplo el elemento 1,2 será una viga, de longitud = 4, inercia = 6, carga repartida = 1.8, el tipo de elemento constante. El elemento 2,5 será tipo columna, piso = 1, longitud = 3.5, inercia = 0.35, tipo elemento constante. Así de esta manera procedemos a llenar los datos de todos los elementos hasta completar todo el pórtico.

Cuando llenamos los datos de todos los elementos, se nos presentarán los datos en la ventana de Gráficos y Resultados y obtendremos los siguientes resultados:

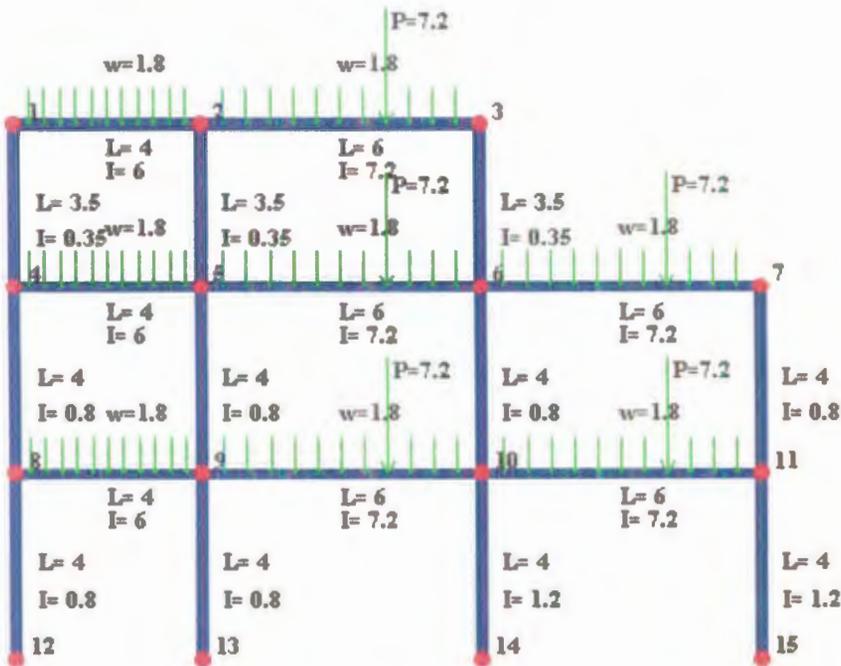


Figura 2.10. Resultado del Ejemplo

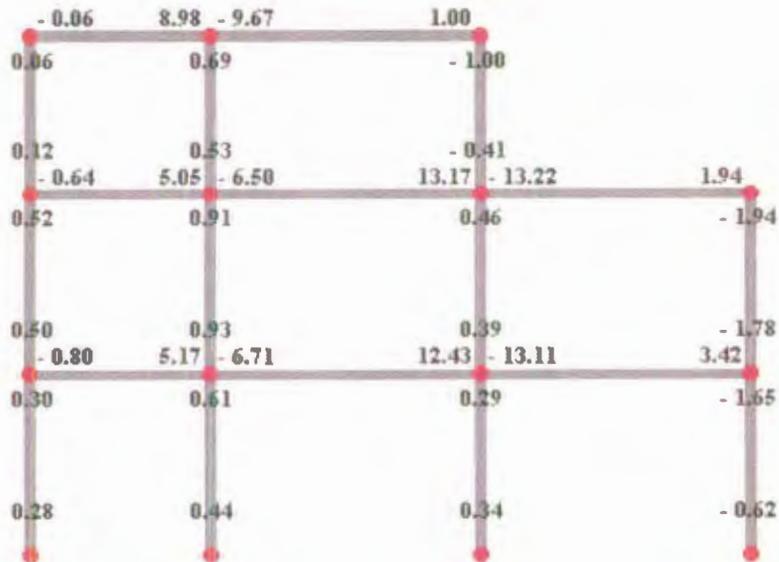


Figura 2.11. Momentos Finales de Kani para el ejemplo

Cuando llegamos a este punto podemos presionar el botón calcular y el resultado que obtendremos que se muestran en la figura 11.

