

UNIVERSIDAD POPULAR AUTONOMA DEL ESTADO  
DE PUEBLA



## **MAESTRIA EN ESTRUCTURAS**

### **Programas de Diseño para el curso de Concreto de Arquitectura**

TRABAJO DE INVESTIGACION QUE PARA OBTENER  
EL GRADO DE  
MAESTRO EN ESTRUCTURAS

Presenta

**GUILLERMO NAVARRETE LIMON**

Puebla, Pue

Enero de 1999



**UPAEP – Secretaría General**

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

**Tesis Digitales Restricciones de uso:**

**DERECHOS RESERVADOS ©**

**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## I N D I C E

|  |    |
|--|----|
| <b>1. INTRODUCCION</b> .....   | 3  |
| <b>2. PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS</b>   |    |
| 2.1 Aspectos generales.....  | 7  |
| 2.2 Organización del programa.....   | 8  |
| 2.3 Listado del programa “Dosificación de concreto de peso normal”.....  | 14 |
| 2.4 Programa “Dosificación de concreto de peso normal”.....  | 21 |
| <b>3. DISEÑO DE VIGAS</b>  |    |
| 3.1 Aspectos generales.....  | 22 |
| 3.2 Determinación de la resistencia a flexión de una sección rectangular usando las hipótesis del ACI.....                           | 26 |
| 3.3 Listado del programa “Determinación de la resistencia A flexión de una sección usando las hipótesis ACI” .....                   | 30 |
| 3.4 Programa “Determinación del Resistencia a Flexión ACI”.....  | 32 |
| 3.5 Determinación de la resistencia a flexión de una sección rectangular usando las hipótesis de las NTC.....                        | 33 |
| 3.6 Listado del programa “Determinación de la resistencia a flexión de una sección rectangular usando las hipótesis de las NTC”..... | 36 |
| 3.7 Programa “Determinación de la resistencia a flexión de una sección usando las hipótesis del las NTC” .....                       | 38 |
| 3.8 Determinación de la resistencia a flexión de una sec. T usando las Normas del ACI.....   | 39 |
| 3.9 Listado del programa.....  | 41 |
| 3.10 Programa “Determinación de la resistencia a flexión de una sec. T usando las normas ACI”.....                                   | 43 |
| 3.11 Determinación de la resistencia a flexión de una sec. T usando las NTC.....   | 44 |
| 3.12 Listado del programa.....   | 46 |

|  |            |
|--|------------|
| 3.8 Programa “Determinación de la resistencia a flexión de una sección usando las NTC”.....        | 48         |
| 3.14 Determinación de las dimensiones y el refuerzo de una sección rectangular usando las NTC..... | 49         |
| 3.15 Listado del programa.....   | 56         |
| 3.16 Programa.....   | 71         |
| <br>   |            |
| <b>4. DISEÑO DE LOSAS</b>  |            |
| 4.1 Diseño de una losa con carga uniforme en una dirección NTC.....                                | 75         |
| 4.2 Listado del Programa.....  | 78         |
| 4.3 Programa.....  | 81         |
| <br>   |            |
| <b>5. DISEÑO DE COLUMNAS</b>   |            |
| 5.1 Columnas rectangulares.....  | 82         |
| 5.2 Listado del Programa.....  | 90         |
| 5.3 Programa.....  | 104        |
| <br>   |            |
| <b>6. DISEÑO DE CIMENTACIONES</b>  |            |
| 6.1 Diseño de Zapatas Cuadradas.....   | 107        |
| 6.2 Listado del Programa.....  | 111        |
| 6.3 Programa.....  | 117        |
| <br>   |            |
| <b>7. CONCLUSIONES.....</b>  | <b>119</b> |
| <br>   |            |
| <b>8. REFERENCIAS.....</b>   | <b>121</b> |

## 1. INTRODUCCION

El diseño estructural se concibe como un sistema, es decir como un conjunto de partes que se combinan en forma ordenada para cumplir una función dada, salvar un claro encerrar un espacio etc. con un grado razonable de seguridad, de manera que tenga un comportamiento adecuado en las condiciones normales de servicio. ¿Qué requisitos debe satisfacer una estructura para considerar que su comportamiento sea satisfactorio en condiciones de servicio? ¿Es estéticamente aceptable la estructura?. Estas son algunas de las preguntas que el proyectista tiene en mente al diseñar una estructura.

Los problemas de diseño no suelen tener soluciones únicas sino soluciones razonables. Se debe aprovechar toda la información y metodología científica disponible pero además se tiene que tomar en cuenta otros factores que están fuera del campo de las matemáticas y la física.

Los reglamentos como las NTC y el ACI ayudan a resolver una de las interrogantes que en los párrafos anteriores se mencionan, y se pueden englobar en programas que contemplen cada una de éstas normas.

Tradicionalmente los arquitectos tienen poco contacto con lenguajes de programación, sin embargo hay herramientas como las hojas de cálculo en el que se pueden elaborar fácilmente programas, que nos ayuden en la toma de decisiones.

Se pretende presentar varios programas que apoyen al curso de “concreto” que actualmente se imparte en 7º semestre de Arquitectura, con el fin de reforzar en el alumno lo aprendido durante el curso. Al trabajar con los programas no solo se refuerza el conocimiento aprendido, también lo ayudarán a formarse el criterio que fijan las Normas, por los comentarios incluidos en cada programa.

Al mismo tiempo se pretende alentar al alumno que elabore sus propios programas ya que puede analizar cómo fueron elaborados y puede completarlos, editarlos o modificarlos muy fácilmente.

Se elaboraron programas para apoyar cada capítulo. El contenido temático del curso es el siguiente:

## **1.1 MATERIALES**

- 1.2 Agua
- 1.3 Cemento
- 1.4 Arena
- 1.5 Grava
- 1.6 Requisitos que debe cumplir el concreto
- 1.7 Relación agua – cemento
- 1.8 Proporcionamiento
- 1.9 Agregados ligeros
- 1.10 Aditivos

- 1.11 Acero
- 1.12 Pruebas de laboratorio
- 1.13 Comentarios sobre el reglamento

## **2.1 DISEÑO DE VIGAS**

- 2.2 Conceptos Básicos
- 2.3 Vigas rectangulares simplemente armadas
- 2.4 Vigas rectangulares doblemente armadas
- 2.5 Vigas T
- 2.6 Tensión diagonal
- 2.7 Adherencia y anclaje
- 2.8 Desarrollo Integral del proyecto de una viga

## **3.1 DISEÑO DE LOSAS**

- 3.2 Losas armadas en un sentido
- 3.3 Losas armadas en dos sentidos
- 3.4 Losas Perimetrales
- 3.5 Losas Nervadas
- 3.6 Desarrollo integral del proyecto de una losa

## **4.1 DISEÑO DE COLUMNAS**

- 4.2 Tipos de Columnas de concreto
- 4.3 Columnas zunchadas
- 4.4 Columnas con estribos
- 4.5 Traslapes del refuerzo vertical
- 4.6 Consideraciones de la esbeltez
- 4.7 Columnas con carga axial
- 4.8 Diagramas de interacción
- 4.9 Columnas con falla en Compresión
- 4.10 Columnas con falla en tensión
- 4.11 Desarrollo Integral del Proyecto de una columna

## **5.1 DISEÑO DE CIMENTACIONES**

- 5.2 Diseño de mampostería
- 5.3 Diseño de dados y contratrabes
- 5.4 Diseño de zapatas aisladas y corridas
- 5.5 Desarrollo integral del Proyecto de una cimentación

En cada programa se explican primero, las fórmulas aplicadas y la forma en que fue elaborado, después se presenta el listado del programa. Y por último se presenta la impresión del programa tal como se ve en la hoja de cálculo.

## **2-PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS**

### **2.1 ASPECTOS GENERALES**

La estimación de las cantidades requeridas para diferentes revolturas de concreto comprende una secuencia de pasos lógicos, en los que se involucran las características de los materiales disponibles en una mezcla apropiada para la obra y según sus especificaciones.

Al abrir el programa lo primero que se recomienda es ajustar su pantalla de modo que pueda ver desde las columnas “A” a la “Q” y de las filas 1 a la 14 esta vista puede variar según la configuración actual de su programa y el tamaño de su pantalla, puede hacer estos ajustes seleccionando “Ver” en su barra de tareas y luego Zoom para hacer clic en personalizar y colocar en el recuadro el número mayor o menor a 100 según se necesite agrandar o disminuir la hoja de calculo.

## 2.2 ORGANIZACIÓN DEL PROGRAMA

De las filas 1 a 7 se presentan las recomendaciones generales del programa: Se advierte el uso de tres colores: el verde indica en que celdas se pueden ingresar datos, las celdas en amarillo contienen, advertencias o sugerencias del programa, y por último las celdas en canela presentan resultados. (fig. 2.2.1)

|   | A  | B   | C | D | E | F | G         | H   | I | J | K | L | M | N | O | P | Q |  |
|---|--|---|---|---|---|---|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 1 | <b>DOSIFICACION DE CONCRETO DE PESO NORMAL</b> |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 2 |  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 3 | NOTAS  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |   |   |   |   |           | las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 4 |  | Se recomienda <b>no</b> guardar cambios al salir                              |   |   |   |   | <b>no</b> | las celdas en canela indican resultados                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 5 |  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 6 |  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 7 |  |   |   |   |   |   |           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

Fig.2.2.1 Instrucciones generales del programa

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H           | I | J           | K | L | M | N | O | P     | Q |
|----|---|---|---|---|---|---|---|-------------|---|-------------|---|---|---|---|---|-------|---|
| 9  | 1.-- Selección del revenimiento   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 10 | <b>Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones</b> |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 11 |   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 12 |   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 13 |   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 14 | <i>Revenimiento en cm</i>   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 15 | <i>tipo de</i>  |   |   |   |   |   |   | <i>max.</i> |   | <i>min.</i> |   |   |   |   |   |       |   |
| 16 |   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 17 | Zapatas y muros de cimentación  |   |   |   |   |   |   | 8           |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 18 | Zapatas y muros de sub-estructura no                                    |   |   |   |   |   |   | 8           |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 19 | Vigas y muros reforzados  |   |   |   |   |   |   | 10          |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 20 | Columnas de edificios   |   |   |   |   |   |   | 10          |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 21 | Losas y pavimentos  |   |   |   |   |   |   | 8           |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 22 | Concretos en masa   |   |   |   |   |   |   | 5           |   | 2           |   |   |   |   |   |       |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 24 | <i>tabla 1</i>  |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   |       |   |
| 25 | Revenimiento seleccionado (en   |   |   |   |   |   |   |             |   |             |   |   |   |   |   | 10 cm |   |

Fig. 2.2.2 Tabla 1.-Revenimiento recomendado para diversos tipos de Construcciones

A partir de la fila 7 (fig. 2.2.2) se presenta el primer paso: “La selección del revenimiento” el cual se puede ingresar directamente en la celda “M24” Si no se tiene especificado este dato, se presenta la tabla 1 (fig. 2.2.2). Para que se escoja un valor apropiado. Los valores del revenimiento mostrados se aplican cuando la vibración se utiliza en la consolidación del concreto.

Haciendo “clic” en la flecha inferior de la barra de desplazamiento que se encuentra a la derecha se llega hasta la fila “24” donde inicia el paso 2: Selección del tamaño del agregado (fig. 2.2.3). Los agregados bien graduados con el tamaño máximo mayor tienen menos vacíos que los de tamaño máximo menor. El ACI recomienda que en ningún caso el tamaño máximo deberá exceder de un quinto de la menor dimensión entre los lados de la cimbra, un tercio del peralte de las losas, ni de las tres cuartas partes del espaciamiento mínimo libre entre varillas individuales de refuerzo.

|    | A  | B | C | D | E | F    | G    | H    | I    | J     | K    | L    | M | N | O     |
|----|--|---|---|---|---|------|------|------|------|-------|------|------|---|---|-------|
| 24 | 2.- Selección del tamaño de agregado                     |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 25 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 26 | <b>Tamaño máximo de agregado</b>                         |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 27 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 28 |  |   |   |   |   | 3/8  | 1/2  | 3/4  | 1    | 1 1/2 | 2    | 3    |   |   |       |
| 29 | agregados  |   |   |   |   | 10mm | 13mm | 20mm | 25mm | 40mm  | 50mm | 75mm |   |   |       |
| 30 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 31 | Menor dimensión de los lados de la cimbra (en cms)       |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   | 12    |
| 32 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 33 | Peralte de losas (en cm)                                 |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   | 24    |
| 34 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 35 | Espaciamiento mínimo entre varillas individuales (en cm) |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   | 2.5   |
| 36 |  |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   |       |
| 37 | Tamaño máximo del agregado según datos anteriores        |   |   |   |   |      |      |      |      |       |      |      |   |   | 13 mm |

Fig. 2.2.3 Selección del tamaño del agregado

|                     | Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregados indicados |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|---|------|------|------|------|------|------|
| revenimiento        | 10mm  | 13mm | 20mm | 25mm | 40mm | 50mm | 75mm |
| (cms)               | Concreto sin aire incluido  |      |      |      |      |      |      |
| 3 a 5               | 205   | 200  | 185  | 180  | 160  | 155  | 145  |
| 8 a 10              | 225   | 215  | 200  | 195  | 175  | 170  | 160  |
| 15 a 18             | 240   | 230  | 210  | 205  | 185  | 180  | 170  |
| Contenido de aire % | 3   | 2.5  | 2    | 1.5  | 1    | 0.5  | 0.3  |
|                     | Concreto con aire incluido  |      |      |      |      |      |      |
| 3 a 5               | 180   | 175  | 165  | 160  | 145  | 140  | 135  |
| 8 a 10              | 200   | 190  | 180  | 175  | 165  | 155  | 150  |
| 15 a 18             | 215   | 205  | 190  | 185  | 170  | 165  | 160  |
| Contenido de aire % | 8   | 7    | 6    | 5    | 4.5  | 4    | 3.5  |

Fig. 2.2.4 Tabla 2: Agua En Kg. /M<sup>3</sup> de concreto para los tamaños máximos de agregados indicados

Se ingresan estos datos y por medio de una tabla se determina el tamaño máximo del agregado en la celda “M37” (fig. 2.3) La tabla para obtener este valor se encuentra oculta en las filas “38” y “39” las cuales tienen alto “cero” para examinarlas se necesita seleccionar de la fila 37 a la cuarenta e ingresar un alto de fila diferente de cero (12.75 alto estándar).

El paso 3 Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire se calcula en función del tamaño del agregado con aire incluido o sin él, interviene también el revenimiento especificado por medio de la tabla (fig. 2.2.4). Esta tabla se encuentra oculta de la fila 51 a la 71 por lo mismo sólo se ingresa como dato si el concreto es con aire incluido o no. En la celda “M46”, la tabla da el porcentaje de aire en % y la cantidad de agua de mezcla (fig. 2.2.5).

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L   | M     | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-------|---|---|---|
| 41 | 3.-- Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |
| 42 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |
| 45 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |
| 46 | Concreto con aire incluido ? ( si/no)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | no  | 2.5 % |   |   |   |
| 47 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |
| 48 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |
| 49 | Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregados y revenimientos indicados |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 215 | kg    |   |   |   |
| 50 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |       |   |   |   |

Fig. 2.2.5 Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire

| Resistencia a la compresión a 28 días kg/cm <sup>2</sup> | Relación agua cemento en peso |                            |
|--|-------------------------------|----------------------------|
|  | Concreto sin aire incluido    | Concreto con aire incluido |
| 450  | 0.38                          | -----                      |
| 400  | 0.43                          | -----                      |
| 350  | 0.48                          | 0.40                       |
| 300  | 0.55                          | 0.46                       |
| 250  | 0.62                          | 0.53                       |
| 200  | 0.70                          | 0.61                       |
| 150  | 0.80                          | 0.71                       |

Fig. 2.2.6 Tabla 3: Relación agua cemento en peso

En la fila 72 se encuentra el paso 4 Selección de la relación agua cemento.

La relación agua cemento se determina no sólo por requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado, basándose en estos factores y los requerimientos de la obra se selecciona la resistencia a compresión a

diseñar. La correspondencia entre la relación agua/cemento y la resistencia del concreto a compresión la muestra la tabla no 3 (fig. 2.2.6).

La tabla anterior (fig. 2.2.6) se encuentra insertada en las filas 80 a la 83. La resistencia promedio seleccionada debe exceder naturalmente a la resistencia especificada en un margen suficiente para mantener dentro de los límites determinados el número de ensayos que resultasen por debajo de lo previsto.

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L  | M | N    | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|------|---|---|
| 72 | 4.- Selección de la relación agua cemento |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |
| 73 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |
| 74 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Resistencia a la compresión a 28 días kg/cm <sup>2</sup> |   | 200  |   |   |
| 75 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |
| 76 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |
| 77 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |
| 78 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Relación agua cemento en peso                            |   | 0.62 |   |   |
| 79 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |      |   |   |

Fig. 2.2.7 Selección de la relación agua cemento

El manual de tecnología del concreto de la CFE (ref. 8.2) proporciona varias tablas para establecer el grado de uniformidad predecible según el control de producción en obra, basándose en lo anterior la resistencia de diseño especificada se le aumentarán las siguientes cantidades (fig.2.2.8).

| Resistencia de Proyecto<br>F'c kg/cm <sup>2</sup> | Resistencia requerida para el<br>diseño de la mezcla |
|---|--|
| menos de 200                                      | F'c + 70   |
| de 200 a 350                                      | F'c + 85   |
| más de 350  | F'c + 100  |

Fig.2.2.8 Tabla 4: Resistencias de proyecto y requeridas para el diseño de la mezcla

Los incrementos de resistencia de la tabla a (fig.2.2.8), se insertaron dentro de la tabla 3 según la resistencia que se haya especificado en la celda "L74".

El paso No 5 El cálculo del contenido de cemento (fig. 2.2.9), se obtiene de las determinaciones hechas en los pasos 3 y 4. El cemento requerido es igual al contenido estimado de agua en la mezcla (paso3) dividido entre la relación agua/cemento (paso4).

|    | A                                    | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L   | M  | N | O | P |  |
|----|--------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|----|---|---|---|--|
| 84 | 5.- Cálculo del contenido de cemento |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 347 | Kg |   |   |   |  |
| 85 |                                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |    |   |   |   |  |

Fig. 2.2.9 Cálculo del contenido de cemento

El paso 6. Estimación del contenido del agregado grueso. Los valores apropiados de este volumen de agregado grueso se dan en la tabla 5 (fig. 2.2.10). Se puede observar que para igual manejabilidad el volumen del agregado grueso por volumen unitario del concreto depende solo del tamaño máximo y del módulo de finura del agregado fino. Estos volúmenes se convierten en el peso seco del agregado grueso al multiplicarlos por el peso volumétrico del agregado grueso seco y compactado con varilla. Esta tabla se encuentra oculta en las filas “95” a “106”

| tamaño máximo de agregado en mm | Volumen de agregado grueso seco y compactado con varilla por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de la arena |      |      |      |
|---------------------------------|---|------|------|------|
|                                 | 2.40  | 2.60 | 2.80 | 3.00 |
| 10                              | 0.50  | 0.48 | 0.46 | 0.44 |
| 13                              | 0.59  | 0.57 | 0.55 | 0.53 |
| 20                              | 0.66  | 0.64 | 0.62 | 0.60 |
| 25                              | 0.71  | 0.69 | 0.67 | 0.65 |
| 40                              | 0.75  | 0.73 | 0.71 | 0.69 |
| 50                              | 0.78  | 0.76 | 0.74 | 0.72 |
| 75                              | 0.81  | 0.79 | 0.77 | 0.75 |
| 150                             | 0.87  | 0.85 | 0.83 | 0.81 |

Fig. 2.2.10 Tabla 5: Volumen de agregado grueso según tamaño del agregado y módulo de finura de la arena

El paso 7: Estimación del agregado fino, se encuentra a partir de la fila 94. Una vez estimados todos los demás ingredientes el agregado fino se puede estimar por diferencias: (En peso o en volumen) (fig. 2.2.11).

El agua tiene un ajuste por humedad de los agregados, pues generalmente los agregados están húmedos. Las proporciones calculadas de la mezcla deben verificarse por medio de

revolturas de prueba. Debe utilizarse sólo el agua suficiente para producir el revenimiento requerido sin considerar la cantidad supuesta en la selección de las proporciones de prueba.

|     | A                         | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K                   | L           | M              | N | O | P |
|-----|---------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------|-------------|----------------|---|---|---|
| 108 | Por diferencia de volumen |   |   |   |   |   |   |   |   |   |                     |             |                |   |   |   |
| 109 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | agua                | 0.22        | m <sup>3</sup> |   |   |   |
| 110 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | cemento             | 0.11        | m <sup>3</sup> |   |   |   |
| 111 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | grava               | 0.35        | m <sup>3</sup> |   |   |   |
| 112 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | aire                | 0.03        | m <sup>3</sup> |   |   |   |
| 113 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | suma                | <b>0.70</b> | m <sup>3</sup> |   |   |   |
| 114 |                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   | por lo tanto arena: | 0.30        | m <sup>3</sup> |   |   |   |

Fig. 2.2.11 Estimación del agregado fino

Por último, en obra es muy común el uso de botes alcohólicos y tomando como unidad un bulto de cemento (equivalente a dos botes) se puede ajustar el Proporcionamiento en esta forma: (fig. 2.2.12)

|     | A                                      | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K     | L   | M     | N | O | P |  |
|-----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|-----|-------|---|---|---|--|
| 117 | Proporcionamiento por saco de cemento: |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |     |       |   |   |   |  |
| 118 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Agua  | 1.5 |       |   |   |   |  |
| 119 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Arena | 5.4 | botes |   |   |   |  |
| 120 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Grava | 6.4 | botes |   |   |   |  |
| 121 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |     |       |   |   |   |  |
| 122 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |       |     |       |   |   |   |  |

Fig.2.2.12 Proporcionamiento por saco de cemento en botes.

## 2.3 LISTADO DEL PROGRAMA

|     | A     | B    | C    | D     | E  |
|-----|-------|------|------|-------|--|
| 65  | 25.1  | =B64 | 195  | 1.5   | =SI(F65<B65,SI(G65<A65,C65,E66),E66)                           |
| 66  | 40.1  | =B65 | 175  | 1     | =SI(F66<B66,SI(G66<A66,C66,E67),E67)                           |
| 67  | 50.1  | =B66 | 170  | 0.5   | =SI(F67<B67,SI(G67<A67,C67,E68),E68)                           |
| 68  | 75.1  | =B67 | 160  | 0.3   | =SI(F68<B68,SI(G68<A68,C68,E69),E69)                           |
| 69  | 10.1  | 18.1 | 240  | 3     | =SI(F69<B69,SI(G69<A69,C69,E70),E70)                           |
| 70  | 13.1  | =B69 | 230  | 2.5   | =SI(F70<B70,SI(G70<A70,C70,E71),E71)                           |
| 71  | 20.1  | =B70 | 210  | 2     | =SI(F71<B71,SI(G71<A71,C71,E72),E72)                           |
| 72  | 25.1  | =B71 | 205  | 1.5   | =SI(F72<B72,SI(G72<A72,C72,E73),E73)                           |
| 73  | 40.1  | =B72 | 185  | 1     | =SI(F73<B73,SI(G73<A73,C73,E74),E74)                           |
| 74  | 50.1  | =B73 | 180  | 0.5   | =SI(F74<B74,SI(G74<A74,C74,E75),E75)                           |
| 75  | 75.1  | =B74 | 170  | 0.3   | =SI(F75<B75,SI(G75<A75,C75,E76),E76)                           |
| 76  |       | 4.-  |      |       | <i>Selección de la relación agua cemento</i>                   |
| 77  |       |      |      |       |  |
| 78  |       |      |      |       | <i>Resistencia a la compresión a 28 días kg/cm<sup>2</sup></i> |
| 79  |       |      |      |       |  |
| 80  |       |      |      |       |  |
| 81  |       |      |      |       |  |
| 82  |       |      |      |       |  |
| 83  |       |      |      |       |  |
| 84  |       |      |      |       |  |
| 85  |       |      |      |       |  |
| 86  |       |      |      |       |  |
| 87  | 449   | 0.38 | --   |       | =SI(L78<201,L78+70,SI(L78<349,L78+85,L78+100))                 |
| 88  | 339   | 0.43 | --   |       | =D87   |
| 89  | 349   | 0.48 | 0.4  |       | =E88   |
| 90  | 299   | 0.55 | 0.46 |       | =E89   |
| 91  |       | 5.-  |      |       | <i>Calculo del contenido de cemento</i>                        |
| 92  |       |      |      |       |  |
| 93  |       |      |      |       | <i>Estimación del contenido de agregado grueso</i>             |
| 94  |       | 6.-  |      |       |  |
| 95  |       |      |      |       |  |
| 96  |       |      |      |       |  |
| 97  |       |      |      |       |  |
| 98  |       |      |      |       |  |
| 99  |       |      |      |       |  |
| 100 |       |      |      |       |  |
| 101 |       |      |      |       |  |
| 102 |       | 7.-  |      |       | <i>Estimación del contenido de agregado fino</i>               |
| 103 | 10.1  | 2.41 | 0.5  | =M41  | =L96   |
| 104 | 13.1  | 2.41 | 0.59 | =D103 | =E103  |
| 105 | 20.1  | 2.41 | 0.66 | =D104 | =E104  |
| 106 | 25.1  | 2.41 | 0.71 | =D105 | =E105  |
| 107 | 40.1  | 2.41 | 0.75 | =D106 | =E106  |
| 108 | 50.1  | 2.41 | 0.78 | =D107 | =E107  |
| 109 | 75.1  | 2.41 | 0.81 | =D108 | =E108  |
| 110 | 150.1 | 2.41 | 0.87 | =D109 | =E109  |
| 111 | 10.1  | 3.01 | 0.44 | =P110 | =Q110  |
| 112 | 13.1  | 3.01 | 0.53 | =D111 | =E111  |
| 113 | 20.1  | 3.01 | 0.6  | =D112 | =E112  |
| 114 | 25.1  | 3.01 | 0.65 | =D113 | =E113  |
| 115 |       |      |      |       |  |
| 116 |       |      |      |       |  |
| 117 |       |      |      |       |  |
| 118 |       |      |      |       |  |
| 119 |       |      |      |       |  |
| 120 |       |      |      |       |  |
| 121 |       |      |      |       |  |
| 122 |       |      |      |       |  |
| 123 |       |      |      |       |  |
| 124 |       |      |      |       |  |
| 125 |       |      |      |       |  |
| 126 |       |      |      |       |  |
| 127 |       |      |      |       |  |
| 128 |       |      |      |       |  |

Fig. 2.3.1 Listado del programa celdas A1 a E128

|    | F    | G                    | H                    | I    |
|----|------|----------------------|----------------------|------|
| 1  |      |                      |                      |      |
| 2  |      |                      |                      |      |
| 3  |      |                      |                      |      |
| 4  |      |                      |                      |      |
| 5  |      |                      |                      |      |
| 6  |      |                      |                      |      |
| 7  |      |                      |                      |      |
| 8  |      |                      |                      |      |
| 9  |      |                      |                      |      |
| 10 |      |                      |                      |      |
| 11 |      |                      |                      |      |
| 12 |      |                      |                      |      |
| 13 |      |                      |                      |      |
| 14 |      |                      |                      |      |
| 15 |      |                      |                      |      |
| 16 |      |                      |                      |      |
| 17 |      |                      |                      |      |
| 18 |      |                      |                      |      |
| 19 |      |                      |                      |      |
| 20 |      |                      |                      |      |
| 21 |      |                      |                      |      |
| 22 |      |                      |                      |      |
| 23 |      |                      |                      |      |
| 24 |      |                      |                      |      |
| 25 |      |                      |                      |      |
| 26 |      |                      |                      |      |
| 27 |      |                      |                      |      |
| 28 |      |                      |                      |      |
| 29 |      |                      |                      |      |
| 30 |      | 0.375                | 0.5                  | =3/4 |
| 31 |      | 10mm                 | 13mm                 | 20mm |
| 32 |      |                      |                      |      |
| 33 |      |                      |                      |      |
| 34 |      |                      |                      |      |
| 35 |      |                      |                      |      |
| 36 |      |                      |                      |      |
| 37 |      |                      |                      |      |
| 38 |      |                      |                      |      |
| 39 |      |                      |                      |      |
| 40 |      |                      |                      |      |
| 41 |      |                      |                      |      |
| 42 | =E42 | =SI(F42>H42,H42,J42) | 75                   | =F42 |
| 43 | 20   | =D43                 | =SI(G43>I43,I43,K43) | 13   |
| 44 |      |                      |                      |      |
| 45 |      |                      |                      |      |
| 46 |      |                      |                      |      |
| 47 |      |                      |                      |      |
| 48 |      |                      |                      |      |
| 49 |      |                      |                      |      |
| 50 |      |                      |                      |      |
| 51 |      |                      |                      |      |
| 52 |      |                      |                      |      |
| 53 |      |                      |                      |      |
| 54 |      |                      |                      |      |
| 55 | =M24 | =M41                 | =SI(G55<A55,D55,H56) | 10.1 |
| 56 | =F55 | =G55                 | =SI(G56<A56,D56,H57) | 13.1 |
| 57 | =F56 | =G56                 | =SI(G57<A57,D57,H58) | 20.1 |
| 58 | =F57 | =G57                 | =SI(G58<A58,D58,H59) | 25.1 |
| 59 | =F58 | =G58                 | =SI(G59<A59,D59,H60) | 40.1 |
| 60 | =F59 | =G59                 | =SI(G60<A60,D60,H61) | 50.1 |
| 61 | =F60 | =G60                 | =SI(G61<A61,D61,H62) | 75.1 |
| 62 | =F61 | =G61                 | =SI(G62<A62,D62,H63) | 10.1 |
| 63 | =F62 | =G62                 | =SI(G63<A63,D63,H64) | 13.1 |
| 64 | =F63 | =G63                 | =SI(G64<A64,D64,H65) | 20.1 |

Fig. 2.3.2 Listado del programa, celdas F1 a I64

|     | F   | G                    | H                    | I   |
|-----|---|----------------------|----------------------|---|
| 65  | =F64  | =G64                 | =SI(G65<A65,D65,H66) | 25.1  |
| 66  | =F65  | =G65                 | =SI(G66<A66,D66,H67) | 40.1  |
| 67  | =F66  | =G66                 | =SI(G67<A67,D67,H68) | 50.1  |
| 68  | =F67  | =G67                 | =SI(G68<A68,D68,H69) | 75.1  |
| 69  | =F68  | =G68                 | =SI(G69<A69,D69,H70) | 10.1  |
| 70  | =F69  | =G69                 | =SI(G70<A70,D70,H71) | 13.1  |
| 71  | =F70  | =G70                 | =SI(G71<A71,D71,H72) | 20.1  |
| 72  | =F71  | =G71                 | =SI(G72<A72,D72,H73) | 25.1  |
| 73  | =F72  | =G72                 | =SI(G73<A73,D73,H74) | 40.1  |
| 74  | =F73  | =G73                 | =SI(G74<A74,D74,H75) | 50.1  |
| 75  | =F74  | =G74                 | =SI(G75<A75,D75,H76) | 75.1  |
| 76  |   |                      |                      |   |
| 77  |   |                      |                      |   |
| 78  |   |                      |                      |   |
| 79  |   |                      |                      |   |
| 80  |   |                      |                      |   |
| 81  |   |                      |                      |   |
| 82  |   |                      |                      | Relación agua cemento en peso                 |
| 84  |   |                      |                      |   |
| 85  |   |                      |                      |   |
| 86  |   |                      |                      |   |
| 87  |   | =SI(D87<A87,G88,B87) | =SI(D87<A87,H88,C87) | 249   |
| 88  |   | =SI(E88<A88,G89,B88) | =SI(E88<A88,H89,C88) | 199   |
| 89  |   | =SI(E89<A89,G90,B89) | =SI(E89<A89,H90,C89) | 149   |
| 90  |   | =SI(E90<A90,M87,B90) | =SI(E90<A90,N87,C90) | =SI(L50="si",SI(L78>351,2,1),1)               |
| 91  |   |                      |                      |   |
| 92  |   |                      |                      |   |
| 93  |   |                      |                      |   |
| 94  |   |                      |                      |   |
| 95  |   |                      |                      |   |
| 96  |   |                      |                      | Modulo de finura de la arena (de 2.40 a 3.00) |
| 98  |   |                      |                      |   |
| 100 |   |                      |                      | Volumen del agregado grueso                   |
| 101 |   |                      |                      |   |
| 102 |   |                      |                      |   |
| 103 | =SI(E103<B103,SI(D103<A103,C103,F104),F104) | 10.1                 | 2.61                 | 0.48  |
| 104 | =SI(E104<B104,SI(D104<A104,C104,F105),F105) | 13.1                 | 2.61                 | 0.57  |
| 105 | =SI(E105<B105,SI(D105<A105,C105,F106),F106) | 20.1                 | 2.61                 | 0.64  |
| 106 | =SI(E106<B106,SI(D106<A106,C106,F107),F107) | 25.1                 | 2.61                 | 0.69  |
| 107 | =SI(E107<B107,SI(D107<A107,C107,F108),F108) | 40.1                 | 2.61                 | 0.73  |
| 108 | =SI(E108<B108,SI(D108<A108,C108,F109),F109) | 50.1                 | 2.61                 | 0.76  |
| 109 | =SI(E109<B109,SI(D109<A109,C109,F110),F110) | 75.1                 | 2.61                 | 0.79  |
| 110 | =SI(E110<B110,SI(D110<A110,C110,L103),L103) | 150.1                | 2.61                 | 0.85  |
| 111 | =SI(E111<B111,SI(D111<A111,C111,F112),F112) | 40.1                 | 3.01                 | 0.69  |
| 112 | =SI(E112<B112,SI(D112<A112,C112,F113),F113) | 50.1                 | 3.01                 | 0.72  |
| 113 | =SI(E113<B113,SI(D113<A113,C113,F114),F114) | 75.1                 | 3.01                 | 0.75  |
| 114 | =SI(E114<B114,SI(D114<A114,C114,L111),L111) | 150.1                | 3.01                 | 0.81  |
| 115 |   |                      |                      |   |
| 116 |   |                      |                      | Por diferencia de volumen                     |
| 117 |   |                      |                      | agua  |
| 118 |   |                      |                      | cemento                                       |
| 119 |   |                      |                      | grava   |
| 120 |   |                      |                      | aire  |
| 121 |   |                      |                      | suma  |
| 122 |   |                      |                      | por lo tanto arena:                           |
| 123 |   |                      |                      |   |
| 124 |   |                      |                      |   |
| 125 |   |                      |                      | Proporcionamiento por saco de cemento:        |
| 126 |   |                      |                      |   |
| 127 |   |                      |                      |   |
| 128 |   |                      |                      |   |

Fig. 2.3.3 Listado del programa, celdas F65 a I128

|    | J   | K                    | L   |
|----|---|----------------------|---|
| 1  |   |                      |   |
| 2  |   |                      |   |
| 3  | las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa |                      |   |
| 4  |   |                      |   |
| 5  | las celdas en canela indican resultados                                 |                      |   |
| 6  |   |                      |   |
| 7  |   |                      |   |
| 8  |   |                      |   |
| 9  |   |                      |   |
| 10 |   |                      |   |
| 11 |   |                      |   |
| 12 |   |                      |   |
| 13 |   |                      |   |
| 14 |   |                      | Revenimiento en cm                                |
| 15 | max.  |                      |   |
| 16 |   |                      |   |
| 17 | 8   |                      |   |
| 18 | 8   |                      |   |
| 19 | 10  |                      |   |
| 20 | 10  |                      |   |
| 21 | 8   |                      |   |
| 22 | 5   |                      |   |
| 23 |   |                      |   |
| 24 |   |                      | Revenimiento seleccionado (en cms)                |
| 25 |   |                      |   |
| 26 |   |                      |   |
| 27 |   |                      |   |
| 28 |   |                      |   |
| 29 |   |                      |   |
| 30 | 1   | 1.5                  | 2   |
| 31 | 25mm  | 40mm                 | 50mm  |
| 32 |   |                      |   |
| 33 |   |                      |   |
| 34 |   |                      |   |
| 35 |   |                      |   |
| 36 |   |                      |   |
| 37 |   |                      |   |
| 38 |   |                      |   |
| 39 |   |                      | Tamaño maximo del agregado según datos anteriores |
| 40 |   |                      |   |
| 41 |   |                      | Tamaño maximo seleccionado                        |
| 42 | =SI(I42>K42,K42,M42)  | 50                   | =I42  |
| 43 | =G43  | =SI(J43>L43,L43,N43) | 10  |
| 44 |   |                      |   |
| 45 |   |                      |   |
| 46 |   |                      |   |
| 47 |   |                      |   |
| 48 |   |                      |   |
| 49 |   |                      |   |
| 50 |   |                      | no  |
| 51 |   |                      |   |
| 52 |   |                      |   |
| 53 |   |                      |   |
| 54 |   |                      |   |
| 55 | 7.1   | 180                  | 8   |
| 56 | =J55  | 175                  | 7   |
| 57 | =J56  | 165                  | 6   |
| 58 | =J57  | 160                  | 5   |
| 59 | =J58  | 145                  | 4.5   |
| 60 | =J59  | 140                  | 4   |
| 61 | =J60  | 135                  | 3.5   |
| 62 | 14.1  | 200                  | 8   |
| 63 | =J62  | 190                  | 7   |
| 64 | =J63  | 180                  | 6   |

Fig. 2.3.4 Listado del programa, celdas J1 a L64

|     | J                                  | K              | L  |
|-----|------------------------------------|----------------|--|
| 65  | =J64                               | 175            | 5  |
| 66  | =J65                               | 165            | 4.5  |
| 67  | =J66                               | 155            | 4  |
| 68  | =J67                               | 150            | 3.5  |
| 69  | 18.1                               | 215            | 8  |
| 70  | =J69                               | 205            | 7  |
| 71  | =J70                               | 190            | 6  |
| 72  | =J71                               | 185            | 5  |
| 73  | =J72                               | 170            | 4.5  |
| 74  | =J73                               | 165            | 4  |
| 75  | =J74                               | 160            | 3.5  |
| 76  |                                    |                |  |
| 77  |                                    |                |  |
| 78  |                                    |                | 200  |
| 79  |                                    |                |  |
| 80  | =SI(I90=2,"resistencia muy alta pa |                |  |
| 81  |                                    |                |  |
| 82  |                                    |                | =SI(L50="si",H87,G87)                        |
| 84  |                                    |                |  |
| 85  |                                    |                |  |
| 86  |                                    |                |  |
| 87  | 0.62                               | 0.53           | =E90   |
| 88  | 0.7                                | 0.61           | =L87   |
| 89  | 0.8                                | 0.71           | =L88   |
| 90  |                                    |                |  |
| 91  |                                    |                |  |
| 92  |                                    |                | =M53/L82                                     |
| 93  |                                    |                |  |
| 94  |                                    |                |  |
| 95  |                                    |                |  |
| 96  |                                    |                | 3  |
| 97  |                                    |                |  |
| 98  | =SI(L96>3,"mod de finura fuera de  |                |  |
| 99  |                                    |                |  |
| 100 |                                    |                | =F 103                                       |
| 101 |                                    |                |  |
| 102 |                                    |                |  |
| 103 | =D110                              | =E110          | =SI(K103<H103,SI(J103<G 103,I103,L104),L104) |
| 104 | =J103                              | =K103          | =SI(K104<H104,SI(J104<G 104,I104,L105),L105) |
| 105 | =J104                              | =K104          | =SI(K105<H105,SI(J105<G 105,I105,L106),L106) |
| 106 | =J105                              | =K105          | =SI(K106<H106,SI(J106<G 106,I106,L107),L107) |
| 107 | =J106                              | =K106          | =SI(K107<H107,SI(J107<G 107,I107,L108),L108) |
| 108 | =J107                              | =K107          | =SI(K108<H108,SI(J108<G 108,I108,L109),L109) |
| 109 | =J108                              | =K108          | =SI(K109<H109,SI(J109<G 109,I109,L110),L110) |
| 110 | =J109                              | =K109          | =SI(K110<H110,SI(J110<G 110,I110,R103),R103) |
| 111 | =D114                              | =E114          | =SI(K111<H111,SI(J111<G 111,I111,L112),L112) |
| 112 | =J111                              | =K111          | =SI(K112<H112,SI(J112<G 112,I112,L113),L113) |
| 113 | =J112                              | =K112          | =SI(K113<H113,SI(J113<G 113,I113,L114),L114) |
| 114 | =J113                              | =K113          | =SI(K114<H114,SI(J114<G 114,I114,F134),F134) |
| 115 |                                    |                |  |
| 116 |                                    |                |  |
| 117 | =M53/1000                          | m <sup>3</sup> |  |
| 118 | =(L92/(3.15*1000))                 | m <sup>3</sup> |  |
| 119 | =0.6*L100                          | m <sup>3</sup> |  |
| 120 | =SI(L50="si",P55/100,H55/100)      | m <sup>3</sup> |  |
| 121 | =SUMA(J117:J120)                   | m <sup>3</sup> |  |
| 122 | =1-J121                            | m <sup>3</sup> |  |
| 123 |                                    |                |  |
| 124 |                                    |                |  |
| 125 |                                    |                |  |
| 126 | =REDONDEAR((J117/J118)/1.3,1)      | boles          |  |
| 127 | =REDONDEAR((J122/J118)*2,1)        |                |  |
| 128 | =REDONDEAR((J119/J118)*2,1)        |                |  |

Fig. 2.3.5 Listado del programa, celdas J65 a L128

|     | M                                    | N                    | O    | P                    | Q     | R   |
|-----|--------------------------------------|----------------------|------|----------------------|-------|---|
| 65  | =SI(N65<J65,SI(O65<I65,K65,M66),M66) | =N64                 | =O64 | =SI(O65<I65,L66,P66) |       |   |
| 66  | =SI(N66<J66,SI(O66<I66,K66,M67),M67) | =N65                 | =O65 | =SI(O66<I66,L66,P67) |       |   |
| 67  | =SI(N67<J67,SI(O67<I67,K67,M68),M68) | =N66                 | =O66 | =SI(O67<I67,L67,P68) |       |   |
| 68  | =SI(N68<J68,SI(O68<I68,K68,M69),M69) | =N67                 | =O67 | =SI(O68<I68,L68,P69) |       |   |
| 69  | =SI(N69<J69,SI(O69<I69,K69,M70),M70) | =N68                 | =O68 | =SI(O69<I69,L69,P70) |       |   |
| 70  | =SI(N70<J70,SI(O70<I70,K70,M71),M71) | =N69                 | =O69 | =SI(O70<I70,L70,P71) |       |   |
| 71  | =SI(N71<J71,SI(O71<I71,K71,M72),M72) | =N70                 | =O70 | =SI(O71<I71,L71,P72) |       |   |
| 72  | =SI(N72<J72,SI(O72<I72,K72,M73),M73) | =N71                 | =O71 | =SI(O72<I72,L72,P73) |       |   |
| 73  | =SI(N73<J73,SI(O73<I73,K73,M74),M74) | =N72                 | =O72 | =SI(O73<I73,L73,P74) |       |   |
| 74  | =SI(N74<J74,SI(O74<I74,K74,M75),M75) | =N73                 | =O73 | =SI(O74<I74,L74,P75) |       |   |
| 75  | =SI(N75<J75,SI(O75<I75,K75,M76),M76) | =N74                 | =O74 | =SI(O75<I75,L75,P76) |       |   |
| 76  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 77  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 78  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 79  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 80  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 81  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 82  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 84  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 85  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 86  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 87  | =SI(L87<I87,M88,J87)                 | =SI(L87<I87,N88,K87) |      |                      |       |   |
| 88  | =SI(L88<I88,M89,J88)                 | =SI(L88<I88,N89,K88) |      |                      |       |   |
| 89  | =SI(L89<I89,G83,J89)                 | =SI(L89<I89,H84,K89) |      |                      |       |   |
| 90  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 91  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 92  | Kg                                   |                      |      |                      |       |   |
| 93  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 94  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 95  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 96  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 98  |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 100 | M <sup>3</sup>                       |                      |      |                      |       |   |
| 101 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 102 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 103 | 10.1                                 | 2.81                 | 0.46 | =J110                | =K110 | =SI(Q103<N103,SI(P103<M103,O103,R104),R104) |
| 104 | 13.1                                 | 2.81                 | 0.55 | =P103                | =Q103 | =SI(Q104<N104,SI(P104<M104,O104,R105),R105) |
| 105 | 20.1                                 | 2.81                 | 0.62 | =P104                | =Q104 | =SI(Q105<N105,SI(P105<M105,O105,R106),R106) |
| 106 | 25.1                                 | 2.81                 | 0.67 | =P105                | =Q105 | =SI(Q106<N106,SI(P106<M106,O106,R107),R107) |
| 107 | 40.1                                 | 2.81                 | 0.71 | =P106                | =Q106 | =SI(Q107<N107,SI(P107<M107,O107,R108),R108) |
| 108 | 50.1                                 | 2.81                 | 0.74 | =P107                | =Q107 | =SI(Q108<N108,SI(P108<M108,O108,R109),R109) |
| 109 | 75.1                                 | 2.81                 | 0.77 | =P108                | =Q108 | =SI(Q109<N109,SI(P109<M109,O109,R110),R110) |
| 110 | 150.1                                | 2.81                 | 0.83 | =P109                | =Q109 | =SI(Q110<N110,SI(P110<M110,O110,F111),F111) |
| 111 | =SI(L96<2.399,2,SI(L96>3,2,1))       |                      |      |                      |       |   |
| 112 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 113 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 114 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 115 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 116 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 117 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 118 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 119 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 120 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 121 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 122 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 123 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 124 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 125 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 126 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 127 |                                      |                      |      |                      |       |   |
| 128 |                                      |                      |      |                      |       |   |

Fig.2.3.6 Listado del programa, celdas M65 a R128.

|     | N                | O    | P                    | Q     | R   |
|-----|------------------|------|----------------------|-------|---|
| 65  | =N64             | =O64 | =SI(O65<I65,L65,P66) |       |   |
| 66  | =N65             | =O65 | =SI(O66<I66,L66,P67) |       |   |
| 67  | =N66             | =O66 | =SI(O67<I67,L67,P68) |       |   |
| 68  | =N67             | =O67 | =SI(O68<I68,L68,P69) |       |   |
| 69  | =N68             | =O68 | =SI(O69<I69,L69,P70) |       |   |
| 70  | =N69             | =O69 | =SI(O70<I70,L70,P71) |       |   |
| 71  | =N70             | =O70 | =SI(O71<I71,L71,P72) |       |   |
| 72  | =N71             | =O71 | =SI(O72<I72,L72,P73) |       |   |
| 73  | =N72             | =O72 | =SI(O73<I73,L73,P74) |       |   |
| 74  | =N73             | =O73 | =SI(O74<I74,L74,P75) |       |   |
| 75  | =N74             | =O74 | =SI(O75<I75,L75,P76) |       |   |
| 76  |                  |      |                      |       |   |
| 77  |                  |      |                      |       |   |
| 78  |                  |      |                      |       |   |
| 79  |                  |      |                      |       |   |
| 80  |                  |      |                      |       |   |
| 81  |                  |      |                      |       |   |
| 82  |                  |      |                      |       |   |
| 84  |                  |      |                      |       |   |
| 85  |                  |      |                      |       |   |
| 86  |                  |      |                      |       |   |
| 87  | =SI(L87<I87,N88, |      |                      |       |   |
| 88  | =SI(L88<I88,N89, |      |                      |       |   |
| 89  | =SI(L89<I89,H94, |      |                      |       |   |
| 90  |                  |      |                      |       |   |
| 91  |                  |      |                      |       |   |
| 92  |                  |      |                      |       |   |
| 93  |                  |      |                      |       |   |
| 94  |                  |      |                      |       |   |
| 95  |                  |      |                      |       |   |
| 96  |                  |      |                      |       |   |
| 98  |                  |      |                      |       |   |
| 100 |                  |      |                      |       |   |
| 101 |                  |      |                      |       |   |
| 102 |                  |      |                      |       |   |
| 103 | 2.81             | 0.46 | =J110                | =K110 | =SI(Q103<N103,SI(P103<M103,O103,R104),R104) |
| 104 | 2.81             | 0.55 | =P103                | =Q103 | =SI(Q104<N104,SI(P104<M104,O104,R105),R105) |
| 105 | 2.81             | 0.62 | =P104                | =Q104 | =SI(Q105<N105,SI(P105<M105,O105,R106),R106) |
| 106 | 2.81             | 0.67 | =P105                | =Q105 | =SI(Q106<N106,SI(P106<M106,O106,R107),R107) |
| 107 | 2.81             | 0.71 | =P106                | =Q106 | =SI(Q107<N107,SI(P107<M107,O107,R108),R108) |
| 108 | 2.81             | 0.74 | =P107                | =Q107 | =SI(Q108<N108,SI(P108<M108,O108,R109),R109) |
| 109 | 2.81             | 0.77 | =P108                | =Q108 | =SI(Q109<N109,SI(P109<M109,O109,R110),R110) |
| 110 | 2.81             | 0.83 | =P109                | =Q109 | =SI(Q110<N110,SI(P110<M110,O110,F111),F111) |
| 111 |                  |      |                      |       |   |
| 112 |                  |      |                      |       |   |
| 113 |                  |      |                      |       |   |
| 114 |                  |      |                      |       |   |
| 115 |                  |      |                      |       |   |
| 116 |                  |      |                      |       |   |
| 117 |                  |      |                      |       |   |
| 118 |                  |      |                      |       |   |
| 119 |                  |      |                      |       |   |
| 120 |                  |      |                      |       |   |
| 121 |                  |      |                      |       |   |
| 122 |                  |      |                      |       |   |
| 123 |                  |      |                      |       |   |
| 124 |                  |      |                      |       |   |
| 125 |                  |      |                      |       |   |
| 126 |                  |      |                      |       |   |
| 127 |                  |      |                      |       |   |
| 128 |                  |      |                      |       |   |

Fig. 2.3.7 Listado del programa, celdas N65 a R128

## 2.4 PROGRAMA

### DOSIFICACION DE CONCRETO DE PESO NORMAL ACI

NOTAS Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse



las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa



Para desplazarse al ingresar datos presiones la tecla tab



las celdas en canela indican resultados



#### DATOS

##### 1.-- Selección del revenimiento

#### Revenimientos recomendados para diversos tipos de construcciones

| tipo de construcción                            | Revenimiento en cm |      |
|---|--------------------|------|
|   | max.               | min. |
| Zapatas y muros de cimentación reforzados       | 8                  | 2    |
| Zapatas y muros de sub-estructura no reforzados | 8                  | 2    |
| Vigas y muros reforzados                        | 10                 | 2    |
| Columnas de edificios                           | 10                 | 2    |
| Losas y pavimentos                              | 8                  | 2    |
| Concretos en masa                               | 5                  | 2    |

Revenimiento seleccionado (en cms)

##### 1.-- Selección del tamaño de agregado

#### Tamaño máximo de agregado

|                      | 3/8  | 1/2  | 3/4  | 1    | 1 1/2 | 2    | 3    |
|----------------------|------|------|------|------|-------|------|------|
| agregados existentes | 10mm | 13mm | 20mm | 25mm | 40mm  | 50mm | 75mm |

Menor dimensión de los lados de la cimbra (en cms)

Peralte de losas (en cm)

Espaciamiento mínimo entre varillas individuales (en cm)

Tamaño máximo del agregado según datos anteriores

Tamaño máximo seleccionado

##### 3.-- Estimación del agua de la mezcla y del contenido de aire

#### Requisitos aproximados de agua de la mezcla para diferentes revenimientos y tamaños de agregados

Concreto con aire incluido ? ( si/no)

Agua en kilogramos por metro cúbico de concreto para los tamaños máximos de agregados y revenimientos indicados

kg

##### 4.-- Selección de la relación agua cemento

Resistencia a la compresión a 28 días  $\text{kg/cm}^2$

Relación agua cemento en peso

##### 5.-- Cálculo del contenido de cemento

Kg

##### 6.-- Estimación del contenido de agregado grueso

Módulo de finura de la arena (de 2.40 a 3.00)

Volumen del agregado grueso

##### 7.-- Estimación del contenido de agregado fino

Fig.2.4.1 Impresión del programa

46090

## 3. DISEÑO DE VIGAS

### 3.1 ASPECTOS GENERALES

#### Hipótesis Generales (ref.8.1)

- a) La distribución de deformaciones unitarias en la sección transversal de un elemento es plana.
- b) Se conoce la distribución de esfuerzos en la zona de compresión del elemento.
- c) No existen corrimientos relativos de consideración entre el acero y el concreto que lo rodea.
- d) El concreto no resiste esfuerzos de tensión longitudinales.
- e) El elemento alcanza su resistencia a una cierta deformación unitaria máxima útil del concreto.

Los reglamentos recomiendan valores  $\epsilon_{cu}$  que varían de 0.003 a 0.004 (El comité Europeo del Concreto (CEB) recomienda 0.0035).

### 3.1.2 Hipótesis de algunos reglamentos de construcción

La figura 3.1.2.1 muestra los estados de deformaciones y esfuerzos en la sección transversal de una viga sujeta a flexión. El área del diagrama de esfuerzos de compresión y la posición de la resultante de compresión, pueden determinarse a partir de tres parámetros adimensionales  $\beta_1$   $\beta_2$   $\beta_3$ . El parámetro  $\beta_1$  indica la relación entre el esfuerzo promedio y el esfuerzo máximo en la zona de compresión, el parámetro  $\beta_2$  indica la posición de la resultante de compresión y por último el parámetro  $\beta_3$  relaciona el esfuerzo máximo en flexión con la resistencia de los cilindros de control.

