



DISEÑO DE VIGAS RECTANGULARES




TRABAJAR CON VIGAS RECTANGULARES

Para trabajar con vigas rectangulares:

Paso 1 Ingresar

Se puede ingresar de tres maneras diferentes:

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.
Aparecerá la ventana Elementos.
Hacer clic en el botón **Vigas**, se mostrará al frente dos botones, **Vigas rectangulares**, **Vigas te**.
Hacer clic en **Vigas rectangulares**.
2. En el menú **Elementos, Vigas**, seleccionar **Vigas rectangulares**.
3. Haga clic directamente en el botón Vigas rectangulares  de la barra de herramientas.

Paso 2 Tipos de diseño:

El usuario puede escoger tres tipos de diseño:

1. Diseño a flexión
2. Diseño a cortante
3. Diseño a torsión.

Cabe anotar que dependiendo del tipo de diseño que escoja el usuario se activaran los cuadros de ingreso de datos M_u , V_u , T_u , para el diseño a torsión se activa V_u y T_u .



Paso 2.1 DISEÑO DE VIGAS A FLEXIÓN.

Si selecciona el tipo de diseño: **A flexión**; que es el tipo de diseño predeterminado de la pantalla **datos para vigas rectangulares** en esta instancia del proceso el usuario tiene la opción de escoger el tipo de viga:

Determinar el tipo de sección: Esta opción se encuentra activada solo para el diseño a flexión.

- **Simplemente armada caso I:** Determinar el área transversal de concreto y el área de acero requeridas
- **Simplemente armada caso II:** Determinar el área de acero requerida
- **Doblemente armada:** Determinar el área de acero a compresión y tracción, si la sección lo amerita.

En el diseño a flexión de vigas rectangulares se presenta de forma separada para el caso de secciones simplemente armadas y doblemente armadas. En el diseño de secciones simplemente armadas el usuario puede determinar la sección transversal de hormigón y el área de acero requeridas **caso I**, o si conoce de antemano que la sección es adecuada para las solicitaciones, como es el caso de vigas continuas, solo determinar el área de acero **caso II**. En el diseño de secciones doblemente armadas se presenta generalmente un limitante en las dimensiones de la viga por motivos constructivos o arquitectónicos.

Paso 2.2.1 Simplemente armada caso I

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de ***b***
2. Ingrese el valor de ***h***



3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de M_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se accede haciendo clic en el botón
5. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de E_c , $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
6. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
7. Ingrese el valor de f_y
8. Ingrese el valor de E_s
9. Presione clic en el botón **Aceptar**.

De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

Dishar_Vigas Rectangulares

CASO I: Determinar la sección de hormigón y el área de acero

Seleccionar la cuantía de diseño

Determinar el factor β_1 ACI 10.2.7.3

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{Para } f'_c \leq 30 \text{ MPa} \\ 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right) & \text{Para } 30 < f'_c \leq 55 \text{ MPa} \\ 0.65 & \text{Para } f'_c > 55 \text{ MPa} \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

CUANTIAS

$$\rho = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(\frac{0.003}{0.003 + \epsilon_s} \right)$$

Cuantía para secciones controladas por tracción ACI 10.3.4

$\epsilon_t = 0.00500$

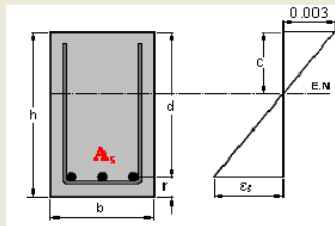
$\rho_t = 0.01548$

Cuantía máxima de acero ACI 10.3.5

$\epsilon_s(\text{máx}) = 0.00400$

$\rho_{\text{máx}} = 0.01769$

Cuantía mínima de acero ACI 10.5.1

$$\rho_{\text{mín}} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} = 0.00333$$


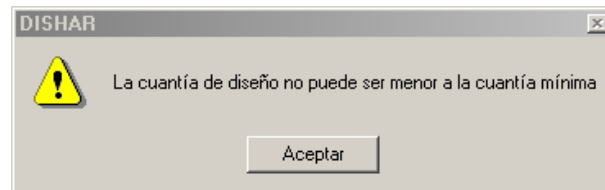
ρ_t	$\rho_{\text{máx}}$	$\rho_{\text{mín}}$
0.01548	0.01769	0.00333

$\rho_{\text{adp}} = 0.01548$

Porcentaje: 100 % **Aceptar**

Siguiente Salir

El usuario deberá escoger un valor para la cuantía de diseño para lo cual el programa le permite escoger entre los valores máximos y mínimos permitidos en el código **ACI** Art. 10.3 y Art. 10.5 respectivamente, también puede reducir el valor adoptando un porcentaje del mismo. Si el valor es inferior a la cuantía mínima el programa advertirá al usuario. Y se seleccionará el valor mínimo.



Escogido el valor se debe presionar el botón **Aceptar**, se presentará en la parte inferior de la ventana los siguientes cálculos.

P1	Pmax	Pmin
0.01548	0.01769	0.00333

$P_{atp} =$ 0.01548
Porcentaje: 100 %

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal
 $R_n = \rho \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{0.5 \cdot \rho \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c}\right) = 5.47 \text{ MPa}$

Cálculo del momento nominal
donde: $\phi = 0.9$
 $M_n = \frac{M_u}{\phi} = 72,777.78 \text{ Nm}$

Cálculo del d requerido
 $d = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot b}} = 21.07 \text{ cm}$ **Altura total h**
 $h = d + r = 26.07 \text{ cm}$

Presione clic en el botón **Siguiente** para pasar a la siguiente ventana.