Si queremos ver los resultados en forma de tablas podemos presionar el botón de Ver Resultados y obtendremos las tablas que se muestran:

Momen. Empotram. Perfecto		Momentos Finales	
ME 1,2 =	-2.400	MT 1,2 =	-0.063
ME 1,4 =	0.000	MT 1,4 =	0.063

Momentos de Fijación	
Mf 1 =	-2.400
Mf 2 =	-6.200

ME 2,1 =	2.400	MT 2,1 =	8.983
ME 2,3 =	-8.600	MT 2,3 =	-9.671
ME 2,5 =	0.000	MT 2,5 =	0.689
ME 3,2 =	11.800	MT 3,2 =	0.995
ME 3,6 =	0.000	MT 3,6 =	-0.995
ME 4,1 =	0.000	MT 4,1 =	0.124
ME 4,5 =	-2.400	MT 4,5 =	-0.643
ME 4,8 =	0.000	MT 4,8 =	0.519
ME 5,2 =	0.000	MT 5,2 =	0.527
ME 5,4 =	2.400	MT 5,4 =	5.054
ME 5,6 =	-8.600	MT 5,6 =	-6.496
ME 5,9 =	0.000	MT 5,9 =	0.915
ME 6,3 =	0.000	MT 6,3 =	-0.407
ME 6,5 =	11.800	MT 6,5 =	13.166
ME 6,7 =	-8.600	MT 6,7 =	-13.218
ME 6,10 =	0.000	MT 6,10 =	0.459
ME 7,6 =	11.800	MT 7,6 =	1.936
ME 7,11 =	0.000	MT 7,11 =	-1.936
ME 8,4 =	0.000	MT 8,4 =	0.500
ME 8,9 =	-2.400	MT 8,9 =	-0.802
ME 8,12 =	0.000	MT 8,12 =	0.302
ME 9,5 =	0.000	MT 9,5 =	0.932
ME 9,8 =	2.400	MT 9,8 =	5.167
ME 9,10 =	-8.600	MT 9,10 =	-6.712
ME 9,13 =	0.000	MT 9,13 =	0.614
ME 10,6 =	0.000	MT 10,6 =	0.388
ME 10,9 =	11.800	MT 10,9 =	12.427
ME 10,11 =	-8.600	MT 10,11 =	-13.106
ME 10,14 =	0.000	MT 10,14 =	0.290
ME 11,7 =	0.000	MT 11,7 =	-1.777
ME 11,10 =	11.800	MT 11,10 =	3.422
ME 11,15 =	0.000	MT 11,15 =	-1.646
ME 12,8 =	0.000	MT 12,8 =	0.283
ME 13,9 =	0.000	MT 13,9 =	0.439
ME 14,10 =	0.000	MT 14,10 =	0.343
ME 15,11 =	0.000	MT 15,11 =	-0.625

Mf 3 =	11.800
Mf 4 =	-2.400
Mf 5 =	-6.200
Mf 6 =	3.200
Mf 7 =	11.800
Mf 8 =	-2.400
Mf 9 =	-6.200
Mf 10 =	3.200
Mf 11 =	11.800
Mf 12 =	0.000
Mf 13 =	0.000
Mf 14 =	0.000
Mf 15 =	0.000

Factor de Giro		Factor de Desplazamiento	
u 1,2 =	-0.469	v 1,2 =	
u 1,4 =	-0.031	v 1,4 =	-0.500
u 2,1 =	-0.268	v 2,1 =	
u 2,3 =	-0.214	v 2,3 =	

u 2,5 =	-0.018	v 2,5 =	-0.500
u 3,2 =	-0.462	v 3,2 =	
u 3,6 =	-0.038	v 3,6 =	-0.500
u 4,1 =	-0.028	v 4,1 =	-0.500
u 4,5 =	-0.417	v 4,5 =	
u 4,8 =	-0.056	v 4,8 =	-0.375
u 5,2 =	-0.017	v 5,2 =	-0.500
u 5,4 =	-0.250	v 5,4 =	
u 5,6 =	-0.200	v 5,6 =	
u 5,9 =	-0.033	v 5,9 =	-0.375
u 6,3 =	-0.019	v 6,3 =	-0.500
u 6,5 =	-0.222	v 6,5 =	
u 6,7 =	-0.222	v 6,7 =	
u 6,10 =	-0.037	v 6,10 =	-0.375
u 7,6 =	-0.429	v 7,6 =	
u 7,11 =	-0.071	v 7,11 =	-0.375
u 8,4 =	-0.053	v 8,4 =	-0.375
u 8,9 =	-0.395	v 8,9 =	
u 8,12 =	-0.053	v 8,12 =	-0.300
u 9,5 =	-0.032	v 9,5 =	-0.375
u 9,8 =	-0.242	v 9,8 =	
u 9,10 =	-0.194	v 9,10 =	
u 9,13 =	-0.032	v 9,13 =	-0.300
u 10,6 =	-0.034	v 10,6 =	-0.375
u 10,9 =	-0.207	v 10,9 =	
u 10,11 =	-0.207	v 10,11 =	
u 10,14 =	-0.052	v 10,14 =	-0.450
u 11,7 =	-0.059	v 11,7 =	-0.375
u 11,10 =	-0.353	v 11,10 =	
u 11,15 =	-0.088	v 11,15 =	-0.450
u 12,8 =		v 12,8 =	-0.300
u 13,9 =		v 13,9 =	-0.300
u 14,10 =		v 14,10 =	-0.450
u 15,11 =		v 15,11 =	-0.450