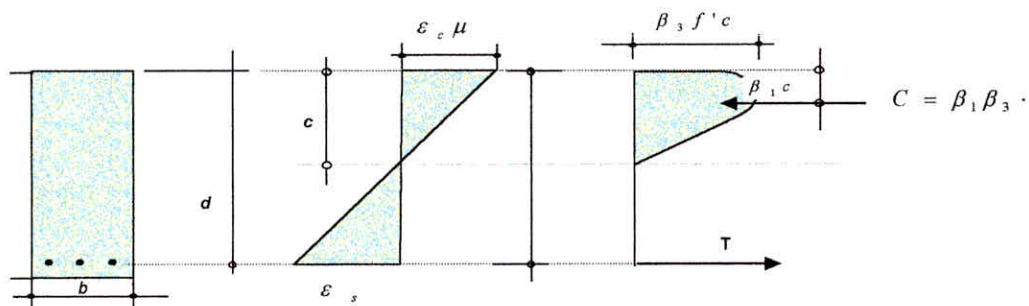


Fig. 3.1.2.1 Estado de deformaciones y esfuerzos en una viga rectangular

El ACI propone en lugar de la distribución real de esfuerzos una distribución rectangular con una profundidad  $\beta_1$  veces la del eje neutro. Estas hipótesis se resumen en la figura 3.1.2.2

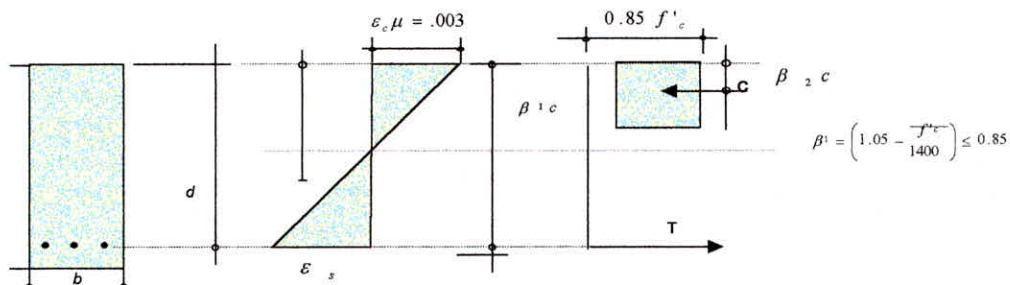


Fig. 3.1.2.2 Hipótesis ACI sobre la distribución de deformaciones y esfuerzos

Las NTC recomiendan una distribución de esfuerzos ligeramente diferente como lo muestra la figura 3.1.2.3

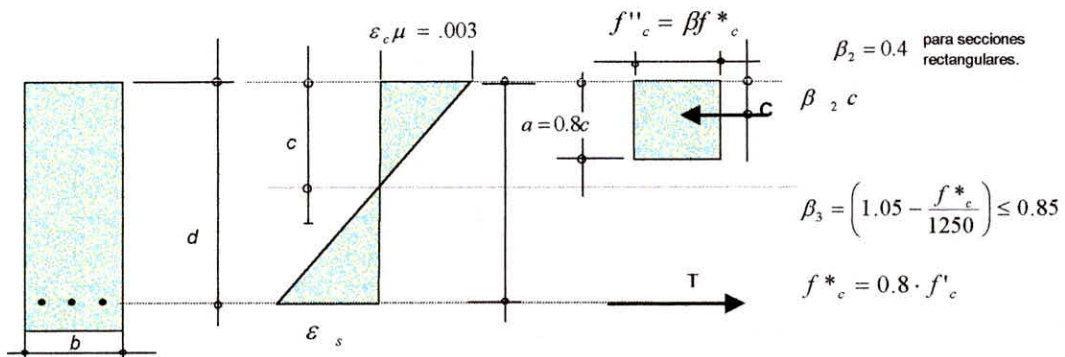


Fig. 3.1.2.3 Hipótesis NTC sobre la distribución de deformaciones y esfuerzos

### 3.1.3 Tensión Diagonal

Las NTC establecen en 2.1.5:

a) Fuerza cortante que toma el concreto VCR

Las expresiones para VCR que se presentan enseguida para distintos elementos son aplicables cuando la dimensión transversal  $h$ , del elemento, paralela a la fuerza cortante, no es mayor que 70 y además, la relación  $h/b$  no excede de 6. Por cada una de las dos condiciones anteriores que no se cumpla se reducirá VCR dado por dichas expresiones en 30 por ciento. Para evaluar  $h/b$  en vigas T o I se usará el ancho del alma  $b'$ .

I. vigas sin presfuerzo:

$$\rho < 0.01 \quad V_{CR} = F_R \cdot bd(0.2 + 30\rho)\sqrt{f_c^*} \quad (3.1)$$

para  $L/h > 5$

$$\rho \geq 0.01 \quad V_{CR} = 0.5F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \quad (3.2)$$

Para  $L/h < 4$  y las cargas y reacciones comprimen directamente las caras superior e inferior de la viga:

$$V_{CR} = 0.5F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \left( 3.5 - 2.5 \frac{M}{Vd} \right) > 1.0 < 1.5F_R bd\sqrt{f_c^*} \quad (3.3)$$

Para  $4 > L/h < 5$  se hará variar linealmente entre las ecuaciones 3.1, 3.2 y la ecuación 3.3

b) Refuerzo por tensión diagonal en vigas y columnas sin presfuerzo

$$s_{min.} = d/2$$

$$si : V_u > V_{cR}$$

$$s = \frac{F_R \cdot A_v \cdot f_y \cdot d(\sin \theta + \cos \theta)}{V_u - V_{cR}} \leq \frac{F_R \cdot A_v \cdot f_y}{3.5b} \quad (3.4)$$

La separación  $s$ , no debe ser menor de 5 cm.

$$si : 1.5F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \geq V_u > V_{cR} \quad (3.5)$$

$$si : 1.5F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \geq V_u > V_{cR} \quad (3.6)$$

La separación de estribos verticales no deberá ser mayor que 0.5d

$$si : 1.5F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \leq V_u > V_{cR} \quad (3.7)$$

La separación de estribos verticales no deberá ser mayor que 0.25d

En ningún caso se permitirá que  $V_u$  sea superior a:

$$2F_R \cdot bd\sqrt{f_c^*} \quad (3.8)$$

### 3.2 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION RECTANGULAR USANDO LAS HIPÓTESIS DE LAS ACI

Este procedimiento es aplicable únicamente a secciones rectangulares subreforzadas, con refuerzo de tensión únicamente.

Como se comentó en 2.1 al abrir el programa se recomienda ajustar la pantalla, en las primeras cinco filas se encuentran las recomendaciones generales ya comentadas.

A partir de la fila se encuentra el diagrama de distribución de esfuerzos y deformaciones según la hipótesis del ACI, y en la columna “n” los datos a ingresar, en la columna “o” se indican las unidades, de los datos.

La deformación del acero debe ser mayor que la deformación de fluencia  $\epsilon_y$ . Esto significa que el acero está fluyendo. Según las hipótesis del ACI puede considerarse que el acero tiene una gráfica de esfuerzo deformación elastoplástica, por lo cual el esfuerzo es igual al esfuerzo de fluencia  $f_y$  para cualquier valor  $\epsilon_s > \epsilon_y$ .

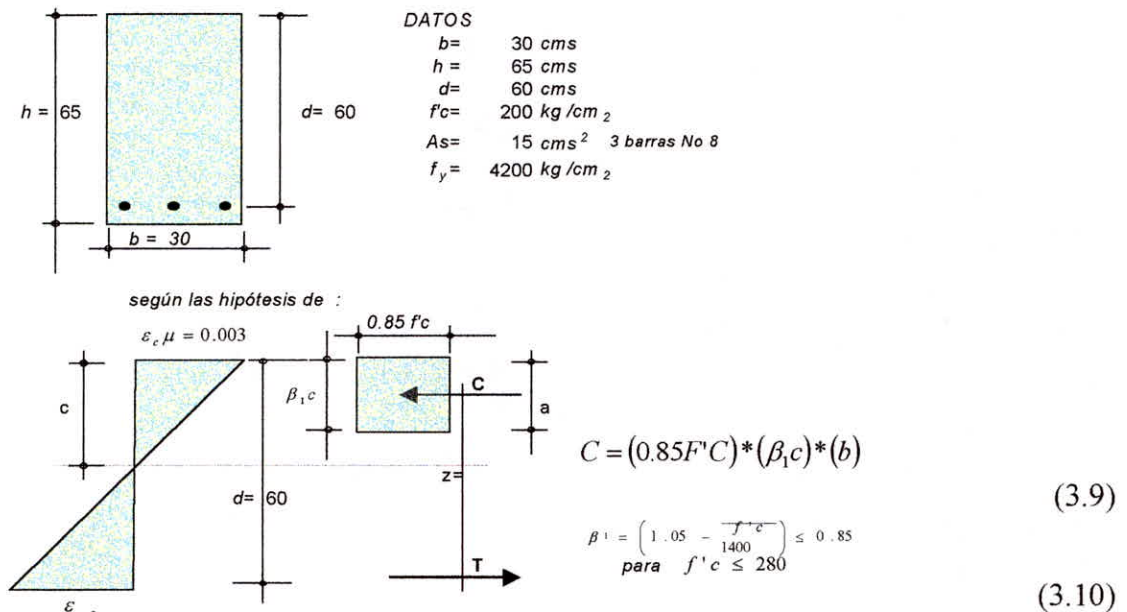


Fig. 3.2.1 Datos y estado de esfuerzos y deformaciones (hipótesis ACI)

Se calcula primero  $\beta_1$ : (ec. 3.10)

$$\beta_1 = \left( 1.05 - \frac{200}{1400} \right) = (1.05 - 0.1429) = 0.9071$$

$$0.9071 \geq 0.85 \therefore \beta_1 = 0.85$$

$$\text{si } \varepsilon_s > \varepsilon_y, f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \text{ y } C = T \quad T = A_s f_s = 4200 \times 15 = 63,000.00 \text{ kg}$$

Entonces el valor de "c" es igual a :

$$c = \frac{T}{\beta_1 * 0.85 f' c * b} = \frac{63,000.00}{0.85 \times 0.85 \times 200 \times 30} = 14.53 \quad (3.11)$$

Nos queda comprobar si la deformación del acero es mayor a la deformación de fluencia

$$\varepsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{4200}{2 \times 10^6} = 0.0021 \quad (3.12)$$

por triangulos semejantes:

$$\frac{\varepsilon_{\mu_c}}{\varepsilon_s} = \frac{c}{d - c} = \frac{0.0021}{45.5} = \frac{14.5}{45.5} \quad \text{de donde } \varepsilon_s = \frac{0.0021 \times 45.5}{14.5} = 0.009414 > 0.0021 \therefore OK$$

el momento resistente nominal es igual a la fuerza de tensión o compresión por el brazo del par interno:

$$M_n = T \cdot z$$

$$z = d - \frac{a}{2} \quad z = 60 - \frac{0.85 * 14.5}{2} = 53.8$$

$$M_n = 63 \times 0.538 = 33.9 \text{ ton} - m$$

Por último el momento resistente de diseño se obtiene multiplicando el momento resistente nominal por un factor :  $\phi = 0.90$

$$\phi M_n = 0.9 * M_n = 0.9 * 33.9 = 30.5 \text{ ton} - m$$

En el programa el cálculo de  $\beta_1$  se encuentra en la celda "B23" y la profundidad del eje neutro en la celda "N17". A partir de este estado de esfuerzos. Se calcula la fuerza de compresión con la ec. (3. 3) En el programa este resultado se muestra en "K21".

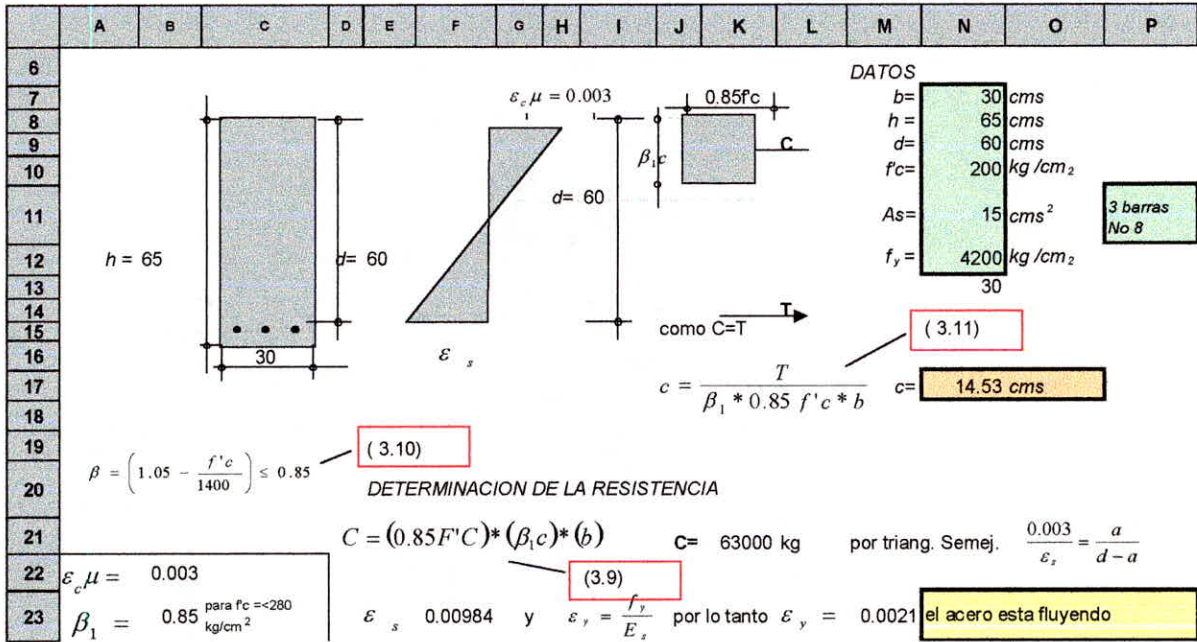


Fig. 3.2.2 Filas 6 a 23: Ingreso de datos y calculo de la fuerza de compresión

En las filas 23 y 27 enmarcados en amarillo aparecen las observaciones del programa en cuanto a si la seccion es sobrcrcforzada o subrcforzada y si el accro esta fluycendo o no. En el caso de que se hubiera ingresado por ejemplo, en el área de acero 38 cms. o 40 cms. Estas observaciones cambian advirtiendo el cambio de condición en la seccion.

$$M_n = b d^2 f^c c w (1 - 0.59 w) \tag{3.13}$$

$$\omega = \frac{\rho * f_y}{f'c}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = \frac{15}{30 \times 60} = 0.00833$$

$$\omega = \frac{0.00833 \times 4200}{200} = 0.175$$

$$M_n = 30 \times 60^2 \times 200 \times 0.175 (1 - 0.59 \times 0.175)$$

$$M_n = 33.9 \times 10^5 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_n = 33.91 \text{ Ton-m}$$

Como comprobación para la determinación de la resistencia nominal se aplica (3.13).

Lo anterior se presenta en la última parte del programa terminando en la línea 44 La resistencia nominal de la sección se presenta en la celda "N34". Fig. 3.2.3

|    | A | B | C                     | D | E | F     | G | H                  | I | J          | K | L | M | N                          | O | P |
|----|---|---|-----------------------|---|---|-------|---|--------------------|---|------------|---|---|---|----------------------------|---|---|
| 28 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 29 |   |   |                       |   |   | 0.003 |   |                    |   | 0.85 * 200 |   |   |   |                            |   |   |
| 30 |   |   | $M_n = T * z$         |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   | $M_n = T * z$              |   |   |
| 31 |   |   |                       |   |   |       |   | $a = 0.85 * 14.53$ |   |            |   |   | C |                            |   |   |
| 32 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   | $M_n = 33.9 \text{ ton-m}$ |   |   |
| 33 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 34 |   |   |                       |   |   |       | d | z = 53.82 cms      |   | z          |   |   |   | $30.5 \text{ ton-m}$       |   |   |
| 35 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 36 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 37 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 38 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   | T |                            |   |   |
| 39 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 40 |   |   | y según la ecuacion:  |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   | 0.00833                    |   |   |
| 41 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |
| 42 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   | Ec. 3.13   |   |   |   | 0.175                      |   |   |
| 43 |   |   | w =índice de refuerzo |   |   |       |   |                    | y |            |   |   |   |                            |   |   |
| 44 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   | $M_n = 33.9 \text{ ton-m}$ |   |   |
| 45 |   |   |                       |   |   |       |   |                    |   |            |   |   |   |                            |   |   |

Fig. 3.2.3 Filas 28 a 45: Determinación de la resistencia nominal

### 3.3 LISTADO DEL PROGRAMA “DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SEC. RECTANGULAR USANDO LAS HIPOSTESIS DEL ACI

| 1  | A  | B   | C | D | E                                   | F                                      | G | H | I   |  |
|----|--|---|---|---|-------------------------------------|--|---|---|-----|--|
| 1  | <b>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION USANDO LAS HIPOTESIS ACI</b> |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 2  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 3  | NOTAS  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 4  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 5  |  | Para desplazarse al ingresar datos presiones la tecla tab                     |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 6  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 7  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 8  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 9  |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 10 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 11 |  |   |   |   |                                     |  |   |   | d=  |  |
| 12 |  | h = =N8   |   |   |                                     | d= =N9                                 |   |   | =N9 |  |
| 13 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 14 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 15 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 16 |  |   |   |   | =N7                                 |  |   |   |     |  |
| 17 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 18 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 19 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 20 |  |   |   |   |                                     | <i>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA</i> |   |   |     |  |
| 21 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 22 |  | 0.003   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 23 |  | =SI(((1.05-(N10/1400))<0.851,(1.05-(N10/1400)),0.85)                          |   |   | para fc =<280<br>kg/cm <sup>2</sup> | =((B22*(N9-B25))/N17)                  |   | y |     |  |
| 25 |  | a= =B23*N17   |   |   | cms fs = fy :                       |  |   |   |     |  |
| 26 |  | 0.85*fc= =0.85*N10  |   |   | kg /cm                              |  |   |   |     |  |
| 27 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 28 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 29 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 30 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 31 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 32 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 33 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 34 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 35 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 36 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 37 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 38 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 39 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 40 |  | y según la ecuacion:  |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 41 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 42 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 43 |  |   |   |   |                                     | w = indice de refuerzo                 |   |   | y   |  |
| 44 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |
| 45 |  |   |   |   |                                     |  |   |   |     |  |

Fig. 3.3.1 Listado del programa, celdas A1 a I45.

|    | K | L      | M  | N  | O       | P             |
|----|---|--------|--|--|---------|---------------|
| 1  |   |        |  |  |         |               |
| 2  |   |        |  |  |         |               |
| 3  |   |        | las celdas en amarillo indican sugerencias y program |  |         |               |
| 4  |   |        |  |  |         |               |
| 5  |   |        | las celdas en canela indican                         |  |         |               |
| 6  |   |        | DATO   |  |         |               |
| 7  |   |        | $F'c$  | $b=30$   | $cms$   |               |
| 8  |   |        |  | $h=65$   | $cms$   |               |
| 9  |   | C      |  | $d=60$   | $cms$   |               |
| 10 |   |        |  | $f_y=420$  | $kg$ 2  |               |
| 11 |   |        |  | $As=15$  | $cms^2$ | 3 barras No 8 |
| 12 |   |        |  | $f_c=200$  | $kg$ 2  |               |
| 13 |   |        |  | $f'c=0.8*N1$   | $kg$ 2  |               |
| 14 |   | T      |  | $f'c=C28*N1$   | $kg$ 2  |               |
| 15 |   |        |  |  |         |               |
| 16 |   |        |  |  |         |               |
| 17 |   |        |  | $c=REDONDEAR((K27/(0.8*N14*$                         | $cms$   |               |
| 18 |   |        |  |  |         |               |
| 19 |   |        |  |  |         |               |
| 20 |   |        |  |  |         |               |
| 21 |   |        |  |  |         |               |
| 22 |   |        |  |  |         |               |
| 23 |   |        | $=B25*N17*N14$ kg                                    | por triang.  |         |               |
| 24 |   |        |  |  |         |               |
| 25 |   | por lo | $=N10/20000$   | $=SI(M25<F25,"el acero esta fluyendo", "el acero no$ |         |               |
| 26 |   |        |  |  |         |               |
| 27 |   |        | $=N11*N1$  | $=SI(K27<K23,"amentar sec o disminuir$               |         |               |
| 28 |   |        |  |  |         |               |
| 29 |   |        | $=(N14/N10)*(4800/(N10+$                             |  |         |               |
| 30 |   |        |  | $=SI(N42<M29,"la sec es subreforzada","la sec es$    |         |               |
| 31 |   |        | $=N1$  |  |         |               |
| 32 |   |        | $M_n = T * z$  |  |         |               |
| 33 |   | C      |  |  |         |               |
| 34 |   |        | $M_n =$  | $=(K27/1000)*(I36/$                                  | $ton-$  |               |
| 35 |   |        |  |  |         |               |
| 36 |   | z      |  | $=N34*M3$  | $ton-$  |               |
| 37 |   |        | (Momento Resistente de                               |  |         |               |
| 38 |   |        | $F_R=0.9$  |  |         |               |
| 39 |   |        |  |  |         |               |
| 40 |   | T      |  |  |         |               |
| 41 |   |        |  |  |         |               |
| 42 |   |        |  | $=(N11/(N7*N$  |         |               |
| 43 |   |        |  |  |         |               |
| 44 |   |        |  | $=(N42*N10)/N$                                       |         |               |
| 45 |   |        |  |  |         |               |
| 46 |   |        | $M_n =$  | $=(N7*N9*N9*N14*N44*(1-$                             | $ton-$  |               |
| 47 |   |        | (Resistencia   |  |         |               |

Fig.3.3.2 listado del programa, celdas K1 a P47.

### 3.4 PROGRAMA "DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION USANDO LAS HIPOTESIS ACI

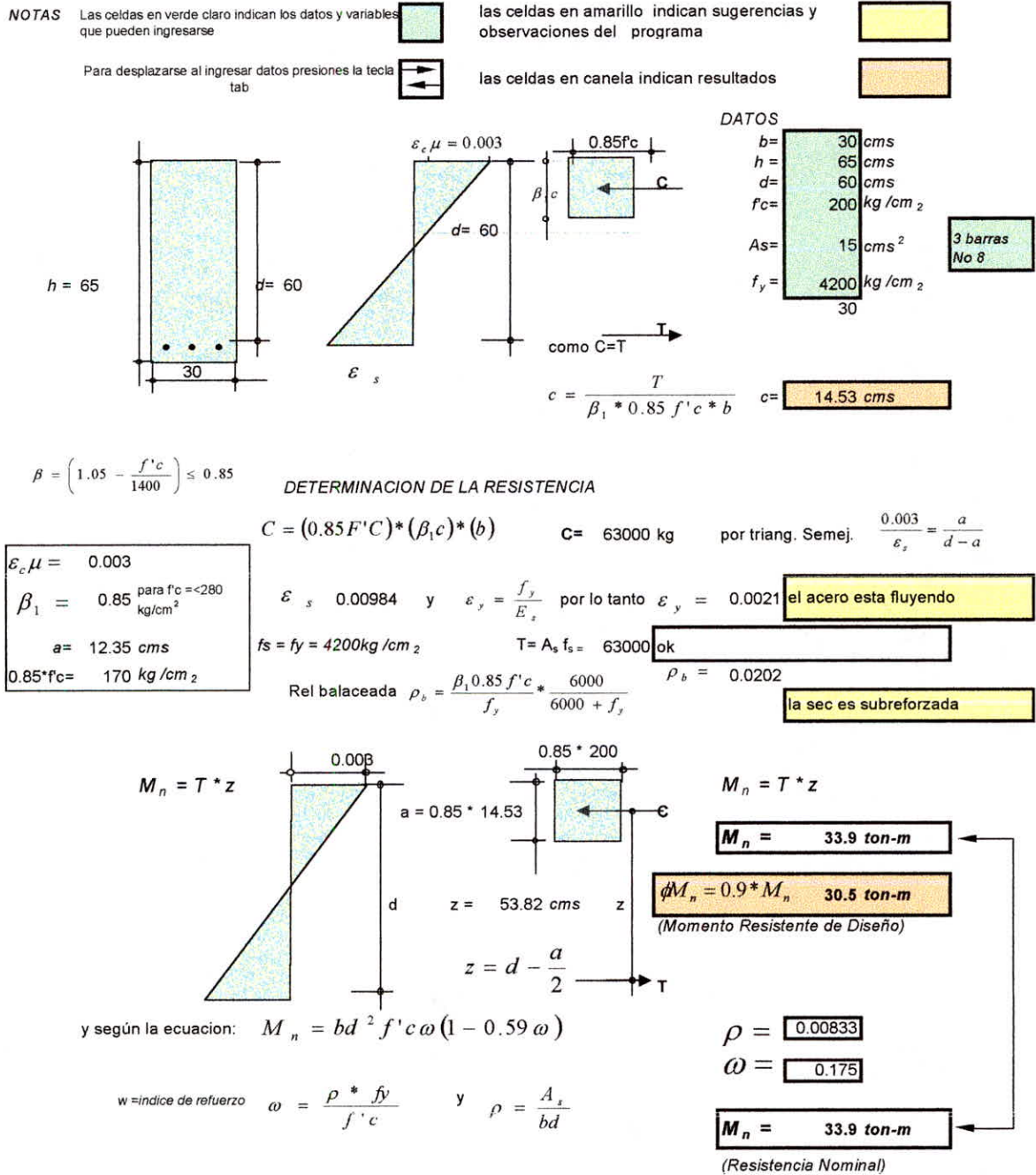


Fig. 3.4.1 Impresión del Programa.

### 3.5 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION RECTANGULAR USANDO LAS HIPÓTESIS DE LAS NTC

Este procedimiento es aplicable únicamente a secciones rectangulares subreforzadas, con refuerzo de tensión únicamente.

Como se comentó en 2.2 al abrir el programa se recomienda ajustar la pantalla, en las primeras cinco filas se encuentran las recomendaciones generales ya comentadas.

A partir de la fila 6 se encuentra el diagrama de distribución de esfuerzos y deformaciones según la hipótesis del NTC, y en la columna “n” los datos a ingresar, en la columna “o” se indican las unidades, de los datos.

Las NTC recomiendan una distribución de rectangular de esfuerzos ligeramente diferente de la del ACI La reducción en el volumen del bloque de esfuerzos correspondiente a concretos de alta resistencia, se hace disminuyendo el valor del esfuerzo máximo  $\beta_3 f'_c$  y no reduciendo la profundidad del bloque como lo hace el ACI.

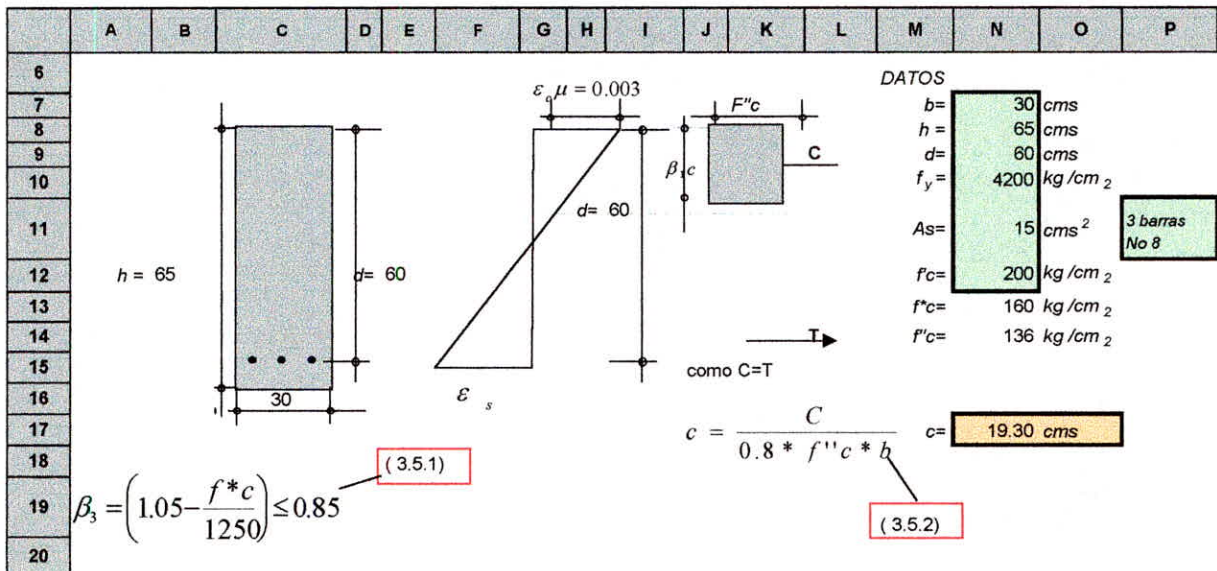


Fig. 3.5.1 filas 6 a 20 ingreso de datos y calculo de la fuerza de compresión

Se calcula con la Ec.3.5.1  $\beta_3$  El resultado se encuentra en la celda A26 con lo cual se puede calcular  $F'_c$  (celda N14). Con la ec. 3.5.2 se obtiene el valor del eje neutro (celda N17).

A partir de este estado de esfuerzos. Se calcula la fuerza de compresión (3.5.3). En el programa este resultado se muestra en "K21" fig. 3.5.2.

|    | A | B | C                        | D                            | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|--------------------------|------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 20 |   |   |                          |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   |   |                          |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |   | $\epsilon_c \mu = 0.003$ |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   | $\beta_1 = 0.80$         | Para secciones rectangulares |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |                          |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   | $a = 15.44 \text{ cms}$  |                              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|                                    |                         |                                |  |
|------------------------------------|-------------------------|--------------------------------|--|
| $C = (F''C) * (\beta_1 c) * (b)$   | $C = 62,995 \text{ kg}$ | por triang. Semej.             | $\frac{0.003}{\epsilon_s} = \frac{a}{d-a}$ |
| (3.5.3)                            |                         | (3.5.4)                        |  |
| $\epsilon_s = 0.00693$             | y                       | $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$ | por lo tanto $\epsilon_y = 0.0021$         |
|                                    |                         |                                | el acero esta fluyendo                     |
| $f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$ |                         | $T = A_s f_s = 63000$          | ok   |

Fig.3.5.2 Filas 20 a 25. Cálculo de ecuaciones (3.5.3) y (3.5.4)

En las filas 23 y 27 enmarcados en amarillo aparecen las observaciones del programa en cuanto a si la sección es sobrerreforzada o subreforzada y si el acero esta fluyendo o no.

|    | A | B | C                                | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 25 |   |   | $a = 15.44 \text{ cms}$          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   | $\beta_3 = 0.85 \text{ kg/cm}_2$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 43 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 44 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 45 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 46 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 47 |   |   |                                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|   |                            |                                |
|---|----------------------------|--------------------------------|
| $f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$                                      | $T = A_s f_s = 63000$      | ok                             |
| Rel balaceada $\rho_b = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$ | $\rho_b = 0.0152$          | la sec es subreforzada         |
| Ec. 3.5.5   |                            |                                |
| $M_n = I * z$   | $M_n = 32.9 \text{ ton-m}$ |                                |
| $M_R = F_R * M_n$   | $M_R = 29.6 \text{ ton-m}$ | (Momento Resistente de Diseño) |
| $F_R = 0.9$   |                            |                                |
| Ec. 3.5.6   | $\rho = 0.00833$           |                                |
| Ec. 3.5.7   | $q = 0.25735$              |                                |
| Ec. 3.5.8   | $M_n = 32.9 \text{ ton-m}$ | (Resistencia Nominal)          |

Fig. 3.5.3 Filas 25 a 47. Calculo del momento resistente de diseño.

Con (3.5.5) se encuentra la relación balanceada, este valor es comparado con el obtenido con (3.5.8) para determinar si la sección es subreforzada o sobre reforzada, para asegurar una ductilidad adecuada y reducir así el riesgo de fallas frágiles.

Con la fuerza de tensión que se obtuvo en la celda K25 se multiplica esta fuerza por su brazo de palanca (distancia entre el centro del bloque de compresión al centro de gravedad del acero.)

El momento nominal se obtuvo en la celda N32, para obtener el momento resistente de diseño se multiplica este valor por un factor  $F_R$  igual 0.9 el valor de este momento se encuentra en la celda N34.

El momento resistente de diseño se puede obtener, también con (3.5.6) que involucra el índice de refuerzo (3.5.7) y la relación de refuerzo (3.5.8)

En la siguiente sección se presenta el listado de este programa para presentar las formulas y su localización en cada celda.

### 3.6 LISTADO DEL PROGRAMA “DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION RECTANGULAR USANDO LAS HIPOTESIS NTC

|    | A     | B   | C                            | D  | E                   | F                     | G | H | I                | J                                  |           |
|----|-------|---|------------------------------|--|---------------------|-----------------------|---|---|------------------|------------------------------------|-----------|
| 1  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 2  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 3  | NOTAS | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 4  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 5  |       | Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tab                      |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 6  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 7  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 8  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 9  |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 10 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 11 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   | d=               |                                    |           |
| 12 |       | h =   | =N8                          |  |                     | d=                    |   |   | =N9              |                                    |           |
| 13 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 14 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 15 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    | como C=T  |
| 16 |       |   | =N7                          |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 17 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 18 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 19 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 20 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 21 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 22 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    | DETERMIN. |
| 23 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    | C=        |
| 24 |       | 0.003   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 25 |       | 0.8   | Para secciones rectangulares |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 26 |       |   |                              |  |                     | =((B24*(N9-B27))/N17) |   | y |                  |                                    |           |
| 27 |       | a=  | =B25*N17                     | cms  |                     | fs = fy =             |   |   |                  | T= A <sub>s</sub> f <sub>s</sub> = |           |
| 28 |       |   |                              | =SI(((1.05-(N13/1250))<0.849,(1.05-(N13/1250)),0.85) | kg /cm <sup>2</sup> |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 29 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  | Rel balaceada                      |           |
| 30 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 31 |       |   |                              |  |                     | 0.003                 |   |   |                  | 0.8 *                              |           |
| 32 |       |   | $M_n = I * Z$                |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 33 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   | = 0.85 * =N17    |                                    |           |
| 34 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 35 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 36 |       |   |                              |  |                     |                       | d |   | z = (N9-(B27/2)) | cms                                |           |
| 37 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 38 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 39 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 40 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 41 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 42 |       |   | y según la                   |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 43 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 44 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 45 |       |   |                              |  |                     | q =índice de refuerzo |   |   | y                |                                    |           |
| 46 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |
| 47 |       |   |                              |  |                     |                       |   |   |                  |                                    |           |

Fig. 3.6.1 Listado del programa celdas A1 a J47

|    | K      | L | M                       | N   | O                | P             |
|----|--------|---|-------------------------|---|------------------|---------------|
| 1  |        |   |                         |   |                  |               |
| 2  |        |   |                         |   |                  |               |
| 3  |        |   |                         |   |                  |               |
| 4  |        |   |                         |   |                  |               |
| 5  |        |   |                         |   |                  |               |
| 6  |        |   | DATO                    |   |                  |               |
| 7  | F''c   |   |                         | b=30  | cms              |               |
| 8  |        |   |                         | h=65  | cms              |               |
| 9  |        | C |                         | d=60  | cms              |               |
| 10 |        |   |                         | f <sub>y</sub> =420                                     | kg               | 2             |
| 11 |        |   |                         | As=15   | cms <sup>2</sup> | 3 barras No 8 |
| 12 |        |   |                         | f'c=200   | kg               | 2             |
| 13 |        |   |                         | f'c=0.8*N1  | kg               | 2             |
| 14 |        | T |                         | f'c=C28*N1  | kg               | 2             |
| 15 |        |   |                         |   |                  |               |
| 16 |        |   |                         |   |                  |               |
| 17 |        |   |                         | c=REDONDEAR((K27/(0.8*N14*                              | cms              |               |
| 18 |        |   |                         |   |                  |               |
| 19 |        |   |                         |   |                  |               |
| 20 |        |   |                         |   |                  |               |
| 21 |        |   |                         |   |                  |               |
| 22 |        |   |                         |   |                  |               |
| 23 |        |   | =B25*N17*N14*kg         | por triang.   |                  |               |
| 24 |        |   |                         |   |                  |               |
| 25 | por lo |   | =N10/20000              | =SI(M25<F25,"el acero esta fluyendo", "el acero no esta |                  |               |
| 26 |        |   |                         |   |                  |               |
| 27 |        |   | =N11*N1                 | =SI(K27<K23,"amentar sec o disminuir                    |                  |               |
| 28 |        |   |                         |   |                  |               |
| 29 |        |   | =(N14/N10)*(4800/(N10+6 |   |                  |               |
| 30 |        |   |                         | =SI(N42<M29,"la sec es subreforzada", "la sec es        |                  |               |
| 31 | =N1    |   |                         |   |                  |               |
| 32 |        |   | M <sub>n</sub> = T * z  |   |                  |               |
| 33 |        | C |                         |   |                  |               |
| 34 |        |   | M <sub>n</sub> =        | =(K27/1000)*(I36/1                                      | ton-             |               |
| 35 |        |   |                         |   |                  |               |
| 36 | z      |   |                         | =N34*M3   | ton-             |               |
| 37 |        |   | (Momento Resistente de  |   |                  |               |
| 38 |        |   | F <sub>R</sub> = 0.9    |   |                  |               |
| 39 |        |   |                         |   |                  |               |
| 40 |        | T |                         |   |                  |               |
| 41 |        |   |                         |   |                  |               |
| 42 |        |   |                         | =(N11)/(N7*N  |                  |               |
| 43 |        |   |                         |   |                  |               |
| 44 |        |   |                         | =(N42*N10)/N  |                  |               |
| 45 |        |   |                         |   |                  |               |
| 46 |        |   | M <sub>n</sub> =        | =(N7*N9*N9*N14*N44*(1-                                  | ton-             |               |
| 47 |        |   | (Resistencia            |   |                  |               |

Fig. 3.6.2 Listado del programa, celdas K1 a P47

### 3.7 PROGRAMA "DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION RECTANGULAR USANDO LAS NTC

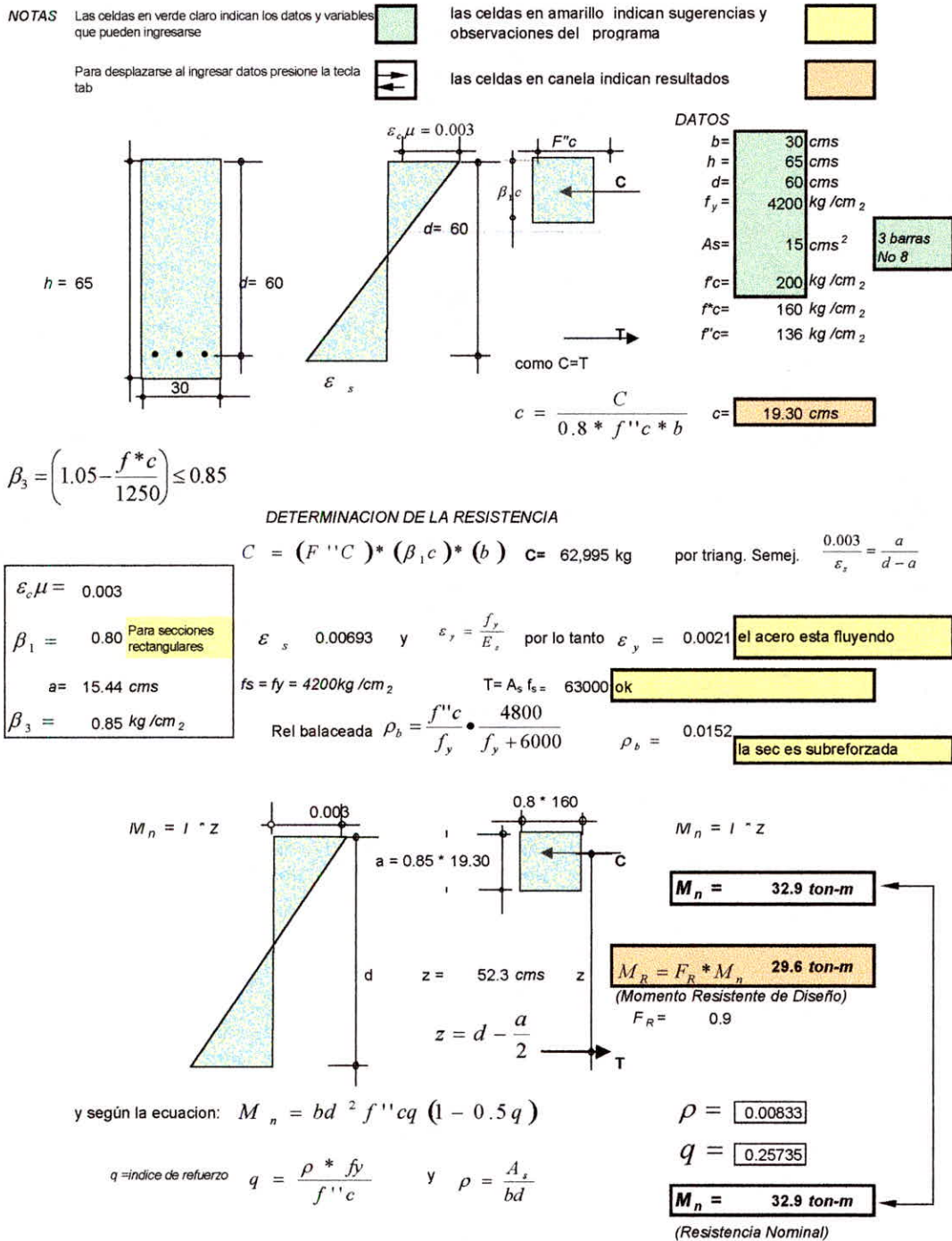


Fig. 3.7.1 Impresión del programa.

### 3.8 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION T USANDO LAS HIPÓTESIS DEL ACI

La diferencia respecto al caso de una sección rectangular, estriba en el cálculo de la fuerza de compresión, y determinar para cada caso si el eje neutro queda dentro o por debajo del patín. Si el eje neutro queda por debajo del patín el bloque de esfuerzos es de ancho variable y por lo mismo la fuerza de compresión se calcula en dos partes. Cuando el eje neutro cae dentro del patín el comportamiento de la sección es igual al de una sección rectangular cuyo ancho es del patín.

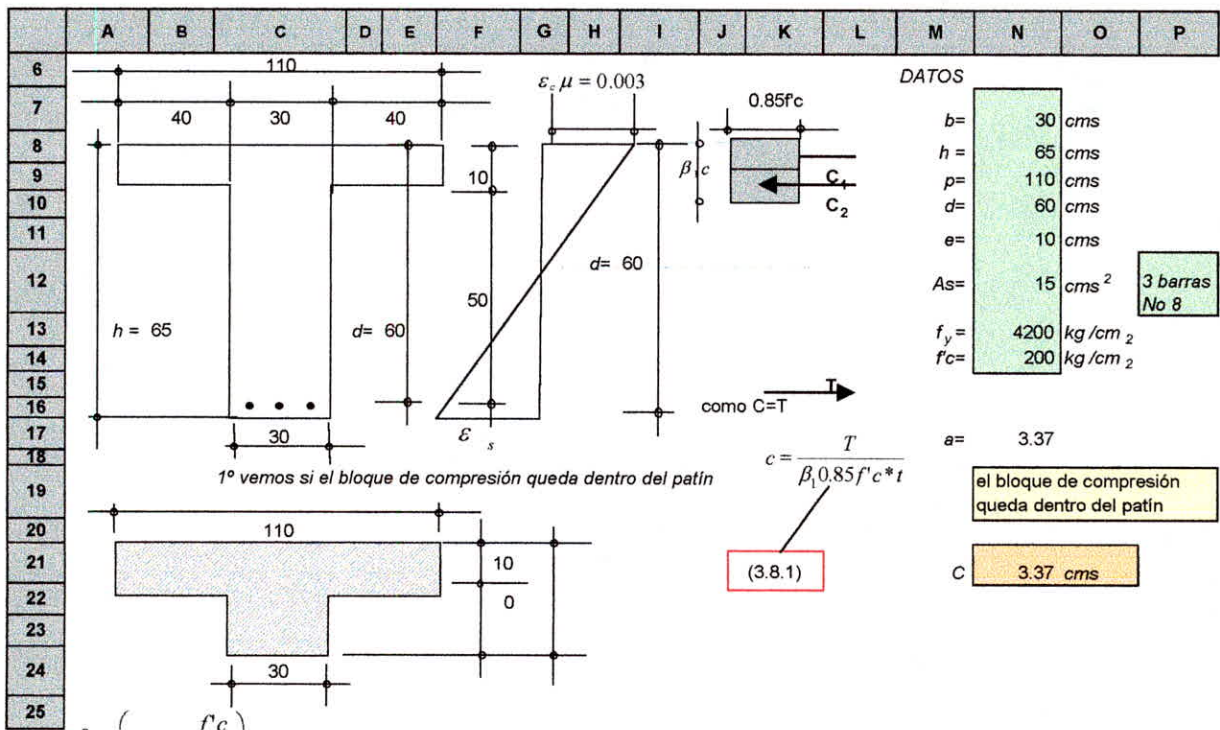


Fig. 3.8.1 Filas 6 a 25 Datos y calculo del bloque de compresión

Para obtener la posición del eje neutro se aplica (3.8.1) el resultado se encuentra en la celda N21

Con este criterio se puede calcular secciones simétricas de forma cualquiera, dividiendo la zona de compresión en franjas estrechas paralelas al eje neutro.

Se obtiene después la relación balanceada, el ACI especifica usar como máximo el 75 % de la relación balanceada en construcciones normales y el 50% en zonas sísmicas. En este programa se fijó este % en 50 (celda J34).

|    | A  | B | C | D  | E                               | F | G                      | H | I | J   | K       | L | M                                  | N | O | P | Q |
|----|--|---|---|--|---------------------------------|---|------------------------|---|---|---|---------|---|------------------------------------|---|---|---|---|
| 25 |  |   |   |  |                                 |   |                        |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 26 | $\beta_1 = \left(1.05 - \frac{f_c}{1400}\right) \leq 0.85$ |   |   | (3.8.2)  | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA |   |                        |   |   |   | (3.8.3) |   |                                    |   |   |   |   |
| 27 |  |   |   | $C = (0.85 F' C) * (\beta_1 c) * (b)$  |                                 |   | $C = 53550 \text{ kg}$ |   |   | por triang. Semej. $\frac{0.003}{\epsilon_s} = \frac{a}{d-a}$ |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 28 | $\epsilon_c \mu = 0.003$                                   |   |   | $C_1 = (0.85 F' C) * (\beta_1 c) * (p)$  |                                 |   | $\epsilon_s = 0.05088$ |   |   | y $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$                              |         |   | por lo tanto $\epsilon_y = 0.0021$ |   |   |   |   |
| 29 | $\beta_1 = 0.85$   |   |   | para $f_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$  |                                 |   |                        |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 30 |  |   |   |  |                                 |   |                        |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 31 | $a = 2.864 \text{ cms}$                                    |   |   | $f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$   |                                 |   | $T = A_s f_s = 63000$  |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 32 | $0.85 * f_c = 170 \text{ kg/cm}_2$                         |   |   | Rel balanceada $\rho_b = \frac{\beta_1 0.85 f_c}{f_y} * \frac{6000}{6000 + f_y}$ |                                 |   | $\rho_b = 0.0202$      |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |
| 33 |  |   |   |  |                                 |   |                        |   |   |   |         |   |                                    |   |   |   |   |

Fig. 3.8.2 Filas 25 a 33. Obtención de la relación balanceada.

El Momento resistente se calculó tomando momentos de las fuerzas de compresión con respecto al centro de gravedad del acero.

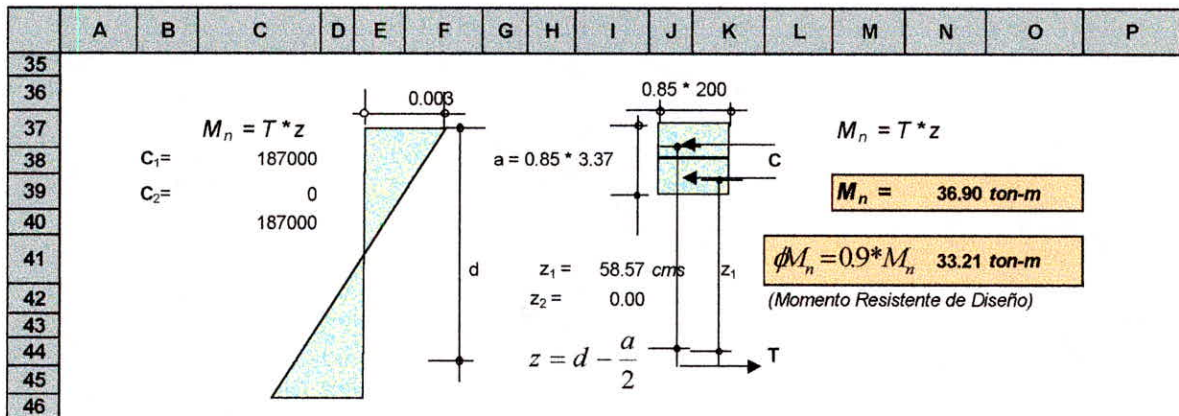


Fig.3.8.3 Filas 35 a 46. Obtención del momento resistente de diseño.