DISHAR_Vigas Rectangulares flexión_caso I

Dimensiones últimas
 $b = 30.00 \text{ cm}$ $h = 30 \text{ cm}$
 $d = 21.07 \text{ cm}$ $d = 25 \text{ cm}$

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal
 $R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = 3.88 \text{ MPa}$

Cálculo la deformación en el acero
 $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0.85 \cdot f'_c}}\right) = 0.010343$

Cálculo el área de acero requerida
 $A_s = \rho \cdot b \cdot d = 7.76 \text{ cm}^2$

Cálculo la deformación en el acero
 $\epsilon_s = \epsilon_u \cdot \left(\frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y \cdot \rho} - 1\right) = 0.008975$
Sección controlada por tracción

ESQUEMA




En esta ventana le permite al usuario ingresar un valor adoptado de h que sea mayor al h calculado, constructivamente en los diseños de elementos se trabaja con valores redondos, múltiplos de cinco por lo regular en el sistema **SI**.

Al presionar clic en el botón **Aceptar** se mostraran los resultados de los cálculos por debajo del botón y se actualizara el esquema de la parte inferior.

Presione clic en el botón **Salir** para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas rectangulares**

Paso 2.2.2 Simplemente armada, caso II

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de b
2. Ingrese el valor de h
3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de M_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
5. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de E_c $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
6. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
7. Ingrese el valor de f_y
8. Ingrese el valor de E_s
9. Haga clic en el botón **Aceptar**.

De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Vigas rectangulares

Determinar el área de acero requerida

Cálculo de la altura efectiva d
 $d = h - r = 35.00 \text{ cm}$

Cálculo del momento nominal M_n
Adoptar $\phi = 0.9$
 $M_n = \frac{M_u}{\phi} = 72.777.78 \text{ Nm}$

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal R_n
 $R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = 1.98 \text{ MPa}$

Cálculo de la cuantía de acero ρ
 $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right) = 0.004969$

Determinar el factor β_1 ACI 10.2.7.3
$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{Para } f'_c \leq 30 \text{ MPa} \\ 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right) & \text{Para } 30 < f'_c \leq 55 \text{ MPa} \\ 0.65 & \text{Para } f'_c > 55 \text{ MPa} \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

Cálculo de la deformación en acero más traccionado ϵ_s
$$\epsilon_s = \epsilon_u \cdot \left(\frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y \cdot \rho} - 1 \right)$$

 $\epsilon_s = 0.021924$

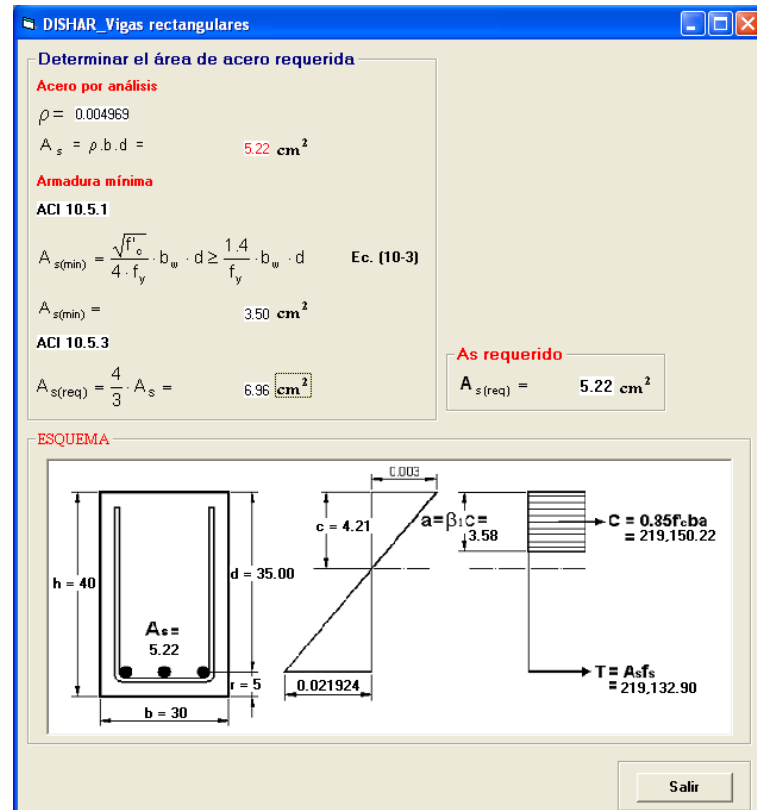
**Sección controlada por tracción
diseño correcto.
La deformación en el acero más traccionado
es mayor o igual que la deformación de 0.005
especificada en ACI 10.3.4**

Siguiente
Salir

Dependiendo de los valores ingresados el programa verificará si la sección adoptada es capaz de resistir como sección simplemente armada, si no advertirá al usuario de esta situación deshabilitando el botón siguiente dando por terminado el ejercicio.

Un caso muy similar ocurre si en la sección se verifica que la deformación específica neta, calculada para las condiciones iniciales da como resultado que la sección está controlada por compresión o de transición mayores al valor máximo de 0.004 según lo especificado en el código **ACI** Art. 10.3.5 para lo cual no se verificaría la utilización de un coeficiente de reducción adoptado de $\phi = 0.90$

Si se verifica que la sección es controlada por tracción o está dentro del límite máximo **ACI** 10.3.5 se activará el botón siguiente donde se pasa a la ventana siguiente:



En esta ventana el usuario podrá visualizar el área de acero requerida para la sección analizada con un esquema del diagrama de deformaciones y esfuerzos. Si se verifica que mediante análisis el área de acero es inferior al valor mínimo dado en el código **ACI** Art. 10.5 el programa adoptará el valor mínimo según los criterios dados en el código.