Coef. de Barra (a)		Coef. de Barra (b)		Factor de Reducción (c)	
a 1,2 =	2.000	b 1,2 =	1.000	c 1,2 =	
a 1,4 =	2.000	b 1,4 =	1.000	c 1,4 =	1.000
a 2,1 =	2.000	b 2,1 =	1.000	c 2,1 =	
a 2,3 =	2.000	b 2,3 =	1.000	c 2,3 =	
a 2,5 =	2.000	b 2,5 =	1.000	c 2,5 =	1.000
a 3,2 =	2.000	b 3,2 =	1.000	c 3,2 =	
a 3,6 =	2.000	b 3,6 =	1.000	c 3,6 =	1.000

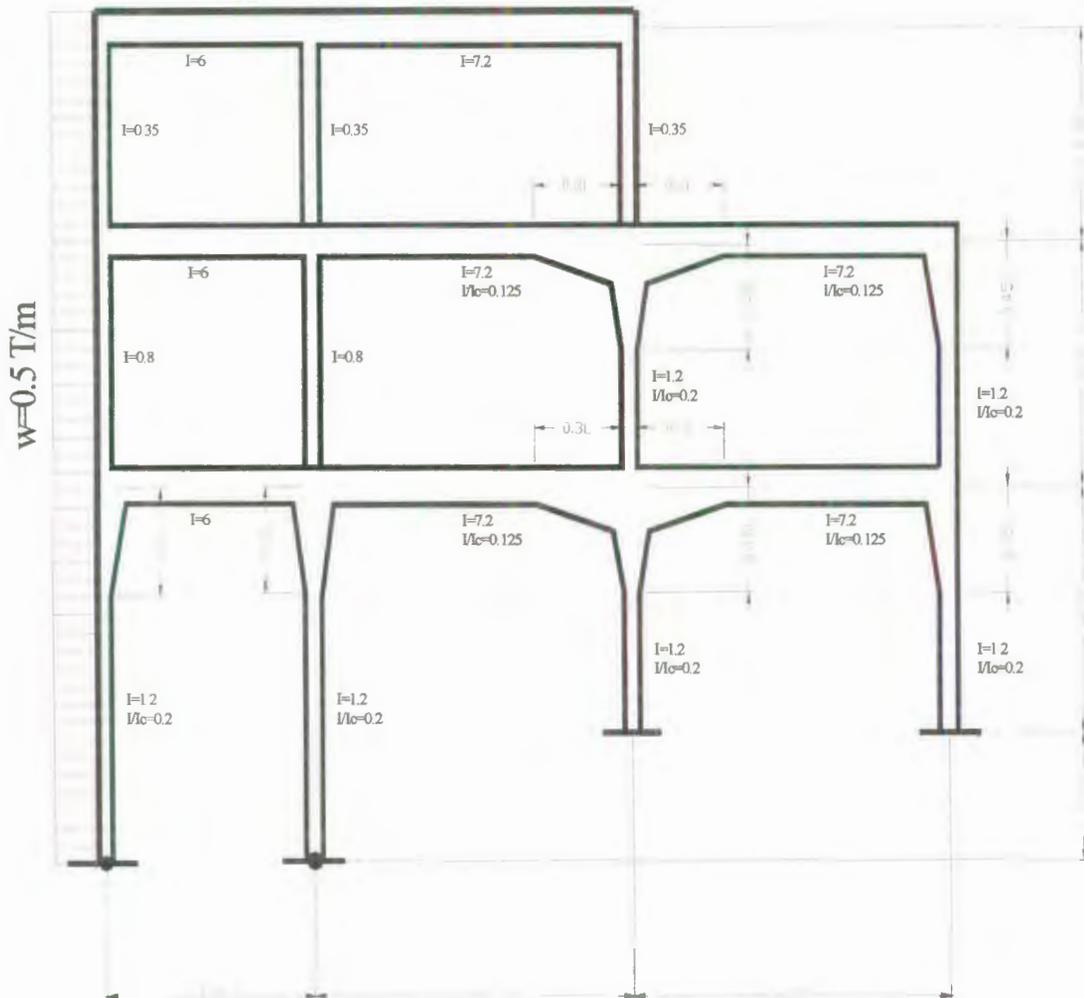
a 4,1 =	2.000	b 4,1 =	1.000	c 4,1 =	1.000
a 4,5 =	2.000	b 4,5 =	1.000	c 4,5 =	
a 4,8 =	2.000	b 4,8 =	1.000	c 4,8 =	1.000
a 5,2 =	2.000	b 5,2 =	1.000	c 5,2 =	1.000
a 5,4 =	2.000	b 5,4 =	1.000	c 5,4 =	
a 5,6 =	2.000	b 5,6 =	1.000	c 5,6 =	
a 5,9 =	2.000	b 5,9 =	1.000	c 5,9 =	1.000
a 6,3 =	2.000	b 6,3 =	1.000	c 6,3 =	1.000
a 6,5 =	2.000	b 6,5 =	1.000	c 6,5 =	
a 6,7 =	2.000	b 6,7 =	1.000	c 6,7 =	
a 6,10 =	2.000	b 6,10 =	1.000	c 6,10 =	1.000
a 7,6 =	2.000	b 7,6 =	1.000	c 7,6 =	
a 7,11 =	2.000	b 7,11 =	1.000	c 7,11 =	1.000
a 8,4 =	2.000	b 8,4 =	1.000	c 8,4 =	1.000
a 8,9 =	2.000	b 8,9 =	1.000	c 8,9 =	
a 8,12 =	2.000	b 8,12 =	1.000	c 8,12 =	1.000
a 9,5 =	2.000	b 9,5 =	1.000	c 9,5 =	1.000
a 9,8 =	2.000	b 9,8 =	1.000	c 9,8 =	
a 9,10 =	2.000	b 9,10 =	1.000	c 9,10 =	
a 9,13 =	2.000	b 9,13 =	1.000	c 9,13 =	1.000
a 10,6 =	2.000	b 10,6 =	1.000	c 10,6 =	1.000
a 10,9 =	2.000	b 10,9 =	1.000	c 10,9 =	
a 10,11 =	2.000	b 10,11 =	1.000	c 10,11 =	
a 10,14 =	2.000	b 10,14 =	1.000	c 10,14 =	1.000
a 11,7 =	2.000	b 11,7 =	1.000	c 11,7 =	1.000
a 11,10 =	2.000	b 11,10 =	1.000	c 11,10 =	
a 11,15 =	2.000	b 11,15 =	1.000	c 11,15 =	1.000
a 12,8 =	2.000	b 12,8 =	1.000	c 12,8 =	1.000
a 13,9 =	2.000	b 13,9 =	1.000	c 13,9 =	1.000
a 14,10 =	2.000	b 14,10 =	1.000	c 14,10 =	1.000
a 15,11 =	2.000	b 15,11 =	1.000	c 15,11 =	1.000