### 3.9 LISTADO DEL PROGRAMA

|    | A     | B   | C                                 | D | E        | F                                  | G             | H                |  |
|----|-------|---|-----------------------------------|---|----------|------------------------------------|---------------|------------------|--|
| 1  |       | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION T USANDO LAS HIPOTESIS ACI |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 2  |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 3  | NOTAS | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse       |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 4  |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 5  |       | Se recomienda <b>NO</b> guardar cambios al salir                                    |                                   |   |          |                                    |               | no               |  |
| 6  |       |   | =M9                               |   |          |                                    |               |                  |  |
| 7  |       | =(C6-M7)/2  | =M7                               |   | =B7      |                                    |               |                  |  |
| 8  |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 9  |       |   |                                   |   |          | =M11                               |               |                  |  |
| 10 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 11 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 12 |       |   |                                   |   |          | =M10-M11                           |               | d=               |  |
| 13 |       | h = =M8   |                                   |   | d= =M10  |                                    |               |                  |  |
| 14 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 15 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 16 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 17 |       |   | =M7                               |   |          |                                    |               |                  |  |
| 18 |       | 1º vemos si el bloque de compresión queda dentro del patín                          |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 19 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 20 |       |   | =C6                               |   |          |                                    |               |                  |  |
| 21 |       |   |                                   |   |          | =F9                                |               |                  |  |
| 22 |       |   |                                   |   |          | =SI(N17>M11,N21-F21,0)             |               |                  |  |
| 23 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 24 |       |   | =C17                              |   |          |                                    |               |                  |  |
| 25 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 26 |       |   |                                   |   | DETERMIN |                                    |               |                  |  |
| 27 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 28 |       | 0.003   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 29 |       | =SI((1.05-(M14/1400))<0.851,(1.05-(M14/1400)),0.85)                                 | para $f_c = <280 \text{ kg/cm}^2$ |   |          | =((B28*(M10-B31))/N21)             |               | y                |  |
| 31 |       | a= =SI(N17<M11,B29*N21,B29*(F21+F22))   | cms                               |   |          | $f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$ |               |                  |  |
| 32 |       | $0.85*f_c = 0.85*M14$   | $\text{kg/cm}_2$                  |   |          |                                    | Rel balaceada |                  |  |
| 33 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 34 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 35 |       |   |                                   |   |          |                                    |               | 0.5              |  |
| 36 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 37 |       |   |                                   |   |          | 0.003                              |               |                  |  |
| 38 |       |   | $M_n = T * z$                     |   |          |                                    |               |                  |  |
| 39 |       | C <sub>1</sub> =  | =M11*M9*0.85*M14                  |   |          |                                    |               | a = 0.85 *       |  |
| 40 |       | C <sub>2</sub> =  | =F22*M7*0.85*M14                  |   |          |                                    |               |                  |  |
| 41 |       |   | =C40+C39                          |   |          |                                    |               |                  |  |
| 42 |       |   |                                   |   |          |                                    | d             | z <sub>1</sub> = |  |
| 43 |       |   |                                   |   |          |                                    |               | z <sub>2</sub> = |  |
| 44 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 45 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 46 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 47 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 48 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 49 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 50 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 51 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |
| 52 |       |   |                                   |   |          |                                    |               |                  |  |

Fig. 3.9.1 Listado del programa celdas A1 a H52

|    | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1  |   |   |   |   |   |   |
| 2  |   |   |   |   |   |   |
| 3  |   |   |   |   |   |   |
| 4  |   |   |   |   |   |   |
| 5  |   |   |   |   |   |   |
| 6  |   |   |   |   |   |   |
| 7  |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   |   |   |   |   |   |
| 19 |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |   |   |   |   |   |
| 31 |   |   |   |   |   |   |
| 32 |   |   |   |   |   |   |
| 33 |   |   |   |   |   |   |
| 34 |   |   |   |   |   |   |
| 35 |   |   |   |   |   |   |
| 36 |   |   |   |   |   |   |
| 37 |   |   |   |   |   |   |
| 38 |   |   |   |   |   |   |
| 39 |   |   |   |   |   |   |
| 40 |   |   |   |   |   |   |
| 41 |   |   |   |   |   |   |
| 42 |   |   |   |   |   |   |
| 43 |   |   |   |   |   |   |
| 44 |   |   |   |   |   |   |
| 45 |   |   |   |   |   |   |
| 46 |   |   |   |   |   |   |
| 47 |   |   |   |   |   |   |
| 48 |   |   |   |   |   |   |
| 49 |   |   |   |   |   |   |
| 50 |   |   |   |   |   |   |
| 51 |   |   |   |   |   |   |
| 52 |   |   |   |   |   |   |

Fig. 3.9.2 Listado del programa celdas K1 a P52

### 3.10 PROGRAMA “DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION T USANDO LAS HIPOTESIS ACI”

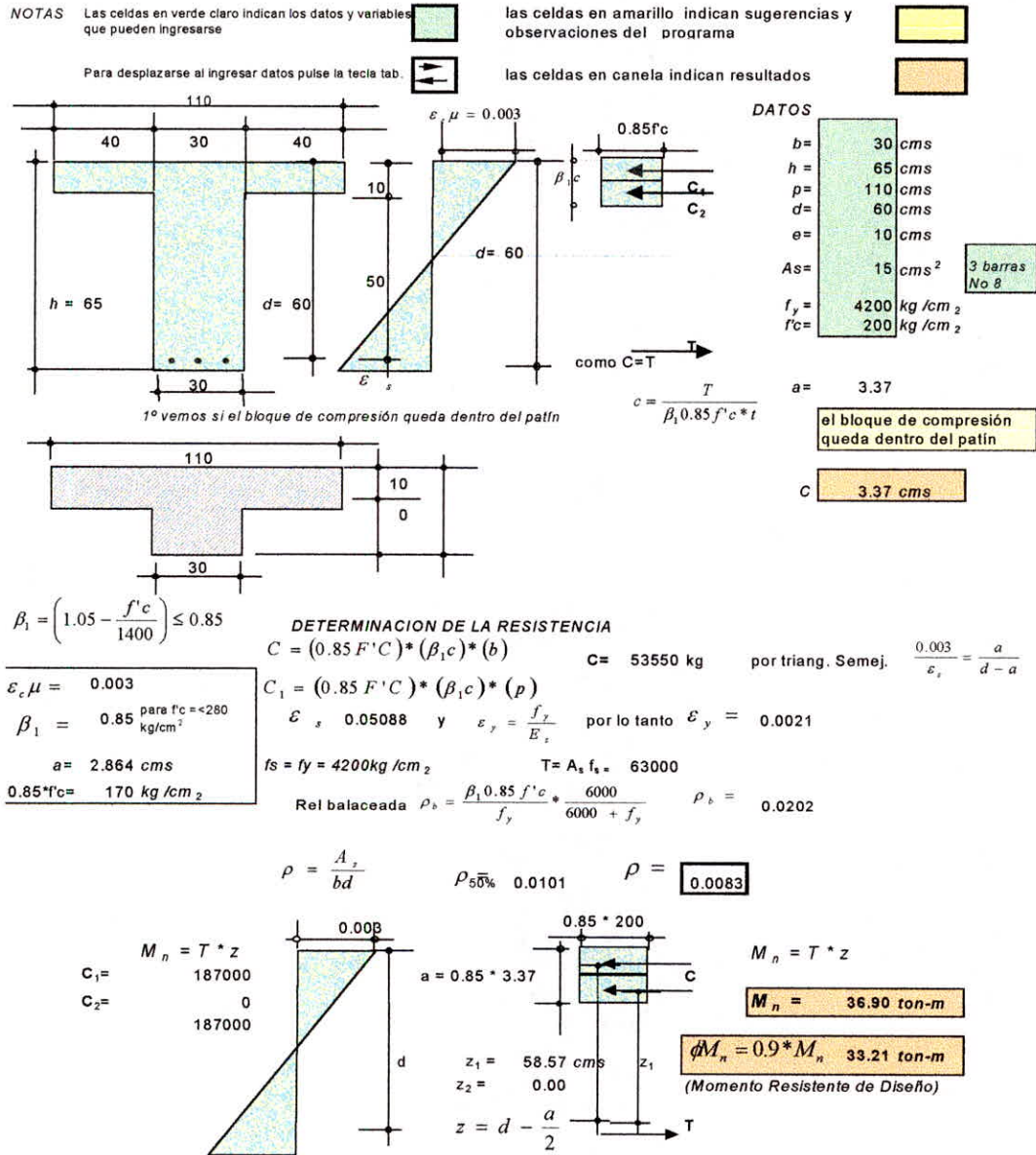


Fig. 3.10.1 Impresión del programa.

### 3.11 DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION T USANDO LAS HIPÓTESIS DE LAS NTC

El Procedimiento es igual al comentado en el capítulo anterior y las diferencias en el planteamiento teórico ya fueron explicadas también en el capítulo 3.5

Las Normas Técnicas Complementarias en su sección 2.1.2.c. Establecen: “El ancho del patín que se considere trabajando a compresión en secciones L y T a cada lado del alma será el menor de los tres valores siguientes: la octava parte del claro menos la mitad del ancho del alma, la mitad de la distancia al paño del alma del miembro más cercano, y ocho veces el espesor del patín.” Por lo que siguiendo esta observación se fija un claro máximo para la sección que se propone en la celda P11.

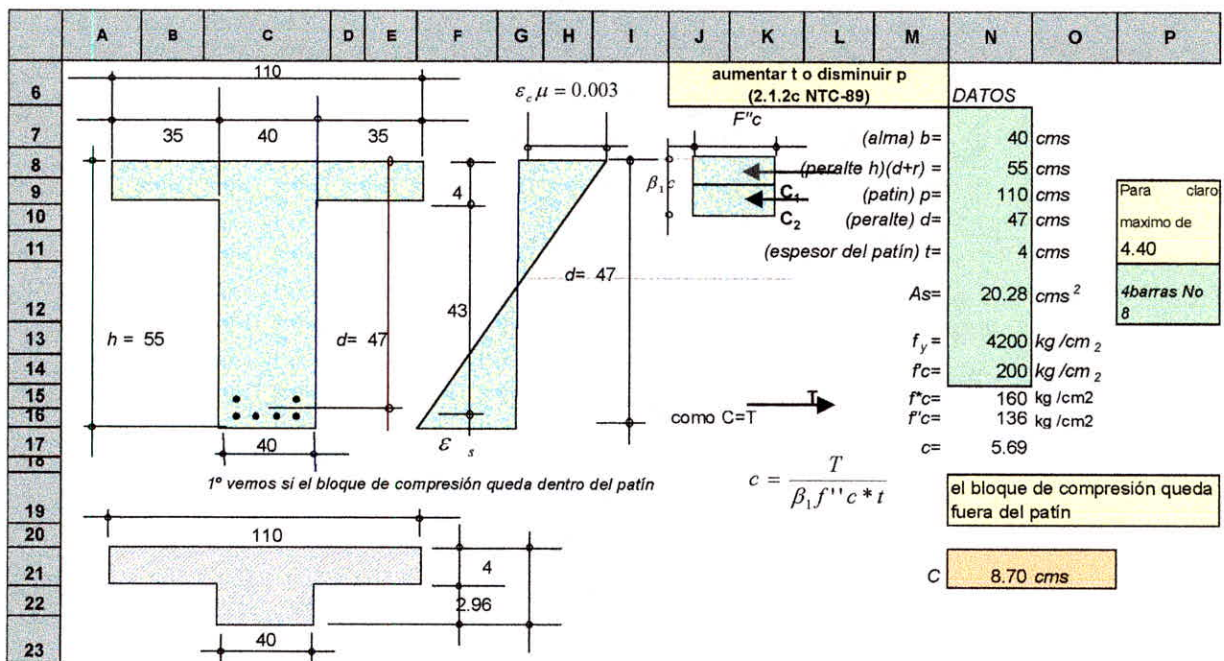


Fig. 3.11.1 Filas 6 a 23. Ingreso de datos.

Si se ingresa un valor menor a 8 veces el espesor del patín aparece un letrero en J6 el cual avisa que se tiene que aumentar el espesor del patín o disminuir el ancho del mismo. (fig. 3.11.1)

Si se ingresara un área de acero muy elevada, aparece un letrero en N35 avisando que el área de acero sobrepasa a la correspondiente a la relación balanceada. (fig.3.11.2)

|    | A  | B | C | D                                      | E | F | G   | H | I | J   | K | L | M                         | N | O | P |
|----|--|---|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---------------------------|---|---|---|
| 24 | $\beta_3 = \left(1.05 - \frac{f^*c}{1250}\right) \leq 0.85$                                |   |   | <i>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA</i> |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 25 |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 26 | para concretos >250 ( ec 2.4 NTC-89)   |   |   | $C = (f''c) * (\beta_1 c) * (b)$       |   |   | C= 150974 kg  |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 27 | $\epsilon_c \mu = 0.003$   |   |   |  |   |   |   |   |   | por triang. Semej. $\frac{0.003}{\epsilon_s} = \frac{a}{d-a}$ |   |   |                           |   |   |   |
| 28 | $\beta_1 = 0.80$ <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">2.1.1e NTC-89</span> |   |   | $\epsilon_s = 0.0035$                  |   |   | y $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$                          |   |   | por lo tanto $\epsilon_y = 0.0021$                            |   |   |                           |   |   |   |
| 29 |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 30 | a= 19.12 cms   |   |   | $f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$     |   |   | T= $A_s f_s = 168000$                                     |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 31 | $0.85 * f_c = 170 \text{ kg/cm}_2$   |   |   | Rel balanceada                         |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 32 | $\beta_1 = 0.85$   |   |   | (Ec 2.2 NTC-89)                        |   |   | $\rho_b = \frac{f''c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$ |   |   | $\rho_b = 0.0152$   |   |   | la sec es sobrerreforzada |   |   |   |
| 33 |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |
| 34 |  |   |   | $\rho = \frac{A_s}{bd}$                |   |   | $\rho_{75\%} = 0.0114$                                    |   |   | $\rho = 0.0213$   |   |   | rel de acero muy alta     |   |   |   |
| 35 |  |   |   |  |   |   |   |   |   |   |   |   |                           |   |   |   |

Fig. 3.11.2 Filas 24 a 35 Obtención de la relación balanceada.

Por último si no se corrige la cantidad de acero aunque en O41 se encuentra el momento resistente de diseño en L43 aparece un letrero que avisa de riesgo de falla frágil. Fig. 3.11.3

|    | A             | B        | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---------------|----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 35 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 | $M_n = T * z$ |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 | $C_1 =$       | 59840    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 | $C_2 =$       | 82252.8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40 |               | 142092.8 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 43 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 44 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 45 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 46 |               |          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 3.11.3 Filas 35 a 46 Obtención del momento resistente de diseño.

### 3.12 LISTADO DEL PROGRAMA

|    | A  | B   | C                            | D       | E                   | F                      | G | H             | I   | J                                |  |
|----|--|---|------------------------------|---------|---------------------|------------------------|---|---------------|---|----------------------------------|--|
| 1  | <b>DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UNA SECCION T USANDO LAS NTC</b> |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 2  |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 3  | NOTAS  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |                              |         |                     |                        |   |               | las celdas en amarillo indican sugerencia               |                                  |  |
| 4  |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 5  |  | Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tabulador                |                              |         |                     |                        |   |               | las celdas en canela indican resultados                 |                                  |  |
| 6  |  |   | =N9                          |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 7  |  | =(C6-N7)/2  | =N7                          |         | =B7                 |                        |   |               |   |                                  |  |
| 8  |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 9  |  |   |                              |         |                     | =N11                   |   |               |   |                                  |  |
| 10 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 11 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 12 |  |   |                              |         |                     |                        |   | d=            |   |                                  |  |
| 13 |  | h = =N8   |                              | d= =N10 |                     | =N10-N11               |   | =N10          |   |                                  |  |
| 14 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 15 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 16 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   | como C=                          |  |
| 17 |  |   | =N7                          |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 18 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 19 |  |   | 1º vemos si el bloque de con |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 20 |  |   | =C6                          |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 21 |  |   |                              |         |                     | =F9                    |   |               |   |                                  |  |
| 22 |  |   |                              |         |                     | =SI(B30>N11,B30-F21,0) |   |               |   |                                  |  |
| 23 |  |   | =C17                         |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 24 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 25 |  |   |                              |         | DETERMINACION       |                        |   |               |   |                                  |  |
| 26 | para concret   |   |                              |         |                     |                        |   |               |   | C=                               |  |
| 27 |  | 0.003   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 28 |  | 0.8   | 2.1.1e NTC-89                |         |                     | =((B27*(N10-B30))/N21) |   | y             |   |                                  |  |
| 29 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 30 |  | a= =B28*N21   | cms                          |         | fs = fy = 4200kg /c |                        |   |               |   | T= A <sub>s</sub> f <sub>s</sub> |  |
| 31 |  | 0.85*f <sub>c</sub> = =0.85*N14   | kg /cm <sup>2</sup>          |         |                     |                        |   | Rel balaceada |   |                                  |  |
| 32 |  | =SI(N14>249.9,(1.05-(N15/1250)),0.85  |                              |         | (Ec 2.2 NTC-89)     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 33 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 34 |  |   |                              |         |                     |                        |   | 0.75          | =N31*0.75   |                                  |  |
| 35 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 36 |  |   |                              |         |                     | 0.003                  |   |               |   | =B32                             |  |
| 37 |  |   | $M_n = T * z$                |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 38 |  | C <sub>1</sub> =  | =N11*N9*N16                  |         |                     |                        |   | a=            | =N21  |                                  |  |
| 39 |  | C <sub>2</sub> =  | =F22*N7*N16                  |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 40 |  |   | =C39+C38                     |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 41 |  |   |                              |         |                     |                        |   | d             |   |                                  |  |
| 42 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               | z <sub>1</sub> = =SI(N17>N11,N10-(N11/2),(N10-(B30/2))) |                                  |  |
| 43 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               | z <sub>2</sub> = =SI(N21>F21,N10-N11-(F22/2),0)         |                                  |  |
| 44 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 45 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 46 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 47 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 48 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 49 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 50 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |
| 51 |  |   |                              |         |                     |                        |   |               |   |                                  |  |

Fig. 3.12.1 Listado del programa, celdas A1 a J51

|    | K              | L | M | N | O | P |
|----|----------------|---|---|---|---|---|
| 1  |                |   |   |   |   |   |
| 2  |                |   |   |   |   |   |
| 3  |                |   |   |   |   |   |
| 4  |                |   |   |   |   |   |
| 5  |                |   |   |   |   |   |
| 6  |                |   |   |   |   |   |
| 7  |                |   |   |   |   |   |
| 8  |                |   |   |   |   |   |
| 9  | C <sub>1</sub> |   |   |   |   |   |
| 10 | C <sub>2</sub> |   |   |   |   |   |
| 11 |                |   |   |   |   |   |
| 12 |                |   |   |   |   |   |
| 13 |                |   |   |   |   |   |
| 14 |                |   |   |   |   |   |
| 15 | T              |   |   |   |   |   |
| 16 |                |   |   |   |   |   |
| 17 |                |   |   |   |   |   |
| 18 |                |   |   |   |   |   |
| 19 |                |   |   |   |   |   |
| 20 |                |   |   |   |   |   |
| 21 |                |   |   |   |   |   |
| 22 |                |   |   |   |   |   |
| 23 |                |   |   |   |   |   |
| 24 |                |   |   |   |   |   |
| 25 |                |   |   |   |   |   |
| 26 |                |   |   |   |   |   |
| 27 |                |   |   |   |   |   |
| 28 | por lo tanto   |   |   |   |   |   |
| 29 |                |   |   |   |   |   |
| 30 | =N12*N13       |   |   |   |   |   |
| 31 |                |   |   |   |   |   |
| 32 |                |   |   |   |   |   |
| 33 |                |   |   |   |   |   |
| 34 |                |   |   |   |   |   |
| 35 |                |   |   |   |   |   |
| 36 | =N14           |   |   |   |   |   |
| 37 |                |   |   |   |   |   |
| 38 | C              |   |   |   |   |   |
| 39 |                |   |   |   |   |   |
| 40 |                |   |   |   |   |   |
| 41 | z <sub>1</sub> |   |   |   |   |   |
| 42 |                |   |   |   |   |   |
| 43 |                |   |   |   |   |   |
| 44 | T              |   |   |   |   |   |
| 45 |                |   |   |   |   |   |
| 46 |                |   |   |   |   |   |
| 47 |                |   |   |   |   |   |
| 48 |                |   |   |   |   |   |
| 49 |                |   |   |   |   |   |
| 50 |                |   |   |   |   |   |
| 51 |                |   |   |   |   |   |

Fig.3.12.2 Listado del programa, celdas K1 a P57

### 3.13 PROGRAMA "DETERMINACION DE LA RESISTENCIA A FLEXION DE UAN SECCION T USANDO LAS NTC

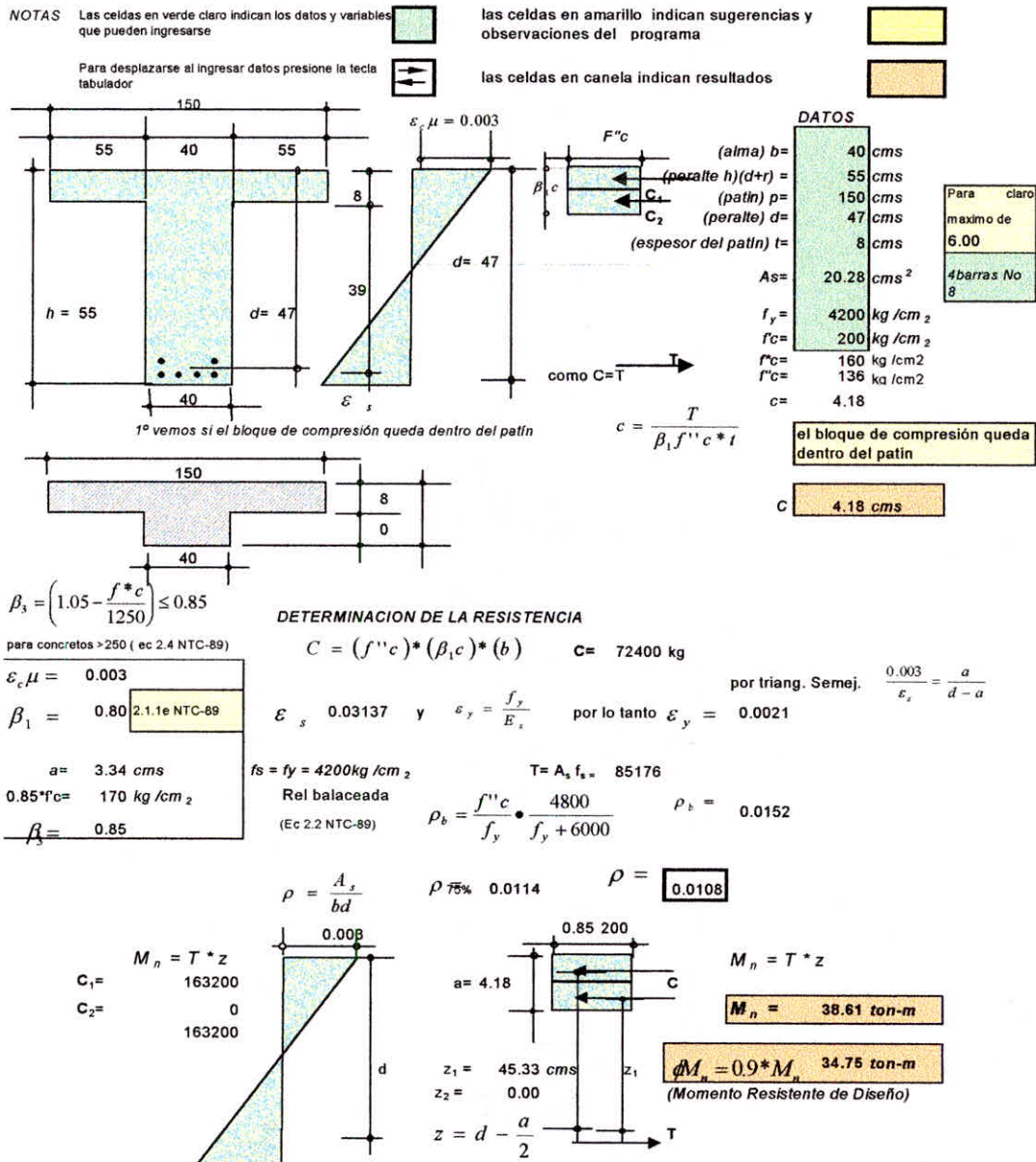


Fig. 3.13.1. Impresión del programa.

### 3.14 DETERMINACION DEL LAS DIMENSIONES Y EL REFUERZO DE UNA SECCIÓN RECTANGULAR USANDO LAS NTC.

La primera parte del programa es muy similar a la presentada en 3.5 con la diferencia que en B20 y B21 celdas correspondientes para ingresar los datos de ancho y peralte, se puede dejar alguna como incógnita ingresando cero en la celda correspondiente. Al ingresar cero cambia el color de la celda, para indicar que esta celda se convierte en incógnita. (fig. 3.14.1)

|    | A                | B    | C                  | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|------------------|------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6  | rec sup=         | 5    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | rec inf=         | 5    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | f'c=             | 200  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | L=               | 6.00 | m                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | V <sub>u</sub>   | 14   | ton                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | M <sub>u</sub>   | 60   | ton-m              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | f <sub>y</sub> = | 4200 | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Estr.No          | 3    |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | inclinación      | 90   | grados             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | f'c=             | 136  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | f'c=             | 160  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | β <sub>1</sub>   | 0.80 |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | d=               | 90   | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 19 | Proponer b o d:  |      |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 | b=               | 0    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 | h=               | 90   | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |                  |      | Con rec incluido   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|  |   |
|--|---|
| $\rho_b = \frac{f''c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$          | Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con A <sub>s</sub> determinado se ingresa A <sub>s</sub> como dato, en caso contrario se ingresa 0 |
| $\therefore \rho_b = 0.0152$ (de 1.0 a 0.75 recomendado)           | $\rho = 0.011429$   |
| $q = \frac{\rho * f_y}{f''c}$                                      | $q = 0.352941$  |
| $d = \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f''c \cdot q(1-0.5q)}}$ desp. b y d: | $b = \frac{M_u}{d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q)}$  |
|  | $M_n = bd^2 f''c q(1-0.5q)$   |
|  | las NTC recomiendan calc. Con una reducción de 2cms en dimensiones menores a 20cms  |
|  | b= 21 cms<br>d= 85 cms  |

Fig.3.14.1. Filas 6 a 22. Datos

También existe la opción si se requiere determinar el momento resistente de una sección determinada, se puede ingresar el área de acero de la sección de la cual se requiere calcular el momento, e ingresar cero en la celda correspondiente al momento. (fig. 3.14.2)

|    | A                | B    | C                  | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|------------------|------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 6  | rec sup=         | 5    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 7  | rec inf=         | 5    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | f'c=             | 200  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | L=               | 6.00 | m                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | V <sub>u</sub>   | 14   | ton                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | M <sub>u</sub>   | 0    |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | f <sub>y</sub> = | 4200 | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | Estr.No          | 3    |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | inclinación      | 90   | grados             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | f'c=             | 136  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|   |   |
|---|---|
| $\rho_b = \frac{f''c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$ | Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con A <sub>s</sub> determinado se ingresa A <sub>s</sub> como dato, en caso contrario se ingresa 0 |
| $\therefore \rho_b = 0.0152$ (de 1.0 a 0.75 recomendado)  | $\rho = 0.011429$   |
|   | $A_s = 15.00$   |

Fig. 3.14.2 Filas 6 a 15. Opción para ingresar área de acero.

Dependiendo de los datos que se hayan ingresado, en la celda E35 aparece un letrero el cual avisa si se trata de una viga simple o doblemente armada y calcula las áreas de acero para cada caso en las celdas K44 y N44. Y en la celda E47 calcula el área de acero máximo, y lo compara con el obtenido en la celda K24. (fig. 3.14.3)

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 | $M_n = bd^2 f'_c q(1 - 0.5q)$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 31 | $M_n = \frac{M_u}{\phi}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 | $M_n = 50.6 \text{ ton-m}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 | se calcula como doblemente armada   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 | $c = 35.2941$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35 | Determinacion del Acero de compresión   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 | $M_{na} = M_n - M_{max} = 9.4 \text{ ton-m}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 | $C_a = \frac{M_{na}}{d - d'} = 12,536 \text{ kg}$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 | $A'_s = \frac{C_a}{f_y - f'_c} = 3.08 \text{ cms}^2$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 | $A_{s,max} = 0.75 \cdot \rho \cdot bd$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40 | $A_{s,max} = 18.2857 \text{ ok}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41 | Diagrama de esfuerzos: $\epsilon_c \mu = 0.003$ , $\epsilon'_s = 0.003$ , $\epsilon_y = 0.0021$ , $c_{max} = 0.75 c_b$ , $c_{max} = 26.47059$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42 | Área de acero en comp: 3.08 cms <sup>2</sup>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 43 | As de tension total: 21.37 cms <sup>2</sup>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 3.14.3 Filas 29 a 48. Cálculo del área de acero

Para el cálculo del refuerzo por tensión diagonal, primero se calcula la fuerza cortante de diseño que toma el concreto, la cual se encuentra definida por (3.14.14), (3.14.15), (3.14.16) y (3.14.17).

|    | A   | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |  |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| 87 | para calculo del refuerzo por tension diagonal 1º calculamos $V_{cR}$ (Resistencia Nominal)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 88 | $F_R$ para cortante = 0.80 $L/h = 7.06$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 89 | si: $\rho < 0.1$ $V_{cR} = F_R bd(0.2 + 30\rho) \sqrt{f'_c}$ (3.14.14) 8,789.32 kg para $L/h > 5$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 90 | si: $\rho \geq 0.1$ $V_{cR} = 0.5 F_R bd \sqrt{f'_c}$ (3.14.15) 8,095.43 kg para $L/h > 5$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 91 | $1.5 F_R bd \sqrt{f'_c} = 24,286$ para $4 > L/h < 5$ variacion lineal entre ecs   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 92 | $V_{cR} = (0.5 F_R bd \sqrt{f'_c}) \left( \left( 3.5 - 2.5 \frac{M}{Vd} \right) > 1.0 \right) < 1.5 F_R bd \sqrt{f'_c}$ (3.14.17) 24,286.29 kg para $L/h < 4$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 93 | $V_{cR} = 8,789 \text{ kg}$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 94 | $V_{cR} = 8,789 \text{ kg}$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 95 | $V_{cR-30\%} = 6,761 \text{ kg}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 96 | $h/b = 4.25 \text{ ok}$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 97 | $h = 85$ como $h > 70$ $V_{cR}$ se reduce en 30%  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| 98 | $\left( 3.5 - 2.5 \frac{M}{Vd} \right) > 1.0 = 3.39$ por lo tanto $V_{cR} = 6,761 \text{ kg}$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |

Fig.3.14.4 Filas 87 a 106. Cálculo de la fuerza cortante de diseño.

Las normas técnicas fijan además restricciones adicionales por geometría y peralte máximo, mismas que están contempladas en las celdas N100 y N102 La fuerza cortante de diseño se encuentra en la celda I104. (Fig. 3.14.4)

A partir de la fila 107 se calcula la separación del refuerzo. Especificado por las ecuaciones: (3.14.18), (3.14.19), (3.14.20), (3.14.21) y (3.14.22). En la celda J118 se muestra la separación máxima. (fig. 3.14.5)

|     | A                                  | B     | C | D | E | F | G | H              | I | J         | K | L | M | N | O |
|-----|------------------------------------|-------|---|---|---|---|---|----------------|---|-----------|---|---|---|---|---|
| 106 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 107 | ahora calculamos la separación del |       |   |   |   |   |   | Vu= 14,000.0kg |   | (3.14.19) |   |   |   |   |   |
| 108 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 109 | $s_{min} = \frac{d}{2}$            | 40    |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 110 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 111 | $A_v =$                            | 1.496 |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 112 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 113 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 114 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 115 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 116 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 117 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 118 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |
| 119 |                                    |       |   |   |   |   |   |                |   |           |   |   |   |   |   |

Fig. 3.14.5. Cálculo de la separación del refuerzo.

Se cuenta ya con la separación mínima y máxima.

Teniendo en cuenta que la gráfica de esfuerzos por tensión diagonal tiene una variación lineal, se ha fijado determinar una variación lineal en la distribución de estribos de la misma forma por lo que se pide como nuevo dato la distancia en la cual El valor del esfuerzo es igual a cero (centro de la viga si se trata de una carga uniforme) para descontar el esfuerzo que toma el concreto y calcular la variación lineal por medio de una tabla. (Fig. 3.14.6). A partir de B134 se muestra en un recuadro la distribución de estribos propuesta. En la celda K127 aparece la resistencia del estribo según el número propuesto en los datos iniciales (celda B13) La tabla de distribución de estribos se encuentra oculta a partir de la fila 152. (fig. 3.14.7).

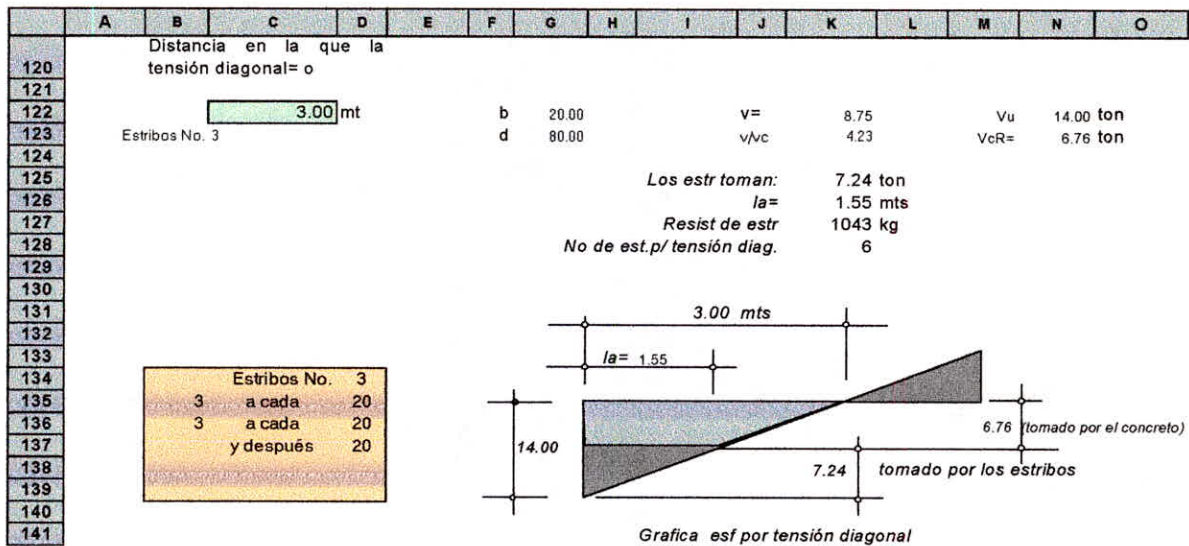


Fig.3.14.6 Fila 120 a 141. Separación de estribos.

|     |   |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
|-----|---|---|------|---|------|---|------|---|------|---|------|---|---|---|---|
| 156 | A   | B | C    | D | E    | F | G    | H | I    | J | K    | L | M | N | O |
| 157 | esp max   |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 158 | 3 20 20 3 20 20.166 15                          |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 159 | 3 20 31 2 31 20 31.024 15                       |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 160 | 0 31 1 31 20 31.024 15                          |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 161 | 0 5 0 0 20 0.000 20                             |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 162 | 0 5 0 0 20 0.000 20                             |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 163 |   |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 164 | DISTRIBUCION DE CENTRO A CENTRO DE LOS ESTRIBOS |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 165 |   |   |      |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 166 | 19  | 8 | 0.04 | 7 | 0.06 | 2 | 0.08 | 1 | 0.11 | 1 | 0.11 |   |   |   |   |
| 167 | 18  | 7 | 0.04 | 6 | 0.06 | 3 | 0.08 | 1 | 0.12 | 1 | 0.12 |   |   |   |   |
| 168 | 17  | 6 | 0.04 | 5 | 0.06 | 4 | 0.08 | 1 | 0.12 | 1 | 0.12 |   |   |   |   |
| 169 | 16  | 5 | 0.04 | 5 | 0.06 | 4 | 0.09 | 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |   |   |   |   |
| 170 | 15  | 3 | 0.04 | 5 | 0.06 | 5 | 0.09 | 1 | 0.13 | 1 | 0.13 |   |   |   |   |
| 171 | 14  | 2 | 0.04 | 5 | 0.06 | 4 | 0.08 | 2 | 0.14 | 1 | 0.14 |   |   |   |   |
| 172 | 13  | 5 | 0.05 | 4 | 0.08 | 2 | 0.09 | 1 | 0.14 | 1 | 0.14 |   |   |   |   |
| 173 | 12  | 4 | 0.05 | 3 | 0.08 | 3 | 0.09 | 1 | 0.14 | 1 | 0.14 |   |   |   |   |
| 174 | 11  | 6 | 0.07 | 3 | 0.12 | 1 | 0.15 | 1 | 0.15 |   |      |   |   |   |   |
| 175 | 10  | 5 | 0.08 | 3 | 0.12 | 1 | 0.15 | 1 | 0.15 |   |      |   |   |   |   |
| 176 | 9   | 3 | 0.08 | 4 | 0.12 | 1 | 0.16 | 1 | 0.16 |   |      |   |   |   |   |
| 177 | 8   | 3 | 0.09 | 3 | 0.12 | 1 | 0.17 | 1 | 0.17 |   |      |   |   |   |   |
| 178 | 7   | 2 | 0.09 | 3 | 0.13 | 1 | 0.18 | 1 | 0.18 |   |      |   |   |   |   |
| 179 | 6   | 3 | 0.13 | 2 | 0.2  | 1 | 0.2  |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 180 | 5   | 3 | 0.15 | 1 | 0.22 | 1 | 0.22 |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 181 | 4   | 2 | 0.16 | 1 | 0.23 | 1 | 0.23 |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 182 | 3   | 2 | 0.26 | 1 | 0.26 |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 183 | 2   | 1 | 0.21 | 1 |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |
| 184 | 1   | 1 | 0.37 |   |      |   |      |   |      |   |      |   |   |   |   |

Fig.3.14.7 Filas 156 a 184. Tabla para el cálculo de la separación de estribos.

Con las áreas de acero definidas, se elaboró una tabla con las diferentes combinaciones de armado y ordenada en forma descendente, estas tablas pueden tener varios criterios, en ésta se eliminaron las combinaciones entre varillas con diferencia de más de dos números consecutivos, el número de varillas máximo es de 6 varillas y se usaron los números 3,4,5,6,8, y 12 por ser los más comerciales. El resultado de la tabla se muestra en la figura que se encuentra a partir de la celda F145. (fig.3.14.8)

|     | A       | B     | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O |
|-----|---------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 141 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 142 | As inf. | 21.37 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 143 | As sup. | 3.77  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 144 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 145 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 146 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 147 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 148 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 149 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 150 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 151 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 152 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 153 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 154 |         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

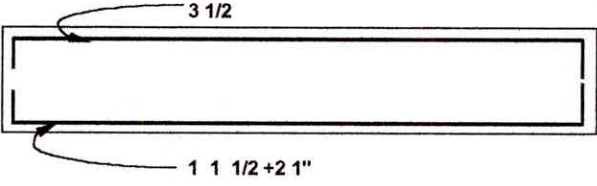


Fig. 3.14.8 Armado de la trabe.

La tabla se encuentra oculta a partir de la fila 209. En 3.15 (listado del programa) se puede ver la tabla completa, la fig.3.14.9 contiene solo una parte para mostrar su composición.

|     | A         | B     | C              | D | E              | F       | G | H          | I       | J | K | L | M |
|-----|-----------|-------|----------------|---|----------------|---------|---|------------|---------|---|---|---|---|
| 215 |           |       |                |   |                |         |   |            |         |   |   |   |   |
| 216 | Var mayor | As    | varillas       |   | Armado inf     | V mayor |   | Armado sup | V mayor |   |   |   |   |
| 217 |           |       | sobrepas       |   |                |         |   | sobrepas   |         |   |   |   |   |
| 218 | 12        | 68.40 | 6 1 1/2        |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 219 | 12        | 55.74 | 4 1 1/2 + 2 1" |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 220 | 12        | 45.60 | 4 1 1/2        |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 221 | 12        | 44.34 | 3 1 1/2 + 2 1" |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 222 | 12        | 38.01 | 1 1/2 + 3 1"   |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 223 | 12        | 34.20 | 3 1 1/2        |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 224 | 12        | 32.94 | 1 1/2 + 2 1"   |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 225 | 12        | 28.50 | 1 1/2 + 2 3/4  |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 226 | 12        | 26.61 | 1 1 1/2 + 3 1" |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 227 | 12        | 25.65 | 1 1/2 + 1 3/4  |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 228 | 8         | 25.35 | 5 1"           |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 229 | 12        | 22.80 | 2 1 1/2        |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 230 | 12        | 21.54 | 1 1 1/2 + 2 1" |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 12      |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |
| 231 | 8         | 20.95 | 3 1" + 2 3/4   |   | 1 1 1/2 + 2 1" | 0       |   | 3 1/2      |         |   | 4 |   |   |

Fig.3.14.9 Filas 215 a 231. Combinaciones de varillas para Armado de trabe.

Queda por revisar la longitud de anclaje. Se revisa en este caso el armado superior solamente ya que este es el que se encuentra a tensión en los apoyos de existir momentos negativos. La longitud crítica será la de la varilla con diámetro mayor. La celda F306 muestra el Número mayor del Armado propuesto, con este dato se revisa la longitud de desarrollo básica el resultado se muestra en la celda e 309. (Fig.3.14.10)

|     | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|-----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 302 | <b>para revisión de adherencia y anclaje:</b>                                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 303 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 304 | 1° Se revisa la long. de desarrollo básica (As superior en los etremos)          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 305 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 306 | No de la barra más gruesa: <input type="text" value="4"/> diam = 1.27 area= 1.27 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 307 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 308 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 309 | $L_{db} = 0.06 \cdot \frac{a_s f_y}{\sqrt{f_c}} \geq 0.006 \cdot d_b f_y$ 32 cm  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 310 | <input type="text" value="(3.14.24)"/>   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 316 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 3.14.10 Filas 3202 a 316 Cálculo de longitud de anclaje.

En las celdas D320, D321, y D322 (fig.3.14.11)se contesta si o no a las preguntas, si se trata de barras torcidas en frío, si se trata de concreto ligero ó de barras lisas para multiplicar, la longitud de desarrollo básica por el factor correspondiente según sea el caso, para lo cual se elaboró una tabla que se encuentra oculta en las filas 311 a 315 y en la fila 329. Los resultados se muestran en los dibujos que se encuentran a partir de la fila 333. (fig. 3.14.12)

|     | A   | B                               | C   | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|-----|---|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 317 | 2° Se obtiene la longitud de desarrollo $L_d$ |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 318 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 319 | $L_d = L_{db} \cdot F$                        |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 320 | Barras torcidas en frío? (si/no)              | <input type="text" value="no"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 321 | Concreto ligero? (si/no)                      | <input type="text" value="no"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 322 | Barras lisas? (si/no)                         | <input type="text" value="no"/> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 323 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 324 | $F = 1.4$                                     | $L_d =$                         | 44.8 para barras altas (bajo estas se cuelen más de 30 cms de conc. |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 325 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 326 | $F = 1.0$                                     | $L_d =$                         | <input type="text" value="32.0"/> Para barras a tensión             |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 327 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 328 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 329 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 330 |   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig.3.14.11 Filas 317 a 330. Longitud de desarrollo.

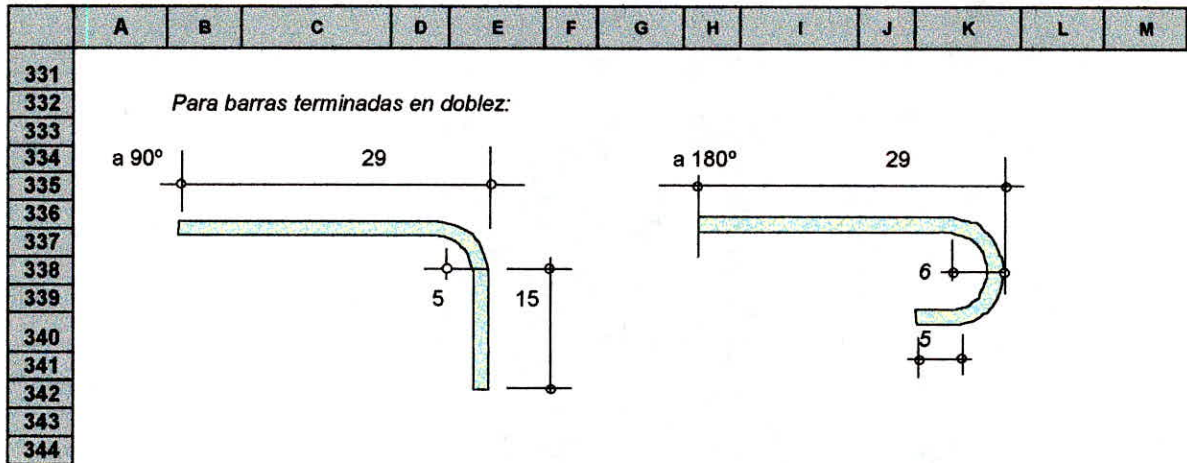


Fig. 3.14.12 Filas 331 a 344. Diagrama con las longitudes obtenidas.

### 3.15 LISTADO DEL PROGRAMA “DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES Y EL REFUERZO DE UNA SECCION RECTANGULAR NTC”

|    | A  | B   | C  | D  |
|----|--|---|--|--|
| 1  | <b>DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES Y EL REFUERZO DE UNA SECCION RECTANGULAR NTC</b> |   |  |  |
| 2  | NTC  |   |  |  |
| 3  | NOTAS  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |  |  |
| 4  |  |   |  |  |
| 5  | DATOS  | Para desplazarse al ingresa datos presione la tecla tab                       |  |  |
| 6  | rec sup=   | 5   | cms  |  |
| 7  | rec inf =  | 5   | cms  |  |
| 8  | $f'_{c=}$  | 200   | kg /cm <sup>2</sup>  |  |
| 9  | L=   | 6   | =SI(B10*1000>E120,"Vu mayor que el max (NTC-89 EC2.1.5.b)","") |  |
| 10 | $V_u$  | 14  | ton  |  |
| 11 | $M_u$  | 60  | =SI(B11>0,"ton-m","")  |  |
| 12 | $f_y$  | 4200  | kg /cm <sup>2</sup>  |  |
| 13 | Estr.No  | 3   | =SI(B13>1.999,SI(B13>3,"estr. No 2 ó 3",""),"estr No 2 ó 3"    |  |
| 14 | inclinación  | 90  | grados   |  |
| 15 | $f'_{c=}$  | =B16*B68  | kg /cm <sup>2</sup>  |  |
| 16 | $f'_{c=}$  | =0.8*B8   | kg /cm <sup>2</sup>  |  |
| 17 |  | =B66  |  |  |
| 18 | d=   | =N21+B7   | cms  |  |
| 19 | Proponer b o d :   |   |  |  |
| 20 | b=   | 20  | cms  |  |
| 21 | h=   | 85  | cms  |  |
| 22 |  | Con rec incluido  |  |  |
| 23 |  | =SI(B20*3<B21,"ya no cubre los requisitos de ductil"                          |  |  |
| 24 |  |   |  |  |
| 25 |  |   |  |  |
| 26 |  |   |  |  |
| 27 |  |   |  | A <sub>smín</sub>                                      |
| 28 |  |   | ec 2.1 NTC-89  |  |
| 29 |  |   |  |  |
| 30 |  | CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA                              |  |  |
| 31 |  |   |  |  |
| 32 |  |   |  |  |
| 33 |  |   |  |  |
| 34 |  |   |  |  |
| 35 |  |   |  | =SI(E33>B11,"no es doblemente armada","se calcula como |
| 36 |  |   |  |  |
| 37 |  |   |  |  |
| 38 |  |   |  | c=   |
| 39 | Determinación del Acero de   |   |  |  |
| 40 |  |   |  |  |
| 41 |  |   |  |  |
| 42 |  |   |  |  |
| 43 |  |   |  |  |
| 44 |  |   |  |  |
| 45 |  |   |  |  |
| 46 |  |   |  |  |
| 47 |  |   |  | A <sub>p máx</sub>                                     |
| 48 |  |   |  |  |
| 49 |  |   |  |  |
| 50 |  |   |  |  |
| 51 |  |   |  |  |
| 52 |  |   |  |  |
| 53 |  | h =   | =N21   | d=   |
| 54 |  |   |  |  |
| 55 |  |   |  |  |
| 56 |  |   |  |  |
| 57 |  |   | =N20   |  |
| 58 |  |   |  |  |
| 59 |  |   |  |  |
| 60 | DETERMINACION DE LA RESISTENCIA  |   |  |  |
| 61 |  |   |  |  |
| 62 |  |   |  |  |
| 63 |  |   |  |  |
| 64 |  | 0.003   |  |  |
| 65 |  |   |  |  |

Fig.3.15.1 Listado del programa, celdas A1 a D65

|     | A  | B   | C                     | D  |
|-----|--|---|-----------------------|--|
| 84  |  |   |                       |  |
| 85  |  |   | q =índice de refuerzo |  |
| 86  |  |   |                       |  |
| 87  |  |   |                       |  |
| 88  |  |   |                       |  |
| 89  | para calculo del refuerzo por tension diagonal, 1º se calcula $V_{cr}$ |   |                       |  |
| 90  | $F_R$ para cortante =0.80  |   |                       |  |
| 91  |  |   |                       |  |
| 92  |  |   |                       |  |
| 93  |  |   |                       |  |
| 94  |  |   |                       |  |
| 95  |  |   |                       |  |
| 96  |  |   |                       |  |
| 97  |  |   |                       |  |
| 98  |  |   |                       |  |
| 99  |  |   |                       |  |
| 100 |  |   |                       |  |
| 101 |  |   |                       |  |
| 102 |  |   |                       | h <sub>b</sub> =   |
| 103 |  |   |                       |  |
| 104 |  |   |                       | h=   |
| 105 |  |   |                       |  |
| 106 |  |   |                       | =SI(3.5-(2.5*(N74/(B10*N21)))>1,3.5-(2.5*N74/(B10*N21)), |
| 107 |  |   |                       |  |
| 108 |  |   |                       |  |
| 109 | ahora calculamos la separa   |   |                       |  |
| 110 |  |   |                       |  |
| 111 |  | =ENTERO(N21/2)  |                       |  |
| 112 |  |   |                       |  |
| 113 | A <sub>v</sub> =   |   |                       |  |
| 114 |  | =SI(B13=2,3.1416*(2.54/8),SI(B13=3,3.1416*(2.54*3/16),"error")) |                       |  |
| 115 |  |   |                       |  |
| 116 |  |   |                       |  |
| 117 |  |   |                       |  |
| 118 |  |   |                       |  |
| 119 |  |   |                       |  |
| 120 |  |   |                       |  |
| 121 |  |   |                       |  |
| 122 |  | Distancia en la que la tensión diagonal=                        |                       |  |
| 123 |  |   |                       |  |
| 124 |  |   | 3                     | mt   |
| 125 |  | Estribos No. =B13   |                       |  |
| 126 |  |   |                       |  |
| 127 |  |   |                       |  |
| 128 |  |   |                       |  |
| 129 |  |   |                       |  |
| 130 |  |   |                       |  |
| 131 |  |   |                       |  |
| 132 |  |   |                       |  |
| 133 |  |   |                       |  |
| 134 |  |   |                       |  |
| 135 |  |   |                       |  |
| 136 |  |   |                       | Estribos No. =C125                                       |
| 137 | =SI(C160<M160,SI(G160=0,"",G160),"")                                   |   | a cada                | =SI(I160="" ,SI(D136<K136,"",SI(B136="" ,M160,"")),I160) |
| 138 | =SI(C161<M161,SI(G161=0,"",G161),"")                                   | =SI(B136="" ,SI(B137="" ,"" ,y después),",a cada")              |                       | =SI(C139="" a cada",I161,SI(C139="" y después",M161,"")) |
| 139 | =SI(C162<M162,SI(G162=0,"",G162),"")                                   | =SI(B139="" ,SI(B139="" ,"" ,y después),",a cada")              |                       | =SI(C139="" a cada",I162,SI(C139="" y después",M162,"")) |
| 140 | =SI(C163<M163,SI(G163=0,"",G163),"")                                   | =SI(B140="" ,SI(B140="" ,"" ,y después),",a cada")              |                       | =SI(C140="" a cada",I163,SI(C140="" y después",M163,"")) |
| 141 | =SI(C164<M164,SI(G164=0,"",G164),"")                                   | =SI(B141="" ,SI(B141="" ,"" ,y después),",a cada")              |                       | =SI(C141="" a cada",I164,SI(C141="" y después",M164,"")) |
| 142 |  |   |                       |  |
| 143 |  |   |                       |  |
| 144 | As inf.  | =N44  |                       |  |
| 145 | As sup.  | =SI(Asmin>asup,Asmin,asup)                                      |                       |  |
| 146 |  |   |                       |  |
| 147 |  |   |                       |  |
| 148 |  |   |                       |  |
| 149 |  |   |                       |  |
| 150 |  |   |                       |  |
| 151 |  |   |                       |  |
| 152 |  |   |                       |  |
| 153 |  |   |                       |  |

Fig. 3.15.2 Listado del programa, celdas A84 a D153

|     | A         | B                        | C                        | D                        |
|-----|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 172 |           | =B171-1                  | 3                        | 0.04                     |
| 173 |           | =B172-1                  | 2                        | 0.04                     |
| 174 |           | =B173-1                  | 5                        | 0.05                     |
| 175 |           | =B174-1                  | 4                        | 0.05                     |
| 176 |           | =B175-1                  | 6                        | 0.07                     |
| 177 |           | =B176-1                  | 5                        | 0.08                     |
| 178 |           | =B177-1                  | 3                        | 0.08                     |
| 179 |           | =B178-1                  | 3                        | 0.09                     |
| 180 |           | =B179-1                  | 2                        | 0.09                     |
| 181 |           | =B180-1                  | 3                        | 0.13                     |
| 182 |           | =B181-1                  | 3                        | 0.15                     |
| 183 |           | =B182-1                  | 2                        | 0.16                     |
| 184 |           | =B183-1                  | 2                        | 0.26                     |
| 185 |           | =B184-1                  | 1                        | 0.21                     |
| 186 |           | =B185-1                  | 1                        | 0.37                     |
| 187 |           |                          |                          |                          |
| 188 |           | =S1(P188=B168,B168,B189) | =S1(P188=B168,C168,C189) | =S1(P188=B168,D168,D189) |
| 189 |           | =S1(P189=B169,B169,B190) | =S1(P189=B169,C169,C190) | =S1(P189=B169,D169,D190) |
| 190 |           | =S1(P190=B170,B170,B191) | =S1(P190=B170,C170,C191) | =S1(P190=B170,D170,D191) |
| 191 |           | =S1(P191=B171,B171,B192) | =S1(P191=B171,C171,C192) | =S1(P191=B171,D171,D192) |
| 192 |           | =S1(P192=B172,B172,B193) | =S1(P192=B172,C172,C193) | =S1(P192=B172,D172,D193) |
| 193 |           | =S1(P193=B173,B173,B194) | =S1(P193=B173,C173,C194) | =S1(P193=B173,D173,D194) |
| 194 |           | =S1(P194=B174,B174,B195) | =S1(P194=B174,C174,C195) | =S1(P194=B174,D174,D195) |
| 195 |           | =S1(P195=B175,B175,B196) | =S1(P195=B175,C175,C196) | =S1(P195=B175,D175,D196) |
| 196 |           | =S1(P196=B176,B176,B197) | =S1(P196=B176,C176,C197) | =S1(P196=B176,D176,D197) |
| 197 |           | =S1(P197=B177,B177,B198) | =S1(P197=B177,C177,C198) | =S1(P197=B177,D177,D198) |
| 198 |           | =S1(P198=B178,B178,B199) | =S1(P198=B178,C178,C199) | =S1(P198=B178,D178,D199) |
| 199 |           | =S1(P199=B179,B179,B200) | =S1(P199=B179,C179,C200) | =S1(P199=B179,D179,D200) |
| 200 |           | =S1(P200=B180,B180,B201) | =S1(P200=B180,C180,C201) | =S1(P200=B180,D180,D201) |
| 201 |           | =S1(P201=B181,B181,B202) | =S1(P201=B181,C181,C202) | =S1(P201=B181,D181,D202) |
| 202 |           | =S1(P202=B182,B182,B203) | =S1(P202=B182,C182,C203) | =S1(P202=B182,D182,D203) |
| 203 |           | =S1(P203=B183,B183,B204) | =S1(P203=B183,C183,C204) | =S1(P203=B183,D183,D204) |
| 204 |           | =S1(P204=B184,B184,B205) | =S1(P204=B184,C184,C205) | =S1(P204=B184,D184,D205) |
| 205 |           | =S1(P205=B185,B185,B206) | =S1(P205=B185,C185,C206) | =S1(P205=B185,D185,D206) |
| 206 |           | =S1(P206=B186,B186,B207) | =S1(P206=B186,C186,C207) | =S1(P206=B186,D186,D207) |
| 207 |           | =S1(P207=B187,B187,B208) | =S1(P207=B187,C187,C208) | =S1(P207=B187,D187,D208) |
| 208 |           |                          |                          |                          |
| 209 |           |                          |                          |                          |
| 210 | No        | diam                     | var                      | As                       |
| 211 | 3         | 0.95                     | 0.375                    | 0.71                     |
| 212 | 4         | 1.27                     | 0.5                      | 1.27                     |
| 213 | 5         | 1.59                     | 0.625                    | 1.98                     |
| 214 | 6         | 1.9                      | 0.75                     | 2.85                     |
| 215 | 8         | 2.54                     |                          | 5.07                     |
| 216 | 12        | =B215*1.5                | 1.5                      | 11.4                     |
| 217 |           |                          |                          |                          |
| 218 | Var mayor | As                       |                          | varillas                 |
| 219 |           |                          |                          | sobrepas                 |
| 220 | 12        | =6*11.4                  |                          | 6 1 1/2                  |
| 221 | 12        | =4*11.4+2*5.07           |                          | 4 1 1/2 +2 1"            |
| 222 | 12        | =4*11.4                  |                          | 4 1 1/2                  |
| 223 | 12        | =3*11.4+2*5.07           |                          | 3 1 1/2 +2 1"            |
| 224 | 12        | =2*11.4+3*5.07           |                          | 2 1 1/2 +3 1"            |
| 225 | 12        | =3*11.4                  |                          | 3 1 1/2                  |
| 226 | 12        | =2*11.4+2*5.07           |                          | 2 1 1/2 +2 1"            |
| 227 | 12        | =11.4*2+2*2.85           |                          | 2 1 1/2 +2 3/4           |
| 228 | 12        | =3*5.07+11.4             |                          | 1 1 1/2 +3 1"            |
| 229 | 12        | =11.4*2+2.85             |                          | 2 1 1/2 +1 3/4           |
| 230 | 8         | =5*5.07                  |                          | 5 1"                     |
| 231 | 12        | =11.4*2                  |                          | 2 1 1/2                  |
| 232 | 12        | =2*5.07+11.4             |                          | 1 1 1/2 +2 1"            |
| 233 | 8         | =(3*5.07)+(2*2.87)       |                          | 3 1" +2 3/4              |
| 234 | 8         | =4*5.07                  |                          | 4 1"                     |
| 235 | 12        | =11.4+3*2.85             |                          | 1 1 1/2 +3 3/4           |
| 236 | 8         | =(3*5.07)+(2*1.99)       |                          | 3 1" +2 5/8              |
| 237 | 8         | =(3*2.87)+(2*5.07)       |                          | 2 1" +3 3/4              |
| 238 | 8         | =(3*5.07)+2.87           |                          | 3 1" +1 3/4              |
| 239 | 8         | =(3*5.07)+1.99           |                          | 3 1" +1 5/8              |
| 240 | 12        | =11.4+2*2.85             |                          | 1 1 1/2 +2 3/4           |
| 241 | 8         | =(3*1.99)+(2*5.07)       |                          | 2 1" +3 5/8              |
| 242 | 8         | =3*5.07                  |                          | 3 1"                     |