Paso 2.2.3 Doblemente armada:

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de **b**
2. Ingrese el valor de **h**
3. Ingrese el valor de **r**
4. Ingrese el valor de **d'**
5. Ingrese el valor de **M_u**, este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla combinaciones que se ingresa haciendo clic en el botón



6. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
7. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
8. Ingrese el valor de f_y
9. Ingrese el valor de E_s
10. Haga clic en el botón **Aceptar**.

De forma seguida se presenta la ventana:

DISHAR_Vigas rectangulares_flexión

Verificar si la sección necesita acero a compresión

Altura efectiva d
 $d = h - r = 35.00 \text{ cm}$

Cálculo del momento nominal M_n
 $M_n = \frac{M_u}{\phi} = 277,777.78 \text{ Nm}$

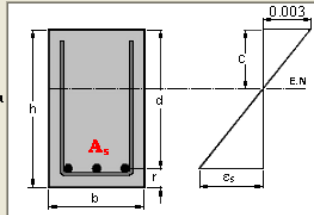
Coefficiente de resistencia nominal
 $R_n = \frac{M_n}{b \cdot d^2} = 7.56 \text{ MPa}$

Determinar el factor β_1 ACI 10.2.7.3
$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{Para } f'_c \leq 30 \text{ MPa} \\ 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right) & \text{Para } 30 < f'_c \leq 55 \text{ MPa} \\ 0.65 & \text{Para } f'_c > 55 \text{ MPa} \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

Secciones controladas por tracción $\epsilon_t = 0.0050$
$$\rho_t = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c \cdot \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_t} \right)}{f_y} = 0.015482$$

$$R_{nt} = \rho_t \cdot f_y \cdot \left(1 - \frac{0.5 \cdot \rho_t \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c} \right) = 5.47 \text{ MPa}$$

 $R_n > R_{nt}$
SE REQUIERE ARMADURA A COMPRESION



Siguiente Salir

Si se requiere armadura a compresión se continuará con el cálculo habilitándose el botón **Siguiente** con lo cual se presentará la siguiente ventana.



DISHAR_Vigas rectangulares_flexión

Diseño de la sección doblemente armada

Momento nominal resistido por el hormigón sin armadura a compresión
 $M_{re} = R_{re} \cdot b \cdot d^2 = 200.881.53 \text{ Nm}$

Resistencia al momento requerida a ser resistida por la armadura a compresión
 $M'_n = M_n - M_{re} = 76.896.25 \text{ Nm}$

Verificar si la armadura a compresión fluye

Cálculo de la distancia al eje neutro
 $c = \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_{st}} \right) \cdot d = 13.13 \text{ cm}$

Esfuerzo en la armadura a compresión
 $f'_s = E_s \cdot \epsilon'_s$
 $f'_s = 371.43 \text{ MPa}$

Cálculo deformación en la armadura a compresión
 $\epsilon'_s = \epsilon_u \left(\frac{c - d'}{c} \right) = 0.001857$
 $\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = 0.002100$
 $\epsilon'_s < \epsilon_y$ El acero a compresión no está fluyendo

Armadura Total Requerida

Cálculo del acero a compresión
 $A'_s = \frac{M'_n}{f'_s \cdot (d - d')} = 6.90 \text{ cm}^2$

Cálculo del acero a tracción
 $A_s = \frac{M'_n}{f_y \cdot (d - d')} + \rho_t \cdot b \cdot d$
 $6.10 \text{ cm}^2 + 16.26 \text{ cm}^2 = 22.36 \text{ cm}^2$

Con lo cual se finaliza el diseño.

Paso 2.2 DISEÑO DE VIGAS A CORTANTE.

Paso 2.2.1 Si selecciona el tipo de diseño: **a Cortante**; se presenta la siguiente pantalla:

DISHAR_Vigas Rectangulares

VIGAS RECTANGULARES Representación Gráfica

Tipo de diseño: **Diseño a cortante**

Seleccione el tipo viga

☐ Simplemente Armada

☐ Doblemente Armada

Descripción:
Determinación de la sección transversal de concreto y el área de acero requerida

DATOS DE PARTIDA

Propiedades geométricas

Sección

b = 35 cm

h = 60 cm

Recubrimientos

r = 5 cm

Longitud del elemento

l = 5 m

Solicitaciones

Mu = Nm

Vu = 300000 N

Tu = Nm

Propiedad de los materiales

Hormigón

$f'_c = 24 \text{ MPa}$

$E_c = 23,025.20 \text{ MPa}$

Acero de refuerzo

$f_y = 420 \text{ MPa}$

$E_s = 200000 \text{ MPa}$


Descripción:
Módulo de elasticidad de la armadura, MPa

Aceptar Salir



Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de b
2. Ingrese el valor de h
3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de V_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
5. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
6. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
7. Ingrese el valor de f_y
8. Ingrese el valor de E_s
9. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 2.2.2 De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



The screenshot shows a software window titled "DISHAR_Cortante" with a blue border. Inside, the title "DISEÑO A CORTANTE" is centered. The window is divided into several sections:

- Cálculo de la altura efectiva:** A box containing the formula $d = h - r$ and a text input field with the value "55 cm".
- Cálculo del cortante nominal:** A box containing the formula $V_n = \frac{V_u}{\phi}$ and a text input field with the value "400000 N".
- Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el hormigón:** A box containing the formula $V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d$ and a text input field with the value "157175.59 N".
- Verificación:** A box containing the inequality $V_n > V_c$ and the numerical comparison "400000 > 157175.59". Below this, it says "Requiere armadura por corte".