Las tablas muestran los resultados obtenidos en el cálculo de los momentos de Kani, también se muestran otros factores y coeficientes para que en caso de ser necesario se comprueben dichos resultados.

## 2.4 EJEMPLO DE PÓRTICO DE SECCIÓN VARIABLE

Para realizar este ejemplo tomaremos el pórtico siguiente:

Como Datos Iniciales para el pórtico tenemos:



Nudos Rígidos = 11

Total de Nudos = 15

Total Pisos = 3

Tenemos una Fuerza Horizontal de Viento = 0.5 T/m para los 3 pisos.

Una vez que hemos llenado los datos iniciales y las fuerzas que actúan en los pisos procedemos a llenar el formulario de los datos de los elementos, por ejemplo el elemento 1,2 es tipo viga, longitud = 4, inercia = 6, no tiene cargas repartidas y es constante. El elemento 9,13 es una columna del piso 3, longitud = 6, inercia = 1.2, esta articulada, el tipo de elemento es variable, y la longitud de cartela del lado 9 es de 1.8 con inercia = 6.

De esta manera procedemos a llenar todos los elementos que constituyen el pórtico. Cuando hemos finalizado se nos muestra la ventana de Gráficos y Resultados y vemos los datos que hemos introducido para su formación.

Recalamos que si el grafico no sale como lo esperado podemos dar clic en Cancelar y regresar a verificar que elemento ha provocado la falla.