Fig. 3.15.3 Listado de programa, celdas A172 a D242

|     | A   | B  | C   | D  |
|-----|---|--|---|--|
| 260 | 6   | $= (3 \times 2.87) + 1.27$                 |   | 3 3/4 + 1 1/2                              |
| 261 | 6   | $= (2 \times 2.87) + (2 \times 1.99)$      |   | 2 3/4 + 2 5/8                              |
| 262 | 6   | $= (3 \times 1.27) + (2 \times 2.87)$      |   | 3 1/2 + 2 3/4                              |
| 263 | 8   | $= (2 \times 1.99) + 5.07$                 |   | 2 5/8 + 1"                                 |
| 264 | 8   | $= (3 \times 1.27) + 5.07$                 |   | 3 1/2 + 1"                                 |
| 265 | 6   | $= (3 \times 1.99) + 2.87$                 |   | 3 5/8 + 1 3/4                              |
| 266 | 6   | $= 3 \times 2.87$                          | 3.75  |  |
| 267 | 5   | $= (3 \times 1.99) + (2 \times 1.27)$      |   | 3 5/8 + 2 1/2                              |
| 268 | 1.9   | $= (2 \times 2.87) + (2 \times 1.27)$      |   | 2 3/4 + 2 1/2                              |
| 269 | 6   | $= 4 \times 1.99$                          | 4.625   |  |
| 270 | 6   | $= (3 \times 0.71) + (2 \times 2.87)$      |   | 3 3/8 + 2 3/4                              |
| 271 | 5   | $= (3 \times 1.27) + (2 \times 1.99)$      |   | 3 1/2 + 2 5/8                              |
| 272 | 6   | $= (2 \times 2.87) + 1.99$                 |   | 2 3/4 + 1 5/8                              |
| 273 | 8   | $= (2 \times 1.27) + 5.07$                 |   | 2 1/2 + 1"                                 |
| 274 | 5   | $= (3 \times 1.99) + (2 \times 0.71)$      |   | 3 5/8 + 2 3/8                              |
| 275 | 5   | $= (3 \times 1.99) + 1.27$                 |   | 3 5/8 + 1 1/2                              |
| 276 | 6   | $= (2 \times 2.87) + (2 \times 0.71)$      |   | 2 3/4 + 2 3/8                              |
| 277 | 6   | $= (2 \times 2.87) + 1.27$                 |   | 2 3/4 + 1 1/2                              |
| 278 | 6   | $= (2 \times 1.99) + 2.87$                 |   | 2 5/8 + 1 3/4                              |
| 279 | 5   | $= (2 \times 1.99) + (2 \times 1.27)$      |   | 2 5/8 + 2 1/2                              |
| 280 | 5   | $= 6 \times 1.27$                          | 5.5   |  |
| 281 | 5   | $= (3 \times 0.71) + (2 \times 1.99)$      |   | 3 3/8 + 2 5/8                              |
| 282 | 5   | $= 3 \times 1.99$                          | 3.625   |  |
| 283 | 5   | $= (3 \times 1.27) + 1.99$                 |   | 3 1/2 + 1 5/8                              |
| 284 | 6   | $= 2 \times 2.87$                          | 2.75  |  |
| 285 | 6   | $= (2 \times 1.27) + 2.87$                 |   | 2 1/2 + 1 3/4                              |
| 286 | 5   | $= (2 \times 1.99) + (2 \times 0.71)$      |   | 2 5/8 + 2 3/8                              |
| 287 | 5   | $= (2 \times 1.99) + 1.27$                 |   | 2 5/8 + 1 1/2                              |
| 288 | 4   | $= (3 \times 1.27) + (2 \times 0.71)$      |   | 3 1/2 + 2 3/8                              |
| 289 | 4   | $= 4 \times 1.27$                          | 4.5   |  |
| 290 | 5   | $= (2 \times 1.99) + 0.71$                 |   | 2 5/8 + 1 3/8                              |
| 291 | 4   | $= (3 \times 0.71) + (2 \times 1.27)$      |   | 3 3/8 + 2 1/2                              |
| 292 | 5   | $= (2 \times 1.27) + 1.99$                 |   | 2 1/2 + 1 5/8                              |
| 293 | 5   | $= 2 \times 1.99$                          | 2.625   |  |
| 294 | 4   | $= (2 \times 0.71) + (2 \times 1.27)$      |   | 2 3/8 + 2 1/2                              |
| 295 | 4   | $= 3 \times 1.27$                          | 3.5   |  |
| 296 | 5   | $= (2 \times 0.71) + 1.99$                 |   | 2 3/8 + 1 5/8                              |
| 297 | 4   | $= (2 \times 1.27) + 0.71$                 |   | 2 1/2 + 1 3/8                              |
| 298 | 3   | $= 4 \times 0.71$                          | 4.375   |  |
| 299 | 4   | $= (2 \times 0.71) + 1.27$                 |   | 2 3/8 + 1 1/2                              |
| 300 | 4   | $= 2 \times 1.27$                          | 2.5   |  |
| 301 | 3   | $= 3 \times 0.71$                          | 3.375   |  |
| 302 | 3   | $= 2 \times 0.71$                          |   | 2 3/8                                      |
| 303 |   |  |   |  |
| 304 | <i>para revisión de adherencia y anclaje:</i> |  |   |  |
| 305 |   |  |   |  |
| 306 |   |  | <i>1º Se revisa la long. de desarrollo básica</i>               |  |
| 307 |   |  |   |  |
| 308 |   |  |   |  |
| 309 |   |  |   |  |
| 310 |   |  |   |  |
| 311 |   |  |   |  |
| 312 |   |  |   |  |
| 313 | 2   | 3  | 4   | 5  |
| 314 | $= 2.54/4$                                    | $= 3 \times 2.54/8$                        | $= 2.54/2$  | $= 5 \times 2.54/8$                        |
| 315 | $= (A314/2) \times (A314/2) \times 3.1416$    | $= (B314/2) \times (B314/2) \times 3.1416$ | $= (C314/2) \times (C314/2) \times 3.1416$                      | $= (D314/2) \times (D314/2) \times 3.1416$ |
| 316 | $= S((No > A313, B316, A314))$                | $= S((No > B313, C316, B314))$             | $= S((No > C313, D316, C314))$                                  | $= S((No > D313, E316, D314))$             |
| 317 | $= S((D324 = "S", 2, 1))$                     | $= S((E324 = " ", 1, 2))$                  |   |  |
| 318 |   |  |   |  |
| 319 |   |  | <i>2º Se obtiene la longitud de desarrollo <math>L_d</math></i> |  |
| 320 |   |  |   |  |
| 321 |   |  |   |  |
| 322 |   |  | Barras torcidas en frío? (sí/no)                                | no   |
| 323 |   |  | Concreto ligero? (sí/no)  | no   |
| 324 |   |  | Barras lisas? (sí/no)   | no   |
| 325 |   |  |   |  |
| 326 |   |  | $F = L313 \times L314 \times L315 \times 1.4 \times A317$       | $L_d =$                                    |
| 327 |   |  |   |  |
| 328 |   |  | $F = L313 \times L314 \times L315 \times A317$                  | $L_d =$                                    |
| 329 | $= (0.076 \times H308 \times B12) / RAIZ(B8)$ |  |   |  |
| 330 |   |  |   | $L_d =$                                    |

Fig. 3.15.4 Listado del programa, celdas A260 a D330

|    | E  | F | G     | H            |
|----|--|---|-------|--------------|
| 1  |  |   |       |              |
| 2  |  |   |       |              |
| 3  |  |   |       |              |
| 4  |  |   |       |              |
| 5  |  |   |       |              |
| 6  |  |   |       |              |
| 7  |  |   |       |              |
| 8  |  |   |       |              |
| 9  |  |   |       |              |
| 10 |  |   |       |              |
| 11 |  |   |       |              |
| 12 |  |   |       |              |
| 13 | =SI(M10>0,SI(B11>0,"o se ingresa As o el Mto como datos, no ambos", ""),SI(B11=0,SI(M10=0,"ingresar mto o As, faltan datos", ""), "")) |   |       |              |
| 14 |  |   |       |              |
| 15 |  |   |       |              |
| 16 |  |   |       |              |
| 17 |  |   |       |              |
| 18 |  |   |       |              |
| 19 | =SI(B20<19.9,"las NTC recomiendan calc. Con una reducci3n de 2cms en dimensiones menores a 20cms.", "")                                |   |       |              |
| 20 |  |   |       |              |
| 21 |  |   |       |              |
| 22 |  |   |       | desp. b y d: |
| 23 |  |   |       |              |
| 24 |  |   |       |              |
| 25 |  |   |       |              |
| 26 |  |   |       |              |
| 27 | =((0.7*RAIZ(B8))/B12)*N20*N21  |   |       |              |
| 28 | =SI(K24<E27,"As inferior al minimo", "ok")   |   |       |              |
| 29 |  |   |       |              |
| 30 |  |   |       |              |
| 31 |  |   |       |              |
| 32 |  |   |       |              |
| 33 | =N20*N21*N21*B15*K16*(1-0.5*K16)/100000  |   | ton-m | d' =         |
| 34 |  |   |       |              |
| 35 |  |   |       | =E38-I33     |
| 36 |  |   |       |              |
| 37 |  |   |       |              |
| 38 | =K24*B12/(B15*0.8*N20)   |   |       |              |
| 39 |  |   |       |              |
| 40 |  |   |       |              |
| 41 | =SI(E33>B11,0,B11-E33)   |   | ton-m |              |
| 42 |  |   |       |              |
| 43 | =E41*100000/(L36-I33)  |   | kg    |              |
| 44 |  |   |       |              |
| 45 |  |   |       |              |
| 46 |  |   |       |              |
| 47 | =0.75*G14*N20*N21  |   |       |              |
| 48 | =SI(E47*1.002>K24,"ok", "As mayor a As max")   |   |       |              |
| 49 |  |   |       | F" c         |
| 50 |  |   |       |              |
| 51 |  |   |       | "=a          |
| 52 |  |   |       |              |
| 53 | =N21   |   |       |              |
| 54 |  |   |       |              |
| 55 |  |   |       |              |
| 56 |  |   |       |              |
| 57 |  |   |       | como C=T     |
| 58 |  |   |       |              |
| 59 |  |   |       |              |
| 60 |  |   |       |              |
| 61 |  |   |       |              |
| 62 |  |   |       |              |
| 63 |  |   |       |              |
| 64 |  |   |       |              |
| 65 | =((B64*(N21-B67))/N58)   |   |       |              |
|    |  |   |       | y            |

Fig. 3.15.5 Listado del programa, celdas E1 a H65

|     | E                        | F | G                             | H                 |
|-----|--------------------------|---|-------------------------------|-------------------|
| 84  |                          |   |                               |                   |
| 85  |                          |   |                               |                   |
| 86  |                          |   |                               | y                 |
| 87  |                          |   |                               |                   |
| 88  |                          |   |                               |                   |
| 89  |                          |   |                               |                   |
| 90  |                          |   |                               | L/h=              |
| 91  |                          |   |                               |                   |
| 92  |                          |   |                               |                   |
| 93  |                          |   |                               |                   |
| 94  |                          |   |                               |                   |
| 95  |                          |   |                               |                   |
| 96  |                          |   |                               |                   |
| 97  |                          |   | =1.5*0.8*N20*N21*RAIZ(B16)    |                   |
| 98  |                          |   |                               |                   |
| 99  |                          |   |                               |                   |
| 100 |                          |   |                               |                   |
| 101 |                          |   |                               |                   |
| 102 | =O25/N20                 |   | =SI(E102>5.99,"como h/b>6 VcI |                   |
| 103 |                          |   |                               |                   |
| 104 | =O25                     |   | =SI(E104>69.9,"como h>70 VcR  |                   |
| 105 |                          |   |                               |                   |
| 106 |                          |   | por lo tanto                  | V <sub>CR</sub> = |
| 107 |                          |   |                               |                   |
| 108 |                          |   |                               |                   |
| 109 |                          |   |                               | V <sub>u</sub> =  |
| 110 |                          |   |                               |                   |
| 111 |                          |   |                               | de 5 a            |
| 112 |                          |   |                               |                   |
| 113 |                          |   |                               |                   |
| 114 |                          |   |                               | de 5 a            |
| 115 |                          |   |                               |                   |
| 116 |                          |   |                               |                   |
| 117 |                          |   |                               | de 5 a            |
| 118 |                          |   |                               |                   |
| 119 |                          |   |                               | por lo tanto      |
| 120 | =2*0.8*N20*N21*RAIZ(B16) |   |                               | s= de 5 a         |
| 121 |                          |   |                               |                   |
| 122 |                          |   |                               |                   |
| 123 |                          |   |                               |                   |
| 124 |                          |   | b =N20                        |                   |
| 125 |                          |   | d =N21                        |                   |
| 126 |                          |   |                               |                   |
| 127 |                          |   |                               |                   |
| 128 |                          |   |                               |                   |
| 129 |                          |   |                               |                   |
| 130 |                          |   |                               |                   |
| 131 |                          |   |                               |                   |
| 132 |                          |   |                               |                   |
| 133 |                          |   |                               |                   |
| 134 |                          |   |                               |                   |
| 135 |                          |   |                               | la=               |
| 136 |                          |   |                               |                   |
| 137 |                          |   |                               |                   |
| 138 |                          |   |                               |                   |
| 139 |                          |   | =N124                         |                   |
| 140 |                          |   |                               |                   |
| 141 |                          |   |                               |                   |
| 142 |                          |   |                               |                   |
| 143 |                          |   |                               |                   |
| 144 |                          |   |                               |                   |
| 145 |                          |   |                               |                   |
| 146 |                          |   |                               |                   |
| 147 |                          |   |                               |                   |
| 148 |                          |   |                               |                   |
| 149 |                          |   |                               |                   |
| 150 |                          |   |                               |                   |
| 151 |                          |   |                               |                   |
| 152 |                          |   |                               |                   |
| 153 |                          |   |                               |                   |

Fig. 3.15.6 Listado del programa, celdas E84 a H153.

|     | E | F                        | G                        | H                        |
|-----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 172 |   | 5                        | 0.06                     | 5                        |
| 173 |   | 5                        | 0.06                     | 4                        |
| 174 |   | 4                        | 0.08                     | 2                        |
| 175 |   | 3                        | 0.08                     | 3                        |
| 176 |   | 3                        | 0.12                     | 1                        |
| 177 |   | 3                        | 0.12                     | 1                        |
| 178 |   | 4                        | 0.12                     | 1                        |
| 179 |   | 3                        | 0.12                     | 1                        |
| 180 |   | 3                        | 0.13                     | 1                        |
| 181 |   | 2                        | 0.2                      | 1                        |
| 182 |   | 1                        | 0.22                     | 1                        |
| 183 |   | 1                        | 0.23                     | 1                        |
| 184 |   | 1                        | 0.26                     |                          |
| 185 |   | 1                        |                          |                          |
| 186 |   |                          |                          |                          |
| 187 |   |                          |                          |                          |
| 188 |   | =SI(P188=B168,F168,F189) | =SI(P188=B168,G168,G189) | =SI(P188=B168,H168,H189) |
| 189 |   | =SI(P189=B169,F169,F190) | =SI(P189=B169,G169,G190) | =SI(P189=B169,H169,H190) |
| 190 |   | =SI(P190=B170,F170,F191) | =SI(P190=B170,G170,G191) | =SI(P190=B170,H170,H191) |
| 191 |   | =SI(P191=B171,F171,F192) | =SI(P191=B171,G171,G192) | =SI(P191=B171,H171,H192) |
| 192 |   | =SI(P192=B172,F172,F193) | =SI(P192=B172,G172,G193) | =SI(P192=B172,H172,H193) |
| 193 |   | =SI(P193=B173,F173,F194) | =SI(P193=B173,G173,G194) | =SI(P193=B173,H173,H194) |
| 194 |   | =SI(P194=B174,F174,F195) | =SI(P194=B174,G174,G195) | =SI(P194=B174,H174,H195) |
| 195 |   | =SI(P195=B175,F175,F196) | =SI(P195=B175,G175,G196) | =SI(P195=B175,H175,H196) |
| 196 |   | =SI(P196=B176,F176,F197) | =SI(P196=B176,G176,G197) | =SI(P196=B176,H176,H197) |
| 197 |   | =SI(P197=B177,F177,F198) | =SI(P197=B177,G177,G198) | =SI(P197=B177,H177,H198) |
| 198 |   | =SI(P198=B178,F178,F199) | =SI(P198=B178,G178,G199) | =SI(P198=B178,H178,H199) |
| 199 |   | =SI(P199=B179,F179,F200) | =SI(P199=B179,G179,G200) | =SI(P199=B179,H179,H200) |
| 200 |   | =SI(P200=B180,F180,F201) | =SI(P200=B180,G180,G201) | =SI(P200=B180,H180,H201) |
| 201 |   | =SI(P201=B181,F181,F202) | =SI(P201=B181,G181,G202) | =SI(P201=B181,H181,H202) |
| 202 |   | =SI(P202=B182,F182,F203) | =SI(P202=B182,G182,G203) | =SI(P202=B182,H182,H203) |
| 203 |   | =SI(P203=B183,F183,F204) | =SI(P203=B183,G183,G204) | =SI(P203=B183,H183,H204) |
| 204 |   | =SI(P204=B184,F184,F205) | =SI(P204=B184,G184,G205) | =SI(P204=B184,H184,H205) |
| 205 |   | =SI(P205=B185,F185,F206) | =SI(P205=B185,G185,G206) | =SI(P205=B185,H185,H206) |
| 206 |   | =SI(P206=B186,F186,F207) | =SI(P206=B186,G186,G207) | =SI(P206=B186,H186,H207) |
| 207 |   | =SI(P207=B187,F187,H208) | =SI(P207=B187,G187,I208) | =SI(P207=B187,H187,J208) |
| 208 |   |                          |                          |                          |
| 209 |   |                          |                          |                          |
| 210 |   |                          |                          |                          |
| 211 |   |                          |                          |                          |
| 212 |   |                          |                          |                          |
| 213 |   |                          |                          |                          |
| 214 |   |                          |                          |                          |
| 215 |   |                          |                          |                          |
| 216 |   |                          |                          |                          |
| 217 |   |                          |                          |                          |
| 218 |   | Armado inf               | V mayor                  |                          |
| 219 |   |                          |                          |                          |
| 220 |   | =SI(Ainf>B220,C219,E221) | =SI(E220=C220,A220,G221) |                          |
| 221 |   | =SI(Ainf>B221,C220,E222) | =SI(E221=C221,A221,G222) |                          |
| 222 |   | =SI(Ainf>B222,C221,E223) | =SI(E222=C222,A222,G223) |                          |
| 223 |   | =SI(Ainf>B223,C222,E224) | =SI(E223=C223,A223,G224) |                          |
| 224 |   | =SI(Ainf>B224,C223,E225) | =SI(E224=C224,A224,G225) |                          |
| 225 |   | =SI(Ainf>B225,C224,E226) | =SI(E225=C225,A225,G226) |                          |
| 226 |   | =SI(Ainf>B226,C225,E227) | =SI(E226=C226,A226,G227) |                          |
| 227 |   | =SI(Ainf>B227,C226,E228) | =SI(E227=C227,A227,G228) |                          |
| 228 |   | =SI(Ainf>B228,C227,E229) | =SI(E228=C228,A228,G229) |                          |
| 229 |   | =SI(Ainf>B229,C228,E230) | =SI(E229=C229,A229,G230) |                          |
| 230 |   | =SI(Ainf>B230,C229,E231) | =SI(E230=C230,A230,G231) |                          |
| 231 |   | =SI(Ainf>B231,C230,E232) | =SI(E231=C231,A231,G232) |                          |
| 232 |   | =SI(Ainf>B232,C231,E233) | =SI(E232=C232,A232,G233) |                          |
| 233 |   | =SI(Ainf>B233,C232,E234) | =SI(E233=C233,A233,G234) |                          |
| 234 |   | =SI(Ainf>B234,C233,E235) | =SI(E234=C234,A234,G235) |                          |
| 235 |   | =SI(Ainf>B235,C234,E236) | =SI(E235=C235,A235,G236) |                          |
| 236 |   | =SI(Ainf>B236,C235,E237) | =SI(E236=C236,A236,G237) |                          |
| 237 |   | =SI(Ainf>B237,C236,E238) | =SI(E237=C237,A237,G238) |                          |
| 238 |   | =SI(Ainf>B238,C237,E239) | =SI(E238=C238,A238,G239) |                          |
| 239 |   | =SI(Ainf>B239,C238,E240) | =SI(E239=C239,A239,G240) |                          |
| 240 |   | =SI(Ainf>B240,C239,E241) | =SI(E240=C240,A240,G241) |                          |
| 241 |   | =SI(Ainf>B241,C240,E242) | =SI(E241=C241,A241,G242) |                          |
| 242 |   | =SI(Ainf>B242,C241,E243) | =SI(E242=C242,A242,G243) |                          |

Fig. 3.15.7 Listado del programa, celdas E172 a H242.

|     | E   | F                         | G                         | H                            |
|-----|---|---------------------------|---------------------------|------------------------------|
| 260 | =SI(Ainf>B260,C259,E261)  |                           | =SI(E260=C260,A260,G261)  |                              |
| 261 | =SI(Ainf>B261,C260,E262)  |                           | =SI(E261=C261,A261,G262)  |                              |
| 262 | =SI(Ainf>B262,C261,E263)  |                           | =SI(E262=C262,A262,G263)  |                              |
| 263 | =SI(Ainf>B263,C262,E264)  |                           | =SI(E263=C263,A263,G264)  |                              |
| 264 | =SI(Ainf>B264,C263,E265)  |                           | =SI(E264=C264,A264,G265)  |                              |
| 265 | =SI(Ainf>B265,C264,E266)  |                           | =SI(E265=C265,A265,G266)  |                              |
| 266 | =SI(Ainf>B266,C265,E267)  |                           | =SI(E266=C266,A266,G267)  |                              |
| 267 | =SI(Ainf>B267,C266,E268)  |                           | =SI(E267=C267,A267,G268)  |                              |
| 268 | =SI(Ainf>B268,C267,E269)  |                           | =SI(E268=C268,A268,G269)  |                              |
| 269 | =SI(Ainf>B269,C268,E270)  |                           | =SI(E269=C269,A269,G270)  |                              |
| 270 | =SI(Ainf>B270,C269,E271)  |                           | =SI(E270=C270,A270,G271)  |                              |
| 271 | =SI(Ainf>B271,C270,E272)  |                           | =SI(E271=C271,A271,G272)  |                              |
| 272 | =SI(Ainf>B272,C271,E273)  |                           | =SI(E272=C272,A272,G273)  |                              |
| 273 | =SI(Ainf>B273,C272,E274)  |                           | =SI(E273=C273,A273,G274)  |                              |
| 274 | =SI(Ainf>B274,C273,E275)  |                           | =SI(E274=C274,A274,G275)  |                              |
| 275 | =SI(Ainf>B275,C274,E276)  |                           | =SI(E275=C275,A275,G276)  |                              |
| 276 | =SI(Ainf>B276,C275,E277)  |                           | =SI(E276=C276,A276,G277)  |                              |
| 277 | =SI(Ainf>B277,C276,E278)  |                           | =SI(E277=C277,A277,G278)  |                              |
| 278 | =SI(Ainf>B278,C277,E279)  |                           | =SI(E278=C278,A278,G279)  |                              |
| 279 | =SI(Ainf>B279,C278,E280)  |                           | =SI(E279=C279,A279,G280)  |                              |
| 280 | =SI(Ainf>B280,C279,E281)  |                           | =SI(E280=C280,A280,G281)  |                              |
| 281 | =SI(Ainf>B281,C280,E282)  |                           | =SI(E281=C281,A281,G282)  |                              |
| 282 | =SI(Ainf>B282,C281,E283)  |                           | =SI(E282=C282,A282,G283)  |                              |
| 283 | =SI(Ainf>B283,C282,E284)  |                           | =SI(E283=C283,A283,G284)  |                              |
| 284 | =SI(Ainf>B284,C283,E285)  |                           | =SI(E284=C284,A284,G285)  |                              |
| 285 | =SI(Ainf>B285,C284,E286)  |                           | =SI(E285=C285,A285,G286)  |                              |
| 286 | =SI(Ainf>B286,C285,E287)  |                           | =SI(E286=C286,A286,G287)  |                              |
| 287 | =SI(Ainf>B287,C286,E288)  |                           | =SI(E287=C287,A287,G288)  |                              |
| 288 | =SI(Ainf>B288,C287,E289)  |                           | =SI(E288=C288,A288,G289)  |                              |
| 289 | =SI(Ainf>B289,C288,E290)  |                           | =SI(E289=C289,A289,G290)  |                              |
| 290 | =SI(Ainf>B290,C289,E291)  |                           | =SI(E290=C290,A290,G291)  |                              |
| 291 | =SI(Ainf>B291,C290,E292)  |                           | =SI(E291=C291,A291,G292)  |                              |
| 292 | =SI(Ainf>B292,C291,E293)  |                           | =SI(E292=C292,A292,G293)  |                              |
| 293 | =SI(Ainf>B293,C292,E294)  |                           | =SI(E293=C293,A293,G294)  |                              |
| 294 | =SI(Ainf>B294,C293,E295)  |                           | =SI(E294=C294,A294,G295)  |                              |
| 295 | =SI(Ainf>B295,C294,E296)  |                           | =SI(E295=C295,A295,G296)  |                              |
| 296 | =SI(Ainf>B296,C295,E297)  |                           | =SI(E296=C296,A296,G297)  |                              |
| 297 | =SI(Ainf>B297,C296,E298)  |                           | =SI(E297=C297,A297,G298)  |                              |
| 298 | =SI(Ainf>B298,C297,E299)  |                           | =SI(E298=C298,A298,G299)  |                              |
| 299 | =SI(Ainf>B299,C298,E300)  |                           | =SI(E299=C299,A299,G300)  |                              |
| 300 | =SI(Ainf>B300,C299,E301)  |                           | =SI(E300=C300,A300,G301)  |                              |
| 301 | =SI(Ainf>B301,C300,E302)  |                           | =SI(E301=C301,A301,G302)  |                              |
| 302 | =SI(Ainf>B302,C301,E303)  |                           | =SI(E302=C302,A302,G303)  |                              |
| 303 |   |                           | 0                         |                              |
| 304 |   |                           |                           |                              |
| 305 |   |                           |                           |                              |
| 306 |   |                           |                           | (As superior en los etremos) |
| 307 |   |                           |                           |                              |
| 308 | No de la barra más gruesa:  | =K220                     | diam =                    | =SI(K313=1,A316,"?")         |
| 309 |   |                           |                           |                              |
| 310 | =SI(No=ENTERO(No),SI(F308<2,"No de varilla no valido",SI(F308>8,SI(F308=12,"","No. De varilla no valido"),"),),"No de varilla no válido") |                           |                           |                              |
| 311 | =SI(K315-0.01>K314,K315,K314)   | cm                        |                           |                              |
| 312 |   |                           |                           |                              |
| 313 | 6   | 7                         | 8                         | 12                           |
| 314 | =2.54*3/4   | =7*2.54/8                 | 2.54                      | =1.5*2.54                    |
| 315 | =(E314/2)*(E314/2)*3.1416   | =(F314/2)*(F314/2)*3.1416 | =(G314/2)*(G314/2)*3.1416 | =(H314/2)*(H314/2)*3.1416    |
| 316 | =SI(No>E313,F316,E314)  | =SI(No>F313,G316,F314)    | =SI(No>G313,H316,G314)    | =SI(No>H313,"?",H314)        |
| 317 |   |                           |                           |                              |
| 318 |   |                           |                           |                              |
| 319 |   |                           |                           |                              |
| 320 |   |                           |                           |                              |
| 321 |   |                           |                           |                              |
| 322 | =SI(D322="no","",SI(D322="si","","escribir si o no"))   |                           |                           |                              |
| 323 | =SI(D323="no","",SI(D323="si","","escribir si o no"))   |                           |                           |                              |
| 324 | =SI(D324="no","",SI(D324="si","","escribir si o no"))   |                           |                           |                              |
| 325 | para barras altas (bajo estas se cuelen más de 30 cms de conc.  |                           |                           |                              |
| 326 | =SI(E311*C326>30,E311*C326,30)  |                           |                           |                              |
| 327 |   |                           |                           |                              |
| 328 | =SI(E311*C328>30,E311*C328,30)  | Para barras a tensión     |                           |                              |
| 329 |   |                           |                           |                              |
| 330 | =SI(E328*0.6>20,E328*0.6,20)  | Para barras a compresión  |                           |                              |

Fig. 3.15.8 Listado del programa, celdas E260 a H330.

|    | I  | J   | K                           | L                                      |
|----|--|---|-----------------------------|--|
| 1  |  |   |                             |  |
| 2  |  |   |                             |  |
| 3  | las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa  |   |                             |  |
| 4  |  |   |                             |  |
| 5  | las celdas en canela indican resultados  |   |                             |  |
| 6  |  |   |                             |  |
| 7  |  |   |                             |  |
| 8  | Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con As determinado se ingresa As como dato, en caso contrario |   |                             |  |
| 9  |  |   |                             |  |
| 10 |  |   |                             |  |
| 11 |  |   |                             | =SI(B11>0,SI(M10>0,1,0),SI(M10>0,0,1)) |
| 12 | porcentaje propuesto de  |   |                             |  |
| 13 |  |   |                             |  |
| 14 | (de 1.0 a 0.75 recomendado)  |   |                             |  |
| 15 |  |   |                             |  |
| 16 |  |   | =O12*B12/B15                |  |
| 17 |  |   |                             |  |
| 18 |  |   |                             |  |
| 19 |  |   |                             |  |
| 20 |  |   |                             |  |
| 21 |  |   |                             |  |
| 22 |  |   |                             |  |
| 23 |  |   |                             |  |
| 24 |  |   | =SI(M10>0,M10,O12*N20*N2    | cms <sup>2</sup>                       |
| 25 |  |   |                             |  |
| 26 | =SI(K26="", "", "As de la sec balanceada >")   |   | =SI(B11>0, "", O12*N20*N21) | =SI(B11>0, "", "cms2")                 |
| 27 |  |   |                             |  |
| 28 |  | =SI(K24/1.05>K26, "El area de acero propuesta es mayor que la para la sec. balanceada", "") |                             |  |
| 29 |  |   |                             |  |
| 30 |  |   |                             |  |
| 31 |  |   |                             |  |
| 32 |  |   |                             |  |
| 33 | =B6  |   |                             |  |
| 34 | =E38   |   |                             |  |
| 35 | $\phi_s$   |   |                             |  |
| 36 |  |   |                             | d= =N21                                |
| 37 |  |   |                             |  |
| 38 |  |   |                             |  |
| 39 |  |   |                             |  |
| 40 |  |   |                             |  |
| 41 |  |   |                             |  |
| 42 |  |   |                             |  |
| 43 |  |   |                             |  |
| 44 |  |   | =E43/(B12-(B15))            | cms <sup>2</sup>                       |
| 45 |  |   |                             |  |
| 46 |  |   | Area de acero en comp       |  |
| 47 |  |   |                             |  |
| 48 |  |   |                             |  |
| 49 |  |   |                             |  |
| 50 |  |   |                             |  |
| 51 |  | C   |                             |  |
| 52 |  |   |                             |  |
| 53 |  |   |                             |  |
| 54 |  |   |                             |  |
| 55 |  | T   |                             |  |
| 56 |  |   |                             |  |
| 57 |  |   |                             |  |
| 58 |  |   |                             |  |
| 59 |  |   |                             |  |
| 60 |  |   |                             |  |
| 61 |  |   |                             |  |
| 62 |  |   | C= =B66*N58*N55*N20         | kg                                     |
| 63 |  |   |                             |  |
| 64 |  |   |                             |  |
| 65 |  |   |                             | por lo tanto =SI(I66=""ok", 1,0)       |

Fig. 3.15.9 Listado del programa, celdas I1 a L65.

|     | I   | J  | K                           | L                        |
|-----|---|--|-----------------------------|--------------------------|
| 84  |   |  |                             |                          |
| 85  |   |  |                             |                          |
| 86  |   |  |                             |                          |
| 87  |   |  |                             |                          |
| 88  |   |  |                             |                          |
| 89  |   |  |                             |                          |
| 90  | =B9*100/C25   |  |                             |                          |
| 91  |   |  |                             |                          |
| 92  | =0.8*N20*N21*(0.2+30*N82)*RAIZ(B16)                               | kg   | para L/h>5                  |                          |
| 93  |   |  |                             |                          |
| 94  | =0.5*0.8*N21*N20*RAIZ(B16)  | kg   | para L/h>5                  |                          |
| 95  |   |  |                             |                          |
| 96  | =SI((I90>3.99,SI(I90<5,(I90-3.99)*(I99-I92),""),"")               |  | para 4-L/h<5                |                          |
| 97  | =SI((I90>3.99,SI(I90<5,(I90-3.99)*(I99-I94),""),"")               |  | variacion lineal entre ecs  |                          |
| 98  |   |  |                             |                          |
| 99  | =SI((I94*D106>G97,G97,I94*D106)                                   | kg   | para L/h<4                  |                          |
| 100 |   |  |                             |                          |
| 101 |   |  |                             |                          |
| 102 |   |  |                             |                          |
| 103 |   |  |                             |                          |
| 104 |   |  |                             |                          |
| 105 |   |  |                             |                          |
| 106 | =N104   | kg   |                             |                          |
| 107 |   |  |                             |                          |
| 108 |   |  |                             |                          |
| 109 | =B10*1000   | kg   |                             |                          |
| 110 |   |  |                             |                          |
| 111 | =SI(N111>N110,N110,N111)  |  |                             |                          |
| 112 |   |  |                             |                          |
| 113 |   |  |                             |                          |
| 114 | =ENTERO(0.5*N21)  |  |                             |                          |
| 115 |   |  |                             |                          |
| 116 |   |  |                             |                          |
| 117 | =ENTERO(0.25*N21)   |  |                             |                          |
| 118 |   |  |                             |                          |
| 119 |   |  |                             |                          |
| 120 | =SI((I109<I106,N111,SI((I109>I106,SI((I109<G97+0.01,I114,I117)))) |  |                             |                          |
| 121 |   |  |                             |                          |
| 122 |   |  |                             |                          |
| 123 |   |  |                             |                          |
| 124 |   |  | v=                          | =(N124*1000)/(G124*G125) |
| 125 |   |  | vvc                         | =(N125*1000)/(G124*G125) |
| 126 |   |  |                             |                          |
| 127 |   |  | Los estr toman:             | =N124-N125               |
| 128 |   |  | la=                         | =C124-(L125*C124/L124)   |
| 129 |   |  | Resist de estr              | =SI(C125=2,(550),1043)   |
| 130 |   |  | No de est. p/ tensión diag. | =ENTERO(L127*1000/L129)  |
| 131 |   |  |                             |                          |
| 132 |   |  |                             |                          |
| 133 | =C124   | =SI((L130>19,SI(C125<3,"aumentar el diam del estribo","se consideran estribos dobles"),"") |                             |                          |
| 134 |   | mts  |                             |                          |
| 135 | =L128   |  |                             |                          |
| 136 |   |  |                             |                          |
| 137 |   |  |                             |                          |
| 138 |   |  |                             |                          |
| 139 |   |  |                             |                          |
| 140 |   |  | =L127                       | tomado por los estribos  |
| 141 |   |  |                             |                          |
| 142 | Grafica esf por tensión diagonal                                  |  |                             |                          |
| 143 |   |  |                             |                          |
| 144 |   |  |                             |                          |
| 145 |   |  |                             |                          |
| 146 | =I220   |  |                             |                          |
| 147 |   |  |                             |                          |
| 148 |   |  |                             |                          |
| 149 |   |  |                             |                          |
| 150 |   |  |                             |                          |
| 151 |   |  |                             |                          |
| 152 | =E220   |  |                             |                          |
| 153 |   |  |                             |                          |

Fig. 3.15.10 Listado del programa, celdas I84 a L153.

|     | I                         | J                        | K                        | L                        |
|-----|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 172 | 0.09                      | 1                        | 0.13                     | 1                        |
| 173 | 0.08                      | 2                        | 0.14                     | 1                        |
| 174 | 0.09                      | 1                        | 0.14                     | 1                        |
| 175 | 0.09                      | 1                        | 0.14                     | 1                        |
| 176 | 0.15                      | 1                        | 0.15                     |                          |
| 177 | 0.15                      | 1                        | 0.15                     |                          |
| 178 | 0.16                      | 1                        | 0.16                     |                          |
| 179 | 0.17                      | 1                        | 0.17                     |                          |
| 180 | 0.18                      | 1                        | 0.18                     |                          |
| 181 | 0.2                       |                          |                          |                          |
| 182 | 0.22                      |                          |                          |                          |
| 183 | 0.23                      |                          |                          |                          |
| 184 |                           |                          |                          |                          |
| 185 |                           |                          |                          |                          |
| 186 |                           |                          |                          |                          |
| 187 |                           |                          |                          |                          |
| 188 | =SI(P188=B168,I168,I189)  | =SI(P188=B168,J168,J189) | =SI(P188=B168,K168,K189) | =SI(P188=B168,L168,L189) |
| 189 | =SI(P189=B169,I169,I190)  | =SI(P189=B169,J169,J190) | =SI(P189=B169,K169,K190) | =SI(P189=B169,L169,L190) |
| 190 | =SI(P190=B170,I170,I191)  | =SI(P190=B170,J170,J191) | =SI(P190=B170,K170,K191) | =SI(P190=B170,L170,L191) |
| 191 | =SI(P191=B171,I171,I192)  | =SI(P191=B171,J171,J192) | =SI(P191=B171,K171,K192) | =SI(P191=B171,L171,L192) |
| 192 | =SI(P192=B172,I172,I193)  | =SI(P192=B172,J172,J193) | =SI(P192=B172,K172,K193) | =SI(P192=B172,L172,L193) |
| 193 | =SI(P193=B173,I173,I194)  | =SI(P193=B173,J173,J194) | =SI(P193=B173,K173,K194) | =SI(P193=B173,L173,L194) |
| 194 | =SI(P194=B174,I174,I195)  | =SI(P194=B174,J174,J195) | =SI(P194=B174,K174,K195) | =SI(P194=B174,L174,L195) |
| 195 | =SI(P195=B175,I175,I196)  | =SI(P195=B175,J175,J196) | =SI(P195=B175,K175,K196) | =SI(P195=B175,L175,L196) |
| 196 | =SI(P196=B176,I176,I197)  | =SI(P196=B176,J176,J197) | =SI(P196=B176,K176,K197) | =SI(P196=B176,L176,L197) |
| 197 | =SI(P197=B177,I177,I198)  | =SI(P197=B177,J177,J198) | =SI(P197=B177,K177,K198) | =SI(P197=B177,L177,L198) |
| 198 | =SI(P198=B178,I178,I199)  | =SI(P198=B178,J178,J199) | =SI(P198=B178,K178,K199) | =SI(P198=B178,L178,L199) |
| 199 | =SI(P199=B179,I179,I200)  | =SI(P199=B179,J179,J200) | =SI(P199=B179,K179,K200) | =SI(P199=B179,L179,L200) |
| 200 | =SI(P200=B180,I180,I201)  | =SI(P200=B180,J180,J201) | =SI(P200=B180,K180,K201) | =SI(P200=B180,L180,L201) |
| 201 | =SI(P201=B181,I181,I202)  | =SI(P201=B181,J181,J202) | =SI(P201=B181,K181,K202) | =SI(P201=B181,L181,L202) |
| 202 | =SI(P202=B182,I182,I203)  | =SI(P202=B182,J182,J203) | =SI(P202=B182,K182,K203) | =SI(P202=B182,L182,L203) |
| 203 | =SI(P203=B183,I183,I204)  | =SI(P203=B183,J183,J204) | =SI(P203=B183,K183,K204) | =SI(P203=B183,L183,L204) |
| 204 | =SI(P204=B184,I184,I205)  | =SI(P204=B184,J184,J205) | =SI(P204=B184,K184,K205) | =SI(P204=B184,L184,L205) |
| 205 | =SI(P205=B185,I185,I206)  | =SI(P205=B185,J185,J206) | =SI(P205=B185,K185,K206) | =SI(P205=B185,L185,L206) |
| 206 | =SI(P206=B186,I186,I207)  | =SI(P206=B186,J186,J207) | =SI(P206=B186,K186,K207) | =SI(P206=B186,L186,L207) |
| 207 | =SI(P207=B187,I187,I208)  | =SI(P207=B187,J187,J208) | =SI(P207=B187,K187,K208) | =SI(P207=B187,L187,L208) |
| 208 |                           |                          |                          |                          |
| 209 |                           |                          |                          |                          |
| 210 |                           |                          |                          |                          |
| 211 |                           |                          |                          |                          |
| 212 |                           |                          |                          |                          |
| 213 |                           |                          |                          |                          |
| 214 |                           |                          |                          |                          |
| 215 |                           |                          |                          |                          |
| 216 |                           |                          |                          |                          |
| 217 |                           |                          |                          |                          |
| 218 | Armado sup                |                          | V mayor                  |                          |
| 219 |                           | sobrepas                 |                          |                          |
| 220 | =SI(Acomp>B220,C219,I221) |                          | =SI(I220=C220,A220,K221) |                          |
| 221 | =SI(Acomp>B221,C220,I222) |                          | =SI(I221=C221,A221,K222) |                          |
| 222 | =SI(Acomp>B222,C221,I223) |                          | =SI(I222=C222,A222,K223) |                          |
| 223 | =SI(Acomp>B223,C222,I224) |                          | =SI(I223=C223,A223,K224) |                          |
| 224 | =SI(Acomp>B224,C223,I225) |                          | =SI(I224=C224,A224,K225) |                          |
| 225 | =SI(Acomp>B225,C224,I226) |                          | =SI(I225=C225,A225,K226) |                          |
| 226 | =SI(Acomp>B226,C225,I227) |                          | =SI(I226=C226,A226,K227) |                          |
| 227 | =SI(Acomp>B227,C226,I228) |                          | =SI(I227=C227,A227,K228) |                          |
| 228 | =SI(Acomp>B228,C227,I229) |                          | =SI(I228=C228,A228,K229) |                          |
| 229 | =SI(Acomp>B229,C228,I230) |                          | =SI(I229=C229,A229,K230) |                          |
| 230 | =SI(Acomp>B230,C229,I231) |                          | =SI(I230=C230,A230,K231) |                          |
| 231 | =SI(Acomp>B231,C230,I232) |                          | =SI(I231=C231,A231,K232) |                          |
| 232 | =SI(Acomp>B232,C231,I233) |                          | =SI(I232=C232,A232,K233) |                          |
| 233 | =SI(Acomp>B233,C232,I234) |                          | =SI(I233=C233,A233,K234) |                          |
| 234 | =SI(Acomp>B234,C233,I235) |                          | =SI(I234=C234,A234,K235) |                          |
| 235 | =SI(Acomp>B235,C234,I236) |                          | =SI(I235=C235,A235,K236) |                          |
| 236 | =SI(Acomp>B236,C235,I237) |                          | =SI(I236=C236,A236,K237) |                          |
| 237 | =SI(Acomp>B237,C236,I238) |                          | =SI(I237=C237,A237,K238) |                          |
| 238 | =SI(Acomp>B238,C237,I239) |                          | =SI(I238=C238,A238,K239) |                          |
| 239 | =SI(Acomp>B239,C238,I240) |                          | =SI(I239=C239,A239,K240) |                          |
| 240 | =SI(Acomp>B240,C239,I241) |                          | =SI(I240=C240,A240,K241) |                          |
| 241 | =SI(Acomp>B241,C240,I242) |                          | =SI(I241=C241,A241,K242) |                          |
| 242 | =SI(Acomp>B242,C241,I243) |                          | =SI(I242=C242,A242,K243) |                          |

Fig. 3.15.11 Listado del programa, celdas I172 a L242.

|     | I                         | J                      | K                          | L                                 |
|-----|---------------------------|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| 260 | =SI(Acomp>B260,C259,I261) |                        | =SI(I260=C260,A260,K261)   |                                   |
| 261 | =SI(Acomp>B261,C260,I262) |                        | =SI(I261=C261,A261,K262)   |                                   |
| 262 | =SI(Acomp>B262,C261,I263) |                        | =SI(I262=C262,A262,K263)   |                                   |
| 263 | =SI(Acomp>B263,C262,I264) |                        | =SI(I263=C263,A263,K264)   |                                   |
| 264 | =SI(Acomp>B264,C263,I265) |                        | =SI(I264=C264,A264,K265)   |                                   |
| 265 | =SI(Acomp>B265,C264,I266) |                        | =SI(I265=C265,A265,K266)   |                                   |
| 266 | =SI(Acomp>B266,C265,I267) |                        | =SI(I266=C266,A266,K267)   |                                   |
| 267 | =SI(Acomp>B267,C266,I268) |                        | =SI(I267=C267,A267,K268)   |                                   |
| 268 | =SI(Acomp>B268,C267,I269) |                        | =SI(I268=C268,A268,K269)   |                                   |
| 269 | =SI(Acomp>B269,C268,I270) |                        | =SI(I269=C269,A269,K270)   |                                   |
| 270 | =SI(Acomp>B270,C269,I271) |                        | =SI(I270=C270,A270,K271)   |                                   |
| 271 | =SI(Acomp>B271,C270,I272) |                        | =SI(I271=C271,A271,K272)   |                                   |
| 272 | =SI(Acomp>B272,C271,I273) |                        | =SI(I272=C272,A272,K273)   |                                   |
| 273 | =SI(Acomp>B273,C272,I274) |                        | =SI(I273=C273,A273,K274)   |                                   |
| 274 | =SI(Acomp>B274,C273,I275) |                        | =SI(I274=C274,A274,K275)   |                                   |
| 275 | =SI(Acomp>B275,C274,I276) |                        | =SI(I275=C275,A275,K276)   |                                   |
| 276 | =SI(Acomp>B276,C275,I277) |                        | =SI(I276=C276,A276,K277)   |                                   |
| 277 | =SI(Acomp>B277,C276,I278) |                        | =SI(I277=C277,A277,K278)   |                                   |
| 278 | =SI(Acomp>B278,C277,I279) |                        | =SI(I278=C278,A278,K279)   |                                   |
| 279 | =SI(Acomp>B279,C278,I280) |                        | =SI(I279=C279,A279,K280)   |                                   |
| 280 | =SI(Acomp>B280,C279,I281) |                        | =SI(I280=C280,A280,K281)   |                                   |
| 281 | =SI(Acomp>B281,C280,I282) |                        | =SI(I281=C281,A281,K282)   |                                   |
| 282 | =SI(Acomp>B282,C281,I283) |                        | =SI(I282=C282,A282,K283)   |                                   |
| 283 | =SI(Acomp>B283,C282,I284) |                        | =SI(I283=C283,A283,K284)   |                                   |
| 284 | =SI(Acomp>B284,C283,I285) |                        | =SI(I284=C284,A284,K285)   |                                   |
| 285 | =SI(Acomp>B285,C284,I286) |                        | =SI(I285=C285,A285,K286)   |                                   |
| 286 | =SI(Acomp>B286,C285,I287) |                        | =SI(I286=C286,A286,K287)   |                                   |
| 287 | =SI(Acomp>B287,C286,I288) |                        | =SI(I287=C287,A287,K288)   |                                   |
| 288 | =SI(Acomp>B288,C287,I289) |                        | =SI(I288=C288,A288,K289)   |                                   |
| 289 | =SI(Acomp>B289,C288,I290) |                        | =SI(I289=C289,A289,K290)   |                                   |
| 290 | =SI(Acomp>B290,C289,I291) |                        | =SI(I290=C290,A290,K291)   |                                   |
| 291 | =SI(Acomp>B291,C290,I292) |                        | =SI(I291=C291,A291,K292)   |                                   |
| 292 | =SI(Acomp>B292,C291,I293) |                        | =SI(I292=C292,A292,K293)   |                                   |
| 293 | =SI(Acomp>B293,C292,I294) |                        | =SI(I293=C293,A293,K294)   |                                   |
| 294 | =SI(Acomp>B294,C293,I295) |                        | =SI(I294=C294,A294,K295)   |                                   |
| 295 | =SI(Acomp>B295,C294,I296) |                        | =SI(I295=C295,A295,K296)   |                                   |
| 296 | =SI(Acomp>B296,C295,I297) |                        | =SI(I296=C296,A296,K297)   |                                   |
| 297 | =SI(Acomp>B297,C296,I298) |                        | =SI(I297=C297,A297,K298)   |                                   |
| 298 | =SI(Acomp>B298,C297,I299) |                        | =SI(I298=C298,A298,K299)   |                                   |
| 299 | =SI(Acomp>B299,C298,I300) |                        | =SI(I299=C299,A299,K300)   |                                   |
| 300 | =SI(Acomp>B300,C299,I301) |                        | =SI(I300=C300,A300,K301)   |                                   |
| 301 | =SI(Acomp>B301,C300,I302) |                        | =SI(I301=C301,A301,K302)   |                                   |
| 302 | =SI(Acomp>B302,C301,I303) |                        | =SI(I302=C302,A302,K303)   |                                   |
| 303 |                           |                        | 0                          |                                   |
| 304 |                           |                        |                            |                                   |
| 305 |                           |                        |                            |                                   |
| 306 |                           |                        |                            |                                   |
| 307 |                           |                        |                            |                                   |
| 308 |                           | area=                  | =SI(K313=1,I313,"")        |                                   |
| 309 |                           |                        |                            |                                   |
| 310 |                           |                        |                            |                                   |
| 311 |                           |                        |                            |                                   |
| 312 |                           |                        |                            |                                   |
| 313 | =SI(No>A313,I314,A315)    | =SI(No>E313,J314,E315) | =SI(E310=""",1,2)          | =SI(D322="no",1,SI(No>5.9,1.2,1)) |
| 314 | =SI(No>B313,I315,B315)    | =SI(No>F313,J315,F315) | =0.006*H306*B12            | =SI(D323="no",1,1.33)             |
| 315 | =SI(No>C313,I316,C315)    | =SI(No>G313,J316,G315) | =(0.06*.508*B12)/(RAZ(B8)) | =SI(B12>4200,2-(4200/B12),1)      |
| 316 | =SI(No>D313,I313,D315)    | =SI(No>H313,E328,H315) | =SI(E322=""",1,2)          | =SI(E323=""",1,2)                 |
| 317 |                           |                        |                            |                                   |
| 318 |                           |                        |                            |                                   |
| 319 |                           |                        |                            |                                   |
| 320 |                           |                        |                            |                                   |
| 321 |                           |                        |                            |                                   |
| 322 |                           |                        |                            |                                   |
| 323 |                           |                        |                            |                                   |
| 324 |                           |                        |                            |                                   |
| 325 |                           |                        |                            |                                   |
| 326 |                           |                        |                            |                                   |
| 327 |                           |                        |                            |                                   |
| 328 |                           |                        |                            |                                   |
| 329 |                           |                        |                            |                                   |
| 330 |                           |                        |                            |                                   |