At the bottom right, there are two buttons: "Siguiente" and "Salir".

En esta ventana haga lo siguiente:



1. Aquí se controla los tres tipos de verificaciones que se pueden dar:
 - a) $V_n < V_c / 2$, no se requiere armadura por corte
 - b) $V_c \geq V_n > V_c / 2$, se requiere armadura mínima por corte.
 - c) $V_n > V_c$, se requiere armadura por corte
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.3 Dependiendo del tipo de condición ya sea (b) o (c) se pueden presentar las siguientes ventanas:

- a) Cuando se requiera armadura mínima de corte:

The screenshot shows the 'DISHAR_Cortante' window with the following sections:

- Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero**
 $V_s = V_n - V_c$ $V_s = 25175.59$
- Selección de estribos**
Díametro de la varilla: 10 mm
Inclinación del estribo: 90°
Número de ramas: 2
 $A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \#ramas$ $A_v = 1.57$
[Aceptar]
- Cálculo de la separación requerida de estribos**
$$S = \frac{16 A_v \cdot f_y}{\sqrt{f'_c} \cdot b} \leq \frac{3 A_v \cdot f_y}{b}$$

61.56 cm ≤ 56.55 cm
 $S = 56.55$ cm
- Verificación de la máxima separación admisible de estribos**
$$S_{máx} = \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$$

27.5 ≤ 60
 $S_{máx} = 27.5$ cm
[Salir]

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccione el diámetro de la varilla
2. Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
3. Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.



- Presione clic en el botón **Aceptar**.
- Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas rectangulares**

b) Cuando se requiera armadura de corte:

DISHAR_Cortante

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero

$$V_s = V_n - V_c \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

242824.41 ≤ 628702.37

$V_s = 242824.41$

Selección de estribos

Diametro de la varilla: 10 mm

Inclinación del estribo: 90°

Número de ramas: 2

$$A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \# \text{ ramas} \quad A_v = 1.57$$

Aceptar

Cálculo de la separación requerida de estribos

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s \cdot (\text{Sen } \alpha + \text{Cos } \alpha)} \quad S = 14.94$$

Verificación de la máxima separación admisible de estribos

$$V_s \leq \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$

242824.41 ≤ 314351.18

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$$

27.5 ≤ 60

$S_{\text{máx}} = 27.5 \text{ cm}$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

- Seleccione el diámetro de la varilla
- Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
- Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.
- Presione clic en el botón **Aceptar**.
- Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas rectangulares**


Paso 2.3 DISEÑO DE VIGAS A TORSIÓN.



Paso 2.3.1. Si selecciona el tipo de diseño: **a Torsión**; se presenta la siguiente pantalla:

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de ***b***
2. Ingrese el valor de ***h***
3. Ingrese el valor de ***r***
4. Ingrese el valor de ***V_u*** y ***T_u*** este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
5. Ingrese el valor de ***f'c***, presionando enter se calcula automáticamente el valor de ***Ec*** $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
6. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor ***Ec***
7. Ingrese el valor de ***fy***
8. Ingrese el valor de ***Es***



9. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 2.3.2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

DISEÑO A TORSION

Cálculo de la altura efectiva
 $d = h - r$ $d = 60$ cm

Cálculo de la torsión nominal
 $T_n = \frac{T_u}{\phi}$ $T_n = 40400$ N_m

Cálculo de la sección y perímetro
 $A_{cp} = b \cdot h$ $A_{cp} = 2275$ cm²
 $P_{cp} = 2(b + h)$ $P_{cp} = 200$ cm

Cálculo del momento torsor crítico
 $T_{u(calculada)} = \frac{\sqrt{f'_c}}{3} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$ $T_{u(calculada)} = 42258.8$ N_m
 $T_{cr} = \frac{T_{u(calculada)}}{4}$ $T_{cr} = 10564.7$ N_m

Verificación
 $T_{u(calculada)} > T_n > T_{cr}$
No se considera efectos torsionantes

Siguiente
Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Aquí se controla los tres tipos de verificaciones que se pueden dar:

1. $T_n < T_{cr}$, no se requiere armadura por torsión
2. $T_{u(cal)} \geq T_n > T_{cr}$, no se consideran los efectos torsionantes.
3. $T_n > T_{u(cal)}$, se consideran los efectos torsionantes

2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.3.3. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Torsión

Cálculo del cortante nominal

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 240000 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el hormigón

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d \quad V_c = 171464.28 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero

$$V_s = V_n - V_c \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d$$
$$68535.72 \text{ N} \leq 685857.13 \text{ N}$$
$$V_s = 68535.72$$

Cálculo de A_v/s

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} \quad \frac{A_v}{s} = 0.272$$