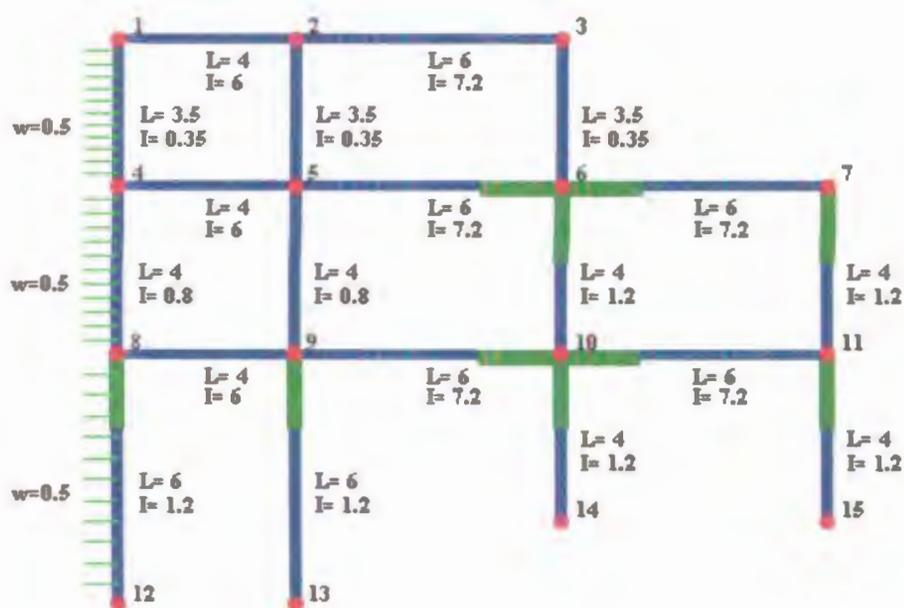


Figura 2.12. Vista del Pórtico creado.

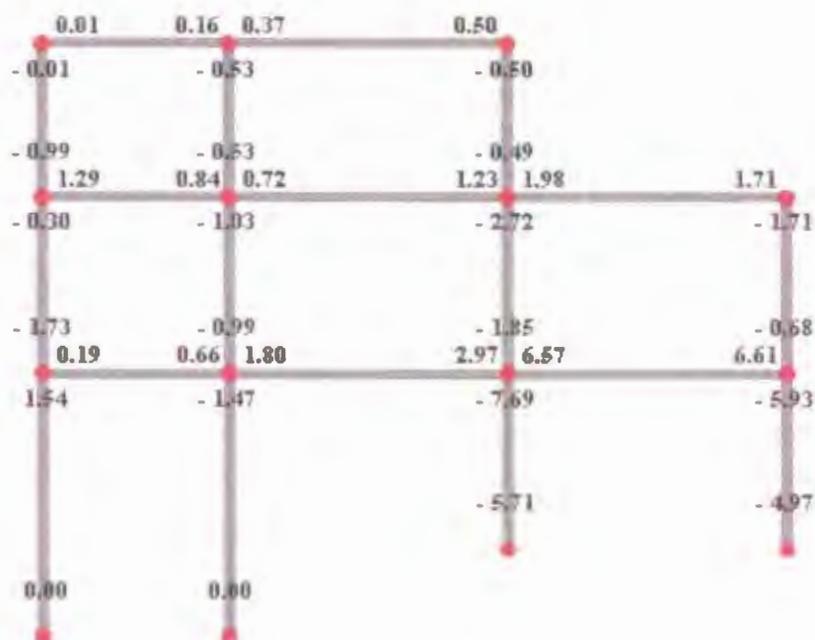


Figura 2.13. Resultados del cálculo.

Podemos notar que las vigas y columnas con cartelas salen resaltadas con otro color para identificarlas (figura 2.12).

Los resultados del cálculo se muestran en la figura 2.13, y si queremos ver los resultados tabulados podemos presionar el botón ver resultados y obtenemos:

<b>Momen. Empotram. Perfecto</b>		<b>Momentos Finales</b>	
ME 1,2 =	0.000	MT 1,2 =	0.012
ME 1,4 =	0.510	MT 1,4 =	-0.012
ME 2,1 =	0.000	MT 2,1 =	0.160
ME 2,3 =	0.000	MT 2,3 =	0.373
ME 2,5 =	0.000	MT 2,5 =	-0.533
ME 3,2 =	0.000	MT 3,2 =	0.499
ME 3,6 =	0.000	MT 3,6 =	-0.499
ME 4,1 =	-0.510	MT 4,1 =	-0.991
ME 4,5 =	0.000	MT 4,5 =	1.294
ME 4,8 =	0.667	MT 4,8 =	-0.302
ME 5,2 =	0.000	MT 5,2 =	-0.531
ME 5,4 =	0.000	MT 5,4 =	0.842
ME 5,6 =	0.000	MT 5,6 =	0.716
ME 5,9 =	0.000	MT 5,9 =	-1.026
ME 6,3 =	0.000	MT 6,3 =	-0.495
ME 6,5 =	0.000	MT 6,5 =	1.234
ME 6,7 =	0.000	MT 6,7 =	1.976
ME 6,10 =	0.000	MT 6,10 =	-2.715
ME 7,6 =	0.000	MT 7,6 =	1.707
ME 7,11 =	0.000	MT 7,11 =	-1.707
ME 8,4 =	-0.667	MT 8,4 =	-1.726
ME 8,9 =	0.000	MT 8,9 =	0.188
ME 8,12 =	3.175	MT 8,12 =	1.538
ME 9,5 =	0.000	MT 9,5 =	-0.993
ME 9,8 =	0.000	MT 9,8 =	0.661
ME 9,10 =	0.000	MT 9,10 =	1.804
ME 9,13 =	0.000	MT 9,13 =	-1.472
ME 10,6 =	0.000	MT 10,6 =	-1.848
ME 10,9 =	0.000	MT 10,9 =	2.967