Fig. 3.15.12 Listado del programa, celdas I260 a L330.

|    | M                | N              | O   | P  |
|----|------------------|----------------|---|--|
| 1  |                  |                |   |  |
| 2  |                  |                |   |  |
| 3  |                  |                |   |  |
| 4  |                  |                |   |  |
| 5  |                  |                |   |  |
| 6  |                  |                |   |  |
| 7  |                  |                |   |  |
| 8  |                  |                |   |  |
| 9  |                  |                |   |  |
| 10 | 0                |                |   |  |
| 11 |                  |                |   |  |
| 12 | 0.75             |                | =M12*G14  |  |
| 13 |                  |                |   |  |
| 14 |                  |                | =0.75*G14   |  |
| 15 |                  |                |   |  |
| 16 |                  |                |   |  |
| 17 |                  |                |   |  |
| 18 |                  |                |   |  |
| 19 |                  |                |   |  |
| 20 |                  |                | =SI(B20<1,SI(REDONDEAR(B11*100000/((N21*N21*B15*K16)*(1-0.5*K16)),0)<13,10,REDONDEAR(B11*100000/((N21*N21*B15*K16)*(1-0.5 | cms  |
| 21 |                  |                | =SI(B21<1,REDONDEAR(RAIZ(B11*100000/((N20*B15*K16)*(1-0.5*K16))),0),B21-B7)   | cms  |
| 22 |                  |                |   |  |
| 23 |                  |                |   |  |
| 24 |                  |                | b= =SI(N20<19.9,N20+2,N20)  | cms  |
| 25 |                  |                | d= =N21+B7  | cms  |
| 26 |                  |                |   |  |
| 27 |                  |                |   |  |
| 28 |                  |                |   |  |
| 29 |                  |                |   |  |
| 30 |                  |                |   |  |
| 31 |                  |                |   |  |
| 32 |                  |                |   |  |
| 33 | =0.003*(H35/134) |                | =SI(K44>0,SI(M33>C36,"el acero en comp. esta fluyendo","el acero en comp. no está fluyendo"),")                           |  |
| 34 |                  |                | =SI(M33>C36,"por lo tanto fs=ly","ha")  |  |
| 35 |                  |                |   |  |
| 36 |                  | $\epsilon_y =$ | =B12/2000000  |  |
| 37 |                  |                |   |  |
| 38 |                  |                |   |  |
| 39 |                  |                |   |  |
| 40 |                  |                |   |  |
| 41 |                  |                | =0.75*134   |  |
| 42 |                  |                |   |  |
| 43 |                  |                |   |  |
| 44 |                  |                | =K44+Q24  | cms <sup>2</sup>   |
| 45 |                  |                |   |  |
| 46 |                  |                | As de tension total   |  |
| 47 |                  |                |   |  |
| 48 |                  |                |   |  |
| 49 |                  |                |   |  |
| 50 |                  |                |   |  |
| 51 |                  |                |   |  |
| 52 |                  |                |   |  |
| 53 |                  |                | para concretos >250 ( ec 2.4 NTC)   |  |
| 54 |                  |                |   |  |
| 55 |                  | $f'c=$         | =B68*B16  | kg/cm <sub>2</sub>   |
| 56 |                  |                |   |  |
| 57 |                  |                |   |  |
| 58 |                  |                | c= =SI(REDONDEAR((K68/(0.8*N65*N20)),2  | cms  |
| 59 |                  |                |   |  |
| 60 |                  |                |   |  |
| 61 |                  |                |   |  |
| 62 |                  |                | por triang. Semej.  |  |
| 63 |                  |                |   |  |
| 64 |                  |                |   |  |
| 65 |                  |                | =B12/2000000  | =SI(M65<B65,"el acero esta fluyendo", "el acero no esta fluyendo") |

Fig. 3.15.13 Listado del programa, celdas M1 a P65.

|     | M                           | N   | O     | P |
|-----|-----------------------------|---|-------|---|
| 84  |                             | = (N82*B12)/N55   |       |   |
| 85  |                             |   |       |   |
| 86  |                             |   |       |   |
| 87  |                             |   |       |   |
| 88  | $M_n =$                     | = (N20*N21*N21*N55*N84*(1-(0.5*N84)))/100000  |       |   |
| 89  | (Resistencia Nominal)       |   | ton-m |   |
| 90  |                             |   |       |   |
| 91  |                             |   |       |   |
| 92  |                             |   |       |   |
| 93  |                             |   |       |   |
| 94  |                             |   |       |   |
| 95  |                             |   |       |   |
| 96  |                             |   |       |   |
| 97  |                             |   |       |   |
| 98  |                             |   |       |   |
| 99  |                             |   |       |   |
| 100 |                             | =SI((I90<3.99,I99,SI((I90<4.99,SI((N82<0.1,I96+I92,I97+I94),SI((I90>5,SI((N82<0.1,I92,I94)))))) |       |   |
| 101 | $V_{or} =$                  |   |       |   |
| 102 | =SI((E102>5.99,"VcR-30%="," | =SI((E102>5.99,N100/1.3,N100)   | kg    |   |
| 103 |                             |   |       |   |
| 104 | =SI((E104>69.9,"VcR-30%="," | =SI((E104>69.9,N102/1.3,N102)   | kg    |   |
| 105 |                             |   |       |   |
| 106 |                             |   |       |   |
| 107 |                             |   |       |   |
| 108 |                             |   |       |   |
| 109 |                             |   |       |   |
| 110 |                             | =ENTERO((0.8*B114*B12)/(3.5*N20)  |       |   |
| 111 |                             | =ENTERO((0.8*B114*B12*N21*(SENO(B14*3.1416/180)+(COS(B14*3.1416/180))))/(B10*1000-106))         |       |   |
| 112 |                             |   |       |   |
| 113 |                             |   |       |   |
| 114 |                             |   |       |   |
| 115 |                             |   |       |   |
| 116 |                             |   |       |   |
| 117 |                             |   |       |   |
| 118 |                             |   |       |   |
| 119 |                             |   |       |   |
| 120 |                             |   |       |   |
| 121 |                             |   |       |   |
| 122 |                             |   |       |   |
| 123 |                             |   |       |   |
| 124 |                             | Vu =B10   | ton   |   |
| 125 |                             | VcRe =109/1000  | ton   |   |
| 126 |                             |   |       |   |
| 127 | ton                         |   |       |   |
| 128 | mts                         |   |       |   |
| 129 | kg                          |   |       |   |
| 130 |                             |   |       |   |
| 131 |                             |   |       |   |
| 132 |                             |   |       |   |
| 133 |                             |   |       |   |
| 134 |                             |   |       |   |
| 135 |                             |   |       |   |
| 136 |                             |   |       |   |
| 137 |                             |   |       |   |
| 138 | =N125                       | (tomado por el concreto)  |       |   |
| 139 |                             |   |       |   |
| 140 |                             |   |       |   |
| 141 |                             |   |       |   |
| 142 |                             |   |       |   |
| 143 |                             |   |       |   |
| 144 |                             |   |       |   |
| 145 |                             |   |       |   |
| 146 |                             |   |       |   |
| 147 |                             |   |       |   |
| 148 |                             |   |       |   |
| 149 |                             |   |       |   |
| 150 |                             |   |       |   |
| 151 |                             |   |       |   |
| 152 |                             |   |       |   |
| 153 |                             |   |       |   |

Fig. 3.15.14 Listado del programa, celdas M84 a P153.

|     | M                        | N | O | P     |
|-----|--------------------------|---|---|-------|
| 172 | 0.13                     |   |   |       |
| 173 | 0.14                     |   |   |       |
| 174 | 0.14                     |   |   |       |
| 175 | 0.14                     |   |   |       |
| 176 |                          |   |   |       |
| 177 |                          |   |   |       |
| 178 |                          |   |   |       |
| 179 |                          |   |   |       |
| 180 |                          |   |   |       |
| 181 |                          |   |   |       |
| 182 |                          |   |   |       |
| 183 |                          |   |   |       |
| 184 |                          |   |   |       |
| 185 |                          |   |   |       |
| 186 |                          |   |   |       |
| 187 |                          |   |   |       |
| 188 | =SI(P188=B168,M168,M189) |   |   | =L130 |
| 189 | =SI(P189=B169,M169,M190) |   |   | =P188 |
| 190 | =SI(P190=B170,M170,M191) |   |   | =P189 |
| 191 | =SI(P191=B171,M171,M192) |   |   | =P190 |
| 192 | =SI(P192=B172,M172,M193) |   |   | =P191 |
| 193 | =SI(P193=B173,M173,M194) |   |   | =P192 |
| 194 | =SI(P194=B174,M174,M195) |   |   | =P193 |
| 195 | =SI(P195=B175,M175,M196) |   |   | =P194 |
| 196 | =SI(P196=B176,M176,M197) |   |   | =P195 |
| 197 | =SI(P197=B177,M177,M198) |   |   | =P196 |
| 198 | =SI(P198=B178,M178,M199) |   |   | =P197 |
| 199 | =SI(P199=B179,M179,M200) |   |   | =P198 |
| 200 | =SI(P200=B180,M180,M201) |   |   | =P199 |
| 201 | =SI(P201=B181,M181,M202) |   |   | =P200 |
| 202 | =SI(P202=B182,M182,M203) |   |   | =P201 |
| 203 | =SI(P203=B183,M183,M204) |   |   | =P202 |
| 204 | =SI(P204=B184,M184,M205) |   |   | =P203 |
| 205 | =SI(P205=B185,M185,M206) |   |   | =P204 |
| 206 | =SI(P206=B186,M186,M207) |   |   | =P205 |
| 207 | =SI(P207=B187,M187,C208) |   |   | =P206 |
| 208 |                          |   |   |       |
| 209 |                          |   |   |       |
| 210 |                          |   |   |       |
| 211 |                          |   |   |       |
| 212 |                          |   |   |       |
| 213 |                          |   |   |       |
| 214 |                          |   |   |       |
| 215 |                          |   |   |       |
| 216 |                          |   |   |       |
| 217 |                          |   |   |       |
| 218 |                          |   |   |       |
| 219 |                          |   |   |       |
| 220 |                          |   |   |       |
| 221 |                          |   |   |       |
| 222 |                          |   |   |       |
| 223 |                          |   |   |       |
| 224 |                          |   |   |       |
| 225 |                          |   |   |       |
| 226 |                          |   |   |       |
| 227 |                          |   |   |       |
| 228 |                          |   |   |       |
| 229 |                          |   |   |       |
| 230 |                          |   |   |       |
| 231 |                          |   |   |       |
| 232 |                          |   |   |       |
| 233 |                          |   |   |       |
| 234 |                          |   |   |       |
| 235 |                          |   |   |       |
| 236 |                          |   |   |       |
| 237 |                          |   |   |       |
| 238 |                          |   |   |       |
| 239 |                          |   |   |       |
| 240 |                          |   |   |       |
| 241 |                          |   |   |       |
| 242 |                          |   |   |       |

Fig. 3.15.15 Listado del programa, celdas M172 a P242

### 3.16 PROGRAMA "DETERMINACION DE LAS DIMENSIONES Y EL REFUERZO DE UNA SECCION RECTANGULAR USANDO LAS NTC

NOTAS Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse

las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa

DATOS Para desplazarse al ingresa datos presione la tecla tab

las celdas en canela indican resultados

rec sup= 5 cms  
 rec inf= 5 cms  
 f'c= 200 kg/cm<sup>2</sup>  
 L= 6.00 m  
 V<sub>u</sub> 14 ton  
 M<sub>u</sub> 60 ton-m  
 f<sub>y</sub> 4200 kg/cm<sup>2</sup>  
 Estr. Nb 3  
 inclinación 90 grados  
 f''c= 136 kg/cm<sup>2</sup>  
 f'c= 160 kg/cm<sup>2</sup>  
 β<sub>1</sub> = 0.80  
 d= 90 cms

$$\rho_b = \frac{f''c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$$

Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con A<sub>s</sub> determinado se ingresa A<sub>s</sub> como dato, en caso contrario se ingresa 0

porcentaje propuesto de  $A_s =$    $\rho = 0.011429$

$\therefore \rho_b = 0.0152$  (de 1.0 a 0.75 recomendado)  $0.011429$

$$q = \frac{\rho \cdot f_y}{f''c} \quad q = 0.352941 \quad M_n = bd^2 f''c q(1-0.5q)$$

Proponer b o d:

b= 20 cms  
 h= 90 cms

$d = \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f''c \cdot q(1-0.5q)}}$  desp. by d:  $b = \frac{M_u}{d^2 \cdot f''c \cdot q(1-0.5q)}$

b= 20 cms  
 d= 85 cms

ya no cubre los requisitos de ductilidad NTC RC 5.21

$\rho = \frac{A_s}{bd}$   $A_s = \rho \cdot bd = 19.43 \text{ cms}^2$

b= 20 cms  
 d= 90 cms

$$A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{f'c}}{f_y} bd$$

A<sub>smin</sub> = 4.01 ok

ec 2.1 NTC-89

CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA

$$M_n = bd^2 f''c q(1-0.5q)$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

M<sub>n</sub> = 57.1 ton-m

se calcula como doblemente armada

c = 37.5

Determinación del Acero de compresión

M<sub>na</sub> = M<sub>n</sub> - M<sub>max</sub> 2.9 ton-m

$$C_a = \frac{M_{na}}{d-d'} = 3,600 \text{ kg}$$

$$A'_s = \frac{C_a}{f_y - f''c} = 0.89 \text{ cms}^2$$

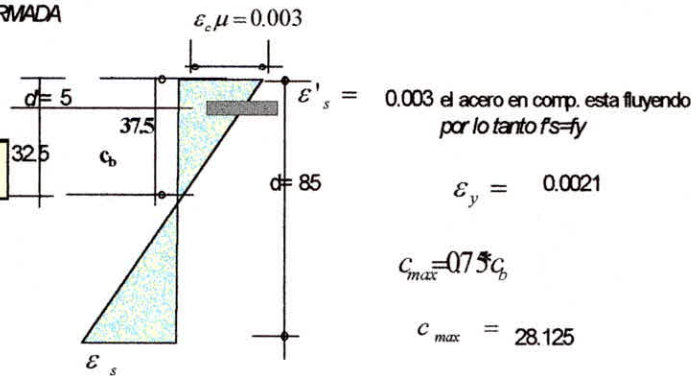
Area de acero en comp

20.31 cms<sup>2</sup>

As de tension total

$$A_{smax} = 0.75 \rho \cdot bd$$

A<sub>smax</sub> = 19.4286 ok



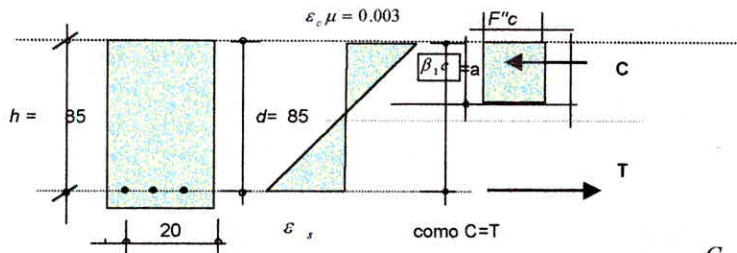
ε<sub>s</sub> = 0.003 el acero en comp. esta fluyendo por lo tanto f<sub>s</sub> = f<sub>y</sub>

ε<sub>y</sub> = 0.0021

C<sub>max</sub> = 0.75 C<sub>b</sub>

C<sub>max</sub> = 28.125

Fig3.16.1 Impresión del programa (pág 1de 4).



$$\beta_3 = \left( 1.05 - \frac{f^*c}{1250} \right) \leq 0.85$$

para concretos >250 ( ec 2.4 NTC-89)

$$f^*c = 136 \text{ kg/cm}_2$$

$$c = \frac{C}{0.8 * f^*c * b}$$

$$c = 37.50 \text{ cms}$$

**DETERMINACION DE LA RESISTENCIA**

$$C = (F^*C) * (\beta_1 c) * (b)$$

$$C = 81,600 \text{ kg}$$

por triang. Semej.  $\frac{0.003}{\epsilon_s} = \frac{a}{d-a}$

$$\epsilon_c \mu = 0.003$$

$$\epsilon_s = 0.00440$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s}$$

por lo tanto  $\epsilon_y = 0.0021$  **el acero esta fluyendo**

$$\beta_1 = 0.80$$

2.1.1e NTC-89

$$a = 30 \text{ cms}$$

$$f_s = f_y = 4200 \text{ kg/cm}_2$$

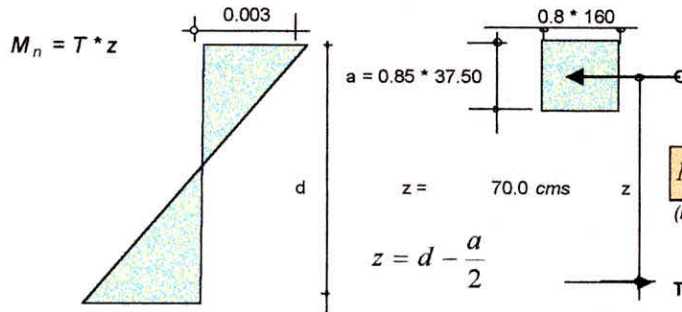
$$T = A_s f_s = 81600 \text{ ok}$$

$$\beta_3 = 0.85 \text{ kg/cm}_2$$

da Ec 2.2 NTC-89  $\rho_b = \frac{f^*c}{f_y} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$

$$\rho_b = 0.0152$$
 **la sec es subreforzada**

7



$$M_n = T * z$$

$$M_n = T * z$$

$$M_n = 57.1 \text{ ton-m}$$

$$M_R = F_R * M_n = 51.4 \text{ ton-m}$$

(Momento Resistente de Diseño)

$$F_R = 0.9$$

$$z = d - \frac{a}{2}$$

y según la ecuacion:  $M_n = b d^2 f^*c q (1 - 0.5 q)$

q = indice de refuerzo

$$q = \frac{\rho * f_y}{f^*c}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$\rho = 0.0114$$

$$q = 0.3529$$

$$M_n = 57.1 \text{ ton-m}$$

(Resistencia Nominal)

**para calculo del refuerzo por tension diagonal 1º calculamos V<sub>CR</sub>**

$$F_R \text{ para cortante} = 0.80$$

$$L/h = 6.67$$

si:  $\rho < 0.1$   $V_{cR} = F_R b d (0.2 + 30\rho) \sqrt{f^*c}$  9,338.66 kg para  $L/h > 5$

si:  $\rho \geq 0.1$   $V_{cR} = 0.5 F_R b d \sqrt{f^*c}$  8,601.40 kg para  $L/h > 5$

$$1.5 F_R b d \sqrt{f^*c} = 25,804$$

para  $4 > L/h < 5$   
variacion lineal entre ecs

$$\sqrt{\quad} \quad \quad \quad \sqrt{\quad} \quad 25,804.19 \text{ kg para } L/h < 4$$

$$h/b = 4.50 \text{ ok}$$

$$V_{cR} = 9,339 \text{ kg}$$

$$9,339 \text{ kg}$$

$$h = 90$$
 **como  $h > 70$  V<sub>cR</sub> se reduce en 30%**

$$V_{cR-30\%} = 7,184 \text{ kg}$$

3.38 por lo tanto  $V_{cR} = 7,184 \text{ kg}$

Fig. 3.16.2 Impresión del programa (pág. 2 de 4)

ahora calculamos la separación del refuerzo

$V_u = 14,000.00 \text{ kg}$

$$s_{min} = \frac{d}{2} = 42 \quad s = \frac{F_R A_v f_y d (\sin \theta + \cos \theta)}{V_u - V_{cR}} \leq \frac{F_R A_v F_y}{3.5b} \quad \text{de 5 a 62} \quad \frac{F_R A_v F_y}{3.5b} = \frac{71}{62}$$

$A_v = 1.496$

$V_u > V_{cR} \leq 1.5 F_R b d \sqrt{f_c^*} \quad s = 0.5d = \text{de 5 a 42}$

$V_u > V_{cR} > 1.5 F_R b d \sqrt{f_c^*} \quad s = 0.25d = \text{de 5 a 21}$

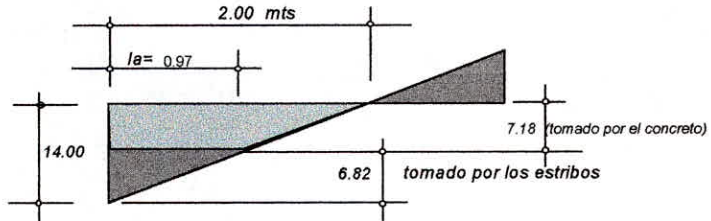
$V_{u-max} = 2F_R b d \sqrt{f_c^*} = 34,406 \quad \text{por lo tanto } s = \text{de 5 a 42}$

Distancia en la diagonal = o  mt  
Estribos No. 3

|   |       |      |      |     |           |
|---|-------|------|------|-----|-----------|
| b | 20.00 | v    | 8.24 | Vu  | 14.00 ton |
| d | 85.00 | v/vc | 4.23 | VcR | 7.18 ton  |

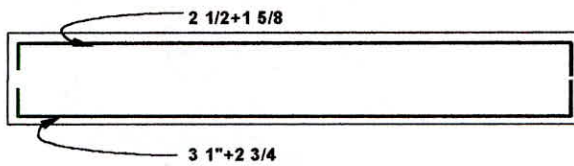
Los estr toman: 6.82 ton  
la = 0.97 mts  
Resist de estr 1043 kg  
No de est./ tensión diag. 6

|              |    |
|--------------|----|
| Estribos No. | 3  |
| 3 a cada     | 13 |
| 3 a cada     | 19 |
| y después    | 20 |



Grafica esf por tensión diagonal

As inf. 20.31  
As sup. 4.01



**para revisión de adherencia y anclaje:**

1º Se revisa la long. de desarrollo básica (As superior en los etremos)

No de la barra más gruesa:  diam = 1.59 area = 1.98

$L_{db} = 0.06 \cdot \frac{a_s f_y}{\sqrt{f_c}} \geq 0.006 \cdot d_s f_y = 40 \text{ cm}$

2º Se obtiene la longitud de desarrollo  $L_d$

$L_d = L_{db} \cdot F$

Barras torcidas en frio? (si/no)   
Concreto ligero? (si/no)   
Barras lisas? (si/no)

F = 1.4  $L_d = 56.0$  para barras altas (bajo estas se cuelen más de 30 cms de conc.

F = 1.0   $L_d = 40.0$  Para barras a tensión

$L_d = 24.0$  Para barras a compresión

Fig.3.16.3 Impresión del programa (pág. 3 de 4)

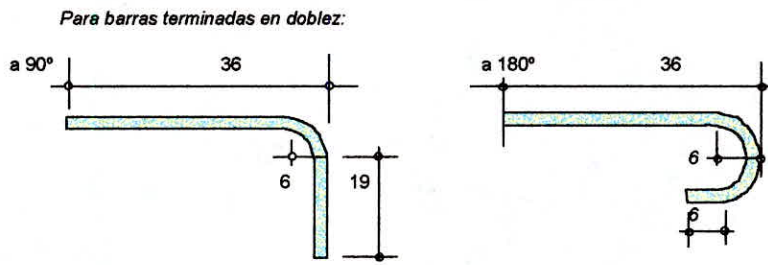


Fig. 3.16.4 Impresión del programa (pág. 4 de 4).

## 4. DISEÑO DE LOSAS

### 4.1 DISEÑO DE UNA LOSA CON CARGA UNIFORME EN UNA DIRECCIÓN

Este tipo de losas se calculan como una viga de un metro de ancho de peralte variable, así que a diferencia de las vigas en el cap.3 queda una sola variable en la geometría: el peralte, que se puede ingresar como dato o dejar como incógnita ingresando cero en la celda B14. (fig. 4.1.1)

|    | A           | B    | C                  | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N |
|----|-------------|------|--------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7  |             |      |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  | $f_c =$     | 200  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  | $f_y =$     | 4200 | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 | $L =$       | 6.00 | m                  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 | $V_u =$     | 2.4  | ton                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 | $M_{u1} =$  | 3.6  | ton-m              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 | $rec =$     | 2    | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 | $d =$       | 10   | cms                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 | $f_s =$     | 2100 | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 | $f'c =$     | 136  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 | $f''c =$    | 160  | kg/cm <sup>2</sup> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 | $\beta_1 =$ | 0.80 |                    |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

|   |                |  |
|---|----------------|--|
| $\rho_b = \frac{f''c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$ |                |  |
| $\therefore \rho_b = 0.03048$                             |                |  |
| $q = \frac{\rho * f_y}{f''c}$                             | $q = 0.705882$ |  |
| $rec\ sup = 2\ cms$                                       |                |  |

Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con  $A_s$  determinado se ingresa  $A_s$  como dato, en caso contrario se ingresa 0

porcentaje propuesto de  $A_s =$    $\rho = 0.0229$

(de 1.0 a 0.75 recomendado)

$M_n = bd^2 f''c q (1 - 0.5q)$

Fig. 4.1.1 Filas 7 a 18 Datos.

En el caso de dejar como incógnita el peralte de la sección, al ingresar cero en B14, pierde el color verde ya que no se ingresa este valor como dato, en cambio aparece en color canela la celda N26 indicando el peralte de la losa como respuesta.

Se calcula primero la relación balanceada con (4.1.1) y el índice del refuerzo con (4.1.2) (celdas G14, I18 respectivamente) de (4.1.3) se despejó “d” para encontrar el peralte dando (4.1.4), (celda N26), se fijó como criterio un peralte mínimo de 8 cms.

Con (4.1.5) se encuentra el área de acero el resultado se encuentra en la celda K26. (fig. 4.1.2)

|    | A | B                             | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|-------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 7  |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 8  |   | $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 9  |   | $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 10 |   | $L = 4.50 \text{ m}$          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 11 |   | $V_u = 2.025 \text{ ton}$     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 12 |   | $M_u = 2.2781 \text{ ton-m}$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 13 |   | $rec = 2 \text{ cms}$         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 14 |   | $d = 0 \text{ cms}$           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 15 |   | $f_s = 2100 \text{ kg/cm}^2$  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 16 |   | $f''_c = 136 \text{ kg/cm}^2$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 17 |   | $f^*_c = 160 \text{ kg/cm}^2$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 18 |   | $\beta_1 = 0.80$              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 20 |   | $d = 10 \text{ cms}$          |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 21 |   | $b = 100 \text{ cms}$         |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 22 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   | Con rec incluido              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 |   |                               |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Si se requiere determinar el momento resistente de una sección con  $A_s$  determinado se ingresa  $A_s$  como dato, en caso contrario se ingresa 0

(4.1.1)  $\rho_b = \frac{f''_c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$  porcentaje propuesto de  $A_s =$    $\rho = 0.0229$

(4.1.2)  $\therefore \rho_b = 0.030476$  (de 1.0 a 0.75 recomendado)  $\rho = 0.0229$

(4.1.3)  $q = \frac{\rho \cdot f_y}{f''_c} = 0.7058824$   $M_n = b d^2 f''_c q (1 - 0.5q)$

(4.1.4)  $d = \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f''_c \cdot q (1 - 0.5q)}}$   $b = 100 \text{ cms}$   
 desp. d:  $d = 8 \text{ cms}$

(4.1.5)  $A_s = \rho \cdot b d = 18.29 \text{ cms}^2$   $b = 100 \text{ cms}$   
 $d = 10 \text{ cms}$

As de la sec balanceada >

(4.1.6)  $A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} b d$   $A_{smin} = 1.89 \text{ ok}$  cc 2.1 NTC-89

Fig. 4.1.2 Filas 7 a 30 Cálculo de área de acero de la sección balanceada.

Se revisa después si en el caso de fijarse el peralte y el momento, si se calcula como doblemente armada o no, para esto se obtiene la capacidad máxima como simplemente armada y se compara con el momento ingresado en los datos. En E36 aparece un letrero que indica si es doblemente armada o no. (fig.4.1.3)

|    | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 31 | CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 32 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 33 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 35 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

$M_n = b d^2 f''_c q (1 - 0.5q)$

$M_u = 4.0 \text{ ton-m}$

no es doblemente armada

$c = 7.058824$

Determinación del Acero de compresión

$M_{no} = M_n - M_{max} = 0.0 \text{ ton-m}$

$\epsilon_c \mu = 0.003$

$\epsilon'_s = 0.002$  por lo tanto  $f_s = f_y$

$\epsilon_y = 0.0021$

$c_{max} = 0.75 \cdot c_b$

5.2941

Fig.4.1.3 Filas 31 a 42. Determinación del área de acero de compresión.

El área de acero en compresión se obtiene con (4.1.7) y en las celdas K45 y N45 aparecen las áreas de acero en compresión y tensión total respectivamente. (fig.4.1.4)

Por último se revisa la resistencia a efectos de fuerza cortante con las ecuaciones (4.1.8) y (4.1.9) en la celda I58 se encuentra el valor de la resistencia nominal el cual se compara con el valor ingresado en datos. (fig. 4.1.4)

|    | A                          | B | C                                     | D | E                     | F  | G       | H                                 | I              | J | K | L                     | M | N                      | O  |
|----|----------------------------|---|---------------------------------------|---|-----------------------|--|---------|-----------------------------------|----------------|---|---|-----------------------|---|------------------------|----|
| 43 |                            |   |                                       |   |                       |  | (4.1.7) |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 44 |                            |   | $C_a = \frac{M_{na}}{d-d'} =$         |   | 17,075 kg             |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 45 |                            |   |                                       |   |                       |  |         | $A'_s = \frac{C_a}{f_y - f'_c} =$ |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 46 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   | 4.20 cms <sup>2</sup> |   |                        |    |
| 47 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   | 22.49 cms <sup>2</sup> |    |
| 48 |                            |   | $A_{smax} = 0.75 \cdot \rho \cdot bd$ |   | $A_{smax} = 18.28571$ | ok   |         |                                   |                |   |   | Area de acero en comp |   | As de tension total    |    |
| 49 |                            |   |                                       |   |                       | Por temperatura                              |         |                                   | 1 var del N° 3 |   |   |                       |   | 1 var del N° 5         |    |
| 50 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   | @ 30           |   |   |                       |   | @ 10                   |    |
| 51 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 52 | $F_R$ para cortante = 0.80 |   |                                       |   |                       | (4.1.8)                                      |         |                                   | L/h = 45.00    |   |   |                       |   |                        |    |
| 53 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 54 | si: $\rho < 0.1$           |   |                                       |   |                       | $V_{cR} = F_R bd (0.2 + 30\rho) \sqrt{f'_c}$ |         |                                   | 7,170.24 kg    |   |   |                       |   | para L/h > 5           |    |
| 55 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 56 | si: $\rho \geq 0.1$        |   |                                       |   |                       | $V_{cR} = 0.5 F_R bd \sqrt{f'_c}$            |         |                                   | 4,047.72 kg    |   |   |                       |   | para L/h > 5           |    |
| 57 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |
| 58 |                            |   |                                       |   |                       | (4.1.9)                                      |         |                                   | por lo tanto   |   |   |                       |   | $V_{cR} = 7,170.2$ kg  | OK |
| 59 |                            |   |                                       |   |                       |  |         |                                   |                |   |   |                       |   |                        |    |

Fig. 4.1.4 Filas 43 a 59 Revisión a cortante.

En la fila 49 se localiza la propuesta de armado, esto se elaboró con una tabla que se encuentra oculta en las filas 61 a 66 en estas se calculan distancias diferentes para cada número y se inserto como criterio el número de varilla menor a una distancia mayor de 7 cms.

## 4.2 LISTADO DEL PROGRAMA “DISEÑO DE UNA LOSA CON CARGA UNIFORME EN UNA DIRECCION NTC”

| A  | B  | C   | D   | E  | F  |  |
|----|--|---|---|--|--|--|
| 1  | DISEÑO DE UNA LOSA CON CARGA UNIFORME EN UNA DIRECCIÓN NTC   |   |   |  |  |  |
| 2  |  |   |   |  |  |  |
| 3  | NOTAS  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |   |  |  |  |
| 4  |  |   |   |  |  |  |
| 5  | Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tab   |   |   |  |  |  |
| 6  | =SI(M11>0,SI(B12>0,"o se ingresa As o el Mto como datos, no ambos",""),SI(B12=0,SI(M11=0,"ingresar mto o As, faltan datos","")," |   |   |  |  |  |
| 7  | DATOS  |   |   |  |  |  |
| 8  | f <sub>c</sub> = 200   | kg /cm <sup>2</sup>   |   |  |  |  |
| 9  | f <sub>t</sub> = 4200  | kg /cm <sup>2</sup>   |   |  |  |  |
| 10 | L= 4.5   | m   | =SI(B11*1000>158,"Vu mayor que el max. Aumentar peralte ","") |  |  |  |
| 11 | V <sub>u</sub> =0.9*4.5/2  | =SI(B11>0,"ton", "")  |   |  |  |  |
| 12 | M <sub>u</sub> = 2.5   | =SI(B12>0,"ton-m", "")  |   |  |  |  |
| 13 | rec = 2  | cms   | =SI(D19>B13,D19, "")  | =SI(D19>B13,"cms de rec. ", "")            |  |  |
| 14 | d = 8  | cms   |   |  |  |  |
| 15 | f <sub>s</sub> = =B9*0.5   | kg /cm <sup>2</sup>   | =SI(B12<0.001,SI(B14<0.1,"Ingresar peralte. ", " ")           |  |  |  |
| 16 | f <sup>c</sup> = =B17*B18  | kg /cm <sup>2</sup>   |   |  |  |  |
| 17 | f <sup>c</sup> = =0.8*B8   | kg /cm <sup>2</sup>   |   |  |  |  |
| 18 | =SI(B17>250,(1.05-(B17/1250)),0.85   |   |   |  | rec sup= =B13                            |  |
| 19 | =SI(1>J61,1,REDONDEAR(J61,0))=SI(B12<0.1,SI(B14<0.1,2,1),1)  |   |   |  |  |  |
| 20 |  |   |   |  |  |  |
| 21 |  |   |   |  |  |  |
| 22 |  |   |   |  |  |  |
| 23 | para concreto  |   |   |  |  |  |
| 24 | d= =d+B13  | cms   |   |  |  |  |
| 25 | b= 100   | cms   |   |  |  |  |
| 26 |  |   |   |  |  |  |
| 27 |  |   |   |  |  |  |
| 28 | A <sub>min</sub> =   |   | =(0.7*RAIZ(B8)/B9)*O21*d                                      | =SI(K25<D28,"As inferior al minimo ","ok") |  |  |
| 29 |  |   |   |  |  |  |
| 30 |  |   |   |  |  |  |
| 31 | CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA   |   |   |  |  |  |
| 32 |  |   |   |  |  |  |
| 33 | =(O21*d*d*B16*K16*(1-(0.5*K16)))/100000  |   |   |  | ton-m                                    |  |
| 34 |  |   |   |  |  |  |
| 35 |  |   |   |  |  |  |
| 36 |  |   |   |  |  |  |
| 37 | F <sub>R</sub> = 0.9   | =SI(D33>B12,"no es doblemente armada", "se calcula como doblemente armada")   |   |  |  |  |
| 38 |  |   |   |  |  |  |
| 39 | M <sub>n</sub> =   |   |   |  | =(K25*B15/1000)*((L37-(L35/2))/100))*B37 | ton-m  |
| 40 | Determinacion del  |   |   |  |  |  |
| 41 | =SI(D33>B12,0,B12-D33)   |   |   |  | ton-m                                    |  |
| 42 |  |   |   |  |  |  |
| 43 |  |   |   |  | kg                                       |  |
| 44 |  |   |   |  | =D41*100000/(L37-134)                    |  |
| 45 |  |   |   |  |  |  |
| 46 |  |   |   |  |  |  |
| 47 |  |   |   |  |  |  |
| 48 | A <sub>min</sub> =   |   |   |  | =0.75*G15*O21*d                          | =SI(E48*1.002>K25,"ok", "As mayor a As max") |
| 49 |  |   |   |  |  |  |
| 50 |  |   |   |  |  |  |
| 51 |  |   |   |  |  |  |
| 52 | F <sub>R</sub> para cortante   |   |   |  |  |  |
| 53 |  |   |   |  |  |  |
| 54 |  |   |   |  |  |  |
| 55 |  |   |   |  |  |  |
| 56 |  |   |   |  |  |  |
| 57 |  |   |   |  |  |  |
| 58 |  |   |   |  |  |  |
| 59 |  |   |   |  |  |  |
| 60 |  |   |   |  |  |  |
| 61 | 3  | 0.95  | 0.375   | 0.71                                       | =REDONDEAR(As/D61,0)                     | =SI(E61=1,100,REDONDEAR(100/(E61-1),0))      |
| 62 | 4  | 1.27  | 0.5   | 1.27                                       | =REDONDEAR(As/D62,0)                     | =SI(E62=1,100,REDONDEAR(100/(E62-1),0))      |
| 63 | 5  | 1.59  | 0.625   | 1.99                                       | =REDONDEAR(As/D63,0)                     | =SI(E63=1,100,REDONDEAR(100/(E63-1),0))      |
| 64 | 6  | 1.91  | 0.75  | 2.87                                       | =REDONDEAR(As/D64,0)                     | =SI(E64=1,100,REDONDEAR(100/(E64-1),0))      |
| 65 | 8  | 2.54  | 1"  | 5.07                                       | =REDONDEAR(As/D65,0)                     | =SI(E65=1,100,REDONDEAR(100/(E65-1),0))      |
| 66 | 12   | 3.81  | 1.5   | 11.4                                       | =REDONDEAR(As/D66,0)                     | =SI(E66=1,100,REDONDEAR(100/(E66-1),0))      |
| 67 |  |   |   |  |  |  |

Fig. 4.2.1 Listado del programa, celdas A1a F67

|    | G   | H                 | I  | J                    | K  |
|----|---|-------------------|--|----------------------|--|
| 1  |   |                   |  |                      |  |
| 2  |   |                   |  |                      |  |
| 3  |   |                   | las celdas en amarillo indican sugerencias y |                      |  |
| 4  |   |                   |  |                      |  |
| 5  |   |                   | las celdas en cenefa indican resultados      |                      |  |
| 6  |   |                   |  |                      |  |
| 7  |   |                   |  |                      |  |
| 8  | Si se requiere determinar el momento resistente de una sección con As determinado se ingresa As como dato, en caso contrario se ingresa 0 |                   |  |                      |  |
| 9  |   |                   |  |                      |  |
| 10 |   |                   |  |                      |  |
| 11 |   |                   |  |                      |  |
| 12 |   |                   | porcentaje propuesto de                      |                      |  |
| 13 | =SI(K25/1.05>K27,"El area de acero propuesta es mayor que para la sec. balanceada", "")   |                   |  |                      |  |
| 14 |   |                   |  |                      |  |
| 15 | =(B16/B15)*(4800/(B9+6000)) (de 1.0 a 0.75 recomendado)   |                   |  |                      |  |
| 16 |   |                   |  |                      | =O12*B9/B16  |
| 17 |   |                   |  |                      |  |
| 18 | cms   |                   | Ec. 4.1.2                                    |                      |  |
| 19 |   |                   |  |                      |  |
| 20 |   |                   |  |                      |  |
| 21 |   |                   |  |                      |  |
| 22 | desp. d:  |                   |  |                      |  |
| 23 |   |                   |  |                      |  |
| 24 |   |                   |  |                      |  |
| 25 |   |                   |  |                      | =SI(M11>0,M11,O12*O21*d)                                   |
| 26 |   |                   |  |                      |  |
| 27 |   |                   | =SI(K27="","", "As de la sec balanceada >")  |                      | =SI(B12>0.000001, "", O12*O21*d)                           |
| 28 |   |                   |  |                      |  |
| 29 |   |                   |  |                      |  |
| 30 |   |                   |  |                      |  |
| 31 |   |                   |  |                      |  |
| 32 |   |                   |  |                      |  |
| 33 |   |                   |  |                      |  |
| 34 |   |                   | d' =   | =F18                 |  |
| 35 |   |                   |  | =I39                 |  |
| 36 |   |                   | =I39-I34                                     | c <sub>b</sub>       |  |
| 37 |   |                   |  |                      | d =  |
| 38 |   |                   |  |                      |  |
| 39 |   | c =               | =K25*B15/(B16*0.8*O21)                       |                      |  |
| 40 |   |                   |  |                      |  |
| 41 |   |                   |  |                      |  |
| 42 |   |                   |  |                      |  |
| 43 | Ec 4.1.7  |                   |  |                      |  |
| 44 |   |                   |  |                      |  |
| 45 |   |                   |  |                      | =E44/(B9-(B16))  |
| 46 |   |                   |  |                      |  |
| 47 |   |                   |  |                      | Area de acero en comp                                      |
| 48 |   |                   |  |                      |  |
| 49 | Por temperatura   |                   | l var del N° =M61                            |                      |  |
| 50 |   |                   | @ =SI(N61>30,30,105)                         |                      |  |
| 51 |   |                   |  |                      |  |
| 52 |   |                   | L/h =  | =B10*100/N26         |  |
| 53 |   |                   |  |                      |  |
| 54 |   |                   | =0.8*O21*d*(0.2+30*O14)*RAIZ(B17)            | kg                   | para L/h>5   |
| 55 |   |                   |  |                      |  |
| 56 |   |                   | =0.5*0.8*d*O21*RAIZ(B17)                     | kg                   | para L/h>5   |
| 57 |   |                   |  |                      |  |
| 58 | por lo tanto  | V <sub>ca</sub> = | =SI(I52>5,SI(O14<0.1,H54,I56))               | kg                   | =SI(I58/1000>B11,"OK","AUMENTAR PERALTE")                  |
| 59 |   |                   |  |                      |  |
| 60 |   |                   |  |                      |  |
| 61 | =SI(F61>7,A61,G62)  | @                 | =SI(G61=A61,F61,I62)                         | =SI(G61=A61,B61,J62) | =SI(Asmin<O61,REDONDEAR(O61/D61,0),REDONDEAR(Asmin/D61,0)) |
| 62 | =SI(F62>7,A62,G63)  | @                 | =SI(G62=A62,F62,I63)                         | =SI(G62=A62,B62,J63) | =SI(Asmin<O62,REDONDEAR(O62/D62,0),REDONDEAR(Asmin/D62,0)) |
| 63 | =SI(F63>7,A63,G64)  | @                 | =SI(G63=A63,F63,I64)                         | =SI(G63=A63,B63,J64) | =SI(Asmin<O63,REDONDEAR(O63/D63,0),REDONDEAR(Asmin/D63,0)) |
| 64 | =SI(F64>7,A64,G65)  | @                 | =SI(G64=A64,F64,I65)                         | =SI(G64=A64,B64,J65) | =SI(Asmin<O64,REDONDEAR(O64/D64,0),REDONDEAR(Asmin/D64,0)) |
| 65 | =SI(F65>7,A65,G66)  | @                 | =SI(G65=A65,F65,I66)                         | =SI(G65=A65,B65,J66) | =SI(Asmin<O65,REDONDEAR(O65/D65,0),REDONDEAR(Asmin/D65,0)) |
| 66 | =SI(F66>7,A66,I67)  | @                 | =SI(G66=A66,F66,K67)                         | =SI(G66=A66,B66,L67) | =SI(Asmin<O66,REDONDEAR(O66/D66,0),REDONDEAR(Asmin/D66,0)) |
| 67 |   |                   |  |                      |  |

Fig. 4.2.2 Listado del programa, celdas G1 a K67

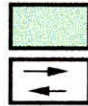
|    | L   | M                  | N   | O                                   | P         |
|----|---|--------------------|---|-------------------------------------|-----------|
| 1  |   |                    |   |                                     |           |
| 2  |   |                    |   |                                     |           |
| 3  |   |                    |   |                                     |           |
| 4  |   |                    |   |                                     |           |
| 5  |   |                    |   |                                     |           |
| 6  |   |                    |   |                                     |           |
| 7  |   |                    |   |                                     |           |
| 8  |   |                    |   |                                     |           |
| 9  |   |                    |   |                                     |           |
| 10 |   |                    |   |                                     |           |
| 11 | =SI(B12>0,SI(M11>0,1,0),SI(M11>0,0,1))    | 0                  |   |                                     |           |
| 12 |   | 0.75               |   | =M12*G15                            | =0.75*G15 |
| 13 |   |                    |   |                                     |           |
| 14 |   |                    |   | =SI(M11>0,M11/(O21*d),O12)          |           |
| 15 |   |                    |   |                                     |           |
| 16 |   |                    |   |                                     |           |
| 17 |   |                    |   |                                     |           |
| 18 |   |                    |   |                                     |           |
| 19 |   |                    |   |                                     |           |
| 20 |   |                    |   |                                     |           |
| 21 |   |                    |   | b= 100                              | cms       |
| 22 |   |                    |   | d = =SI(M19<8,8,M19)                | cms       |
| 23 |   |                    |   |                                     |           |
| 24 |   |                    |   |                                     |           |
| 25 | cms <sup>2</sup>                          | b= 100             |   | cms                                 |           |
| 26 |   | d = =d+B13         |   | cms                                 |           |
| 27 | =SI(B12>0,"", "cms2")                     |                    |   |                                     |           |
| 28 |   |                    |   |                                     |           |
| 29 |   |                    |   |                                     |           |
| 30 |   |                    |   |                                     |           |
| 31 |   |                    |   |                                     |           |
| 32 |   |                    |   |                                     |           |
| 33 |   |                    |   |                                     |           |
| 34 |   |                    | =0.003*(H36/I35)  |                                     |           |
| 35 |   |                    | =SI(K45>0,SI(M34>O37,"el acero en comp. esta fluyendo","el acero en comp. no está fluyendo"), "") |                                     |           |
| 36 |   |                    | =SI(M34>O37,"por lo tanto f <sub>s</sub> =f <sub>y</sub> ","hay que calcular f <sub>s</sub> ")    |                                     |           |
| 37 | =d  |                    | $\epsilon_y =$  | =B9/2000000                         |           |
| 38 |   |                    |   |                                     |           |
| 39 |   |                    |   |                                     |           |
| 40 |   |                    |   |                                     |           |
| 41 |   |                    |   |                                     |           |
| 42 |   | c <sub>max</sub>   | =   | =0.75*135                           |           |
| 43 |   |                    |   |                                     |           |
| 44 |   |                    |   |                                     |           |
| 45 | cms <sup>2</sup>                          |                    |   | =SI(K45+K25<D28, D28+0.01, K45+K25) |           |
| 46 |   |                    |   | cms <sup>2</sup>                    |           |
| 47 |   |                    |   | As de tension total                 |           |
| 48 |   |                    |   |                                     |           |
| 49 |   |                    | 1 var del N° =G61   |                                     |           |
| 50 |   |                    | @ =I61  |                                     |           |
| 51 |   |                    |   |                                     |           |
| 52 |   |                    |   |                                     |           |
| 53 |   |                    |   |                                     |           |
| 54 |   |                    |   |                                     |           |
| 55 |   |                    |   |                                     |           |
| 56 |   |                    |   |                                     |           |
| 57 |   |                    |   |                                     |           |
| 58 |   |                    |   |                                     |           |
| 59 |   |                    |   |                                     |           |
| 60 |   |                    |   |                                     |           |
| 61 | =SI(K61>1.1,REDONDEAR(100*(K61-1),0),100) | =SI(L61>7,A61,M62) | =SI(M61=A61,L61,O62)  | =100*d*0.003                        |           |
| 62 | =SI(K62>1.1,REDONDEAR(100*(K62-1),0),100) | =SI(L62>7,A62,M63) | =SI(M62=A62,L62,O63)  | =O61                                |           |
| 63 | =SI(K63>1.1,REDONDEAR(100*(K63-1),0),100) | =SI(L63>7,A63,M64) | =SI(M63=A63,L63,O64)  | =O62                                |           |
| 64 | =SI(K64>1.1,REDONDEAR(100*(K64-1),0),100) | =SI(L64>7,A64,M65) | =SI(M64=A64,L64,O65)  | =O63                                |           |
| 65 | =SI(K65>1.1,REDONDEAR(100*(K65-1),0),100) | =SI(L65>7,A65,M66) | =SI(M65=A65,L65,O66)  | =O64                                |           |
| 66 | =SI(K66>1.1,REDONDEAR(100*(K66-1),0),100) | =SI(L66>7,A66,M67) | =SI(M66=A66,L66,O67)  | =O65                                |           |
| 67 |   |                    |   |                                     |           |

Fig. 4.2.3 Listado del programa, celdas L1 a P67

### 4.3 PROGRAMA "DISEÑO DE UNA LOSA CON CARGA UNIFORME EN UNA DIRECCION NTC"

NOTAS Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse

Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tab



las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa



las celdas en canela indican resultados

DATOS

- $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- $L = 4.50 \text{ m}$
- $V_u = 2.025 \text{ ton}$
- $M_u = 3 \text{ ton-m}$
- $rec = 2 \text{ cms}$
- $d = 8 \text{ cms}$
- $f_s = 2100 \text{ kg/cm}^2$
- $f^*_c = 136 \text{ kg/cm}^2$
- $f^*_c = 160 \text{ kg/cm}^2$
- $\beta_3 = 0.85$

$$\rho_b = \frac{f'_c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$$

$$\therefore \rho_b = 0.030476$$

$$q = \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c}$$

rec sup= 2 cms

Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con  $A_s$  determinado se ingresa  $A_s$  como dato, en caso contrario se ingresa 0

porcentaje propuesto de

$$A_s = 0.00$$

$$\% \rho = 0.75$$

$$\rho = 0.0229 \quad 0.023$$

(de 1.0 a 0.75 recomendado)

$$\rho = \frac{A_s}{bd} = 0.0229$$

$$q = 0.7058824$$

$$M_n = bd^2 f'_c q (1 - 0.5q)$$

Ec. 4.1.2

$$\beta_3 = \left( 1.05 - \frac{f^*_c}{1250} \right) \leq 0.85$$

para concretos >250 ( ec 2.4 NTC-89)

- $d = 10 \text{ cms}$
- $b = 100 \text{ cms}$

desp. d:

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{b \cdot f'_c \cdot q (1 - 0.5q)}}$$

- $b = 100 \text{ cms}$
- $d = 8 \text{ cms}$

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

$$A_s = \rho \cdot bd =$$

|                        |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 18.29 cms <sup>2</sup> | $b = 100 \text{ cms}$ |
|                        | $d = 10 \text{ cms}$  |

As de la sec balanceada >

$$A_{smin} = \frac{0.7 \sqrt{f'_c}}{f_y} bd$$

$A_{smin} = 1.89 \text{ ok}$

ec 2.1 NTC-89

CAPACIDAD MAXIMA COMO SECCION SIMPLEMENTE ARMADA

$$M_n = bd^2 f'_c q (1 - 0.5q) \quad 4.0 \text{ ton-m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi}$$

$$F_R = 0.9$$

$$M_R = F_R \cdot M_n$$

Determinacion del Acero de compresion

$$M_{na} = M_n - M_{max} \quad 0.0 \text{ ton-m}$$

$$C_a = \frac{M_{na}}{d-d'} = 0 \text{ kg}$$

Ec 4.1.7

$$A'_s = \frac{C_a}{f_y - f'_c} =$$

|                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| 0.00 cms <sup>2</sup> | 18.29 cms <sup>2</sup> |
|-----------------------|------------------------|

Area de acero en comp

As de tension total

$$A_{smax} = 0.75 \cdot \rho \cdot bd \quad A_{smax} = 18.28571 \text{ ok}$$

Por temperatura

|                     |
|---------------------|
| 1 var del N° 3 @ 30 |
|---------------------|

|                    |
|--------------------|
| 1 var del N° 4 @ 8 |
|--------------------|

$F_R$  para cortante = 0.80

$L/h = 45.00$

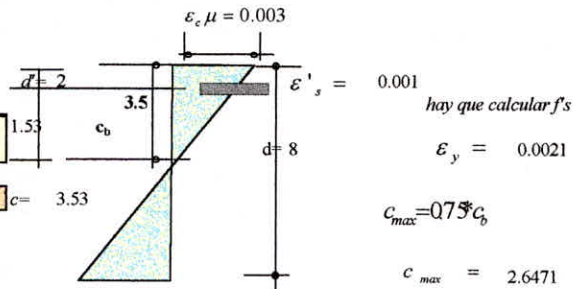
si:  $\rho < 0.1$   $V_{cR} = F_R bd (0.2 + 30\rho) \sqrt{f'_c}$

7,170.24 kg para  $L/h > 5$

si:  $\rho \geq 0.1$   $V_{cR} = 0.5 F_R bd \sqrt{f'_c}$

4,047.72 kg para  $L/h > 5$

por lo tanto  $V_{cR} = 7,170.2 \text{ kg}$  OK



no es doblemente armada

$M_n = 2.2 \text{ ton-m}$

hay que calcular  $f_s$

$$\epsilon_y = 0.0021$$

$$c_{max} = 0.75 c_b$$

$$c_{max} = 2.6471$$

Fig. 4.3.1 Impresion del programa

## 5. DISEÑO DE COLUMNAS

### 5.1 COLUMNAS RECTANGULARES

En este caso se han dividido los datos en dos partes: en la columna B (celdas 10,11,y 12) se ingresan los elementos mecánicos que actúan sobre la columna, las características de los materiales, en las celdas B13 y B14, la longitud de la columna y en las celdas K10 y K11 la longitud y por último en L16 Y L17, “b” y “h” respectivamente. Fig. 5.1.1

Es frecuente obtener por medio de programas de análisis de marcos, la longitud efectiva de la columna o el cociente  $H^2/r$  por lo puede ingresarse directamente en la celda B21 de lo contrario se ingresa cero en dicha celda. fig.5.1.1

Si la columna formara parte de un sistema de entrepiso y no se contara con la longitud efectiva, es necesario calcularla para lo cual se requieren datos adicionales como la suma de todas las cargas de columnas (celda L13) y la suma de todas las cargas críticas (celda L14) así como la geometría de las losas superior e inferior con sus trabes para aplicar el criterio de la estructura equivalente, del lado izquierdo se encuentran las celdas para ingresar los datos de trabes y losa superior (columna D, celdas 23 a la 36) y del lado derecho (columna L celdas 23 a la 36) geometría de trabes y losa inferior en el caso de tratarse de una columna de primer piso se ingresa cero en todo este lado.