Siguiente

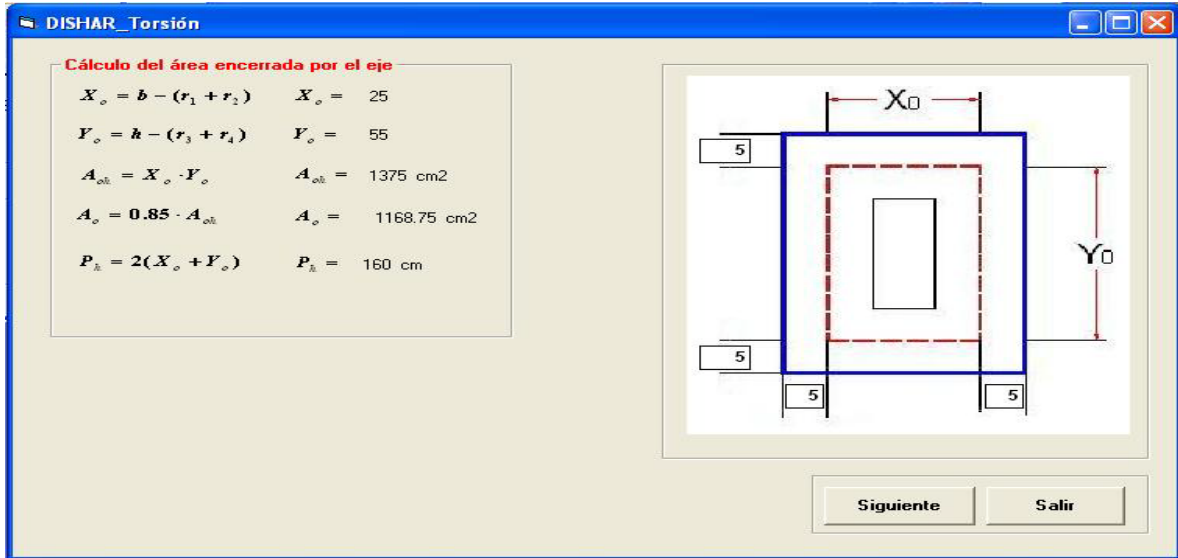
Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Aquí se verifica el cortante, por lo que si hay que aumentar sección o aumentar la resistencia del concreto, el programa nos indicara con un mensaje.
2. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas rectangulares**
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

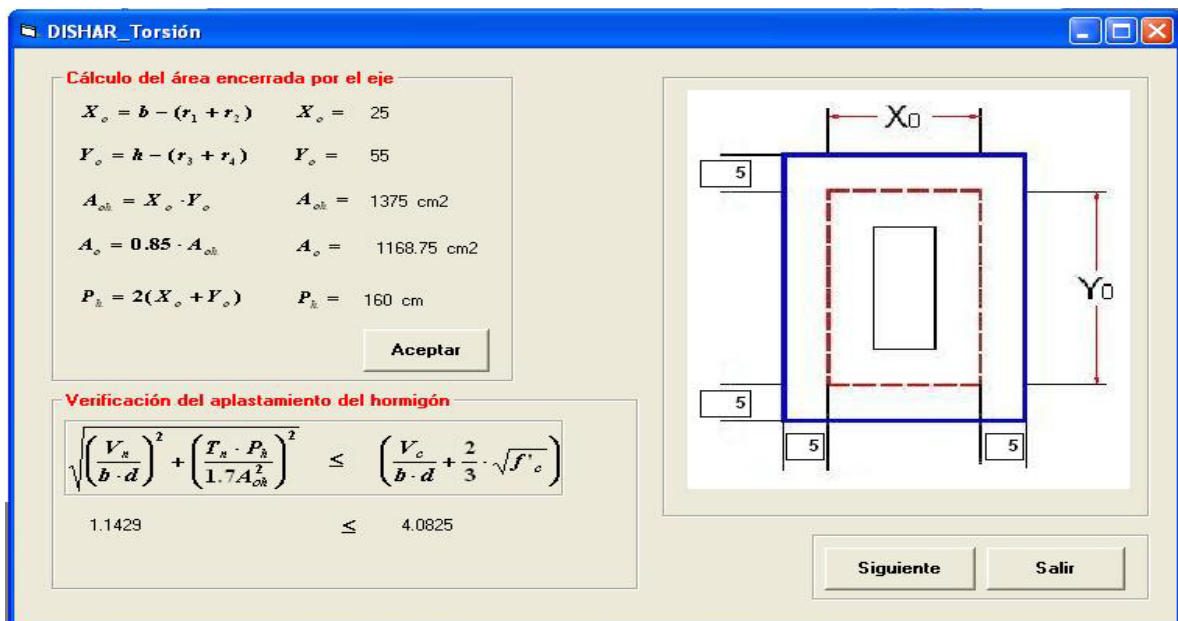
Paso 2.3.4. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

1. Cuando no se requiera los calcular los efectos torsionantes:



En esta ventana haga lo siguiente:

1. El recubrimiento de los cuatro lados de la sección vienen con el recubrimiento inicial, pero si el diseñador quiere ingresar otro lo puede hacer ubicándose en los recuadros del gráfico.
 2. Presione clic en el botón **Siguiente**.
2. Cuando se requiera los calcular los efectos torsionantes:





En esta ventana haga lo siguiente:

1. El recubrimiento de los cuatro lados de la sección vienen con el recubrimiento inicial, pero si el diseñador quiere ingresar otro lo puede hacer ubicándose en los recuadros del gráfico.
2. Presione clic en el botón **Aceptar** para que se realicen los cálculos, si la condición se cumple el diseño por torsión es el recomendado, y si es lo contrario debemos de cambiar las dimensiones.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.3.5. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

Cálculo de A_t/s

$\theta = 45^\circ$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{2A_0 \cdot f_{yv} \cdot \cot \theta} \quad \frac{A_t}{s} = 0.412 \text{ mm}^2/\text{mm}/\text{rama}$$

Cálculo de la armadura de torsión longitudinal

$$A_L = \left(\frac{A_t}{s} \right) \cdot p_h \left(\frac{f_{yv}}{f_{yc}} \right) \cdot \cot^2 \theta \quad A_L = 658.42 \text{ mm}^2$$

Cálculo de la armadura de torsión longitudinal mínima

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{b}{6 \cdot f_{yv}}$$

$0.412 \geq 0.139$

$$\frac{A_t}{s} = 0.412$$
$$A_{L\min} = \left(\frac{s \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{cp}}{12 \cdot f_{yc}} \right) - \left(\frac{A_t}{s} \right) \cdot p_h \left(\frac{f_{yv}}{f_{yc}} \right) \quad A_{L\min} = 446.47 \text{ mm}^2$$

Siguiente **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En esta ventana se puede escoger un ángulo para el cálculo de A_t/s .
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.