<b>Momentos de Fijación</b>	
Mf 1 =	0.510
Mf 2 =	0.000
Mf 3 =	0.000
Mf 4 =	0.156
Mf 5 =	0.000
Mf 6 =	0.000
Mf 7 =	0.000
Mf 8 =	2.508
Mf 9 =	0.000
Mf 10 =	0.000
Mf 11 =	0.000
Mf 12 =	0.000
Mf 13 =	0.000
Mf 14 =	0.000
Mf 15 =	0.000

ME 10,11 =	0.000	MT 10,11 =	6.568
ME 10,14 =	0.000	MT 10,14 =	-7.687
ME 11,7 =	0.000	MT 11,7 =	-0.681
ME 11,10 =	0.000	MT 11,10 =	6.611
ME 11,15 =	0.000	MT 11,15 =	-5.930
ME 12,8 =	0.000	MT 12,8 =	0.000
ME 13,9 =	0.000	MT 13,9 =	0.000
ME 14,10 =	0.000	MT 14,10 =	-5.711
ME 15,11 =	0.000	MT 15,11 =	-4.967

Factor de Giro		Factor de Desplazamiento	
u 1,2 =	-0.469	v 1,2 =	
u 1,4 =	-0.031	v 1,4 =	-0.500
u 2,1 =	-0.268	v 2,1 =	
u 2,3 =	-0.214	v 2,3 =	
u 2,5 =	-0.018	v 2,5 =	-0.500
u 3,2 =	-0.462	v 3,2 =	
u 3,6 =	-0.038	v 3,6 =	-0.500
u 4,1 =	-0.028	v 4,1 =	-0.500
u 4,5 =	-0.417	v 4,5 =	
u 4,8 =	-0.056	v 4,8 =	-0.214
u 5,2 =	-0.015	v 5,2 =	-0.500
u 5,4 =	-0.232	v 5,4 =	
u 5,6 =	-0.332	v 5,6 =	
u 5,9 =	-0.031	v 5,9 =	-0.214
u 6,3 =	-0.009	v 6,3 =	-0.500
u 6,5 =	-0.194	v 6,5 =	
u 6,7 =	-0.194	v 6,7 =	
u 6,10 =	-0.047	v 6,10 =	-0.557
u 7,6 =	-0.524	v 7,6 =	
u 7,11 =	-0.127	v 7,11 =	-0.557
u 8,4 =	-0.051	v 8,4 =	-0.214
u 8,9 =	-0.382	v 8,9 =	
u 8,12 =	-0.061	v 8,12 =	-0.066
u 9,5 =	-0.029	v 9,5 =	-0.214
u 9,8 =	-0.221	v 9,8 =	
u 9,10 =	-0.316	v 9,10 =	
u 9,13 =	-0.035	v 9,13 =	-0.066
u 10,6 =	-0.045	v 10,6 =	-0.557
u 10,9 =	-0.185	v 10,9 =	
u 10,11 =	-0.185	v 10,11 =	
u 10,14 =	-0.045	v 10,14 =	-0.325

u 11,7 =	-0.108	v 11,7 =	-0.557
u 11,10 =	-0.444	v 11,10 =	
u 11,15 =	-0.108	v 11,15 =	-0.325
u 12,8 =		v 12,8 =	-0.066
u 13,9 =		v 13,9 =	-0.066
u 14,10 =		v 14,10 =	-0.325
u 15,11 =		v 15,11 =	-0.325