En la celda L9 se ingresa “si” o “no” a la pregunta si existe restricción lateral. El programa no contempla el calculo del índice de estabilidad para establecer si la estructura se encuentra suficientemente contraventada o no. Fig.5.1.1

|    | A              | B                                    | C       | D  | E   | F                                    | G | H | I | J              | K                | L | M | N | O |
|----|----------------|--------------------------------------|---------|--|-----|--------------------------------------|---|---|---|----------------|------------------|---|---|---|---|
| 6  | DATOS          |                                      |         | FC gravedad                                | 1.5 | Los datos deben incluir las FCs ant. |   |   |   | P <sub>u</sub> | Geom. de la Col. |   |   |   |   |
| 8  |                |                                      |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 9  |                |                                      |         | FC sismo+gravedad                          | 1.2 |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 10 |                | Pgx=                                 | 35.0    | ton  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 11 |                | (M <sub>AB</sub> ) <sub>S</sub> =    | 10.00   | ton-mt                                     |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 12 |                | (M <sub>BA</sub> ) <sub>S</sub> =    | 0.00    | ton-mt                                     |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 13 |                | F'c=                                 | 200.00  |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 14 |                | Fy=                                  | 4,200.0 |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 15 |                | fc=                                  | 90.0    |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 16 |                | F*c=                                 | 160     |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 17 |                | fs                                   | 2100    |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 18 |                | F''c                                 | 136     |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 19 |                |                                      | 147.5   |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 20 |                | (M <sub>BA</sub> ) <sub>mtot</sub> = | 1.0     | ton-mt (mto producido por la carga muerta) |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 21 |                |                                      | 0.0     | < si ya cuenta con H/r escribalo aqui      |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 22 | DATOS LOSAS    |                                      |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 23 |                | peralte losa superior ant en X       | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 24 |                | sec trabes (cms)>b                   | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 25 |                | (cms)>d                              | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 26 |                | long (centro a centro)               | 0.00    | mts  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 27 |                | peralte losa superior post en X      | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 28 |                | sec trabes (cms)>b                   | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 29 |                | (cms)>d                              | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 30 |                | long (centro a centro)               | 0.00    | mts  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 31 |                |                                      |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 32 | DATOS COLUMNAS |                                      |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 33 |                | columna superior                     |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 34 |                | long col a ejes                      | 0.00    | mts  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 35 |                | b col sup                            | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 36 |                | d col sup                            | 0       | cms  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |
| 37 |                |                                      |         |  |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |   |   |

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| Restricción Lateral            | si                 |
|                                | 3.60 mts (centros) |
|                                | 3.40 mts (libre)   |
| $\sum P_u$                     | 0                  |
| $\sum P_c$                     | 0                  |
| de todas las columnas del piso |                    |
| recubrimiento=                 | 2 cms              |
| b=                             | 25.0 cms           |
| h=                             | 25.0 cms           |

|                                 |      |     |
|---------------------------------|------|-----|
| peralte losa inferior ant en X  | 0    | cms |
| sec trabes (cms)>b              | 0    | cms |
| (cms)>d                         | 0    | cms |
| long (centro a centro)          | 0.00 | mts |
| peralte losa inferior post en X | 0    | cms |
| sec trabes (cms)>b              | 0    | cms |
| (cms)>d                         | 0    | cms |
| long (centro a centro)          | 0.00 | mts |

|                  |          |
|------------------|----------|
| columna inferior |          |
| long col claros  | 0.00 mts |
| b col inf        | 0 cms    |
| d col inf        | 0 cms    |

|              |      |
|--------------|------|
| rad d/giro r | 7.22 |
|--------------|------|

Fig. 5.1.1 Filas 6 a 37. Ingreso de Datos.

Con la geometría de la columna y los elementos mecánicos que actúan en esta se hace una primera revisión por aplastamiento, con (5.1.1). Si se ingresara una carga demasiado grande para la sección propuesta, aparecería un letrero con la observación que la sección no pasa por aplastamiento. (fig. 5.1.2)

|    | A     | B                                 | C      | D                 | E   | F                                    | G | H | I | J              | K                | L | M |
|----|-------|-----------------------------------|--------|-------------------|-----|--------------------------------------|---|---|---|----------------|------------------|---|---|
| 6  | DATOS |                                   |        | FC gravedad       | 1.5 | Los datos deben incluir las FCs ant. |   |   |   | P <sub>u</sub> | Geom. de la Col. |   |   |
| 8  |       |                                   |        |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 9  |       |                                   |        | FC sismo+gravedad | 1.2 |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 10 |       | Pgx=                              | 120.0  | ton               |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 11 |       | (M <sub>AB</sub> ) <sub>S</sub> = | 25.00  | ton-mt            |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 12 |       | (M <sub>BA</sub> ) <sub>S</sub> = | 0.00   | ton-mt            |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 13 |       | F'c=                              | 200.0  |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 14 |       | Fy=                               | 4200.0 |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 15 |       | fc=                               | 90.0   |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 16 |       | F*c=                              | 160    |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 17 |       | fs                                | 2100   |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |
| 18 |       | F''c                              | 136    |                   |     |                                      |   |   |   |                |                  |   |   |

|                                |                    |
|--------------------------------|--------------------|
| Restricción Lateral            | si                 |
|                                | 3.60 mts (centros) |
|                                | 3.40 mts (libre)   |
| $\sum P_u$                     | 0                  |
| $\sum P_c$                     | 0                  |
| de todas las columnas del piso |                    |
| recubrimiento=                 | 2 cms              |
| b=                             | 25.0 cms           |
| h=                             | 25.0 cms           |

$$P_u < b \cdot h \cdot F''_c$$

Fig. 5.1.2. Revisión por aplastamiento.

Con los datos ingresados se calculan las rigideces relativas del sistema de piso y de la columna, siguiendo el criterio de la estructura equivalente: (fig. 5.1.4). Se calcula el momento de inercia del sistema de piso, como el de una sección T homogénea, con un ancho efectivo del patín a cada lado del paño del alma, igual al menor de los dos valores siguientes: cuatro veces el espesor de la losa, o el peralte total de la viga menos el espesor de la losa. Se calcula también el momento de inercia de la sección gruesa de la columna en la celda E64.

El grado de restricción depende de la relación entre las rigideces de las columnas y del sistema de piso, la cual se define por (5.1.1), con esta ecuación se encuentra los valores  $\psi_A$  y  $\psi_B$  los cuales son los valores  $\psi$  en cada extremo de la columna. Estos valores se encuentran en las celdas C79 y C81. Con estos valores se determina con los monogramas de Jackson y Morland, (figura 5.1.3), los factores para determinar las longitudes efectivas de las columnas.

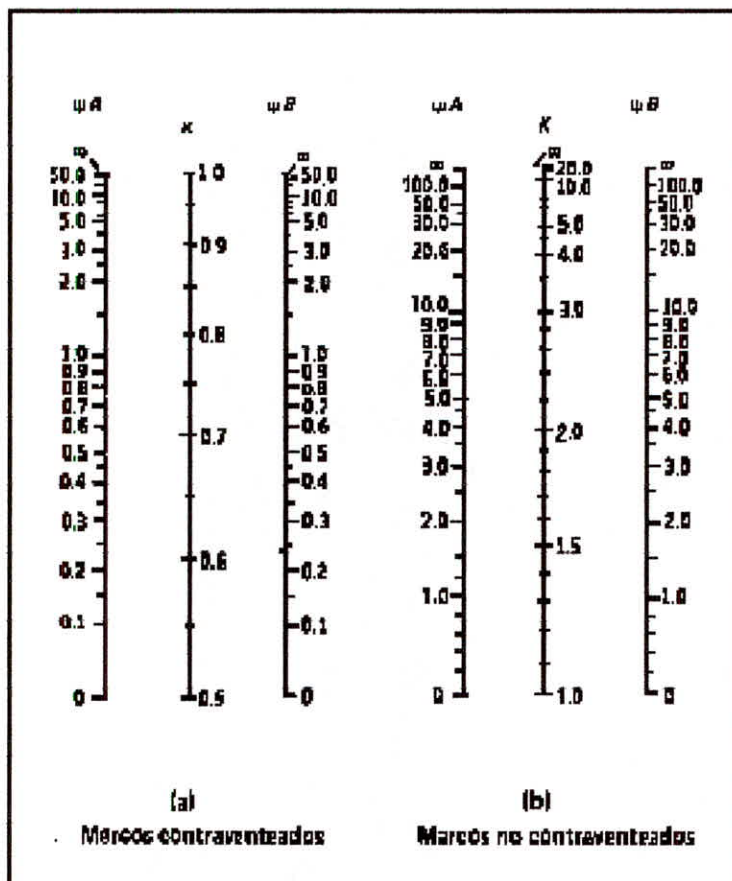


Fig. 5.1.3 Monogramas de Jackson y Morland.

|    | A                                | B    | C       | D                      | E    | F      | G   | H | I                        | J | K | L | M   | N | O | P |
|----|----------------------------------|------|---------|------------------------|------|--------|-----|---|--------------------------|---|---|---|-----|---|---|---|
| 43 |                                  |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 44 | losa superior ant en X           |      |         |                        | 105  |        |     |   | losa inferior ant. en X  |   |   |   | 105 |   |   |   |
| 45 | h= 50                            |      |         |                        | 10   |        |     |   | h= 50                    |   |   |   | 10  |   |   |   |
| 46 | ala 105                          |      |         |                        | e    |        |     |   | ala 105                  |   |   |   | e   |   |   |   |
| 47 | t 10                             |      |         |                        | 25   |        |     |   | t 10                     |   |   |   | 25  |   |   |   |
| 48 | centroide 17.20                  |      |         |                        |      |        |     |   | centroide 17.20          |   |   |   |     |   |   |   |
| 49 | It 166290.7 cm4                  |      |         |                        |      |        |     |   | It 166290.7 cm4          |   |   |   |     |   |   |   |
| 50 | K trabe 415.7266 cm3             |      |         |                        |      |        |     |   | K trabe 415.7266 cm3     |   |   |   |     |   |   |   |
| 51 |                                  |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 52 | losa superior post en X          |      |         |                        | 105  |        |     |   | losa inferior post. en X |   |   |   | 105 |   |   |   |
| 53 | h= 50                            |      |         |                        | 10   |        |     |   | h= 50                    |   |   |   | 10  |   |   |   |
| 54 | ala 105                          |      |         |                        | e    |        |     |   | ala 105                  |   |   |   | e   |   |   |   |
| 55 | t 10                             |      |         |                        | 25   |        |     |   | t 10                     |   |   |   | 25  |   |   |   |
| 56 | centroide 17.20                  |      |         |                        |      |        |     |   | centroide 17.20          |   |   |   |     |   |   |   |
| 57 | It 166290.7 cm4                  |      |         |                        |      |        |     |   | It 166290.7 cm4          |   |   |   |     |   |   |   |
| 58 | K trabe 415.7266 cm3             |      |         |                        |      |        |     |   | K trabe 415.7266 cm3     |   |   |   |     |   |   |   |
| 59 | b) Columnas                      |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 60 | MTOS DE INERCIA DE COLUMNAS      |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 61 | RIGIDEZ DE COLUMNAS              |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 62 | columna inf ( mto. de inercia)   | I AB | 32552.1 | columna inf ( rigidez) | K AB | 81.38  | CM3 |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 63 | columna (Mto. de inercia)        | I BC | 32552.1 | columna (rigidez)      | K BC | 90.422 | CM3 |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 64 | columna sup (mto de Inercia)     | I CD | 32552.1 | columna sup (rigidez)  | K CD | 81.38  | CM3 |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 65 | suma de rig. De trabes sup 831.5 |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 66 | suma de rig. De trabes inf 831.5 |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 67 |                                  |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |
| 68 |                                  |      |         |                        |      |        |     |   |                          |   |   |   |     |   |   |   |

Fig.5.1.4 Criterio de la estructura equivalente.

|     | A  | B        | C        | D      | E                      | F                           | G   | H    | I       | J | K    | L | M | N   |
|-----|--|----------|----------|--------|------------------------|-----------------------------|---|------|---------|---|------|---|---|-----|
| 69  | valores de K para diferentes condiciones de apoyo                                      |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 70  | Longitud efectiva de pandeo para diferentes condiciones de apoyo                       |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 71  |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 72  |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 73  |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 74  | 0.50   |          | 0.70     |        | 1.00                   |                             | 1.00  |      | 2.00    |   | 2.00 |   |   |     |
| 75  | < ingrese el valor de k  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   | k | 0.7 |
| 76  | 2.-Del monograma para determinar longitudes efectivas H' de miembros a flexocompresión |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 77  |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 78  |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 79  | $\psi$   | factor A | 0.00     | k 0.70 |                        | por lo tanto                |   | H'/r | 33.9    |   |      |   |   |     |
| 80  | $\psi$   | factor B | 0.00     |        |                        | Longitud efectiva de pandeo |   | H'   | 245 cms |   |      |   |   |     |
| 81  | $\psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{piso}}$  |          | Ec 5.1.2 |        | Con restrcción lateral |                             | $\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 22$ |      |         |   |      |   |   |     |
| 82  | se aplican las sig. Formulas según el caso   |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 207 | Ec.5.1.3   |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 208 | sin restrcción lateral $\frac{kl_u}{r} > 22$ Ec. 5.1.4                                 |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 209 | si es necesario considerar el efecto de esbeltez                                       |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 210 |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 211 |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 212 |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |
| 213 |  |          |          |        |                        |                             |   |      |         |   |      |   |   |     |

Fig. 5.1.5 Valores teóricos en condiciones ideales de restricción.

El monograma de la fig.5.1.3 se encuentra oculto entre las filas 84 a la 206 el valor de k aparece en la celda G79.

Si no se contara con los datos anteriores, se ingresa cero en todos los datos de las losas trabes y columnas, entonces aparece un letrero para que se ingrese directamente el valor de “k”. (fig. 5.1.5).

En las líneas 70 a la 74 aparecen valores teóricos de columnas en condiciones ideales de restricción (perfectamente articuladas o perfectamente empotradas), basándose en las condiciones de apoyo que tenga la columna a calcular se puede ingresar en la celda N75 el valor de “k”.

Con el valor de “k” se verifica la esbeltez con las formulas 5.1.3 y 5.1.4 según se tenga restricción lateral o no y según el resultado aparecerá una letrero que indica si es necesario considerar el efecto de esbeltez o no, o en su caso si hay que considerar un análisis de segundo orden, dependiendo de esta respuesta, se considera el efecto de esbeltez, con el cálculo de los factores de amplificación, o se sigue directamente a la determinación del diagrama de interacción.

En el caso de considerar el efecto de esbeltez, el factor de amplificación se calcula con las ecuaciones: (5.1.6), (5.1.7), (5.1.8), (5.1.9), y (5.1.10) para columnas que no puedan desplazarse lateralmente, y con (5.1.11) para columnas con desplazamiento lateral. (fig.5.1.6)

|     | A   | B | C | D       | E | F | G       | H | I | J | K | L | M | N |
|-----|---|---|---|---------|---|---|---------|---|---|---|---|---|---|---|
| 214 | 3.- Calculo de factores de amplificacion  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 215 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 216 | a) para miembros que no puedan desplazarse lateralmente   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 217 | (5.1.5)   |   |   | (5.1.6) |   |   | (5.1.7) |   |   |   |   |   |   |   |
| 218 | $M_c = F_a M_2 \quad \text{donde} \quad F_a = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1.0 \quad \text{1.17}$ |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 219 | $C_m = 0.6 + 0.4(M_1 + M_2) \quad \text{0.6}$   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 220 | $P_c = \frac{F_R \pi^2 EI}{(H')^2}$   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 221 | $EI = \frac{0.4 E_c I_g}{1 + \beta_d} \quad \text{1.02E+09}$  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 222 | $\beta_d = \frac{M_{ABM}}{M_{xu}} = 0.8$  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 223 | $F_a = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1.0 \quad \text{1.111}$   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 224 | $F_a = 1.11$  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 225 | $F_a = 1.11$  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 226 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 227 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 228 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 229 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 230 | a) para miembros que puedan desplazarse lateralmente  |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 231 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 232 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 233 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |
| 234 |   |   |   |         |   |   |         |   |   |   |   |   |   |   |

Fig.5.1.6 Cálculo de los factores de amplificación.

En la fila 235 se calcula la excentricidad mínima con la ec. 5.1.12. El momento provocado por esta excentricidad, se suma a los momentos que actúan sobre la columna, y este resultado se multiplica por el factor de amplificación obtenido. El resultado se muestra en la celda I239. (fig. 5.1.7)

|     | A | B                             | C | D | E        | F    | G | H | I           | J | K            | L | M | N                       |
|-----|---|-------------------------------|---|---|----------|------|---|---|-------------|---|--------------|---|---|-------------------------|
| 235 |   | b) excentricidad mínima       |   |   |          | 1.25 |   |   | 0.75 ton-mt |   | 12.75 ton-mt |   |   |                         |
| 236 |   |                               |   |   | (5.1.12) |      |   |   |             |   |              |   |   |                         |
| 237 |   | $e_{min} = 0.05 * h > 2.5$    |   |   |          | 2.50 |   |   |             |   |              |   |   |                         |
| 238 |   | d) Calculo de Mto amplificado |   |   |          |      |   |   |             |   |              |   |   |                         |
| 239 |   |                               |   |   |          |      |   |   |             |   |              |   |   | <b>Mc= 13.33 ton-mt</b> |

Fig.5.1.7 Filas 235 a 239 Cálculo del momento amplificado.

Para la determinación del diagrama de interacción primero se calcula con (5.1.13) y (5.1.14), el refuerzo longitudinal máximo y mínimo.

En la fila 247 aparecen 5 tipos de armado para que se elija el tipo deseado y este número se ingresa en la celda C253. (fig. 5.1.8).

|     | A   | B   | C | D | E        | F            | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|-----|---|---|---|---|----------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 240 | 4.- Determinación del diagrama de interacción |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 241 | a) Refuerzos mínimo y máximo                  |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 242 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 243 |   | Ref min: $\frac{A_g}{A_s} > \frac{20}{f_y}$ |   |   |          | $A_s = 3.98$ |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 244 |   |   |   |   | (5.1.13) |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 245 |   | Ref max: $\frac{A_g}{A_s} < 0.06$           |   |   |          | $A_s = 37$   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 246 |   |   |   |   |          | (5.1.14)     |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 247 | b) Selección del tipo de armado               |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 248 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 249 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 250 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 251 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 252 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 253 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 254 |   |   |   |   |          |              |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 5.1.8 Filas 240 a 254. Selección del tipo de armado

Para simplificar el diagrama se construyó solo con dos puntos para formar una recta: el Punto  $P_{oc}$  que corresponde a carga axial de compresión pura, el cual se obtiene con (5.1.13) y el segundo punto que corresponde a la falla balanceada, para el cual se supone un estado de deformaciones unitarias definido por  $\epsilon_{cu}$  en la fibra extrema de compresión y por  $\epsilon_y$  en el acero de tensión.



Encontrando dentro de la recta el punto correspondiente al Momento amplificado calculado en I239 podemos encontrar el valor de compresión correspondiente.

Según el tipo de armado seleccionado se elaboró una tabla de varillas para el diseño del refuerzo longitudinal esta tabla se encuentra oculta en las filas 352 a la 373.

Para el Refuerzo transversal se aplican (5.1.17) a la (5.1.23) el resultado se encuentra en color canela en las filas 349 y 350

|     | A  | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M |
|-----|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 317 | 5.- Diseño del Refuerzo longitudinal y transversal                                       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 318 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 319 | <b>Armado tipo: 3</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 320 | <b>2 5/8 A.R. Por atado</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 321 | As por Atado 3.97 equiv. a:  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 322 | para el refuerzo transversal : $A_{se} f_y > A_{s.diam.mayor} f_y$ por lo tanto est No 2 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 323 | para la sep del ref transversal la menor de las sig condiciones (5.1.17)                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 324 | condiciones  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 325 | $s < d_{menor} \cdot \frac{850}{\sqrt{f_y}}$ 20.8  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 326 | (5.1.18)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 327 | $s < \frac{b}{2}$ 12.5   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 328 | (5.1.19)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 329 | $s < 48 \cdot d_{estr}$ 30.48  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 330 | (5.1.20)   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 331 | por lo tanto sep max. = 12.5   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 332 | Se reducirá a la mitad en la dist menor de las sig condiciones                           |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 333 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 334 | (5.1.21) — $d = h_{max}$ 25.0  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 335 | (5.1.22) — $d = 60_{cms}$ 60.0   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 336 | (5.1.23) — $d = \frac{Alt \cdot libre}{6} =$ 58.0  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 337 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 338 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 339 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 340 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 341 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 342 | por lo tanto: <b>4 estr No 2 a cada 6 en los extremos</b>                                |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 343 | <b>el resto a cada 13 sencillos</b>  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 344 |  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

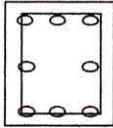


Fig.5.1.11 Filas 317 a 344. Diseño del refuerzo longitudinal y transversal.

## 5.2 LISTADO DEL PROGRAMA: "COLUMNAS RECTANGULARES NTC".

| A  | B   | C  |
|----|---|--|
| 1  | COLUMNAS RECTANGULARES NTC  |  |
| 2  |   |  |
| 3  | NOTAS   |  |
| 4  | Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse   |  |
| 5  | Para desplazarse al ingresar datos presiones la tecla tab                       |  |
| 6  | DATOS   |  |
| 7  |   |  |
| 8  | =SI(B10*1000>b*h*B16,"no pasa por aplastamiento","")                            |  |
| 9  |   |  |
| 10 | Pgx= 5  | ton  |
| 11 | (M <sub>AB</sub> ) <sub>s</sub> = 5*0.1   | ton-mt                                     |
| 12 | (M <sub>BA</sub> ) <sub>s</sub> = 0   | ton-mt                                     |
| 13 | F <sub>c</sub> = 200  |  |
| 14 | F <sub>y</sub> = 4200   |  |
| 15 | f <sub>c</sub> = 0.45*B13   |  |
| 16 | F <sub>t</sub> = B13*0.8  |  |
| 17 | f <sub>s</sub> = 0.5*B14  |  |
| 18 | F <sub>c</sub> = SI(B13>250,B19,0.8*0.85*B13)                                   |  |
| 19 | = (1.05-((0.8*B13)/1250))*0.8*B13   |  |
| 20 | (M <sub>BA</sub> ) <sub>mtot</sub> = 12*0.7                                     | ton-mt (mto producido por la carga muerta) |
| 21 | 0   | < si ya cuenta con H/r escribalo aqui      |
| 22 | DATOS LOSAS   |  |
| 23 |   |  |
| 24 | sec trabes  | peralte losa superior ant en X             |
| 25 |   | (cms)>b                                    |
| 26 |   | (cms)>d                                    |
| 27 |   | long (centro a centro)                     |
| 28 | sec trabes  | peralte losa superior post en X            |
| 29 |   | (cms)>b                                    |
| 30 |   | (cms)>d                                    |
| 31 |   | long (centro a centro)                     |
| 32 | DATOS COLUMNAS  |  |
| 33 | columna superior  |  |
| 34 |   | long col a ejes                            |
| 35 |   | b col sup                                  |
| 36 |   | d col sup                                  |
| 37 |   |  |
| 38 | 1.- DETERMINACION DE LAS RIGIDEZES RELATIVAS DEL SISTEMA DE PISO YDE LA COLUMNA |  |
| 39 |   |  |
| 40 | a) Criterio de la estruc equivalente  |  |
| 41 | D25-D23   | = 4*D23                                    |
| 42 | =(D24*A41*A41*A41/12)+(D24*A41*(D25-(D23+C47)/2))                               |  |
| 43 | =(C46*C45*(C46/2)+(D24*(D25-D23))*(D25-D23)/2+D23)                              |  |
| 44 |   | h* = D25                                   |
| 45 |   | ala = SI(B41<D41,2*B41+E41,2*D41+E41)      |
| 46 |   | t = D23                                    |
| 47 |   | centroide = SI(A43=0,0,A43/C41)            |
| 48 |   | = A42+C42                                  |
| 49 |   | = SI(D26=0,0,C48/(D26*100))                |
| 50 | D29-D27   | = 4*D27                                    |
| 51 | =(D28*A50*A50*A50/12)+(D28*A50*(D29-(D27+C56)/2))                               |  |
| 52 | =(C55*C54*(C55/2)+(D28*(D29-D27))*(D29-D27)/2+D27)                              |  |
| 53 |   | h* = D29                                   |
| 54 |   | ala = SI(B50<D50,2*B50+E50,2*D50+E50)      |
| 55 |   | t = D27                                    |
| 56 |   | centroide = SI(A52=0,0,A52/C50)            |
| 57 |   | = A51+C51                                  |
| 58 |   | = SI(D30=0,0,C57/(D30*100))                |
| 59 |   |  |
| 60 | b) Columnas   |  |
| 61 |   |  |
| 62 | MTOS DE INERCIA DE COLUMNAS   |  |
| 63 |   | columna inf ( mto. de inercia)             |
| 64 |   | columna (Mto. de inercia)                  |
| 65 |   | columna sup (mto de inercia)               |
| 66 |   |  |
| 67 |   |  |
| 68 |   |  |
| 69 | valores de K para diferentes condiciones de apoyo                               |  |
| 70 | Longitud efectiva de pandeo para diferentes condiciones de apoyo                |  |
| 71 |   |  |
| 72 |   |  |
| 73 |   |  |
| 74 | 0.5   |  |
| 75 |   |  |

Fig. 5.2.1 Listado del programa, celdas A1 a C75.

|     | A   | B     | C                                       | D                                       |
|-----|---|-------|---|---|
| 73  |   |       |   |   |
| 74  | 0.5   |       |   | 0.7                                     |
| 75  |   |       |   |   |
| 76  |   |       |   |   |
| 77  | 2.-Del monograma para determinar longitudes efectivas H de miembros a flexocompresión |       |   |   |
| 78  |   |       |   |   |
| 79  | factor A  |       | $=S/(K69-0.0,(SUMA(K63,K65))/(K49+K58)$ |   |
| 80  |   |       |   |   |
| 81  | factor B  |       | $=S/(K67-0.0,(SUMA(K63,K65))/(CA9+C5E)$ |   |
| 82  |   |       |   |   |
| 83  | con despl lat restringido   |       |   |   |
| 84  | A   | B     | k                                       |   |
| 85  | 50  | 1     |   | $=S/(fa<A95,D96,S(fb>B66,C66,D66)$      |
| 86  | 4.6   | 0.95  |   | $=S/(fa<A96,D97,S(fb>B66,C66,D67)$      |
| 87  | 2.1   | 0.92  |   | $=S/(fa<A97,D98,S(fb>B67,C67,D68)$      |
| 88  | 1.3   | 0.865 |   | $=S/(fa<A98,D99,S(fb>B68,C68,D69)$      |
| 89  | 0.83  | 0.85  |   | $=S/(fa<A99,D90,S(fb>B69,C69,D90)$      |
| 90  | 0.58  | 0.825 |   | $=S/(fa<A90,D91,S(fb>B90,C90,D91)$      |
| 91  | 0.39  | 0.8   |   | $=S/(fa<A91,D92,S(fb>B91,C91,D92)$      |
| 92  | 0.26  | 0.77  |   | $=S/(fa<A92,D93,S(fb>B92,C92,D93)$      |
| 93  | 0.15  | 0.75  |   | $=S/(fa<A93,D94,S(fb>B93,C93,D94)$      |
| 94  | 0.07  | 0.72  |   | $=S/(fa<A94,D95,S(fb>B94,C94,D95)$      |
| 95  | 0   | 0.665 |   | $=S/(fa<A95,D96,S(fb>B95,C95,D96)$      |
| 96  | 4.6   | 0.95  |   | $=S/(fa<A96,D97,S(fb>B66,C66,D97)$      |
| 97  | 4.6   | 0.917 |   | $=S/(fa<A97,D98,S(fb>B67,C67,D98)$      |
| 98  | 4.6   | 0.888 |   | $=S/(fa<A98,D99,S(fb>B68,C68,D99)$      |
| 99  | 4.6   | 0.865 |   | $=S/(fa<A99,D100,S(fb>B69,C69,D100)$    |
| 100 | 4.6   | 0.825 |   | $=S/(fa<A100,D101,S(fb>B100,C100,D101)$ |
| 101 | 4.6   | 0.8   |   | $=S/(fa<A101,D102,S(fb>B101,C101,D102)$ |
| 102 | 4.6   | 0.775 |   | $=S/(fa<A102,D103,S(fb>B102,C102,D103)$ |
| 103 | 4.6   | 0.75  |   | $=S/(fa<A103,D104,S(fb>B103,C103,D104)$ |
| 104 | 4.6   | 0.72  |   | $=S/(fa<A104,D105,S(fb>B104,C104,D105)$ |
| 105 | 4.6   | 0.7   |   | $=S/(fa<A105,D106,S(fb>B105,C105,D106)$ |
| 106 | 4.6   | 0     |   | $=S/(fa<A106,D107,S(fb>B106,C106,D107)$ |
| 107 | 2.1   | 0.917 |   | $=S/(fa<A107,D108,S(fb>B107,C107,D108)$ |
| 108 | 2.1   | 0.866 |   | $=S/(fa<A108,D109,S(fb>B108,C108,D109)$ |
| 109 | 2.1   | 0.857 |   | $=S/(fa<A109,D110,S(fb>B109,C109,D110)$ |
| 110 | 2.1   | 0.826 |   | $=S/(fa<A110,D111,S(fb>B110,C110,D111)$ |
| 111 | 2.1   | 0.8   |   | $=S/(fa<A111,D112,S(fb>B111,C111,D112)$ |
| 112 | 2.1   | 0.774 |   | $=S/(fa<A112,D113,S(fb>B112,C112,D113)$ |
| 113 | 2.1   | 0.748 |   | $=S/(fa<A113,D114,S(fb>B113,C113,D114)$ |
| 114 | 2.1   | 0.722 |   | $=S/(fa<A114,D115,S(fb>B114,C114,D115)$ |
| 115 | 2.1   | 0.695 |   | $=S/(fa<A115,D116,S(fb>B115,C115,D116)$ |
| 116 | 2.1   | 0.675 |   | $=S/(fa<A116,D117,S(fb>B116,C116,D117)$ |
| 117 | 2.1   | 0.652 |   | $=S/(fa<A117,D118,S(fb>B117,C117,D118)$ |
| 118 | 1.3   | 0.865 |   | $=S/(fa<A118,D119,S(fb>B118,C118,D119)$ |
| 119 | 1.3   | 0.855 |   | $=S/(fa<A119,D120,S(fb>B119,C119,D120)$ |
| 120 | 1.3   | 0.825 |   | $=S/(fa<A120,D121,S(fb>B120,C120,D121)$ |
| 121 | 1.3   | 0.8   |   | $=S/(fa<A121,D122,S(fb>B121,C121,D122)$ |
| 122 | 1.3   | 0.774 |   | $=S/(fa<A122,D123,S(fb>B122,C122,D123)$ |
| 123 | 1.3   | 0.75  |   | $=S/(fa<A123,D124,S(fb>B123,C123,D124)$ |
| 124 | 1.3   | 0.725 |   | $=S/(fa<A124,D125,S(fb>B124,C124,D125)$ |
| 125 | 1.3   | 0.7   |   | $=S/(fa<A125,D126,S(fb>B125,C125,D126)$ |
| 126 | 1.3   | 0.675 |   | $=S/(fa<A126,D127,S(fb>B126,C126,D127)$ |
| 127 | 1.3   | 0.653 |   | $=S/(fa<A127,D128,S(fb>B127,C127,D128)$ |
| 128 | 1.3   | 0.632 |   | $=S/(fa<A128,D129,S(fb>B128,C128,D129)$ |
| 129 | 0.83  | 0.865 |   | $=S/(fa<A129,D130,S(fb>B129,C129,D130)$ |
| 130 | 0.83  | 0.83  |   | $=S/(fa<A130,D131,S(fb>B130,C130,D131)$ |
| 131 | 0.83  | 0.8   |   | $=S/(fa<A131,D132,S(fb>B131,C131,D132)$ |
| 132 | 0.83  | 0.775 |   | $=S/(fa<A132,D133,S(fb>B132,C132,D133)$ |

Fig. 5.2.2. Listado del programa, celdas A73 a D132.

|     | A   | B                      | C     | D  |
|-----|---|------------------------|-------|--|
| 144 | 0.58  | 0.83                   | 0.723 | =SI(fa<A144,D145,SI(fb>B144,C144,D145))                      |
| 145 | 0.58  | 0.58                   | 0.7   | =SI(fa<A145,D146,SI(fb>B145,C145,D146))                      |
| 146 | 0.58  | 0.39                   | 0.678 | =SI(fa<A146,D147,SI(fb>B146,C146,D147))                      |
| 147 | 0.58  | 0.26                   | 0.655 | =SI(fa<A147,D148,SI(fb>B147,C147,D148))                      |
| 148 | 0.58  | 0.15                   | 0.635 | =SI(fa<A148,D149,SI(fb>B148,C148,D149))                      |
| 149 | 0.58  | 0.07                   | 0.61  | =SI(fa<A149,D150,SI(fb>B149,C149,D150))                      |
| 150 | 0.58  | 0                      | 0.593 | =SI(fa<A150,D151,SI(fb>B150,C150,D151))                      |
| 151 | 0.39  | 50                     | 0.8   | =SI(fa<A151,D152,SI(fb>B151,C151,D152))                      |
| 152 | 0.39  | 4.6                    | 0.775 | =SI(fa<A152,D153,SI(fb>B152,C152,D153))                      |
| 153 | 0.39  | 2.1                    | 0.75  | =SI(fa<A153,D154,SI(fb>B153,C153,D154))                      |
| 154 | 0.39  | 1.3                    | 0.723 | =SI(fa<A154,D155,SI(fb>B154,C154,D155))                      |
| 155 | 0.39  | 0.83                   | 0.7   | =SI(fa<A155,D156,SI(fb>B155,C155,D156))                      |
| 156 | 0.39  | 0.58                   | 0.678 | =SI(fa<A156,D157,SI(fb>B156,C156,D157))                      |
| 157 | 0.39  | 0.39                   | 0.655 | =SI(fa<A157,D158,SI(fb>B157,C157,D158))                      |
| 158 | 0.39  | 0.26                   | 0.635 | =SI(fa<A158,D159,SI(fb>B158,C158,D159))                      |
| 159 | 0.39  | 0.15                   | 0.612 | =SI(fa<A159,D160,SI(fb>B159,C159,D160))                      |
| 160 | 0.39  | 0.07                   | 0.593 | =SI(fa<A160,D161,SI(fb>B160,C160,D161))                      |
| 161 | 0.39  | 0                      | 0.572 | =SI(fa<A161,D162,SI(fb>B161,C161,D162))                      |
| 162 | 0.26  | 50                     | 0.775 | =SI(fa<A162,D163,SI(fb>B162,C162,D163))                      |
| 163 | 0.26  | 4.6                    | 0.75  | =SI(fa<A163,D164,SI(fb>B163,C163,D164))                      |
| 164 | 0.26  | 2.1                    | 0.723 | =SI(fa<A164,D165,SI(fb>B164,C164,D165))                      |
| 165 | 0.26  | 1.3                    | 0.7   | =SI(fa<A165,D166,SI(fb>B165,C165,D166))                      |
| 166 | 0.26  | 0.83                   | 0.678 | =SI(fa<A166,D167,SI(fb>B166,C166,D167))                      |
| 167 | 0.26  | 0.58                   | 0.655 | =SI(fa<A167,D168,SI(fb>B167,C167,D168))                      |
| 168 | 0.26  | 0.39                   | 0.635 | =SI(fa<A168,D169,SI(fb>B168,C168,D169))                      |
| 169 | 0.26  | 0.26                   | 0.612 | =SI(fa<A169,D170,SI(fb>B169,C169,D170))                      |
| 170 | 0.26  | 0.15                   | 0.593 | =SI(fa<A170,D171,SI(fb>B170,C170,D171))                      |
| 171 | 0.26  | 0.07                   | 0.572 | =SI(fa<A171,D172,SI(fb>B171,C171,D172))                      |
| 172 | 0.26  | 0                      | 0.553 | =SI(fa<A172,D173,SI(fb>B172,C172,D173))                      |
| 173 | 0.15  | 50                     | 0.75  | =SI(fa<A173,D174,SI(fb>B173,C173,D174))                      |
| 174 | 0.15  | 4.6                    | 0.723 | =SI(fa<A174,D175,SI(fb>B174,C174,D175))                      |
| 175 | 0.15  | 2.1                    | 0.7   | =SI(fa<A175,D176,SI(fb>B175,C175,D176))                      |
| 176 | 0.15  | 1.3                    | 0.678 | =SI(fa<A176,D177,SI(fb>B176,C176,D177))                      |
| 177 | 0.15  | 0.83                   | 0.655 | =SI(fa<A177,D178,SI(fb>B177,C177,D178))                      |
| 178 | 0.15  | 0.58                   | 0.635 | =SI(fa<A178,D179,SI(fb>B178,C178,D179))                      |
| 179 | 0.15  | 0.39                   | 0.612 | =SI(fa<A179,D180,SI(fb>B179,C179,D180))                      |
| 180 | 0.15  | 0.26                   | 0.593 | =SI(fa<A180,D181,SI(fb>B180,C180,D181))                      |
| 181 | 0.15  | 0.15                   | 0.572 | =SI(fa<A181,D182,SI(fb>B181,C181,D182))                      |
| 182 | 0.15  | 0.07                   | 0.553 | =SI(fa<A182,D183,SI(fb>B182,C182,D183))                      |
| 183 | 0.15  | 0                      | 0.587 | =SI(fa<A183,D184,SI(fb>B183,C183,D184))                      |
| 184 | 0.07  | 50                     | 0.723 | =SI(fa<A184,D185,SI(fb>B184,C184,D185))                      |
| 185 | 0.07  | 4.6                    | 0.7   | =SI(fa<A185,D186,SI(fb>B185,C185,D186))                      |
| 186 | 0.07  | 2.1                    | 0.678 | =SI(fa<A186,D187,SI(fb>B186,C186,D187))                      |
| 187 | 0.07  | 1.3                    | 0.655 | =SI(fa<A187,D188,SI(fb>B187,C187,D188))                      |
| 188 | 0.07  | 0.83                   | 0.635 | =SI(fa<A188,D189,SI(fb>B188,C188,D189))                      |
| 189 | 0.07  | 0.58                   | 0.612 | =SI(fa<A189,D190,SI(fb>B189,C189,D190))                      |
| 190 | 0.07  | 0.39                   | 0.593 | =SI(fa<A190,D191,SI(fb>B190,C190,D191))                      |
| 191 | 0.07  | 0.26                   | 0.572 | =SI(fa<A191,D192,SI(fb>B191,C191,D192))                      |
| 192 | 0.07  | 0.15                   | 0.553 | =SI(fa<A192,D193,SI(fb>B192,C192,D193))                      |
| 193 | 0.07  | 0.07                   | 0.587 | =SI(fa<A193,D194,SI(fb>B193,C193,D194))                      |
| 194 | 0.07  | 0                      | 0.568 | =SI(fa<A194,D195,SI(fb>B194,C194,D195))                      |
| 195 | 0   | 50                     | 0.7   | =SI(fa<A195,D196,SI(fb>B195,C195,D196))                      |
| 196 | 0   | 4.6                    | 0.678 | =SI(fa<A196,D197,SI(fb>B196,C196,D197))                      |
| 197 | 0   | 2.1                    | 0.655 | =SI(fa<A197,D198,SI(fb>B197,C197,D198))                      |
| 198 | 0   | 1.3                    | 0.635 | =SI(fa<A198,D199,SI(fb>B198,C198,D199))                      |
| 199 | 0   | 0.83                   | 0.612 | =SI(fa<A199,D200,SI(fb>B199,C199,D200))                      |
| 200 | 0   | 0.58                   | 0.593 | =SI(fa<A200,D201,SI(fb>B200,C200,D201))                      |
| 201 | 0   | 0.39                   | 0.572 | =SI(fa<A201,D202,SI(fb>B201,C201,D202))                      |
| 202 | 0   | 0.26                   | 0.553 | =SI(fa<A202,D203,SI(fb>B202,C202,D203))                      |
| 203 | 0   | 0.15                   | 0.587 | =SI(fa<A203,D204,SI(fb>B203,C203,D204))                      |
| 204 | 0   | 0.07                   | 0.568 | =SI(fa<A204,D205,SI(fb>B204,C204,D205))                      |
| 205 | 0   | 0                      | 0.5   | =SI(fa<A205,D225,SI(fb>B205,C205,D225))                      |
| 206 |   | =SI(B11>C206,B11,C206) | =B12  | =SI(B206=0,1,SI(A207=0,1,SI(ABS(B206)=ABS(A207),1,-A207/B206 |
| 207 | =SI(B11<C206,B11,C206)  |                        |       |  |
| 208 | se aplican las sig. Formulas según  |                        |       |  |
| 209 |   |                        |       |  |
| 210 |   |                        |       |  |
| 211 |   |                        |       |  |
| 212 | 3.- Cálculo de factores de amplificación  |                        |       |  |
| 213 | =SI(L9="sí",SI(L79>L82,"si es necesario considerar el efecto de esbeltez", "no es                       |                        |       |  |
| 214 | =SI(L9="no",SI(L79>22,SI(L79>100,"efectuar análisis de segundo orden", "si es necesario considerar el e |                        |       |  |

Fig.5.2.3 Listado del programa, celdas A140 a D214.

|     | A  | B   | C  | D   |
|-----|--|---|--|---|
| 212 | 3.- Cálculo de factores de amplificación |   | =SI(L9="si",SI(L79>L82,"si es necesario considerar el efecto de esbeltez","no es necesario considerar el efecto de esbeltez"),"no")  |   |
| 213 |  |   |  |   |
| 214 |  |   | =SI(L9="no",SI(L79>22,SI(L79>100,"efectuar análisis de segundo orden"),"si es necesario considerar el efecto de esbeltez"),"no es necesario considerar los efectos de esbeltez"),"no") |   |
| 215 |  |   |  |   |
| 216 |  | a) para miembros que no puedan desplazarse lateralmente |  |   |
| 217 |  |   |  |   |
| 218 |  |   |  |   |
| 219 |  |   |  |   |
| 220 |  |   |  |   |
| 221 |  |   |  |   |
| 222 |  |   | y la carga crítica $P_c$ con la ecuación:  |   |
| 223 |  |   |  |   |
| 224 |  |   |  |   |
| 225 |  |   | el valor de $EI$ se obtiene con la ec:   |   |
| 226 |  |   |  |   |
| 227 |  |   |  |   |
| 228 |  |   |  |   |
| 229 |  | a) para miembros que puedan desplazarse lateralmente    |  |   |
| 230 |  |   |  |   |
| 231 |  |   |  |   |
| 232 |  |   |  |   |
| 233 |  |   |  |   |
| 234 |  | b) excentricidad mínima                                 |  |   |
| 235 |  |   |  |   |
| 236 |  |   |  |   |
| 237 |  | d) Cálculo de $M_{to}$ amplificado                      |  |   |
| 238 |  |   |  |   |
| 239 | 4.- Determinación del diagrama de        |   |  |   |
| 240 |  | a) Refuerzos mínimo y máximo                            |  |   |
| 241 |  |   |  |   |
| 242 |  | Ref min:  |  |   |
| 243 |  |   |  |   |
| 244 |  | b) Selección del tipo de armado                         |  |   |
| 245 |  |   |  |   |
| 246 |  |   |  |   |
| 247 |  |   |  |   |
| 248 |  |   |  |   |
| 249 |  |   |  |   |
| 250 |  |   |  |   |
| 251 |  |   | 1  |   |
| 252 |  |   |  |   |
| 253 |  |   | tipo: 1  |   |
| 254 |  |   |  |   |
| 255 | tabla de As                              |   |  | $A_s =$   |
| 256 | =F242                                    | =(A266-A256)/10   | =A256  | =SI(tipo=1,(C256/2,SI(tipo=2,(C256/3),SI(tipo=3,(C256/2),SI(tipo=4,(C256/8)*3,SI(tipo=5,(C256/12)*5)))))) |
| 257 | =B257+A256                               | =B256   | =A257  | =SI(tipo=1,C257/2,SI(tipo=2,(C257/3),SI(tipo=3,(C257/2),SI(tipo=4,(C257/8)*3,SI(tipo=5,(C257/12)*5))))))  |
| 258 | =B258+A257                               | =B257   | =A258  | =SI(tipo=1,C258/2,SI(tipo=2,(C258/3),SI(tipo=3,(C258/2),SI(tipo=4,(C258/8)*3,SI(tipo=5,(C258/12)*5))))))  |
| 259 | =B259+A258                               | =B258   | =A259  | =SI(tipo=1,C259/2,SI(tipo=2,(C259/3),SI(tipo=3,(C259/2),SI(tipo=4,(C259/8)*3,SI(tipo=5,(C259/12)*5))))))  |
| 260 | =B260+A259                               | =B259   | =A260  | =SI(tipo=1,C260/2,SI(tipo=2,(C260/3),SI(tipo=3,(C260/2),SI(tipo=4,(C260/8)*3,SI(tipo=5,(C260/12)*5))))))  |
| 261 | =B261+A260                               | =B260   | =A261  | =SI(tipo=1,C261/2,SI(tipo=2,(C261/3),SI(tipo=3,(C261/2),SI(tipo=4,(C261/8)*3,SI(tipo=5,(C261/12)*5))))))  |
| 262 | =B262+A261                               | =B261   | =A262  | =SI(tipo=1,C262/2,SI(tipo=2,(C262/3),SI(tipo=3,(C262/2),SI(tipo=4,(C262/8)*3,SI(tipo=5,(C262/12)*5))))))  |
| 263 | =B263+A262                               | =B262   | =A263  | =SI(tipo=1,C263/2,SI(tipo=2,(C263/3),SI(tipo=3,(C263/2),SI(tipo=4,(C263/8)*3,SI(tipo=5,(C263/12)*5))))))  |
| 264 | =B264+A263                               | =B263   | =A264  | =SI(tipo=1,C264/2,SI(tipo=2,(C264/3),SI(tipo=3,(C264/2),SI(tipo=4,(C264/8)*3,SI(tipo=5,(C264/12)*5))))))  |
| 265 | =B265+A264                               | =B264   | =A265  | =SI(tipo=1,C265/2,SI(tipo=2,(C265/3),SI(tipo=3,(C265/2),SI(tipo=4,(C265/8)*3,SI(tipo=5,(C265/12)*5))))))  |
| 266 | =N242                                    |   | =A266  | =SI(tipo=1,C266/2,SI(tipo=2,(C266/3),SI(tipo=3,(C266/2),SI(tipo=4,(C266/8)*3,SI(tipo=5,(C266/12)*5))))))  |
| 267 |  |   |  |   |
| 268 |  |   | $F_{s1} =$   | $F_{s2} =$  |
| 269 | =(0.003*(D256)/cen)                      | =(0.003*(E256)/cen)                                     | =SI(A269>defAs,Fy,2000000*A269)  | =SI(B269>defAs,Fy,2000000*B269)   |
| 270 | =(0.003*(D257)/cen)                      | =(0.003*(E257)/cen)                                     | =SI(A270>defAs,Fy,2000000*A270)  | =SI(B270>defAs,Fy,2000000*B270)   |
| 271 | =(0.003*(D258)/cen)                      | =(0.003*(E258)/cen)                                     | =SI(A271>defAs,Fy,2000000*A271)  | =SI(B271>defAs,Fy,2000000*B271)   |
| 272 | =(0.003*(D259)/cen)                      | =(0.003*(E259)/cen)                                     | =SI(A272>defAs,Fy,2000000*A272)  | =SI(B272>defAs,Fy,2000000*B272)   |
| 273 | =(0.003*(D260)/cen)                      | =(0.003*(E260)/cen)                                     | =SI(A273>defAs,Fy,2000000*A273)  | =SI(B273>defAs,Fy,2000000*B273)   |
| 274 | =(0.003*(D261)/cen)                      | =(0.003*(E261)/cen)                                     | =SI(A274>defAs,Fy,2000000*A274)  | =SI(B274>defAs,Fy,2000000*B274)   |
| 275 | =(0.003*(D262)/cen)                      | =(0.003*(E262)/cen)                                     | =SI(A275>defAs,Fy,2000000*A275)  | =SI(B275>defAs,Fy,2000000*B275)   |
| 276 | =(0.003*(D263)/cen)                      | =(0.003*(E263)/cen)                                     | =SI(A276>defAs,Fy,2000000*A276)  | =SI(B276>defAs,Fy,2000000*B276)   |
| 277 | =(0.003*(D264)/cen)                      | =(0.003*(E264)/cen)                                     | =SI(A277>defAs,Fy,2000000*A277)  | =SI(B277>defAs,Fy,2000000*B277)   |
| 278 | =(0.003*(D265)/cen)                      | =(0.003*(E265)/cen)                                     | =SI(A278>defAs,Fy,2000000*A278)  | =SI(B278>defAs,Fy,2000000*B278)   |
| 279 | =(0.003*(D266)/cen)                      | =(0.003*(E266)/cen)                                     | =SI(A279>defAs,Fy,2000000*A279)  | =SI(B279>defAs,Fy,2000000*B279)   |
| 280 |  | c) Obtención del punto $P_{oc}$                         |  |   |
| 281 |  |   |  |   |
| 282 |  |   |  |   |

Fig.5.2.4 Listado del programa, celdas A212 a D282.