Paso 2.3.6. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

Cálculo de los requisitos combinados de estribos para corte y torsión

$$\frac{A_{ve}}{s} = \frac{2A_c}{s} + \frac{A_v}{s} \quad \frac{A_{ve}}{s} = 1.096 \text{ mm}^2/\text{mm}/\text{rama}$$

Selección de estribos

Diametro de la varilla: 10 mm

Inclinación del estribo: 90°

Número de ramas: 2

$$A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \# \text{ ramas} \quad A_{v \text{ varilla}} = 157.08 \text{ mm}^2$$

Aceptar

Cálculo de la separación de estribos

$$s = \frac{A_{v \text{ varilla}}}{A_{ve} / s} \quad s = 143.32 \text{ mm}$$
$$A_{ve} = \frac{0.35 \cdot b \cdot s}{f_{yt}} \quad A_{vt} = 41.8 \text{ mm}^2$$

Verificación de la separación máxima de los estribos Ph/8 ni 30cm

$$s_{\max} = \frac{P_h}{8} \quad s_{\max} = 20 \text{ cm}$$

Verificación del mínimo diámetro de la varilla s/16 o 8mm

$$\phi = \frac{s}{16} \quad \phi = 9 \text{ mm}$$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccione el diámetro de la varilla
2. Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
3. Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.
4. Presione clic en el botón **Aceptar**.
5. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas rectangulares**




DISEÑO DE VIGAS TE



TRABAJAR CON VIGAS Te

Para trabajar con vigas te:

Paso 1 Ingresar

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.
Aparecerá la ventana Elementos.
Hacer clic en el botón **Vigas**, se mostrará al frente dos botones, **Vigas rectangulares**, **Vigas te**.
Hacer clic en **Vigas te**.
2. En el menú **Elementos**, **Vigas**, seleccionar **Vigas Te**.
3. Haga clic directamente en el botón Vigas Te  de la barra de herramientas.

Paso 2 Tipos de diseño:

1. Diseño a flexión
2. Diseño a cortante
3. Diseño a torsión.

Cabe anotar que dependiendo del tipo de diseño que escoja el usuario, se activaran los cuadros de ingreso de datos M_u , V_u , T_u , para el diseño a torsión se activa V_u y T_u .


Paso 2.1 DISEÑO A FLEXIÓN DE VIGAS TE.

En el diseño a flexión de vigas te, de antemano se conocen las dimensiones de la sección, aunque se pueden calcular las dimensiones como en el caso I de vigas rectangulares que se calcula un valor de h , este valor seria muy pequeño en comparación a las demás dimensiones de la viga te por la gran contribución al



bloque de compresión que dan las alas, el código **ACI** Art. 8.10 da criterios para la contribuciones de las alas en el diseño de vigas te.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de **b**
2. Ingrese el valor de **h**
3. Ingrese el valor de **b_w**
4. Ingrese el valor de **h_f**
5. Ingrese el valor de **r**
6. Ingrese el valor de **d'**
7. Ingrese el valor de **M_u** , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
8. Ingrese el valor de **f'_c** , presionando enter se calcula automáticamente el valor de **E_c** $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor **E_c**
10. Ingrese el valor de **f_y**
11. Ingrese el valor de **E_s**
12. Haga clic en el botón **Aceptar**.

Se presentará la siguiente pantalla:



DISHAR_Vigas Tee

DATOS DE PARTIDA PARA VIGAS T

Tipo de diseño: Diseño a flexión

Propiedades geométricas

Longitud del Elemento
L = 300 cm

Sección

b = 70 cm
h = 40 cm
bw = 30 cm
hf = 10 cm

Recubrimientos

r = 5 cm
d' = 5 cm

Solicitaciones

Cargas
Mu = 450000 Nm
Vu = N
Tu = Nm

Descripción
MODULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO
NO PRETENSADO

Representación Gráfica

Propiedades de los materiales

Hormigón
f'c = 24 MPa
Ec = 23,025.20 MPa

Acero
fy = 420 MPa
Es = 200000 MPa

Aceptar Salir

En esta pantalla se verifica si la sección trabaja como sección te o sección rectangular, si la sección trabaja como sección te, se habilita el botón **Siguiente** para continuar el cálculo. Si la sección trabaja como sección rectangular el botón de **Siguiente** se desactiva y el diseño es igual al de una sección rectangular con un ancho a compresión igual a b (el ancho total del ala).

La verificación se la realiza haciendo trabajar toda el ala en compresión para determinar la resistencia al momento que soporta, luego se calcula la resistencia de diseño suponiendo que la sección es controlada por tracción para el momento flector ingresado.

$$M_{n(\text{calculado})} = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h_f \cdot \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$$

- a) Si $M_{n(\text{calculado})} \geq M_n$, entonces la viga trabaja como viga rectangular
- b) Si $M_{n(\text{calculado})} < M_n$, entonces la viga trabaja como viga te



DISHAR_vigas T_flexión

Comprobar si la sección trabaja como sección T

Altura efectiva d
 $d = h - r = 35.00 \text{ cm}$

Cálculo del momento nominal
donde: $\phi = 0.9$
 $M_n = \frac{M_u}{\phi} = 500000 \text{ Nm}$

Cálculo del momento nominal que resiste la sección
Considere que la sección actúa como sección rectangular haciendo que:
 $a = h_f$
de donde,
 $M_{n(\text{calculado})} = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h_f \left(d - \frac{h_f}{2} \right)$
 $M_{n(\text{calculado})} = 428,400.00 \text{ Nm}$
 $M_{n(\text{calculado})} < M_n$
La viga trabaja como viga T

Siguiente **Salir**

Presione clic en el botón **Siguiente**, para pasar a la siguiente pantalla.