Coef. de Barra (a)		Coef. de Barra (b)		Factor de Reducción (c)	
a 1,2 =	2.000	b 1,2 =	1.000	c 1,2 =	
a 1,4 =	2.000	b 1,4 =	1.000	c 1,4 =	1.000
a 2,1 =	2.000	b 2,1 =	1.000	c 2,1 =	
a 2,3 =	2.000	b 2,3 =	1.000	c 2,3 =	
a 2,5 =	2.000	b 2,5 =	1.000	c 2,5 =	1.000
a 3,2 =	2.000	b 3,2 =	1.000	c 3,2 =	
a 3,6 =	2.000	b 3,6 =	1.000	c 3,6 =	1.000
a 4,1 =	2.000	b 4,1 =	1.000	c 4,1 =	1.000
a 4,5 =	2.000	b 4,5 =	1.000	c 4,5 =	
a 4,8 =	2.000	b 4,8 =	1.000	c 4,8 =	1.000
a 5,2 =	2.000	b 5,2 =	1.000	c 5,2 =	1.000
a 5,4 =	2.000	b 5,4 =	1.000	c 5,4 =	
a 5,6 =	1.335	b 5,6 =	0.778	c 5,6 =	
a 5,9 =	2.000	b 5,9 =	1.000	c 5,9 =	1.000
a 6,3 =	2.000	b 6,3 =	1.000	c 6,3 =	1.000
a 6,5 =	2.243	b 6,5 =	1.081	c 6,5 =	
a 6,7 =	2.243	b 6,7 =	1.081	c 6,7 =	
a 6,10 =	2.363	b 6,10 =	1.121	c 6,10 =	1.121
a 7,6 =	1.335	b 7,6 =	0.778	c 7,6 =	
a 7,11 =	2.363	b 7,11 =	1.121	c 7,11 =	1.121
a 8,4 =	2.000	b 8,4 =	1.000	c 8,4 =	1.000
a 8,9 =	2.000	b 8,9 =	1.000	c 8,9 =	
a 8,12 =	2.189	b 8,12 =	1.063	c 8,12 =	1.063
a 9,5 =	2.000	b 9,5 =	1.000	c 9,5 =	1.000
a 9,8 =	2.000	b 9,8 =	1.000	c 9,8 =	
a 9,10 =	1.335	b 9,10 =	0.778	c 9,10 =	
a 9,13 =	2.189	b 9,13 =	1.063	c 9,13 =	1.063
a 10,6 =	1.418	b 10,6 =	0.806	c 10,6 =	0.806
a 10,9 =	2.243	b 10,9 =	1.081	c 10,9 =	
a 10,11 =	2.243	b 10,11 =	1.081	c 10,11 =	
a 10,14 =	2.363	b 10,14 =	1.121	c 10,14 =	2.522
a 11,7 =	1.418	b 11,7 =	0.806	c 11,7 =	0.806
a 11,10 =	1.335	b 11,10 =	0.778	c 11,10 =	

a 11,15 =	2.363	b 11,15 =	1.121	c 11,15 =	2.522
a 12,8 =	1.436	b 12,8 =	0.812	c 12,8 =	0.812
a 13,9 =	1.436	b 13,9 =	0.812	c 13,9 =	0.812
a 14,10 =	1.418	b 14,10 =	0.806	c 14,10 =	1.814
a 15,11 =	1.418	b 15,11 =	0.806	c 15,11 =	1.814

Como vemos es muy fácil el uso de este programa para el cálculo de los momentos finales, así podemos usarlo para cualquier pórtico con una gran cantidad de pisos.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

Del presente proyecto he podido sacar las siguientes conclusiones:

1. En vista de que los cálculos estáticos requieren gran precisión, se ha podido comprobar que el método de iteraciones sucesivas de Gaspar Kani's es un método muy aproximado a la realidad, siendo este cada vez mas exacto si las iteraciones continuaran. Esto significa que cualquier método podría ser "exacto" dependiendo de la precisión con la que se desee trabajar.
2. También se ha podido notar que este es un método correctivo en cada nudo, ya que en las sucesivas iteraciones de los mismos se van eliminando los posibles errores cometidos, también se puede notar que la introducción de nuevas características en la estructura, como lo son el desplazamiento de los nudos y el cambio de inercia en una sección, no producen mayores dificultades en el cálculo, pero si tienen gran importancia en los

resultados, ya que debido a estos incluso el signo de los momentos podría cambiar.

3. Debido todo esto se podido comprender mejor el funcionamiento de un pórtico como una estructura, ya que se analiza los pórticos de óptica diferente llegando a comprender como interactúan los diferentes elementos de entre si, además que este método permite que la verificación de los resultados, la cual se obtiene por la suma de unos pocos números, se pueda realizar en cualquier momento, sin que sea necesario conocer en detalle el cálculo que ha llevado al resultado final.
4. El hecho de que sea un método fácil de usar, con pórticos no tan grandes, no significa que cuando éstos posean muchos pisos, el cálculo de los mismos sea sencillo, por esto gracias a las modernas computadoras con su gran capacidad de memoria y gran rapidez en el procesamiento de datos, este método se ha hecho sencillo de usar para pórticos con una gran cantidad de pisos.

## RECOMENDACIONES

Para este proyecto damos las siguientes recomendaciones:

Una de las principales recomendaciones que podemos hacer es que para la introducción de los datos en este proyecto se sigan los pasos mostrados en el manual del usuario, ya que así se evitará que entren errores o que el sistema de errores en los cálculos. Si se le dan datos erróneos o equivocados, el programa también arrojará datos erróneos.