|     | A                               | B                  | C                              | D  |
|-----|---------------------------------|--------------------|--------------------------------|--|
| 287 |                                 |                    |                                |  |
| 288 |                                 |                    |                                |  |
| 289 |                                 |                    |                                | $=0.003 \cdot S(\text{tipo}=1, (1256/2, S(\text{tipo}=2, (1256/6)^2, S(\text{tipo}=3, (1256/2), S(\text{tipo}=4, (1256/8)^3, S(\text{tipo}=5, (1256/12)^5)))))))/\text{cen}$   |
| 290 |                                 |                    |                                |  |
| 291 |                                 |                    |                                | $=0.003 \cdot S(\text{tipo}=1, 0, S(\text{tipo}=2, (1256/6)^2, S(\text{tipo}=3, 0, S(\text{tipo}=4, (1256/8)^2, S(\text{tipo}=5, (1256/12)^4)))))))/\text{cen}$  |
| 292 |                                 |                    |                                |  |
| 293 |                                 |                    |                                |  |
| 294 |                                 |                    |                                | 0.0021   |
| 295 |                                 |                    |                                |  |
| 296 |                                 |                    |                                |  |
| 297 |                                 |                    |                                | $F_1 = A_s f_{s1} = \frac{S(\text{tipo}=1, (1256/2)^4 \cdot K293, S(\text{tipo}=2, (1256/6)^2 \cdot K293, S(\text{tipo}=3, (1256/2)^4 \cdot K293, S(\text{tipo}=4, (1256/8)^3 \cdot K293, S(\text{tipo}=5, (1256/12)^5 \cdot K293)))))}{1000}$ |
| 298 |                                 |                    |                                |  |
| 299 |                                 |                    |                                | $F_2 = A_s f_{s2} = \frac{S(\text{tipo}=1, 0, S(\text{tipo}=2, (1256/6)^2 \cdot K294, S(\text{tipo}=3, 0, S(\text{tipo}=4, (1256/8)^2 \cdot K294, S(\text{tipo}=5, (1256/12)^4 \cdot K294)))))}{1000}$   |
| 300 |                                 |                    |                                | $F_3 = A_s f_{s3} = \frac{S(\text{tipo}=1, (1256/2)^4 \cdot K295, S(\text{tipo}=2, (1256/6)^2 \cdot K295, S(\text{tipo}=3, (1256/6)^3 \cdot K295, S(\text{tipo}=4, (1256/8)^3, S(\text{tipo}=5, (1256/12)^5)))))}{1000}$                       |
| 301 |                                 |                    |                                | Fuerza en el concreto  |
| 302 |                                 |                    |                                | $C_c = 0.85 f_c ab =$  |
| 303 |                                 |                    |                                |  |
| 304 |                                 |                    |                                | Calculo de P:  |
| 305 |                                 |                    |                                |  |
| 306 |                                 |                    |                                | $P = C_c + F_1 + F_2 + F_3 =$  |
| 307 |                                 |                    |                                |  |
| 308 |                                 |                    |                                |  |
| 309 |                                 |                    |                                | e) Ecuación de la recta  |
| 310 |                                 |                    |                                |  |
| 311 |                                 |                    |                                |  |
| 312 |                                 |                    |                                | $a = F282 - E306$  |
| 313 |                                 |                    |                                |  |
| 314 |                                 |                    |                                |  |
| 315 |                                 |                    |                                |  |
| 316 |                                 |                    |                                |  |
| 317 |                                 |                    |                                | 5.- Diseño del Refuerzo  |
| 318 |                                 |                    |                                |  |
| 319 |                                 |                    |                                |  |
| 320 |                                 |                    |                                | As por Atado $= S(\text{tipo}=1, 1282/4, S(\text{tipo}=2, 1282/6, S(\text{tipo}=3, 1282/6, S(\text{tipo}=4, 1282/8, S(\text{tipo}=5, 1282/12))))))$  |
| 321 |                                 |                    |                                |  |
| 322 |                                 |                    |                                | para el refuerzo tra   |
| 323 |                                 |                    |                                |  |
| 324 |                                 |                    |                                | para la sep del ref  |
| 325 |                                 |                    |                                |  |
| 326 |                                 |                    |                                |  |
| 327 |                                 |                    |                                |  |
| 328 |                                 |                    |                                |  |
| 329 |                                 |                    |                                |  |
| 330 |                                 |                    |                                |  |
| 331 |                                 |                    |                                |  |
| 332 |                                 |                    |                                |  |
| 333 |                                 |                    |                                | Se reducirá a la m   |
| 334 |                                 |                    |                                |  |
| 335 |                                 |                    |                                |  |
| 336 |                                 |                    |                                |  |
| 337 |                                 |                    |                                |  |
| 338 |                                 |                    |                                |  |
| 339 |                                 |                    |                                |  |
| 340 |                                 |                    |                                |  |
| 341 |                                 |                    |                                |  |
| 342 |                                 |                    |                                | $= K349$ estr No   |
| 343 |                                 |                    |                                |  |
| 344 |                                 |                    |                                |  |
| 345 |                                 |                    |                                |  |
| 346 | 1.375                           | 0.71               | $= S(D346 < B346, A346, C347)$ | $= D320$   |
| 347 | 1.5                             | 1.27               | $= S(D347 < B347, A347, C348)$ | $= D346$   |
| 348 | 2.375                           | $= 2 \cdot 0.71$   | $= S(D348 < B348, A348, C349)$ | $= D347$   |
| 349 | $1 \frac{3}{8} + 1 \frac{1}{2}$ | $= 0.71 + 1.27$    | $= S(D349 < B349, A349, C350)$ | $= D348$   |
| 350 | 1.625                           | 1.99               | $= S(D350 < B350, A350, C351)$ | $= D349$   |
| 351 | 2.5                             | $= 2 \cdot 1.27$   | $= S(D351 < B351, A351, C352)$ | $= D350$   |
| 352 | $1 \frac{3}{8} + 1 \frac{5}{8}$ | $= 1.99 + 0.71$    | $= S(D352 < B352, A352, C353)$ | $= D351$   |
| 353 | 1.75                            | 2.87               | $= S(D353 < B353, A353, C354)$ | $= D352$   |
| 354 | $1 \frac{1}{2} + 1 \frac{5}{8}$ | $= 1.27 + 1.99$    | $= S(D354 < B354, A354, C355)$ | $= D353$   |
| 355 | $1 \frac{3}{8} + 1 \frac{3}{4}$ | $= 2.87 + 0.71$    | $= S(D355 < B355, A355, C356)$ | $= D354$   |
| 356 | 2.625                           | $= 2 \cdot 1.99$   | $= S(D356 < B356, A356, C357)$ | $= D355$   |
| 357 | $1 \frac{1}{2} + 1 \frac{3}{4}$ | $= 1.27 + 2.87$    | $= S(D357 < B357, A357, C358)$ | $= D356$   |
| 358 | $1 \frac{5}{8} + 1 \frac{3}{4}$ | $= 1.99 + 2.87$    | $= S(D358 < B358, A358, C359)$ | $= D357$   |
| 359 | 1 1"                            | 5.07               | $= S(D359 < B359, A359, C360)$ | $= D358$   |
| 360 | 2.75                            | $= (2 \cdot 2.87)$ | $= S(D360 < B360, A360, C361)$ | $= D359$   |
| 361 | $1 \frac{3}{8} + 1 1"$          | $= 5.07 + 0.71$    | $= S(D361 < B361, A361, C362)$ | $= D360$   |

Fig. 5.2.5 Listado del programa, celdas A287 a D381

|    | D                       | E                   | F  | G | H                   |
|----|-------------------------|---------------------|--|---|---------------------|
| 1  |                         |                     |  |   |                     |
| 2  |                         |                     |  |   |                     |
| 3  |                         |                     |  |   |                     |
| 4  |                         |                     |  |   |                     |
| 5  |                         |                     |  |   |                     |
| 6  | FC gravedad             | 1,5                 | Los datos deben incluir las FCs ant.                             |   |                     |
| 7  |                         |                     | =SI(B6="no pasa por aplastamiento",1,2)                          |   |                     |
| 8  |                         |                     |  |   |                     |
| 9  | to+gravedad             | 1,2                 |  |   |                     |
| 10 |                         |                     |  |   |                     |
| 11 |                         |                     |  |   |                     |
| 12 |                         |                     |  |   |                     |
| 13 |                         |                     |  |   |                     |
| 14 |                         |                     |  |   |                     |
| 15 |                         |                     |  |   |                     |
| 16 |                         |                     |  |   |                     |
| 17 |                         |                     |  |   |                     |
| 18 |                         |                     |  |   |                     |
| 19 |                         |                     |  |   |                     |
| 20 |                         |                     |  |   |                     |
| 21 |                         |                     |  |   |                     |
| 22 |                         |                     |  |   |                     |
| 23 | 10                      | cms                 | Si no se cuenta con estos datos ingrese cero en todas las celdas |   |                     |
| 24 | 25                      | cms                 |  |   |                     |
| 25 | 50                      | cms                 |  |   |                     |
| 26 | 4                       | mts                 |  |   |                     |
| 27 | 10                      | cms                 |  |   |                     |
| 28 | 25                      | cms                 |  |   |                     |
| 29 | 50                      | mts                 |  |   |                     |
| 30 | 4                       | mts                 |  |   |                     |
| 31 |                         |                     |  |   |                     |
| 32 |                         |                     |  |   |                     |
| 33 |                         |                     |  |   |                     |
| 34 | 35                      | mts                 |  |   |                     |
| 35 | 25                      | cms                 |  |   |                     |
| 36 | 25                      | cms                 |  |   |                     |
| 37 |                         |                     |  |   |                     |
| 38 |                         |                     |  |   |                     |
| 39 |                         |                     |  |   |                     |
| 40 |                         |                     |  |   |                     |
| 41 | =D25-D23                | =D24                |  |   |                     |
| 42 |                         |                     |  |   |                     |
| 43 | losa superior ant en X  |                     | =C45   |   |                     |
| 44 |                         |                     |  |   |                     |
| 45 |                         | =C48                |  |   |                     |
| 46 |                         |                     | e  |   |                     |
| 47 |                         |                     |  |   |                     |
| 48 | cm4                     |                     |  |   |                     |
| 49 | cm3                     |                     | =D24   |   |                     |
| 50 | =D29-D27                | =D28                |  |   |                     |
| 51 |                         |                     |  |   |                     |
| 52 | losa superior post en X |                     | =C54   |   |                     |
| 53 |                         | =C55                |  |   |                     |
| 54 |                         |                     |  |   |                     |
| 55 |                         |                     |  | e |                     |
| 56 |                         |                     |  |   |                     |
| 57 | cm4                     |                     | =D28   |   |                     |
| 58 | cm3                     |                     |  |   |                     |
| 59 |                         |                     |  |   |                     |
| 60 |                         |                     |  |   |                     |
| 61 |                         |                     |  |   |                     |
| 62 |                         |                     |  |   | RIGIDEZ DE COLUMNAS |
| 63 | IAB                     | =L35*L36*L36*L36/12 |  |   |                     |
| 64 | IBC                     | =L16*L17*L17*L17/12 |  |   |                     |
| 65 | ICD                     | =D36*D36*D36*D36/12 |  |   |                     |
| 66 |                         |                     |  |   |                     |
| 67 |                         |                     |  |   |                     |
| 68 |                         |                     |  |   |                     |
| 69 |                         |                     |  |   |                     |
| 70 |                         |                     |  |   |                     |
| 71 |                         |                     |  |   |                     |
| 72 |                         |                     |  |   |                     |

Fig. 2.5.6. Listado del programa, celdas D1 a H72

|     | E                         | F    | G                      | H  | I                           | J    | K    |
|-----|---------------------------|------|------------------------|--|-----------------------------|------|------|
| 73  |                           |      |                        |  |                             |      |      |
| 74  |                           | 1    |                        | 1  |                             | 2    |      |
| 75  |                           |      |                        |  |                             |      |      |
| 76  |                           |      |                        | =SI(SI(L9=SI,D85,H85)=0," < ingrese el valor de k","") |                             |      |      |
| 77  |                           |      |                        |  |                             |      |      |
| 78  |                           |      |                        |  |                             |      |      |
| 79  |                           | k    |                        |  | por lo tanto                |      | H/r  |
| 80  |                           |      |                        | =SI(SI(L9="si",D85,H85)=0,N75,SI(L9="si",D85,H85))     |                             |      |      |
| 81  |                           |      |                        |  | Longitud efectiva de pandeo |      | H'   |
| 82  |                           |      | Con restrcción lateral |  |                             |      |      |
| 83  | sin despl lat restringido |      |                        |  |                             |      |      |
| 84  | A                         | B    | k                      |  |                             |      |      |
| 85  | 1000                      | 1000 | 20                     | =SI(fa<E85,H86,SI(fb>F85,G85,H86))                     | 0.47                        | 38   | 2    |
| 86  | 1000                      | 38   | 10                     | =SI(fa<E86,H87,SI(fb>F86,G86,H87))                     | 0.47                        | 17.5 | 1.9  |
| 87  | 1000                      | 17.5 | 5.6                    | =SI(fa<E87,H88,SI(fb>F87,G87,H88))                     | 0.47                        | 9.98 | 1.8  |
| 88  | 1000                      | 9.98 | 4.3                    | =SI(fa<E88,H89,SI(fb>F88,G88,H89))                     | 0.47                        | 6.65 | 1.68 |
| 89  | 1000                      | 6.65 | 3.75                   | =SI(fa<E89,H90,SI(fb>F89,G89,H90))                     | 0.47                        | 4.52 | 1.57 |
| 90  | 1000                      | 4.52 | 3.3                    | =SI(fa<E90,H91,SI(fb>F90,G90,H91))                     | 0.47                        | 3.15 | 1.48 |
| 91  | 1000                      | 3.15 | 3                      | =SI(fa<E91,H92,SI(fb>F91,G91,H92))                     | 0.47                        | 2.25 | 1.39 |
| 92  | 1000                      | 2.25 | 2.7                    | =SI(fa<E92,H93,SI(fb>F92,G92,H93))                     | 0.47                        | 1.5  | 1.3  |
| 93  | 1000                      | 1.5  | 2.5                    | =SI(fa<E93,H94,SI(fb>F93,G93,H94))                     | 0.47                        | 0.94 | 1.22 |
| 94  | 1000                      | 0.94 | 2.3                    | =SI(fa<E94,H95,SI(fb>F94,G94,H95))                     | 0.47                        | 0.47 | 1.13 |
| 95  | 1000                      | 0.47 | 2.16                   | =SI(fa<E95,H96,SI(fb>F95,G95,H96))                     | 0.47                        | 0    | 1.07 |
| 96  | 1000                      | 0    | 2                      | =SI(fa<E96,H97,SI(fb>F96,G96,H97))                     | 0                           | 1000 | 2    |
| 97  | 38                        | 1000 | 10                     | =SI(fa<E97,H98,SI(fb>F97,G97,H98))                     | 0                           | 38   | 1.9  |
| 98  | 38                        | 38   | 5.6                    | =SI(fa<E98,H99,SI(fb>F98,G98,H99))                     | 0                           | 17.5 | 1.8  |
| 99  | 38                        | 17.5 | 4.3                    | =SI(fa<E99,H100,SI(fb>F99,G99,H100))                   | 0                           | 9.98 | 1.68 |
| 100 | 38                        | 9.98 | 3.75                   | =SI(fa<E100,H101,SI(fb>F100,G100,H101))                | 0                           | 6.65 | 1.57 |
| 101 | 38                        | 6.65 | 3.3                    | =SI(fa<E101,H102,SI(fb>F101,G101,H102))                | 0                           | 4.52 | 1.48 |
| 102 | 38                        | 4.52 | 3                      | =SI(fa<E102,H103,SI(fb>F102,G102,H103))                | 0                           | 3.15 | 1.39 |
| 103 | 38                        | 3.15 | 2.7                    | =SI(fa<E103,H104,SI(fb>F103,G103,H104))                | 0                           | 2.25 | 1.3  |
| 104 | 38                        | 2.25 | 2.5                    | =SI(fa<E104,H105,SI(fb>F104,G104,H105))                | 0                           | 1.5  | 1.22 |
| 105 | 38                        | 1.5  | 2.3                    | =SI(fa<E105,H106,SI(fb>F105,G105,H106))                | 0                           | 0.94 | 1.13 |
| 106 | 38                        | 0.94 | 2.16                   | =SI(fa<E106,H107,SI(fb>F106,G106,H107))                | 0                           | 0.47 | 1.07 |
| 107 | 38                        | 0.47 | 2                      | =SI(fa<E107,H108,SI(fb>F107,G107,H108))                | 0                           | 0    | 1    |
| 108 | 38                        | 0    | 1.9                    | =SI(fa<E108,H109,SI(fb>F108,G108,H109))                |                             |      |      |
| 109 | 17.5                      | 1000 | 5.6                    | =SI(fa<E109,H110,SI(fb>F109,G109,H110))                |                             |      |      |
| 110 | 17.5                      | 38   | 4.3                    | =SI(fa<E110,H111,SI(fb>F110,G110,H111))                |                             |      |      |
| 111 | 17.5                      | 17.5 | 3.75                   | =SI(fa<E111,H112,SI(fb>F111,G111,H112))                |                             |      |      |
| 112 | 17.5                      | 9.98 | 3.3                    | =SI(fa<E112,H113,SI(fb>F112,G112,H113))                |                             |      |      |
| 113 | 17.5                      | 6.65 | 3                      | =SI(fa<E113,H114,SI(fb>F113,G113,H114))                |                             |      |      |
| 114 | 17.5                      | 4.52 | 2.7                    | =SI(fa<E114,H115,SI(fb>F114,G114,H115))                |                             |      |      |
| 115 | 17.5                      | 3.15 | 2.5                    | =SI(fa<E115,H116,SI(fb>F115,G115,H116))                |                             |      |      |
| 116 | 17.5                      | 2.25 | 2.3                    | =SI(fa<E116,H117,SI(fb>F116,G116,H117))                |                             |      |      |
| 117 | 17.5                      | 1.5  | 2.16                   | =SI(fa<E117,H118,SI(fb>F117,G117,H118))                |                             |      |      |
| 118 | 17.5                      | 0.94 | 2                      | =SI(fa<E118,H119,SI(fb>F118,G118,H119))                |                             |      |      |
| 119 | 17.5                      | 0.47 | 1.9                    | =SI(fa<E119,H120,SI(fb>F119,G119,H120))                |                             |      |      |
| 120 | 17.5                      | 0    | 1.8                    | =SI(fa<E120,H121,SI(fb>F120,G120,H121))                |                             |      |      |
| 121 | 9.98                      | 1000 | 4.3                    | =SI(fa<E121,H122,SI(fb>F121,G121,H122))                |                             |      |      |
| 122 | 9.98                      | 38   | 3.75                   | =SI(fa<E122,H123,SI(fb>F122,G122,H123))                |                             |      |      |
| 123 | 9.98                      | 17.5 | 3.3                    | =SI(fa<E123,H124,SI(fb>F123,G123,H124))                |                             |      |      |
| 124 | 9.98                      | 9.98 | 3                      | =SI(fa<E124,H125,SI(fb>F124,G124,H125))                |                             |      |      |
| 125 | 9.98                      | 6.65 | 2.7                    | =SI(fa<E125,H126,SI(fb>F125,G125,H126))                |                             |      |      |
| 126 | 9.98                      | 4.52 | 2.5                    | =SI(fa<E126,H127,SI(fb>F126,G126,H127))                |                             |      |      |
| 127 | 9.98                      | 3.15 | 2.3                    | =SI(fa<E127,H128,SI(fb>F127,G127,H128))                |                             |      |      |
| 128 | 9.98                      | 2.25 | 2.16                   | =SI(fa<E128,H129,SI(fb>F128,G128,H129))                |                             |      |      |
| 129 | 9.98                      | 1.5  | 2                      | =SI(fa<E129,H130,SI(fb>F129,G129,H130))                |                             |      |      |
| 130 | 9.98                      | 0.94 | 1.9                    | =SI(fa<E130,H131,SI(fb>F130,G130,H131))                |                             |      |      |
| 131 | 9.98                      | 0.47 | 1.8                    | =SI(fa<E131,H132,SI(fb>F131,G131,H132))                |                             |      |      |
| 132 | 9.98                      | 0    | 1.68                   | =SI(fa<E132,H133,SI(fb>F132,G132,H133))                |                             |      |      |

Fig. 2.5.7. Listado del programa, celdas E73 a K132.

|     | E    | F    | G                      | H                                       | I        | J              | K    |
|-----|------|------|------------------------|---|----------|----------------|------|
| 144 | 6.65 | 0    | 1.57                   | =SI(fa<E144,H145,SI(fb>F144,G144,H145)) |          |                |      |
| 145 | 4.52 | 1000 | 3.3                    | =SI(fa<E145,H146,SI(fb>F145,G145,H146)) |          |                |      |
| 146 | 4.52 | 38   | 3                      | =SI(fa<E146,H147,SI(fb>F146,G146,H147)) |          |                |      |
| 147 | 4.52 | 17.5 | 2.7                    | =SI(fa<E147,H148,SI(fb>F147,G147,H148)) |          |                |      |
| 148 | 4.52 | 9.98 | 2.5                    | =SI(fa<E148,H149,SI(fb>F148,G148,H149)) |          |                |      |
| 149 | 4.52 | 6.65 | 2.3                    | =SI(fa<E149,H150,SI(fb>F149,G149,H150)) |          |                |      |
| 150 | 4.52 | 4.52 | 2.16                   | =SI(fa<E150,H151,SI(fb>F150,G150,H151)) |          |                |      |
| 151 | 4.52 | 3.15 | 2                      | =SI(fa<E151,H152,SI(fb>F151,G151,H152)) |          |                |      |
| 152 | 4.52 | 2.25 | 1.9                    | =SI(fa<E152,H153,SI(fb>F152,G152,H153)) |          |                |      |
| 153 | 4.52 | 1.5  | 1.8                    | =SI(fa<E153,H154,SI(fb>F153,G153,H154)) |          |                |      |
| 154 | 4.52 | 0.94 | 1.68                   | =SI(fa<E154,H155,SI(fb>F154,G154,H155)) |          |                |      |
| 155 | 4.52 | 0.47 | 1.57                   | =SI(fa<E155,H156,SI(fb>F155,G155,H156)) |          |                |      |
| 156 | 4.52 | 0    | 1.48                   | =SI(fa<E156,H157,SI(fb>F156,G156,H157)) |          |                |      |
| 157 | 3.15 | 1000 | 3                      | =SI(fa<E157,H158,SI(fb>F157,G157,H158)) |          |                |      |
| 158 | 3.15 | 38   | 2.7                    | =SI(fa<E158,H159,SI(fb>F158,G158,H159)) |          |                |      |
| 159 | 3.15 | 17.5 | 2.5                    | =SI(fa<E159,H160,SI(fb>F159,G159,H160)) |          |                |      |
| 160 | 3.15 | 9.98 | 2.3                    | =SI(fa<E160,H161,SI(fb>F160,G160,H161)) |          |                |      |
| 161 | 3.15 | 6.65 | 2.16                   | =SI(fa<E161,H162,SI(fb>F161,G161,H162)) |          |                |      |
| 162 | 3.15 | 4.52 | 2                      | =SI(fa<E162,H163,SI(fb>F162,G162,H163)) |          |                |      |
| 163 | 3.15 | 3.15 | 1.9                    | =SI(fa<E163,H164,SI(fb>F163,G163,H164)) |          |                |      |
| 164 | 3.15 | 2.25 | 1.8                    | =SI(fa<E164,H165,SI(fb>F164,G164,H165)) |          |                |      |
| 165 | 3.15 | 1.5  | 1.68                   | =SI(fa<E165,H166,SI(fb>F165,G165,H166)) |          |                |      |
| 166 | 3.15 | 0.94 | 1.57                   | =SI(fa<E166,H167,SI(fb>F166,G166,H167)) |          |                |      |
| 167 | 3.15 | 0.47 | 1.48                   | =SI(fa<E167,H168,SI(fb>F167,G167,H168)) |          |                |      |
| 168 | 3.15 | 0    | 1.39                   | =SI(fa<E168,H169,SI(fb>F168,G168,H169)) |          |                |      |
| 169 | 2.25 | 1000 | 2.7                    | =SI(fa<E169,H170,SI(fb>F169,G169,H170)) |          |                |      |
| 170 | 2.25 | 38   | 2.5                    | =SI(fa<E170,H171,SI(fb>F170,G170,H171)) |          |                |      |
| 171 | 2.25 | 17.5 | 2.3                    | =SI(fa<E171,H172,SI(fb>F171,G171,H172)) |          |                |      |
| 172 | 2.25 | 9.98 | 2.16                   | =SI(fa<E172,H173,SI(fb>F172,G172,H173)) |          |                |      |
| 173 | 2.25 | 6.65 | 2                      | =SI(fa<E173,H174,SI(fb>F173,G173,H174)) |          |                |      |
| 174 | 2.25 | 4.52 | 1.9                    | =SI(fa<E174,H175,SI(fb>F174,G174,H175)) |          |                |      |
| 175 | 2.25 | 3.15 | 1.8                    | =SI(fa<E175,H176,SI(fb>F175,G175,H176)) |          |                |      |
| 176 | 2.25 | 2.25 | 1.68                   | =SI(fa<E176,H177,SI(fb>F176,G176,H177)) |          |                |      |
| 177 | 2.25 | 1.5  | 1.57                   | =SI(fa<E177,H178,SI(fb>F177,G177,H178)) |          |                |      |
| 178 | 2.25 | 0.94 | 1.48                   | =SI(fa<E178,H179,SI(fb>F178,G178,H179)) |          |                |      |
| 179 | 2.25 | 0.47 | 1.39                   | =SI(fa<E179,H180,SI(fb>F179,G179,H180)) |          |                |      |
| 180 | 2.25 | 0    | 1.3                    | =SI(fa<E180,H181,SI(fb>F180,G180,H181)) |          |                |      |
| 181 | 1.5  | 1000 | 2.5                    | =SI(fa<E181,H182,SI(fb>F181,G181,H182)) |          |                |      |
| 182 | 1.5  | 38   | 2.3                    | =SI(fa<E182,H183,SI(fb>F182,G182,H183)) |          |                |      |
| 183 | 1.5  | 17.5 | 2.16                   | =SI(fa<E183,H184,SI(fb>F183,G183,H184)) |          |                |      |
| 184 | 1.5  | 9.98 | 2                      | =SI(fa<E184,H185,SI(fb>F184,G184,H185)) |          |                |      |
| 185 | 1.5  | 6.65 | 1.9                    | =SI(fa<E185,H186,SI(fb>F185,G185,H186)) |          |                |      |
| 186 | 1.5  | 4.52 | 1.8                    | =SI(fa<E186,H187,SI(fb>F186,G186,H187)) |          |                |      |
| 187 | 1.5  | 3.15 | 1.68                   | =SI(fa<E187,H188,SI(fb>F187,G187,H188)) |          |                |      |
| 188 | 1.5  | 2.25 | 1.57                   | =SI(fa<E188,H189,SI(fb>F188,G188,H189)) |          |                |      |
| 189 | 1.5  | 1.5  | 1.48                   | =SI(fa<E189,H190,SI(fb>F189,G189,H190)) |          |                |      |
| 190 | 1.5  | 0.94 | 1.39                   | =SI(fa<E190,H191,SI(fb>F190,G190,H191)) |          |                |      |
| 191 | 1.5  | 0.47 | 1.3                    | =SI(fa<E191,H192,SI(fb>F191,G191,H192)) |          |                |      |
| 192 | 1.5  | 0    | 1.22                   | =SI(fa<E192,H193,SI(fb>F192,G192,H193)) |          |                |      |
| 193 | 0.94 | 1000 | 2.3                    | =SI(fa<E193,H194,SI(fb>F193,G193,H194)) |          |                |      |
| 194 | 0.94 | 38   | 2.16                   | =SI(fa<E194,H195,SI(fb>F194,G194,H195)) |          |                |      |
| 195 | 0.94 | 17.5 | 2                      | =SI(fa<E195,H196,SI(fb>F195,G195,H196)) |          |                |      |
| 196 | 0.94 | 9.98 | 1.9                    | =SI(fa<E196,H197,SI(fb>F196,G196,H197)) |          |                |      |
| 197 | 0.94 | 6.65 | 1.8                    | =SI(fa<E197,H198,SI(fb>F197,G197,H198)) |          |                |      |
| 198 | 0.94 | 4.52 | 1.68                   | =SI(fa<E198,H199,SI(fb>F198,G198,H199)) |          |                |      |
| 199 | 0.94 | 3.15 | 1.57                   | =SI(fa<E199,H200,SI(fb>F199,G199,H200)) |          |                |      |
| 200 | 0.94 | 2.25 | 1.48                   | =SI(fa<E200,H201,SI(fb>F200,G200,H201)) |          |                |      |
| 201 | 0.94 | 1.5  | 1.39                   | =SI(fa<E201,H202,SI(fb>F201,G201,H202)) |          |                |      |
| 202 | 0.94 | 0.94 | 1.3                    | =SI(fa<E202,H203,SI(fb>F202,G202,H203)) |          |                |      |
| 203 | 0.94 | 0.47 | 1.22                   | =SI(fa<E203,H204,SI(fb>F203,G203,H204)) |          |                |      |
| 204 | 0.94 | 0    | 1.13                   | =SI(fa<E204,H205,SI(fb>F204,G204,H205)) |          |                |      |
| 205 | 0.47 | 1000 | 2.16                   | =SI(fa<E205,L85,SI(fb>F205,G205,L85))   |          |                |      |
| 206 |      | 0    |                        |   | =B20/O11 | =3.1416*3.1416 | 0.75 |
| 207 |      |      |                        |   |          |                |      |
| 208 |      |      |                        |   |          |                |      |
| 209 |      |      |                        |   |          |                |      |
| 210 |      |      | sin restrcción lateral |   |          |                |      |
| 211 |      |      |                        |   |          |                |      |

Fig.2.5.8. Listado del programa, celdas E144 a K211.

|     | E  | F                          | G                        | H                |
|-----|--|----------------------------|--------------------------|------------------|
| 212 |  |                            |                          |                  |
| 213 |  |                            |                          |                  |
| 214 |  |                            |                          |                  |
| 215 |  |                            |                          |                  |
| 216 |  |                            |                          |                  |
| 217 |  |                            |                          |                  |
| 218 |  |                            |                          |                  |
| 219 | donde  |                            | =SI(L206>0,999,L206,1)   |                  |
| 220 |  |                            |                          |                  |
| 221 |  |                            |                          |                  |
| 222 |  |                            |                          |                  |
| 223 |  |                            |                          |                  |
| 224 |  |                            |                          |                  |
| 225 |  |                            |                          |                  |
| 226 |  |                            |                          |                  |
| 227 |  |                            |                          |                  |
| 228 |  |                            |                          |                  |
| 229 |  |                            |                          |                  |
| 230 |  |                            |                          |                  |
| 231 |  |                            | =SI(L12=0,0,1/(1-ABS(L12 |                  |
| 232 |  |                            |                          |                  |
| 233 |  |                            |                          |                  |
| 234 |  | =0,05*L17                  |                          |                  |
| 235 |  |                            |                          |                  |
| 236 | =SI(F234>2,5,F234,2,5)   |                            |                          |                  |
| 237 |  |                            |                          |                  |
| 238 |  |                            |                          | <b>Mc=</b>       |
| 239 |  |                            |                          |                  |
| 240 |  |                            |                          |                  |
| 241 |  |                            |                          |                  |
| 242 |  | $A_n = (20*L16*L17/B14)+1$ |                          |                  |
| 243 |  |                            |                          |                  |
| 244 |  |                            |                          |                  |
| 245 |  |                            |                          |                  |
| 246 |  |                            |                          |                  |
| 247 |  |                            |                          |                  |
| 248 |  |                            |                          |                  |
| 249 |  |                            |                          |                  |
| 250 |  |                            |                          |                  |
| 251 | 2  | 3                          |                          | 4                |
| 252 |  |                            |                          |                  |
| 253 |  |                            |                          |                  |
| 254 |  |                            |                          |                  |
| 255 |  | $A_{n1} =$                 | $P_1$                    | $P_2$            |
| 256 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C256/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C256/8)*2,SI(tipo=5,(C256/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C256*Fy)/1000   | =cc+E269+F269-G269       | =K269+.J269+L269 |
| 257 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C257/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C257/8)*2,SI(tipo=5,(C257/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C257*Fy)/1000   | =cc+E270+F270-G270       | =K270+.J270+L270 |
| 258 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C258/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C258/8)*2,SI(tipo=5,(C258/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C258*Fy)/1000   | =cc+E271+F271-G271       | =K271+.J271+L271 |
| 259 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C259/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C259/8)*2,SI(tipo=5,(C259/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C259*Fy)/1000   | =cc+E272+F272-G272       | =K272+.J272+L272 |
| 260 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C260/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C260/8)*2,SI(tipo=5,(C260/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C260*Fy)/1000   | =cc+E273+F273-G273       | =K273+.J273+L273 |
| 261 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C261/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C261/8)*2,SI(tipo=5,(C261/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C261*Fy)/1000   | =cc+E274+F274-G274       | =K274+.J274+L274 |
| 262 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C262/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C262/8)*2,SI(tipo=5,(C262/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C262*Fy)/1000   | =cc+E275+F275-G275       | =K275+.J275+L275 |
| 263 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C263/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C263/8)*2,SI(tipo=5,(C263/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C263*Fy)/1000   | =cc+E276+F276-G276       | =K276+.J276+L276 |
| 264 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C264/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C264/8)*2,SI(tipo=5,(C264/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C264*Fy)/1000   | =cc+E277+F277-G277       | =K277+.J277+L277 |
| 265 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C265/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C265/8)*2,SI(tipo=5,(C265/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C265*Fy)/1000   | =cc+E278+F278-G278       | =K278+.J278+L278 |
| 266 | =SI(tipo=1,0,SI(tipo=2,(C266/6)*2,SI(tipo=3,0,SI(tipo=4,(C266/8)*2,SI(tipo=5,(C266/12)*4,0)))) | =(fbpc*b*h+C266*Fy)/1000   | =cc+E279+F279-G279       | =K279+.J279+L279 |
| 267 |  |                            |                          |                  |
| 268 |  |                            |                          | <b>fza</b>       |
| 269 | =(D256*C269)/1000  | =(E256*D269)/1000          | =(D256*Fy)/1000          | =cc              |
| 270 | =(D257*C270)/1000  | =(E257*D270)/1000          | =(D257*Fy)/1000          | =cc              |
| 271 | =(D258*C271)/1000  | =(E258*D271)/1000          | =(D258*Fy)/1000          | =cc              |
| 272 | =(D259*C272)/1000  | =(E259*D272)/1000          | =(D259*Fy)/1000          | =cc              |
| 273 | =(D260*C273)/1000  | =(E260*D273)/1000          | =(D260*Fy)/1000          | =cc              |
| 274 | =(D261*C274)/1000  | =(E261*D274)/1000          | =(D261*Fy)/1000          | =cc              |
| 275 | =(D262*C275)/1000  | =(E262*D275)/1000          | =(D262*Fy)/1000          | =cc              |
| 276 | =(D263*C276)/1000  | =(E263*D276)/1000          | =(D263*Fy)/1000          | =cc              |
| 277 | =(D264*C277)/1000  | =(E264*D277)/1000          | =(D264*Fy)/1000          | =cc              |
| 278 | =(D265*C278)/1000  | =(E265*D278)/1000          | =(D265*Fy)/1000          | =cc              |
| 279 | =(D266*C279)/1000  | =(E266*D279)/1000          | =(D266*Fy)/1000          | =cc              |
| 280 |  |                            |                          |                  |
| 281 |  |                            |                          |                  |
| 282 |  | =J256                      | ton                      | <b>As=</b>       |

Fig. 2.5.9 Listado del programa, celdas E212 a H282.

|     | E                                   | F                        | G         | H                                    | I                 | J                                |
|-----|-------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------------|
| 283 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 284 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 285 |                                     |                          |           | =SI(1282=0,"aumentar sección","")    |                   |                                  |
| 286 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 287 |                                     |                          |           | Por triangulos semejantes:           |                   |                                  |
| 288 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 289 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 290 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 291 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 292 | Deformacion en el acero             |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 293 |                                     |                          |           |                                      | F <sub>st</sub> = | =SI(A289>defAs,Fy,20000000/A289) |
| 294 |                                     |                          |           |                                      | F <sub>st</sub> = | =SI(A291>defAs,Fy,20000000/A291) |
| 295 |                                     |                          |           |                                      | F <sub>st</sub> = | =Fy                              |
| 296 | Fzas en el acero                    |                          |           |                                      |                   | ton                              |
| 297 |                                     |                          |           |                                      |                   | ton                              |
| 298 |                                     |                          |           |                                      |                   | ton                              |
| 299 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 300 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 301 |                                     |                          |           |                                      | Calculo de M:     |                                  |
| 302 | =0.85*B13*0.85*K289*L16/1000        | ton                      |           |                                      |                   |                                  |
| 303 |                                     |                          |           | fza                                  | brazo             | rto                              |
| 304 |                                     |                          |           | =cc                                  | =cen/2            | =H304*1304/100                   |
| 305 |                                     |                          |           | =B297                                | =(h-rec-rec)/2    | =H305*1305/100                   |
| 306 | =cc+E297+E299-E300                  | ton                      |           | =B300                                | =1305             | =H306*1306/100                   |
| 307 |                                     |                          |           |                                      |                   | =SUMA(J304:J306)                 |
| 308 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 309 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 310 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 311 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 312 |                                     | b=                       | =J307     |                                      | c=                | =J307*F282                       |
| 313 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 314 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 315 | =SI(1282=0,"",(-I312-(C312*Mc))/F31 | TONS                     |           |                                      |                   |                                  |
| 316 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 317 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 318 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 319 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 320 | equiv. a:                           | =C346                    |           | Armado tipo: =tipo<br>A.R. Por atado |                   |                                  |
| 321 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 322 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 323 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 324 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 325 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 326 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 327 |                                     |                          |           |                                      |                   | =((850/(RAIZ(Fy))))*F346         |
| 328 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 329 |                                     |                          |           |                                      |                   | =SI(b<h,b/2,h/2)                 |
| 330 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 331 |                                     |                          |           |                                      |                   | =48*K347                         |
| 332 |                                     |                          |           |                                      |                   | por lo tanto sep max =           |
| 333 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 334 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 335 |                                     |                          |           |                                      |                   | =SI(b>h,b,h)                     |
| 336 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 337 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 338 |                                     |                          |           |                                      |                   | 60                               |
| 339 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 340 |                                     |                          |           |                                      |                   | =REDONDEAR((K11*100/6),0)        |
| 341 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 342 | =L322                               | a cada                   | =L332/2   | en los extremos                      |                   |                                  |
| 343 |                                     | el resto a cada          | =L332     | =SI(tipo=1,"sencillos",SI(tipo=2,    |                   |                                  |
| 344 |                                     |                          |           |                                      |                   |                                  |
| 345 | d min                               |                          | d max     |                                      |                   |                                  |
| 346 | =2.54*3/8                           | =SI(C346=A346,E346,F347) | =2.54*3/8 | =SI(C346=A346,G346,H347)             | 0.71              | =SI(C346=A346,I346,J347)         |
| 347 | =2.54/2                             | =SI(C347=A347,E347,F348) | =2.54/2   | =SI(C347=A347,G347,H348)             | 1.27              | =SI(C347=A347,I347,J348)         |
| 348 | =2.54*3/8                           | =SI(C348=A348,E348,F349) | =2.54*3/8 | =SI(C348=A348,G348,H349)             | 0.71              | =SI(C348=A348,I348,J349)         |
| 349 | =2.54*3/8                           | =SI(C349=A349,E349,F350) | =2.54/2   | =SI(C349=A349,G349,H350)             | 1.27              | =SI(C349=A349,I349,J350)         |
| 350 | =2.54*5/8                           | =SI(C350=A350,E350,F351) | =2.54*5/8 | =SI(C350=A350,G350,H351)             | 1.99              | =SI(C350=A350,I350,J351)         |
| 351 | =2.54/2                             | =SI(C351=A351,E351,F352) | =2.54/2   | =SI(C351=A351,G351,H352)             | 1.27              | =SI(C351=A351,I351,J352)         |
| 352 | =2.54*3/8                           | =SI(C352=A352,E352,F353) | =2.54*5/8 | =SI(C352=A352,G352,H353)             | 1.99              | =SI(C352=A352,I352,J353)         |
| 353 | =2.54*3/4                           | =SI(C353=A353,E353,F354) | =2.54*3/4 | =SI(C353=A353,G353,H354)             | 2.87              | =SI(C353=A353,I353,J354)         |
| 354 | =2.54/2                             | =SI(C354=A354,E354,F355) | =2.54*5/8 | =SI(C354=A354,G354,H355)             | 1.99              | =SI(C354=A354,I354,J355)         |
| 355 | =2.54*3/8                           | =SI(C355=A355,E355,F356) | =2.54*3/4 | =SI(C355=A355,G355,H356)             | 2.87              | =SI(C355=A355,I355,J356)         |
| 356 | =2.54*5/8                           | =SI(C356=A356,E356,F357) | =2.54*5/8 | =SI(C356=A356,G356,H357)             | 1.99              | =SI(C356=A356,I356,J357)         |
| 357 | =2.54/2                             | =SI(C357=A357,E357,F358) | =2.54*3/4 | =SI(C357=A357,G357,H358)             | 2.87              | =SI(C357=A357,I357,J358)         |

Fig. 2.5.10. Listado del programa, celdas E283 a J357.

|    | I  | J  | K   |
|----|--|--|---|
| 2  |  |  |   |
| 3  | las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa          |  |   |
| 4  |  |  |   |
| 5  | las celdas en naranja indican resultados   |  |   |
| 6  |  | $P_u$  | Geom. de la Col.  |
| 7  |  |  |   |
| 8  |  |  |   |
| 9  |  |  | <i>Restricción Lateral</i>  |
| 10 |  | $M_{BA}$   | 2.6   |
| 11 |  | B  | 24  |
| 12 |  |  |   |
| 13 |  |  |   |
| 14 |  |  |   |
| 15 |  |  | recubrimiento=  |
| 16 |  | A  | b=  |
| 17 |  | $M_{AB}$   | t=  |
| 18 |  |  |   |
| 19 |  | =SI(h/b>3.99,"relacion h/b>4,","")                                 |   |
| 20 |  |  |   |
| 21 |  |  | rad d'giro r  |
| 22 |  |  |   |
| 23 |  |  | peralte losa inferior ant en X  |
| 24 |  | sec trabes   | (cms)>b   |
| 25 |  |  | (cms)>d   |
| 26 |  |  | long (centro a centro)  |
| 27 |  |  | peralte losa inferior post en X   |
| 28 |  | sec trabes   | (cms)>b   |
| 29 |  |  | (cms)>d   |
| 30 |  |  | long (centro a centro)  |
| 31 |  |  |   |
| 32 |  |  |   |
| 33 |  | columna inferior   |   |
| 34 |  |  | long col claros   |
| 35 |  |  | b col inf   |
| 36 |  |  | d col inf   |
| 37 |  |  |   |
| 38 |  |  |   |
| 39 |  |  |   |
| 40 |  |  |   |
| 41 | $=L_{25}-L_{23}$   | $=4*L_{23}$  | $=[(24*(L_{25}-K_{46})+(K_{45}*K_{46}))$                                |
| 42 | $=(K_{46}*K_{46}*(K_{46}/2)+(L_{24}*(L_{25}-L_{23}))*((L_{25}-L_{23})/2+L_{23})$ | $=(L_{24}*141*141*1/12)+(L_{24}*141*((L_{25}-(L_{23}+K_{47}))/2))$ | $=(K_{45}*K_{46}*K_{46}*K_{46}/12)+(K_{45}*K_{46}*(K_{47}-(K_{46}/2)))$ |
| 43 |  |  | losa inferior ant en X  |
| 44 |  |  | f=  |
| 45 |  |  | da  |
| 46 |  |  | t   |
| 47 |  |  | centroide   |
| 48 |  | It   | =J42+K42  |
| 49 |  | Ktrabe   | =SI(L26=0,0,K48*(L26*100))  |
| 50 | $=L_{29}-L_{27}$   | $=4*L_{27}$  | $=(L_{28}*(L_{29}-K_{56})+(K_{54}*K_{56}))$                             |
| 51 | $=(K_{55}*K_{54}*(K_{55}/2)+(L_{28}*(L_{29}-L_{27}))*((L_{29}-L_{27})/2+L_{27})$ | $=(L_{28}*150*150*1/12)+(L_{28}*150*((L_{29}-(L_{27}+K_{56}))/2))$ | $=(K_{54}*K_{55}*K_{55}*K_{55}/12)+(K_{54}*K_{55}*(K_{56}-(K_{55}/2)))$ |
| 52 |  |  | losa inferior post en X   |
| 53 |  |  | f=  |
| 54 |  |  | da  |
| 55 |  |  | t   |
| 56 |  |  | centroide   |
| 57 |  | It   | =J51+K51  |
| 58 |  | Ktrabe   | =SI(L30=0,0,K57*(L30*100))  |
| 59 |  |  |   |
| 60 |  |  |   |
| 61 |  |  |   |
| 62 |  |  |   |
| 63 | columna inf (rigidez)  |  | KAB =SI(E63=0,0,E63*(L34*100))  |
| 64 | columna (rigidez)  |  | KBC =E64/(K10*100)  |
| 65 | columna sup (rigidez)  |  | KCD =SI(E65=0,0,E65*(D34*100))  |
| 66 |  |  |   |
| 67 |  | suma de rig. De trabes sup   | =C49+C58  |
| 68 |  | suma de rig. De trabes inf   | =K49+K58  |
| 69 |  |  |   |
| 70 |  |  |   |
| 71 |  |  |   |
| 72 |  |  |   |

Fig. 2.5.11 Listado del programa, celdas I2 a K72.

|     | K    | L                                       | M                              | N | O |
|-----|------|---|--------------------------------|---|---|
| 73  |      |   |                                |   |   |
| 74  |      | 2                                       |                                |   |   |
| 75  |      |   | =SI(H76=" " " " " "k 0.7       |   |   |
| 76  |      |   |                                |   |   |
| 77  |      |   |                                |   |   |
| 78  |      |   |                                |   |   |
| 79  | H'r  | =SI(B21>0,B21,(G80*K11*100/L21))        |                                |   |   |
| 80  |      |   |                                |   |   |
| 81  | H'   | =L79*L21                                | cms                            |   |   |
| 82  |      | =34-(12*D206)                           |                                |   |   |
| 83  |      |   |                                |   |   |
| 84  |      |   |                                |   |   |
| 85  | 2    | =SI(fa<l85,L86,SI(fb>J85,K85,L86))      | =SI(SI(L9="si",D85,H85)=0,1,2) |   |   |
| 86  | 1.9  | =SI(fa<l86,L87,SI(fb>J86,K86,L87))      |                                |   |   |
| 87  | 1.8  | =SI(fa<l87,L88,SI(fb>J87,K87,L88))      |                                |   |   |
| 88  | 1.68 | =SI(fa<l88,L89,SI(fb>J88,K88,L89))      |                                |   |   |
| 89  | 1.57 | =SI(fa<l89,L90,SI(fb>J89,K89,L90))      |                                |   |   |
| 90  | 1.48 | =SI(fa<l90,L91,SI(fb>J90,K90,L91))      |                                |   |   |
| 91  | 1.39 | =SI(fa<l91,L92,SI(fb>J91,K91,L92))      |                                |   |   |
| 92  | 1.3  | =SI(fa<l92,L93,SI(fb>J92,K92,L93))      |                                |   |   |
| 93  | 1.22 | =SI(fa<l93,L94,SI(fb>J93,K93,L94))      |                                |   |   |
| 94  | 1.13 | =SI(fa<l94,L95,SI(fb>J94,K94,L95))      |                                |   |   |
| 95  | 1.07 | =SI(fa<l95,L96,SI(fb>J95,K95,L96))      |                                |   |   |
| 96  | 2    | =SI(fa<l96,L97,SI(fb>J96,K96,L97))      |                                |   |   |
| 97  | 1.9  | =SI(fa<l97,L98,SI(fb>J97,K97,L98))      |                                |   |   |
| 98  | 1.8  | =SI(fa<l98,L99,SI(fb>J98,K98,L99))      |                                |   |   |
| 99  | 1.68 | =SI(fa<l99,L100,SI(fb>J99,K99,L100))    |                                |   |   |
| 100 | 1.57 | =SI(fa<l100,L101,SI(fb>J100,K100,L101)) |                                |   |   |
| 101 | 1.48 | =SI(fa<l101,L102,SI(fb>J101,K101,L102)) |                                |   |   |
| 102 | 1.39 | =SI(fa<l102,L103,SI(fb>J102,K102,L103)) |                                |   |   |
| 103 | 1.3  | =SI(fa<l103,L104,SI(fb>J103,K103,L104)) |                                |   |   |
| 104 | 1.22 | =SI(fa<l104,L105,SI(fb>J104,K104,L105)) |                                |   |   |
| 105 | 1.13 | =SI(fa<l105,L106,SI(fb>J105,K105,L106)) |                                |   |   |
| 106 | 1.07 | =SI(fa<l106,L107,SI(fb>J106,K106,L107)) |                                |   |   |
| 107 | 1    | =SI(fa<l107,L108,SI(fb>J107,K107,L108)) |                                |   |   |
| 108 |      | 0                                       |                                |   |   |
| 109 |      |   |                                |   |   |
| 110 |      |   |                                |   |   |
| 111 |      |   |                                |   |   |
| 112 |      |   |                                |   |   |
| 113 |      |   |                                |   |   |
| 114 |      |   |                                |   |   |
| 115 |      |   |                                |   |   |
| 116 |      |   |                                |   |   |
| 117 |      |   |                                |   |   |
| 118 |      |   |                                |   |   |
| 119 |      |   |                                |   |   |
| 120 |      |   |                                |   |   |
| 121 |      |   |                                |   |   |
| 122 |      |   |                                |   |   |
| 123 |      |   |                                |   |   |
| 124 |      |   |                                |   |   |
| 125 |      |   |                                |   |   |
| 126 |      |   |                                |   |   |
| 127 |      |   |                                |   |   |
| 128 |      |   |                                |   |   |
| 129 |      |   |                                |   |   |
| 130 |      |   |                                |   |   |
| 131 |      |   |                                |   |   |
| 132 |      |   |                                |   |   |

Fig.2.5.12. Listado del programa, celdas K73 a O132.

|     | I  | J                                    | K                                    | L                                |
|-----|--|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 212 |  |                                      |                                      |                                  |
| 213 |  |                                      |                                      |                                  |
| 214 |  |                                      |                                      |                                  |
| 215 |  |                                      |                                      |                                  |
| 216 |  |                                      |                                      |                                  |
| 217 |  |                                      |                                      |                                  |
| 218 |  | el termino Cm se calcula con         |                                      |                                  |
| 219 |  |                                      |                                      |                                  |
| 220 |  |                                      |                                      |                                  |
| 221 |  |                                      |                                      |                                  |
| 222 | $= (K206 * L206 * L225) / ((L81 * L81) * 1000)$                                | ton                                  |                                      |                                  |
| 223 |  |                                      |                                      |                                  |
| 224 |  |                                      |                                      |                                  |
| 225 | $= 0.4 * ((C16 * E84) / (1 + M25))$  |                                      | donde                                |                                  |
| 226 |  |                                      |                                      |                                  |
| 227 |  |                                      |                                      |                                  |
| 228 |  |                                      |                                      |                                  |
| 229 |  |                                      |                                      |                                  |
| 230 |  |                                      |                                      |                                  |
| 231 |  | $F_a = -SI(L9 = r0, N231, G219)$     |                                      |                                  |
| 232 |  |                                      |                                      |                                  |
| 233 |  |                                      |                                      |                                  |
| 234 | $= -SI(O10 = 0, (F256 * E236) / 100, O10 * E236 / 100)$                        | ton-rt                               | $= 234 + O11$                        | ton-rt                           |
| 235 |  |                                      |                                      |                                  |
| 236 |  |                                      |                                      |                                  |
| 237 |  |                                      |                                      |                                  |
| 238 | $= -SI(O11 = 0, K234 * J231, SI(L9 = s^r, G219 * (K234), N231 * (B11 + B12)))$ | ton-rt                               |                                      |                                  |
| 239 |  |                                      |                                      |                                  |
| 240 |  |                                      |                                      |                                  |
| 241 |  |                                      |                                      |                                  |
| 242 | Ref max  |                                      |                                      |                                  |
| 243 |  |                                      |                                      |                                  |
| 244 |  |                                      |                                      |                                  |
| 245 |  |                                      |                                      |                                  |
| 246 |  |                                      |                                      |                                  |
| 247 |  |                                      |                                      |                                  |
| 248 |  |                                      |                                      |                                  |
| 249 |  |                                      |                                      |                                  |
| 250 |  |                                      |                                      |                                  |
| 251 |  | 5                                    |                                      |                                  |
| 252 |  |                                      |                                      |                                  |
| 253 |  |                                      |                                      |                                  |
| 254 |  |                                      |                                      |                                  |
| 255 | As   | P1                                   | P2                                   | Mo                               |
| 256 | $= -SI(Pu = M256, SI(Mb = H256, C256, I257, L257))$                            | $= -SI(I256 = C256, F256, J257)$     | $= -SI(I256 = C256, G256, K257)$     | $= -SI(I256 = C256, H256, L257)$ |
| 257 | $= -SI(Pu = M257, SI(Mb = H257, C257, I258, L258))$                            | $= -SI(I257 = C257, F257, J258)$     | $= -SI(I257 = C257, G257, K258)$     | $= -SI(I257 = C257, H257, L258)$ |
| 258 | $= -SI(Pu = M258, SI(Mb = H258, C258, I259, L259))$                            | $= -SI(I258 = C258, F258, J259)$     | $= -SI(I258 = C258, G258, K259)$     | $= -SI(I258 = C258, H258, L259)$ |
| 259 | $= -SI(Pu = M259, SI(Mb = H259, C259, I260, L260))$                            | $= -SI(I259 = C259, F259, J260)$     | $= -SI(I259 = C259, G259, K260)$     | $= -SI(I259 = C259, H259, L260)$ |
| 260 | $= -SI(Pu = M260, SI(Mb = H260, C260, I261, L261))$                            | $= -SI(I260 = C260, F260, J261)$     | $= -SI(I260 = C260, G260, K261)$     | $= -SI(I260 = C260, H260, L261)$ |
| 261 | $= -SI(Pu = M261, SI(Mb = H261, C261, I262, L262))$                            | $= -SI(I261 = C261, F261, J262)$     | $= -SI(I261 = C261, G261, K262)$     | $= -SI(I261 = C261, H261, L262)$ |
| 262 | $= -SI(Pu = M262, SI(Mb = H262, C262, I263, L263))$                            | $= -SI(I262 = C262, F262, J263)$     | $= -SI(I262 = C262, G262, K263)$     | $= -SI(I262 = C262, H262, L263)$ |
| 263 | $= -SI(Pu = M263, SI(Mb = H263, C263, I264, L264))$                            | $= -SI(I263 = C263, F263, J264)$     | $= -SI(I263 = C263, G263, K264)$     | $= -SI(I263 = C263, H263, L264)$ |
| 264 | $= -SI(Pu = M264, SI(Mb = H264, C264, I265, L265))$                            | $= -SI(I264 = C264, F264, J265)$     | $= -SI(I264 = C264, G264, K265)$     | $= -SI(I264 = C264, H264, L265)$ |
| 265 | $= -SI(Pu = M265, SI(Mb = H265, C265, I266, L266))$                            | $= -SI(I265 = C265, F265, J266)$     | $= -SI(I265 = C265, G265, K266)$     | $= -SI(I265 = C265, H265, L266)$ |
| 266 | $= -SI(Pu = M266, SI(Mb = H266, C266, I267, L267))$                            | $= -SI(I266 = C266, F266, J267)$     | $= -SI(I266 = C266, G266, K267)$     | $= -SI(I266 = C266, H266, L267)$ |
| 267 |  |                                      |                                      |                                  |
| 268 | nto  | nto                                  | nto                                  |                                  |
| 269 | $= ((cen2)^H269) / 100$  | $= (E269 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G269 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F256 - G256$                  |
| 270 | $= ((cen2)^H270) / 100$  | $= (E270 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G270 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F257 - G257$                  |
| 271 | $= ((cen2)^H271) / 100$  | $= (E271 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G271 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F258 - G258$                  |
| 272 | $= ((cen2)^H272) / 100$  | $= (E272 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G272 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F259 - G259$                  |
| 273 | $= ((cen2)^H273) / 100$  | $= (E273 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G273 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F260 - G260$                  |
| 274 | $= ((cen2)^H274) / 100$  | $= (E274 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G274 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F261 - G261$                  |
| 275 | $= ((cen2)^H275) / 100$  | $= (E275 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G275 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F262 - G262$                  |
| 276 | $= ((cen2)^H276) / 100$  | $= (E276 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G276 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F263 - G263$                  |
| 277 | $= ((cen2)^H277) / 100$  | $= (E277 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G277 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F264 - G264$                  |
| 278 | $= ((cen2)^H278) / 100$  | $= (E278 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G278 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F265 - G265$                  |
| 279 | $= ((cen2)^H279) / 100$  | $= (E279 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= (G279 * ((h-rec-rec) / 2) / 100)$ | $= F266 - G266$                  |
| 280 |  |                                      |                                      |                                  |

Fig. 2.5.13 Listado del programa, celdas I212 a L280.

|     | K  | L                   | M  | N | O |
|-----|--|---------------------|--|---|---|
| 281 |  |                     |  |   |   |
| 282 | = (282*100)/(b*h)  | %                   |  |   |   |
| 283 |  |                     |  |   |   |
| 284 |  |                     |  |   |   |
| 285 |  |                     |  |   |   |
| 286 |  |                     |  |   |   |
| 287 |  |                     |  |   |   |
| 288 |  |                     |  |   |   |
| 289 | = (0.003*(L17-L15))/0.005                                      |                     |  |   |   |
| 290 |  |                     |  |   |   |
| 291 |  |                     |  |   |   |
| 292 | est en el acero  |                     |  |   |   |
| 293 |  |                     |  |   |   |
| 294 |  |                     |  |   |   |
| 295 |  |                     |  |   |   |
| 296 |  |                     |  |   |   |
| 297 |  |                     |  |   |   |
| 298 |  |                     |  |   |   |
| 299 |  |                     |  |   |   |
| 300 |  |                     |  |   |   |
| 301 |  |                     |  |   |   |
| 302 |  |                     |  |   |   |
| 303 |  |                     |  |   |   |
| 304 | ton m  |                     |  |   |   |
| 305 | ton m  |                     |  |   |   |
| 306 | ton m  |                     |  |   |   |
| 307 | ton m  |                     |  |   |   |
| 308 |  |                     |  |   |   |
| 309 |  |                     |  |   |   |
| 310 |  |                     |  |   |   |
| 311 |  |                     |  |   |   |
| 312 |  |                     |  |   |   |
| 313 |  |                     |  |   |   |
| 314 |  |                     |  |   |   |
| 315 |  |                     |  |   |   |
| 316 |  |                     |  |   |   |
| 317 |  |                     |  |   |   |
| 318 |  |                     |  |   |   |
| 319 |  |                     |  |   |   |
| 320 |  |                     |  |   |   |
| 321 |  |                     |  |   |   |
| 322 |  | por lo tanto est No | =SI(J346*Fy*0.06>K346,3,2)                                     |   |   |
| 323 |  |                     |  |   |   |
| 324 |  |                     |  |   |   |
| 325 |  |                     |  |   |   |
| 326 |  |                     |  |   |   |
| 327 |  |                     |  |   |   |
| 328 |  |                     |  |   |   |
| 329 |  |                     |  |   |   |
| 330 |  |                     |  |   |   |
| 331 |  |                     |  |   |   |
| 332 |  |                     | =SI(H326<H329,SI(H326<H331,H326,H331),SI(H329<H331,H329,H331)) |   |   |
| 333 |  |                     |  |   |   |
| 334 |  |                     |  |   |   |
| 335 |  |                     |  |   |   |
| 336 |  |                     |  |   |   |
| 337 |  |                     |  |   |   |
| 338 |  |                     |  |   |   |
| 339 |  |                     |  |   |   |
| 340 |  |                     |  |   |   |
| 341 |  |                     |  |   |   |
| 342 |  |                     |  |   |   |
| 343 |  |                     |  |   |   |
| 344 |  |                     |  |   |   |
| 345 |  |                     |  |   |   |
| 346 | = (2.54/8)*3.1416*(2.54/8)*2000                                |                     |  |   |   |
| 347 | =SI(L322=2,2.54/4,2.54*3/8)                                    |                     |  |   |   |
| 348 | =SI(G335<G338,SI(G335<G340,G335,G340),SI(G338<G340,G338,G340)) |                     |  |   |   |
| 349 | =REDONDEAR(K348/(L332/2),0)                                    |                     |  |   |   |
| 350 |  |                     |  |   |   |
| 351 |  |                     |  |   |   |
| 352 |  |                     |  |   |   |
| 353 |  |                     |  |   |   |
| 354 |  |                     |  |   |   |
| 355 |  |                     |  |   |   |

Fig. 2.5.14 Listado del programa, celdas K281 a O355.