DISHAR_vigas T_flexión

Contribución de las alas

Acero requerido correspondiente a la contribución de las alas
 $A_{sf} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot (b - b_w) \cdot h_f}{f_y} = 17.00 \text{ cm}^2$

Momento nominal a ser soportado por las alas de la viga
 $M_{nf} = A_{sf} \cdot f_y \left(d - \frac{h_f}{2} \right) = 324,870.00 \text{ Nm}$

Momento nominal a ser soportado por el alma de la viga
 $M_{nw} = M_n - M_{nf} = 275,130.00 \text{ Nm}$

Comprobación de simple o doble armadura

Determinar el factor β_1 ACI 10.2.7.3
 $\beta_1 = \begin{cases} 0.85 & \text{Para } f'_c \leq 30 \text{ MPa} \\ 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right) & \text{Para } 30 < f'_c \leq 55 \text{ MPa} \\ 0.85 & \text{Para } f'_c > 55 \text{ MPa} \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$

Secciones controladas por tracción
 $\rho_t = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_t} \right) = 0.015482$
 $R_{nt} = \rho_t \cdot f_y \left(1 - \frac{0.5 \cdot \rho_t \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c} \right) = 5.47 \text{ MPa}$
 $M_{nt} = R_{nt} \cdot b_w \cdot d^2 = 328,106.50 \text{ Nm}$
 $M_{nw} < M_{nt}$ **NO SE REQUIERE ARMADURA A COMPRESIÓN**

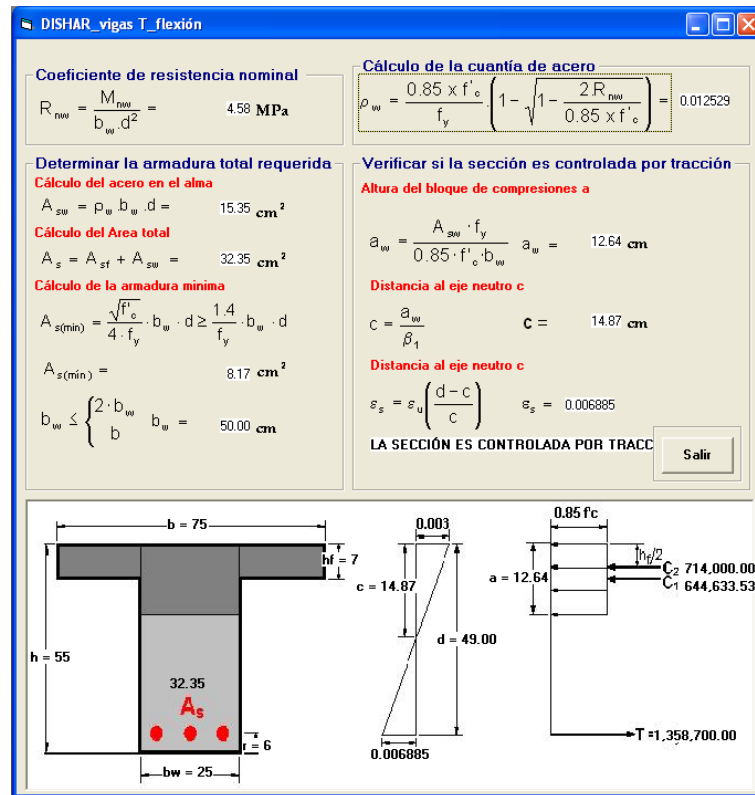
Siguiente **Salir**

En esta ventana se calcula la contribución de las alas y se verifica si la sección es simple o doblemente armada.

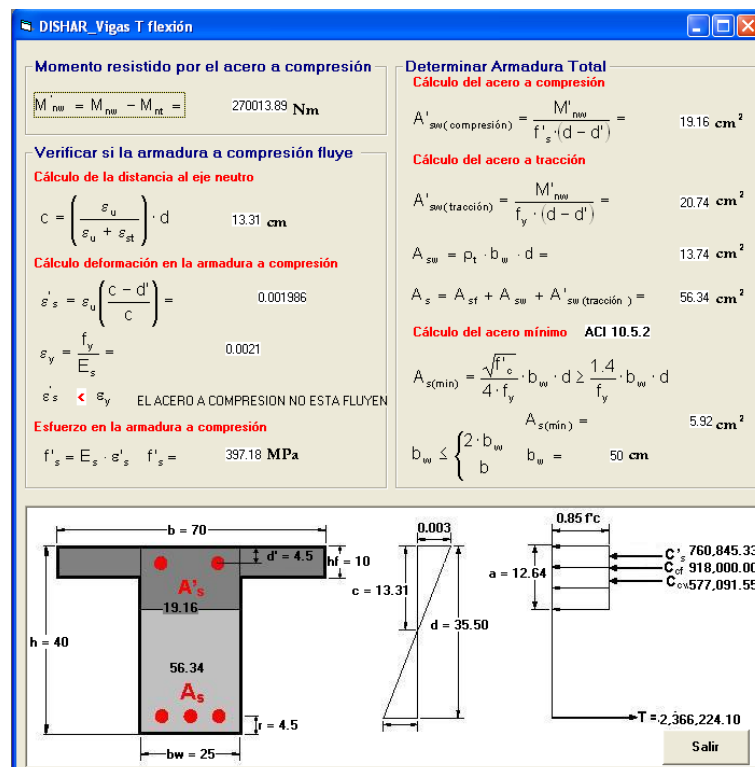


Presione clic en el botón **Siguiente**, para pasar a la siguiente pantalla.