Sería de gran ayuda si este método (método de Gaspar Kani's) se enseñara en adicionalmente del método de Hardi Cross, ya que así se tendría un concepto mas amplio en el campo de los cálculos de los momentos finales de una estructura por métodos iterativos.

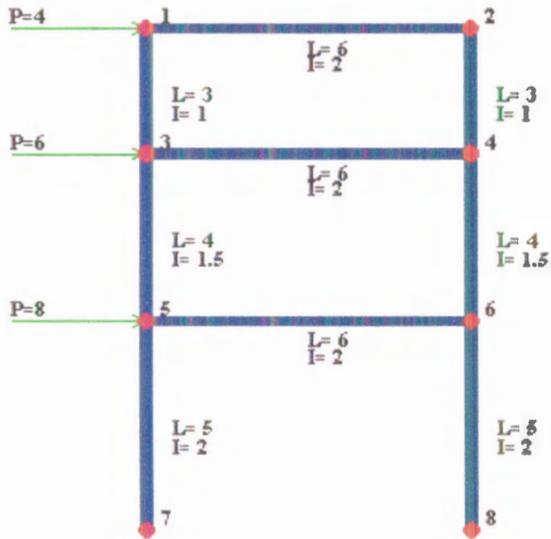
## **BIBLIOGRAFÍA**

1. G. Kani, Cálculo De Pórticos De Varios Pisos, Editorial Reverté, 1973
2. Pórtland Cement Association, Handbook Of Frame Constants, 32 p.
3. Boletín Técnico, Escuela De Ingeniería Civil, Universidad Católica de Guayaquil, 1985.
4. Sarwar Alam Raz, Department of Civil Engineering Aligarh Muslim University
5. Rubén Luna V., Programación En Visual Basic 6.0, Editotra Palomino E.I.R.L., 2000
6. Fundamentos De Visual Basic, [www.lafacu.com](http://www.lafacu.com)

## **ANEXOS**

Resolver los siguientes ejercicios con el programa de Kani.

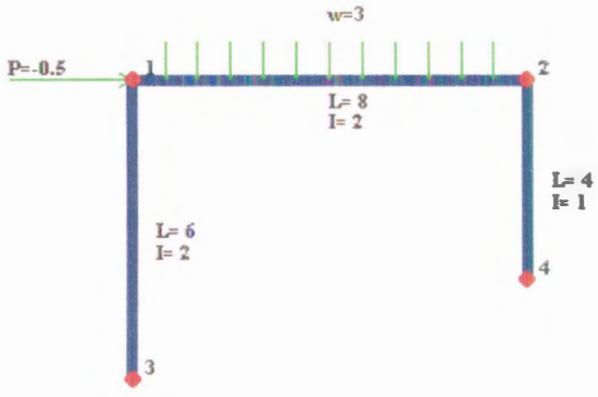
1.-



Respuesta:

Momentos Finales	
MF 1,2 =	4.522
MF 1,3 =	-4.522
MF 2,1 =	4.522
MF 2,4 =	-4.522
MF 3,1 =	-1.478
MF 3,4 =	13.655
MF 3,5 =	-12.178
MF 4,2 =	-1.478
MF 4,3 =	13.655
MF 4,6 =	-12.178
MF 5,3 =	-7.822
MF 5,6 =	25.269
MF 5,7 =	-17.446
MF 6,4 =	-7.822
MF 6,5 =	25.269
MF 6,8 =	-17.446
MF 7,5 =	-27.554
MF 8,6 =	-27.554

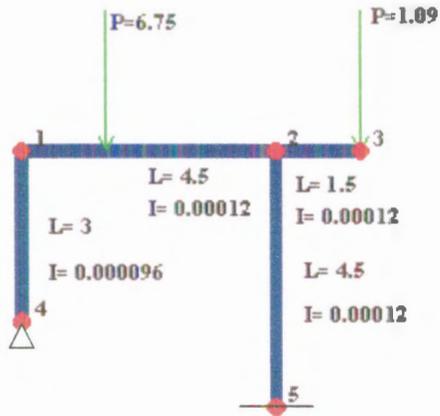
2.-



Respuesta:

Momentos Finales	
MF 1,2 =	-13.316
MF 1,3 =	13.316
MF 2,1 =	8.853
MF 2,4 =	-8.853
MF 3,1 =	7.754
MF 4,2 =	-3.194

3.-



Respuesta:

Momentos Finales	
MF 1,2 =	-1.864
MF 1,4 =	1.864
MF 2,1 =	3.067
MF 2,3 =	-1.502
MF 2,5 =	-1.565
MF 3,2 =	0.000
MF 4,1 =	0.000
MF 5,2 =	-1.231