### 5.3 PROGRAMA "COLUMNAS RECTANGULARES NTC"

**NOTAS** Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse  
 Para desplazarse al ingresar datos presiones la tecla tab

Las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa  
 las celdas en canela indican resultados

**DATOS** FC gravedad 1.5 Los datos deben incluir las FCs ant.

FC sismo+gravedad 1.2

$P_u < b \cdot h \cdot F_c''$

**Geom. de la Col.**

Restricción Lateral **SI**

2.60 mts (centros)  
 2.40 mts (libre)  
 $\sum P_u = 1880$   
 $\sum P_c = 18800$   
 de todas las columnas del piso

recubrimiento= 2 cms  
 b= 12.0 cms  
 h= 15.0 cms

$P_u = 5.0$   
 $M_{xu} = 0.50$

Es 2000000  
 Ec 141421

dimension menor que la min.  
 rad d/ giro r 4.33

**DATOS LOSAS**

peralte losa superior ant en X 10 cms  
 sec trabes (cms)>b 25 cms  
 (cms)>d 50 cms  
 long (centro a centro) 4.00 mts

peralte losa superior post en X 10 cms  
 sec trabes (cms)>b 25 cms  
 (cms)>d 50 cms  
 long (centro a centro) 4.00 mts

Si no se cuenta con estos datos ingrese cero en todas las celdas

peralte losa inferior ant en X 10 cms  
 sec trabes (cms)>b 25 cms  
 (cms)>d 50 cms  
 long (centro a centro) 4.00 mts

peralte losa inferior post en X 10 cms  
 sec trabes (cms)>b 25 cms  
 (cms)>d 50 cms  
 long (centro a centro) 4.00 mts

**DATOS COLUMNAS**

columna superior  
 long col a ejes 3.50 mts  
 b col sup 25 cms  
 d col sup 25 cms

columna inferior  
 long col claros 3.50 mts  
 b col inf 25 cms  
 d col inf 25 cms

**1.- DETERMINACION DE LAS RIGIDEZES RELATIVAS DEL SISTEMA DE PISO YDE LA COLUMNA**

a) Criterio de la estruc equivalente

**losa superior ant en X**  
 h= 50  
 ala 105  
 t 10  
 centroide 17.20  
 It 166290.7 cm4  
 K trabe 415.7266 cm3

**losa superior post en X**  
 h= 50  
 ala 105  
 t 10  
 centroide 17.20  
 It 166290.7 cm4  
 K trabe 415.7266 cm3

**losa inferior ant. en X**  
 h= 50  
 ala 105  
 t 10  
 centroide 17.20  
 It 166290.7 cm4  
 K trabe 415.7266 cm3

**losa inferior post. en X**  
 h= 50  
 ala 105  
 t 10  
 centroide 17.20  
 It 166290.7 cm4  
 K trabe 415.7266 cm3

b) Columnas

**MTOS DE INERCIA DE COLUMNAS**

columna inf ( mto. de inercia) I AB 32552.1  
 columna (Mto. de inercia) I BC 3375  
 columna sup (mto de Inercia) I CD 32552.1

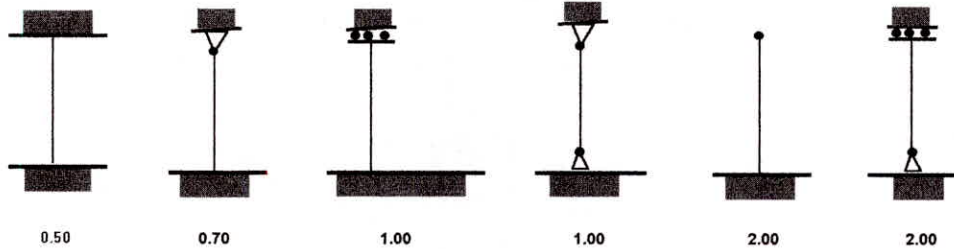
**RIGIDEZ DE COLUMNAS**

columna inf (rigidez) K AB 93.006 CM3  
 columna (rigidez) K BC 12.981 CM3  
 columna sup (rigidez) K CD 93.006 CM3

suma de rig. De trabes sup 831.5  
 suma de rig. De trabes inf 831.5

Fig. 5.3.1 Impresión del programa, Pag. 1 de 3.

valores de K para diferentes condiciones de apoyo  
 Longitud efectiva de pandeo para diferentes condiciones de apoyo



0.7

2.-Del monograma para determinar longitudes efectivas H' de miembros a flexocompresión

$\Psi$  factor A 0.24      **k 0.57**      por lo tanto      H'/r      31.7  
 $\Psi$  factor B 0.24      Longitud efectiva de pandeo H'      137.3 cms  

$$\psi = \frac{\sum K_{col}}{\sum K_{piso}}$$
 Con restrcción lateral       $\frac{kl_u}{r} < 34 - 12 \frac{M_{1b}}{M_{2b}} = 22$

se aplican las sig. Formulas según el caso

sin restrcción lateral       $\frac{kl_u}{r} > 22$

si es necesario considerar el efecto de esbeltez

3.- Calculo de factores de amplificacion

a) para miembros que no puedan desplazarse lateralmente

$M_c = F_a M_2$       donde       $F_a = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{P_c}} \geq 1.0$       **1.00**      el termino  $C_m$  se calcula con  
 $C_m = 0.6 + 0.4(M_1 + M_2)$       **0.6**

y la carga crítica  $P_c$  con la ecuación:  $P_c = \frac{F_R \pi^2 EI}{(H')^2}$       **4.2 ton**

el valor de EI se obtiene con la ec:  $EI = \frac{0.4 E_c I_g}{1 + \beta_d}$       **10725777**      donde  $\beta_d = \frac{M_{ABM}}{M_{xm}} = 16.8$

a) para miembros que puedan desplazarse lateralmente

$F_a = \frac{1}{1 - \frac{P_u}{\sum P_c}} \geq 1.0$       **1.111**      **F<sub>a</sub> = 1.00**       $F_a = 1.11$

b) excentricidad minima      0.75      0.125 ton-mt      0.63 ton-mt

$e_{min} = 0.05 * h > 2.5$       **2.50**

d) Calculo de Mto amplificado

**Mc = 0.63 ton-mt**

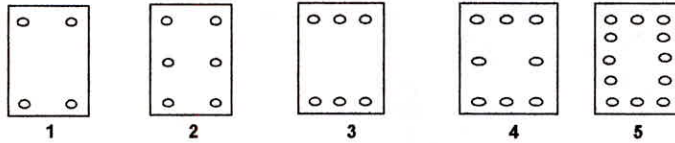
4.- Determinación del diagrama de interacción

a) Refuerzos mínimo y máximo

Ref min:  $\frac{A_g}{A_s} > \frac{20}{f_y}$        $A_s = 1.86$       Ref max:  $\frac{A_g}{A_s} < 0.06$        $A_s = 10.3$

Fig. 5.3.2 Impresión del programa, pag. 2 de 3

b) Selección del tipo de armado



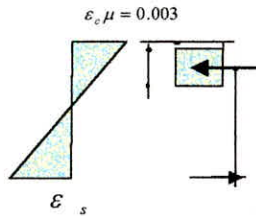
tipo: **1**

c) Obtención del punto  $P_o$

$$P_o = f'_c A_g + A_s f_y = \boxed{32.3} \text{ ton} \quad A_s = \boxed{1.9} \quad \boxed{1.0 \%}$$

Ec. 5.1.15

d) Obtención del Punto de Falla Balanceada



Deformación en el acero

Fzas en el acero

Por triángulos semejantes:

$$c = \frac{\epsilon_{cu} \times d}{\epsilon_{cu} + \epsilon_{s3}} = 7.80$$

esf en el acero  
 $f_{s1} = 14.3$   
 $f_{s2} = 0$   
 $f_{s3} = 4200$

$$F_1 = A_s f_{s1} = 0.66 \text{ ton}$$

$$F_2 = A_s f_{s2} = 0.00 \text{ ton}$$

$$F_3 = A_s f_{s3} = 3.90 \text{ ton}$$

Fuerza en el concreto

$$C_c = 0.85 f'_c a b = 13.53 \text{ ton}$$

Calculo de P:

$$P = C_c + F_1 + F_2 + F_3 = \boxed{10.3} \text{ ton}$$

Calculo de M:

| fza  | brazo | mta               |
|------|-------|-------------------|
| 13.5 | 3.9   | 0.53 ton m        |
| 0.66 | 5.5   | 0.04 ton m        |
| 3.90 | 5.5   | 0.21 ton m        |
|      |       | <b>0.78 ton m</b> |

e) Ecuación de la recta

$$a = y_1 - y_2$$

$$ax + by + c = 0$$

$$c = -y_1 x_2$$

$$a = 22.0$$

$$b = 0.78$$

$$c = -25.1288$$

$$y = \frac{-c - ax}{b}$$

**15 TONS**

5.- Diseño del Refuerzo longitudinal y transversal

As por Atado 0.46 equiv a:

**Armado tipo: 1  
1 3/8 A.R. Por atado**

para el refuerzo transversal:  $A_{se} f_y > A_{s,diam.mayor} f_y$

por lo tanto est No 2

para la sep del ref transversal la menor de las sig condiciones

$$s < d_{menor} \cdot \frac{850}{\sqrt{f_y}} = 12.5$$

$$s < \frac{b}{6} = 6.0$$

$$s < 48 \cdot d_{estr} = 30.48$$

por lo tanto sep max. = 6

Se reducirá a la mitad en la dist menor de las sig condiciones

$$d = h_{max} = 15.0$$

$$d = 60 \text{ cms} = 60.0$$

$$d = \frac{Atr \cdot libre}{6} = 40.0$$

por lo tanto:

**5 estr No 2 a cada 6 en los extremos  
el resto a cada 6 sencillos**

## 6. DISEÑO DE ZAPATAS

### 6.1 DISEÑO DE ZAPATAS CUADRADAS

Para determinar la capacidad de carga de una zapata según especifican las NTC, se verifica la resistencia según dos condiciones distintas.

En la primera condición se revisa la resistencia a cortante por penetración en la sección crítica localizada a medio peralte efectivo del perímetro de la columna

En la segunda condición se considera la resistencia como si la zapata fuese una viga cuyo ancho es el ancho total de la zapata. La sección crítica para esta condición se fija igual que en vigas, es decir, a un peralte efectivo del paño de la columna en la celda E9 aparece la carga de servicio, ésta se obtiene dividiendo la capacidad última (ingresada como dato) por el factor  $F_c=1.4$ .

Se puede dejar esta carga última como dato para lo cual se ingresará como dato la geometría de la zapata y el área de acero, entonces en la celda E9 aparecerá la carga de servicio para ésta geometría, en este caso la celda aparecerá como respuesta del programa, (en color canela).

Se puede ingresar también algún valor de momento que en su caso será sumado al provocado por la reacción del terreno.

Si al dejar como incógnita la carga última, no se ingresara la geometría aparecerá un letrero en D11 avisando que faltan datos. (fig. 6.1.1)

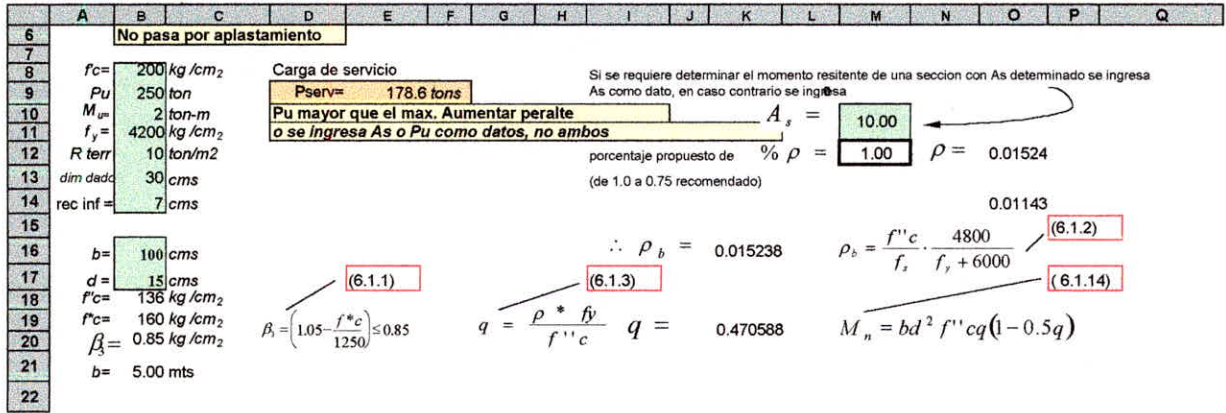


Fig. 6.1.1 Filas 6 a 22 Ingreso de datos.

En la celda B6 se hace una revisión de la sección del dado por aplastamiento, y en D10 aparecerá un letrero en caso de que se ingrese el peralte de la zapata y este no pase por cortante.

Se aplican directamente las ecuaciones (6.1.1), (6.1.2), (6.1.3), y (6.1.4). Las respuestas aparecen en D20, K16, K19, y Q19 respectivamente, fig. 6.1.2.

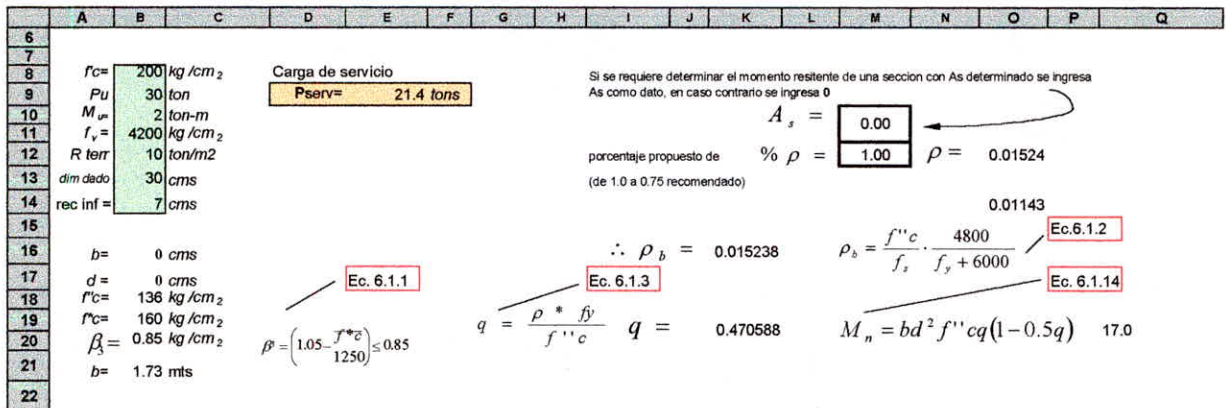


Fig. 6.1.2 Obtención del momento.

Se continua con la revisión del peralte considerando que rige resistencia como losa sustituyendo en la ec. 6.1.5 las ecuaciones 6.1.6, 6.1.7, 6.1.8, y 6.1.9 se obtiene la ecuación de segundo grado 6.1.10 resolviendo, se obtiene el peralte en la celda D30. Fig. 6.1.3

|    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 22 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 23 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 24 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 25 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 26 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 27 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 28 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 29 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 30 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig.6.1.3 Celdas 22 a 30 Revisión del peralte considerando que rige resistencia como losa

A continuación se revisa el peralte considerando la sección de la zapata como una viga para esto se obtiene el Momento y el Area de acero con las consideraciones siguientes:

Si se ingresó un Momento este se sumará al provocado por la reacción del terreno. Si se ingresó cero en la celda B10 (correspondiente al momento actuante), se aplicará un momento provocado por una excentricidad accidental, aplicando las ecuaciones (6.1.11) y (6.1.14) y se sumará al provocado por la reacción del terreno (6.1.13).

|    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P |
|----|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 33 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 34 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 36 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 37 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 38 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 39 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 40 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 41 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 42 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 43 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 44 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 45 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 46 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 47 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 48 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 49 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 50 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 51 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 52 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 53 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 54 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 55 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
| 56 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |

Fig. 6.1.4 Filas 33 a 56. Revisión del peralte considerando que rige resistencia como viga.

Para el área de acero, se contemplan dos opciones: Si se ingresó cero en la celda M11 entonces se calculará el área de acero con (6.1.15), tomando ρ ya calculado en la celda O12, el área de acero se encuentra en la celda K53. Si se ingresa como dato el área de acero aparece en

esta celda (K53) éste dato y se compara con al área de acero de la sección balanceada, de ser mayor esta observación aparecerá en la celda I15.

Una vez definidos el área de acero y el momento se calcula el peralte despejando d de la ecuación 6.1.4 resultando (6.1.19) el peralte aparece en la celda O50, en la celda O54 se encuentra el peralte total (d +rec.).

El peralte calculado como losa y el peralte calculado como viga se compararan, y registrá el, criterio que necesite el peralte mayor, Esta observación aparece en la celda J72.(fig. 6.1.5)

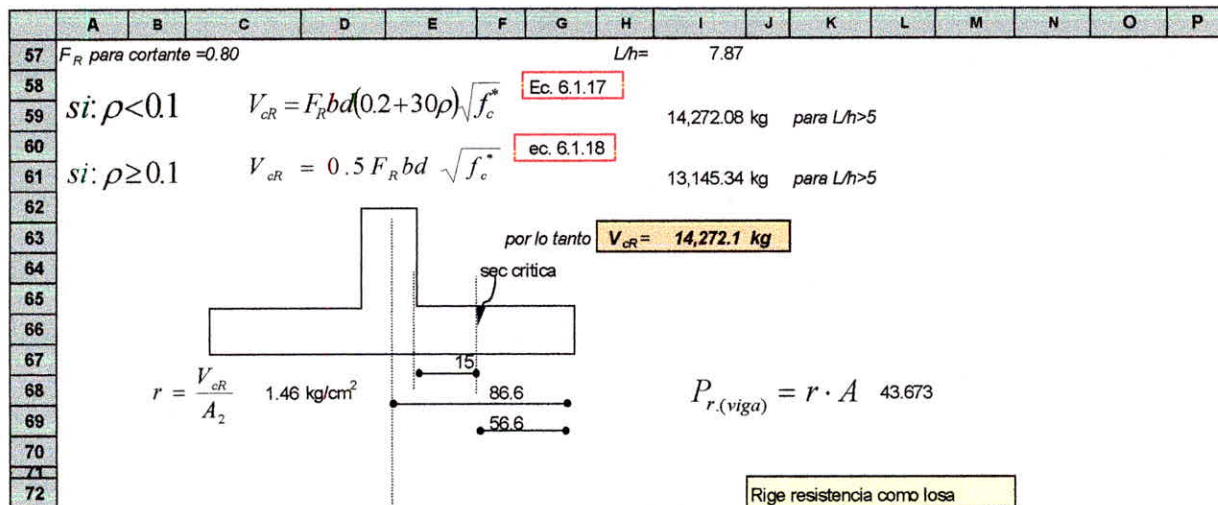


Fig.6.1.5 Comparación de los dos criterios (como viga y como losa)

Con el área de acero definida se creó una tabla que se encuentra oculta entre las filas 79 a 84 se incluyó en esta tabla el criterio del número menor de varilla con separación mínima de 7 cms. De la fila 73 a la 106 aparece un croquis con los resultados obtenidos, se puede volver a los datos iniciales y modificar peralte por ejemplo, para así obtener difrentes opciones de armado.

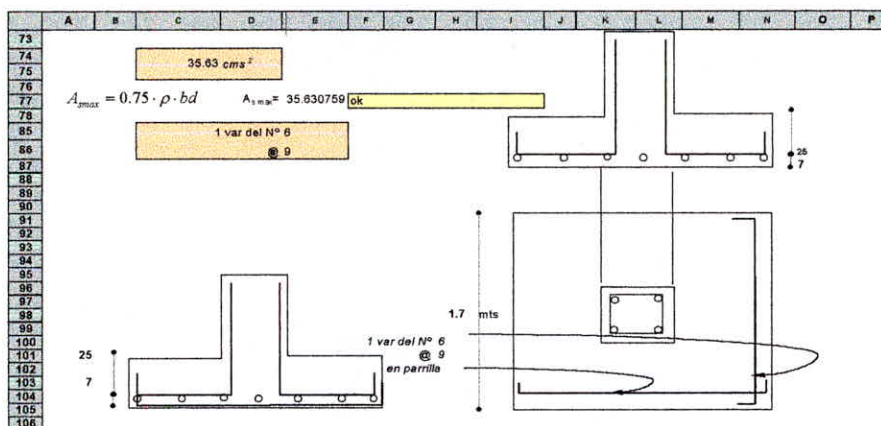


Fig. 6.1.6 Resultados.

## 6.2 LISTADO DEL PROGRAMA ZAPATAS CUADRADAS NTC

| A  | B   | C                                  | D  | E | F      |
|----|---|------------------------------------|--|---|--------|
| 1  | DISEÑO DE ZAPATAS CUADRADAS NTC   |                                    |  |   |        |
| 2  |   |                                    |  |   |        |
| 3  | NOTAS Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse |                                    |  |   |        |
| 4  |   |                                    |  |   |        |
| 5  | DATOS Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tab                      |                                    |  |   |        |
| 6  |   |                                    |  |   |        |
| 7  |   |                                    |  |   |        |
| 8  | $f_c=200$   | kg/cm <sup>2</sup>                 | Carga de servicio  |   |        |
| 9  | $P_u=30$  | =SI(B9>0,"ton","")                 | =SI(B9=0,SI(K30<K70,K70/1.4,K30/1.4),B9/1.4)   |   | tons   |
| 10 | $M_u=2$   | =SI(Mu>0,"ton-m","")               | =SI(B9=0,"",SI(B   |   |        |
| 11 | $f_y=4200$  | kg/cm <sup>2</sup>                 |  |   |        |
| 12 | R terr=10   | ton/m <sup>2</sup>                 | =SI(MI0=0,SI(B9=0,"o se ingresa As o Pu como datos, no ambos",""),SI(B9=0,SI(MI0=0,"ingresar Pu o As, faltan datos",""),"")) |   |        |
| 13 | dim dado=30   | cms                                |  |   |        |
| 14 | rec inf=7   | =SI(B14<6.9,"rec min 7 cms","cms") |  |   |        |
| 15 |   |                                    |  |   |        |
| 16 | b=0   | cms                                | =SI(B9=0,SI(B16  |   |        |
| 17 | d=0   | cms                                | =SI(B17=0,SI(B16   |   |        |
| 18 | $f'_c=B19*A20$  | kg/cm <sup>2</sup>                 |  |   |        |
| 19 | $f'_c=0.8*B8$   | kg/cm <sup>2</sup>                 |  |   |        |
| 20 | =SI(B19>250,(1.05-(B19/1250)),0.85)   | kg/cm <sup>2</sup>                 |  |   |        |
| 21 | b=RAIZ(B9/B12)  | mts                                |  |   |        |
| 22 |   |                                    |  |   |        |
| 23 | 1) Revisión del peralte considerando que rige resistencia como losa                 |                                    |  |   |        |
| 24 | donde   |                                    |  |   |        |
| 25 |   |                                    |  |   |        |
| 26 | donde   |                                    |  |   |        |
| 27 |   |                                    |  |   |        |
| 28 | obtenemos una ec de 2º grado  |                                    |  |   |        |
| 29 |   |                                    |  |   |        |
| 30 | resolviendo d=  | =SI(B9=0,0,131)                    |  |   |        |
| 31 | $a=$<br>$=(B9*1000)-(3.2*RAIZ(B19)*B21*10000*B21)$                                  | $b=$                               | $=(2*B9*1000*B13)-(3.2*RAIZ(B19)*B21*B21*10000*B13)$   |   | $c=$   |
| 32 | $V_{d1}=4*(B13+B17)*B17*724*RAIZ(B19)$  |                                    |  |   | $A_v=$ |
| 33 | 2) Revisión del peralte considerando que rige resistencia como viga                 |                                    |  |   |        |
| 34 |   |                                    |  |   |        |

Fig. 6.2.1 Listado del programa, celdas A1 a F34.

|    | A                        | B    | C             | D  | E                                  | F   |
|----|--------------------------|------|---------------|--|------------------------------------|---|
| 53 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 54 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 55 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 56 |                          |      | ec 2.1 NIC-88 | $A_{min} = ((0.7 * RALZ(E8)) / B11) * O49 * C60$ |                                    |   |
| 57 | $F_R$ para con           |      |               |  |                                    | $=SI(K53-E56,"As inferior al minimo","ok")$   |
| 58 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 59 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 60 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 61 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 62 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 63 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 64 |                          |      |               |  |                                    | sec critica                                   |
| 65 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 66 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 67 | $r = \frac{V_{eR}}{A_2}$ |      |               |  | =C60                               |   |
| 68 |                          |      | =G3/(O53*F69) | kg/cm <sup>2</sup>                               |                                    | =C632   |
| 69 |                          |      |               |  |                                    | =F68-E67-(B132)                               |
| 70 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 71 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 72 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 73 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 74 |                          |      |               | cm <sup>2</sup>                                  |                                    |   |
| 75 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 76 |                          |      |               |  |                                    |   |
| 77 |                          |      |               |  | $A_{mex} = 0.75 * K16 * O49 * C60$ | $=SI(E77*1.002-K53,"ok","As mayor a As mex")$ |
| 78 | 3                        | 0.95 | 0.375         | 0.71   | =REDONDEAR(As/D78,0)               | =SI(E78=1,100,REDONDEAR(100*(E78-1),0))       |
| 79 | 4                        | 1.27 | 0.5           | 1.27   | =REDONDEAR(As/D79,0)               | =SI(E79=1,100,REDONDEAR(100*(E79-1),0))       |
| 80 | 5                        | 1.59 | 0.625         | 1.99   | =REDONDEAR(As/D80,0)               | =SI(E80=1,100,REDONDEAR(100*(E80-1),0))       |
| 81 | 6                        | 1.91 | 0.75          | 2.87   | =REDONDEAR(As/D81,0)               | =SI(E81=1,100,REDONDEAR(100*(E81-1),0))       |
| 82 | 8                        | 2.54 | 1"            | 5.07   | =REDONDEAR(As/D82,0)               | =SI(E82=1,100,REDONDEAR(100*(E82-1),0))       |
| 83 | 12                       | 2.54 | 1.5           | 11.4   | =REDONDEAR(As/D83,0)               | =SI(E83=1,100,REDONDEAR(100*(E83-1),0))       |
| 84 |                          |      |               |  | 1 var del N° =G78                  |   |
| 85 |                          |      |               |  | @ =I78                             |   |
| 86 |                          |      |               |  |                                    |   |

Fig. 6.2.2 Listado del programa, celdas A53 a F86.

|    | G  | H | I   | J                   | K  |
|----|--|---|---|---------------------|--|
| 1  |  |   |   |                     |  |
| 2  |  |   |   |                     |  |
| 3  |  |   | las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa   |                     |  |
| 4  |  |   |   |                     |  |
| 5  |  |   | las celdas en verde indican resultados  |                     |  |
| 6  |  |   |   |                     |  |
| 7  |  |   |   |                     |  |
| 8  |  |   | Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con As determinado se ingresa As como dato, en caso contrario se ingresa 0 |                     |  |
| 9  |  |   |   |                     |  |
| 10 |  |   |   |                     |  |
| 11 |  |   |   |                     |  |
| 12 |  |   | porcentaje propuesto de   |                     |  |
| 13 |  |   | (de 1.0 a 0.75 recomendada)   |                     |  |
| 14 |  |   | =SI(K53/1.05-K55,"El area de acero propuesta es mayor que para la sec. balanceada","",")  |                     |  |
| 15 |  |   |   |                     |  |
| 16 |  |   |   |                     | =(B18*4800)/(B11*(B11+6000))                         |
| 17 |  |   |   |                     |  |
| 18 |  |   |   |                     |  |
| 19 |  |   |   |                     | =O12*B11/B18   |
| 20 |  |   |   |                     |  |
| 21 |  |   |   |                     |  |
| 22 |  |   |   |                     |  |
| 23 |  |   |   |                     |  |
| 24 |  |   |   | $F_r = 0.8$         |  |
| 25 |  |   |   |                     |  |
| 26 |  |   | y   |                     |  |
| 27 |  |   |   |                     |  |
| 28 |  |   |   |                     |  |
| 29 |  |   |   |                     |  |
| 30 |  |   |   | =SI(K30="","", "P") | =SI((I32*B16*B16)/1000<0,"",(I32*B16*B16)/1000)      |
| 31 | =(B9*1000*B21*B21*10000)-(B13*B13*B9*1000) |   | =ABS((E31-RAIZ(E31*E31+(4*B31*C31)))/(2*B31))   |                     | =SI(B16<0,B21,B16/100)                               |
| 32 |  |   | =B32/C33  |                     | =SI(B9<0,K30,B9)/SI(B16<0,B21*B21,((B16*B16)/10000)) |
| 33 | =(B16*B16)-((B13+B17)*(B13+B17))           |   |   |                     |  |
| 34 |  |   |   |                     |  |

Fig. 6.2.3 Listado del programa, celdas G1 a K34

|    | G                  | H                 | I  | J                    | K  |
|----|--------------------|-------------------|--|----------------------|--|
| 53 |                    |                   |  |                      | =SI(M10=0,M10,012*049*050)   |
| 54 |                    |                   |  |                      |  |
| 55 |                    |                   | =SI(K35="","", "As de la azo balconada >") |                      | =SI(B10=0,000001,"",012*049*050)   |
| 56 |                    |                   |  |                      |  |
| 57 |                    |                   | L/r= =SI(B16=0,(B21*100)/C54,B16/C54)      |                      |  |
| 58 |                    |                   |  |                      |  |
| 59 |                    |                   | =0.8*049*050*(0.2+30*N33)*RALZ(B19)        | kg                   | para L/h-5   |
| 60 |                    |                   |  |                      |  |
| 61 |                    |                   | =0.5*0.8*050*049*RALZ(B19)                 | kg                   | para L/h-5   |
| 62 |                    |                   |  |                      |  |
| 63 | por lo tanto       | V <sub>gr</sub> = | =SI(I57=4.99,SI(N33<0.1,I59,I61))          | kg                   |  |
| 64 |                    |                   |  |                      |  |
| 65 |                    |                   |  |                      |  |
| 66 |                    |                   |  |                      |  |
| 67 |                    |                   |  |                      |  |
| 68 |                    |                   |  |                      |  |
| 69 |                    |                   |  |                      |  |
| 70 |                    |                   |  | =SI(K70="","", "P")  | =SI(K30="","", "L68)   |
| 71 |                    |                   |  |                      |  |
| 72 |                    |                   |  |                      | =SI(K70=K30, "Rige resistencia como viga", "Rige resistencia como losa") |
| 73 |                    |                   |  |                      |  |
| 74 |                    |                   |  |                      |  |
| 75 |                    |                   |  |                      |  |
| 76 |                    |                   |  |                      |  |
| 77 |                    |                   |  |                      |  |
| 78 | =SI(F78=7,A78,G79) | @                 | =SI(G78=A78,F78,I79)                       | =SI(G78=A78,B78,J79) | =SI(Asmin<C78,REDONDEAR(C78/D78,0),REDONDEAR(Asmin/D78,0))               |
| 79 | =SI(F79=7,A79,G80) | @                 | =SI(G79=A79,F79,I80)                       | =SI(G79=A79,B79,J80) | =SI(Asmin<C79,REDONDEAR(C79/D79,0),REDONDEAR(Asmin/D79,0))               |
| 80 | =SI(F80=7,A80,G81) | @                 | =SI(G80=A80,F80,I81)                       | =SI(G80=A80,B80,J81) | =SI(Asmin<C80,REDONDEAR(C80/D80,0),REDONDEAR(Asmin/D80,0))               |
| 81 | =SI(F81=7,A81,G82) | @                 | =SI(G81=A81,F81,I82)                       | =SI(G81=A81,B81,J82) | =SI(Asmin<C81,REDONDEAR(C81/D81,0),REDONDEAR(Asmin/D81,0))               |
| 82 | =SI(F82=7,A82,G83) | @                 | =SI(G82=A82,F82,I83)                       | =SI(G82=A82,B82,J83) | =SI(Asmin<C82,REDONDEAR(C82/D82,0),REDONDEAR(Asmin/D82,0))               |
| 83 | =SI(F83=7,A83,G84) | @                 | =SI(G83=A83,F83,I84)                       | =SI(G83=A83,B83,J84) | =SI(Asmin<C83,REDONDEAR(C83/D83,0),REDONDEAR(Asmin/D83,0))               |
| 84 |                    |                   |  |                      |  |
| 85 |                    |                   |  |                      |  |
| 86 |                    |                   |  |                      |  |

Fig. 6.2.4 Listado del programa, celdas G53 a K86

|    | L                      | M  | N                       | O         |
|----|------------------------|--|-------------------------|-----------|
| 1  |                        |  |                         |           |
| 2  |                        |  |                         |           |
| 3  |                        |  |                         |           |
| 4  |                        |  |                         |           |
| 5  |                        |  |                         |           |
| 6  |                        |  |                         |           |
| 7  |                        |  |                         |           |
| 8  |                        |  |                         |           |
| 9  |                        |  |                         |           |
| 10 |                        | 0  |                         |           |
| 11 |                        | 0  |                         |           |
| 12 |                        | 0.75   |                         | =M12*K16  |
| 13 |                        |  |                         |           |
| 14 |                        |  |                         | =0.75*K16 |
| 15 |                        |  |                         |           |
| 16 |                        |  |                         |           |
| 17 |                        |  |                         |           |
| 18 |                        |  |                         |           |
| 19 |                        |  |                         |           |
| 20 |                        |  |                         |           |
| 21 |                        |  |                         |           |
| 22 |                        |  |                         |           |
| 23 |                        |  |                         |           |
| 24 |                        |  |                         |           |
| 25 |                        |  |                         |           |
| 26 |                        |  |                         |           |
| 27 |                        |  |                         |           |
| 28 |                        |  |                         |           |
| 29 |                        |  |                         |           |
| 30 | =SI(K30="","", "tons") |  |                         |           |
| 31 | =B17                   | =SI(B17>0.1,((O49*L31*L31*B18*N44*(1-(0.5*N44)))/10000),M45) |                         |           |
| 32 |                        |  |                         |           |
| 33 |                        |  | =SI(M10>0,M10/(O49/2°C) |           |
| 34 |                        |  |                         |           |

Fig. 6.2.5 Listado del programa, celdas L1 a O34.

|    | L   | M                  | N                    | O                              | P               |
|----|---|--------------------|----------------------|--------------------------------|-----------------|
| 53 | cm <sup>2</sup>                           |                    |                      | b = SI(O49<19,9,O49>2,O49)     | cm <sup>2</sup> |
| 54 |   |                    |                      | d = O50+BI4                    | cm <sup>2</sup> |
| 55 | =SI(B10>0,"", "cm <sup>2</sup> ")         |                    |                      |                                |                 |
| 56 |   |                    |                      |                                |                 |
| 57 |   |                    |                      |                                |                 |
| 58 |   |                    |                      |                                |                 |
| 59 |   |                    |                      |                                |                 |
| 60 |   |                    |                      |                                |                 |
| 61 |   |                    |                      |                                |                 |
| 62 |   |                    |                      |                                |                 |
| 63 |   |                    |                      |                                |                 |
| 64 |   |                    |                      |                                |                 |
| 65 |   |                    |                      |                                |                 |
| 66 |   |                    |                      |                                |                 |
| 67 |   |                    |                      |                                |                 |
| 68 | =C68*O53*O53/1000                         |                    |                      |                                |                 |
| 69 |   |                    |                      |                                |                 |
| 70 | =SI(K70="","", "tons")                    |                    |                      |                                |                 |
| 71 |   |                    |                      |                                |                 |
| 72 |   |                    |                      |                                |                 |
| 73 |   |                    |                      |                                |                 |
| 74 |   |                    |                      |                                |                 |
| 75 |   |                    |                      |                                |                 |
| 76 |   |                    |                      |                                |                 |
| 77 |   |                    |                      |                                |                 |
| 78 | =SI(K78>1.1,REDONDEAR(100/(K78-1),0),100) | =SI(L78>7,A78,M79) | =SI(M78=A78,L78,O79) | =100*O50*0.003                 |                 |
| 79 | =SI(K79>1.1,REDONDEAR(100/(K79-1),0),100) | =SI(L79>7,A79,M80) | =SI(M79=A79,L79,O80) | =O78                           |                 |
| 80 | =SI(K80>1.1,REDONDEAR(100/(K80-1),0),100) | =SI(L80>7,A80,M81) | =SI(M80=A80,L80,O81) | =O79                           |                 |
| 81 | =SI(K81>1.1,REDONDEAR(100/(K81-1),0),100) | =SI(L81>7,A81,M82) | =SI(M81=A81,L81,O82) | =O80                           |                 |
| 82 | =SI(K82>1.1,REDONDEAR(100/(K82-1),0),100) | =SI(L82>7,A82,M83) | =SI(M82=A82,L82,O83) | =O81                           |                 |
| 83 | =SI(K83>1.1,REDONDEAR(100/(K83-1),0),100) | =SI(L83>7,A83,M84) | =SI(M83=A83,L83,N84) | =O82                           |                 |
| 84 |   |                    |                      |                                |                 |
| 85 |   |                    |                      | =SI(B17=0,SI(D80=O50,D80,C80)) |                 |
| 86 |   |                    |                      | =BI4                           |                 |

Fig. 6.2.6 Listado del programa, celdas L53 a P86.

### 6.3 PROGRAMA "DISEÑO DE ZAPATAS CUADRADAS NTC"

NOTAS Las celdas en verde claro indican los datos y variables que pueden ingresarse



las celdas en amarillo indican sugerencias y observaciones del programa



DATOS Para desplazarse al ingresar datos presione la tecla tab



las celdas en canela indican resultados



$f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$   
 $P_u = 30 \text{ ton}$   
 $M_{up} = 0$   
 $f'_v = 4200 \text{ kg/cm}^2$   
 $R_{terr} = 10 \text{ ton/m}^2$   
 $dim\ dado = 30 \text{ cms}$   
 $rec\ inf = 7 \text{ cms}$

Carga de servicio  
 $P_{serv} = 21.4 \text{ tons}$

Si se requiere determinar el momento resistente de una seccion con  $A_s$  determinado se ingresa  $A_s$  como dato, en caso contrario se ingresa 0

$A_s = 0.00$

porcentaje propuesto de  $\rho = 0.75$   $\rho = 0.01143$   
 (de 1.0 a 0.75 recomendado)

0.01143

$b = 0 \text{ cms}$   
 $d = 28 \text{ cms}$   
 $f'_c = 135 \text{ kg/cm}^2$   
 $f'_c = 160 \text{ kg/cm}^2$   
 $\beta_3 = 0.85 \text{ kg/cm}^2$   
 $b = 1.73 \text{ mts}$

$\therefore \rho_b = 0.015238$        $\rho_b = \frac{f'_c}{f_s} \cdot \frac{4800}{f_y + 6000}$

$\beta_3 = \left(1.05 - \frac{f'_c}{1250}\right) \leq 0.85$        $q = \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c} = 0.352941$        $M_n = bd^2 f'_c q (1 - 0.5q)$

1) Revisión del peralte considerando que rige resistencia como losa

$V_{cr} = F_R \sqrt{f'_c} \cdot b_o d$       donde  $b_o = 4(c + d)$        $F_R = 0.8$

$P_{r(losa)} = r \cdot A$       donde  $r = \frac{V_{cr}}{A_1}$       y       $A_1 = A - A_{sec.crit.}$

obtenemos una ec de 2º grado       $(P_r - 3.2 \sqrt{f'_c} \cdot b^2) d^2 + (2P_r c - 3.2 \sqrt{f'_c} \cdot b^2 c) d + P_r b^2 - c^2 P_r = 0$

resolviendo  $d = 16.22$

2) Revisión del peralte considerando que rige resistencia como viga

$d = 28 \text{ cms}$       2      1      2       $rec\ sup = 7 \text{ cms}$       0

Primero calculamos  $M_o$  y  $A_s$

según la ecuacion:  $M_n = bd^2 f'_c q (1 - 0.5q)$  (si se dan como datos  $b$  y  $d$ )

(Si no se ingresa el mto actuante se suma al provocado por la reacción del terreno un mto por excentricidad mínima)

$e_{min} = 0.1 \cdot c = 3.00$

$M_{min} = P \cdot e = 0.9 \text{ Ton-m}$        $M_{to} = w_l^2 / 2 = 15.00 \text{ ton-m}$        $M = 15.9$

$q = \text{índice de refuerzo} = \frac{\rho \cdot f_y}{f'_c}$       y       $\rho = \frac{A_s}{bd}$

$q = 0.35$        $\rho = 0.011$

$M_n = 53.7 \text{ ton-m}$

(Resistencia Nominal)

Fig. 6.3.1. Impresión del programa, pag. 1 de 2.

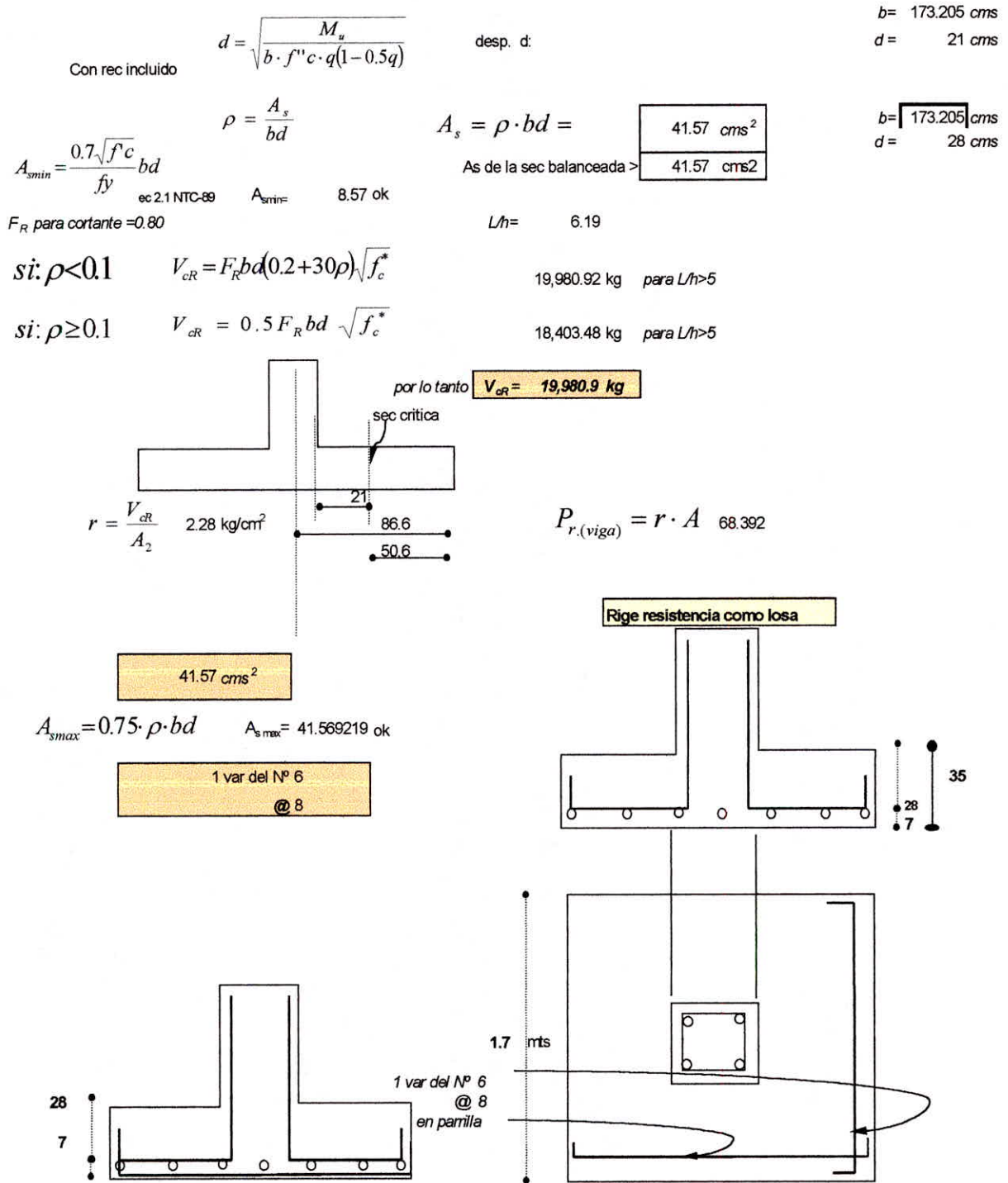


Fig. 6.3.2. Impresión del programa, pag. 2 de 2.

## **7 . CONCLUSIONES**

En las oficinas siempre se utilizaron máquinas de calcular y papel cuadriculado para hacer planillas. Las hojas de cálculo retomaron la misma idea y reprodujeron en formato electrónico esa situación.

El uso que se les dio a las planillas electrónicas, comprende tareas tan diversas como llevar libros de contabilidad, hacer cálculos financieros, controlar stock disponible, crear listado de pedidos, llevar estadísticas etc.

Desde sus primeras versiones, Excel se caracterizó por una ser una hoja de cálculo muy potente y de gran capacidad. Sin ir más lejos fue la primera planilla desarrollada para las computadoras Macintosh y dominó el mercado en dicho sector. Ahora dentro del paquete de Office se perfila como la hoja de cálculo más popular.

Se incorporaron después otras funciones como las de administrar bases de datos uso de gráficas, inserción de imágenes, dibujos y formatos, aumentando su versatilidad.

Se incluyó también la posibilidad de crear macros: herramientas que reducen una serie de acciones y comandos rutinarios a simples combinaciones de teclas, facilitando en esa forma las tareas y maximizando el rendimiento de la computadora.

Por último, se incorporó el uso de Visual Basic dentro de la Macros en las hojas de cálculo, efectuando cambios al modelo de Objetos de este programa para evitar problemas de compatibilidad.

La tendencia actual está convirtiendo a las hojas de cálculo en verdaderos “lenguajes de programación”, que aunque no llegan a desplazar todavía a lenguajes clásicos en ingeniería como el Fortran, su versatilidad y ambiente hacen que cada vez más programadores utilicen estas hojas para diferentes soluciones.

Muchos programas relacionados con la Ingeniería como programas de costos han evolucionado primero al ambiente de Windows y después han buscado ser compatibles con Excel. Programas de dibujo y Ruta Crítica como el Projet contemplan entre sus herramientas la interacción de información concretamente con ésta hoja de cálculo.

La primera finalidad de estos programas es reforzar en la memoria del estudiante cada tema; al mismo tiempo que se imparte en el salón de clases, una vez visto el tema, se le presenta el programa relacionado para que pueda completarlo, modificarlo, comparar resultados, o insertar nuevos criterios. Esta actividad le ayudará a formarse un criterio y orden del tema aprendido y finalmente recordara más.

La segunda es mostrar al alumno como puede aplicar los conocimientos adquiridos a las hojas de cálculo, pues aunque son ya muy populares entre los alumnos, no se usan porque no se les ha mostrado su gran potencial con un ejemplo práctico,

Por su finalidad didáctica, se evitó el uso de macros en todos los programas, utilizando solo las funciones más sencillas, para que las ecuaciones y operaciones puedan fácilmente identificarse dentro de la hoja.

Cualquier programa de computadora no puede aún teniendo los algoritmos y los métodos más actualizados suplir el criterio de un profesional, pero puede ser una poderosa herramienta incluso para la formación de este mismo criterio.

La conclusión final de este trabajo quedará pendiente, a cargo de los alumnos, que sinceramente espero encuentren en estos programas una herramienta útil para el mejor aprovechamiento de este curso.



## 8. REFERENCIAS

- 8.1- *Departamento del Distrito Federal* Normas técnicas complementarias para diseño y construcción de estructuras de concreto. septiembre de 1989
- 8.2 *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.* Reglamento de las construcciones de concreto Reforzado (ACI) y comentarios. Editorial Abeja S.A.
- 8.3 *Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C.* Prácticas recomendables para dosificar concretos de peso normal. Editorial Abeja S.A.
- 8.4 *Comisión Federal de Electricidad.* Manual de tecnología del concreto
- 8.5 *González Cuevas Robles.* Aspectos fundamentales del Concreto Reforzado. Edit. Limusa. México,1993
- 8.6 *Harry Parker* Diseño simplificado de Concreto Reforzado. Editorial Limusa S.A.
- 8.7 *R Park, T Paulay* Estructuras de Concreto Reforzado. Editorial Limusa S.A. México,1983.
- 8.8 *Cecilia y Marisa Elizalde.* Microsoft Office para Windows 95 La Nueva oficina en PC. Edivisión Compañía Editorial S.A. de C.V.México, 1996
- 8.9 *Gordon padwick, Sue Plumley, Debbie Walkowski.* Microsoft Office Paso a Paso. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México,1995