a) Si es simplemente armada: se presentará la ventana siguiente:



b) Si es doblemente armada: se presentará la ventana





Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**

2.2. DISEÑO DE VIGAS TE A CORTANTE.

Paso 2.2.1. Si selecciona el tipo de diseño: **a Cortante**; se presenta la siguiente pantalla:

The screenshot shows the 'DISHAR_Vigas Tee' window with the title 'DATOS DE PARTIDA PARA VINGAS Tee'. The form is divided into several sections:


- Tipo de diseño:** A dropdown menu set to 'Diseño a cortante'.
- Representación Gráfica:** A diagram of a T-beam cross-section with dimensions: b (flange width), h (total height), h_f (flange thickness), $3h_f$ (web height), and b_w (web width).
- Propiedades geométricas:**
 - Longitud del Elemento:** $L = 10$ cm.
 - Sección:**
 - $b = 70$ cm
 - $h = 60$ cm
 - $b_w = 35$ cm
 - $h_f = 15$ cm
 - Recubrimientos:** $r = 5$ cm.
- Solicitaciones:**
 - Cargas:**
 - $M_u =$ []
 - $V_u = 55000$
 - $T_u =$ []
- Propiedades de los materiales:**
 - Hormigón:**
 - $f'_c = 24$ MPa
 - $E_c = 23,025.20$ MPa
 - Acero:**
 - $f_y = 420$ MPa
 - $E_s = 200000$ MPa
- Descripción:** MODULO DE ELASTICIDAD DEL ACERO NO PRETENSADO
- Buttons:** Aceptar, Cancelar, Salir

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de L
2. Ingrese el valor de b
3. Ingrese el valor de h
4. Ingrese el valor de b_w



5. Ingrese el valor de h_f
6. Ingrese el valor de r
7. Ingrese el valor de V_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
8. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
10. Ingrese el valor de f_y
11. Ingrese el valor de E_s
12. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



The screenshot shows a software window titled "DISHAR_Cortante" with a blue header. The main content area is titled "DISEÑO A CORTANTE" in bold blue letters. It contains four sections:

- Cálculo de la altura efectiva:** A text box shows the formula $d = h - r$ and a value of 55 cm.
- Cálculo del cortante nominal:** A text box shows the formula $V_n = \frac{V_u}{\phi}$ and a value of 132000 N.
- Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el hormigón:** A text box shows the formula $V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d$ and a value of 157175.59 N.
- Verificación:** A text box shows the inequality $V_c \geq V_n > \frac{V_c}{2}$. Below it, the values 157175.59, 66000, and 78587.8 are displayed with comparison operators. At the bottom, it says "Requiere armadura mínima por corte".

At the bottom right, there are two buttons: "Siguiente" and "Salir".

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Aquí se controla los tres tipos de verificaciones que se pueden dar:
 - a) $V_n < V_c / 2$, no se requiere armadura por corte



b) $V_c \geq V_n > V_c/2$, se requiere armadura mínima por corte.

c) $V_n > V_c$, se requiere armadura por corte

2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.3. Dependiendo del tipo de condición ya sea (b) o (c) se pueden presentar las siguientes ventanas:

a) Cuando se requiera armadura mínima de corte:

The screenshot shows the 'DISHAR_Cortante' window with the following sections:

- Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero**
 $V_r = V_n - V_c$ $V_r = 25175.59$
- Selección de estribos**
 - Diametro de la varilla: 10 mm
 - Inclinación del estribo: 90°
 - Número de ramas: 2
 - Formula: $A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \# \text{ramas}$ $A_v = 1.57$
 - Button: Aceptar
- Cálculo de la separación requerida de estribos**
$$S = \frac{16 A_v \cdot f_y}{\sqrt{f'_c} \cdot b_w} \leq \frac{3 A_v \cdot f_y}{b_w}$$

61.56 cm ≤ 56.55 cm

$S = 56.55$ cm
- Verificación de la máxima separación admisible de estribos**
$$S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$$

27.5 ≤ 60

$S_{m\acute{a}x} = 27.5$ cm
- Button: Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccione el diámetro de la varilla
2. Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
3. Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.
4. Presione clic en el botón **Aceptar**.



- Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**

b) Cuando se requiera armadura de corte:

DISHAR_Cortante

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero

$$V_s = V_u - V_c \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

242824.41 ≤ 628702.37

$V_s = 242824.41$

Selección de estribos

Dímetro de la varilla: 10 mm

Inclinación del estribo: 90 °

Número de ramas: 2

$$A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \# \text{ramas} \quad A_v = 1.57$$

Aceptar

Cálculo de la separación requerida de estribos

$$S = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{V_s} (\text{Sen } \alpha + \text{Cos } \alpha) \quad S = 14.94$$

Verificación de la máxima separación admisible de estribos

$$V_s \leq \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

242824.41 ≤ 314351.18

$$S_{\text{máx}} = \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$$

27.5 ≤ 60

$S_{\text{máx}} = 27.5 \text{ cm}$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

- Seleccione el diámetro de la varilla
- Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
- Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.
- Presione clic en el botón **Aceptar**.
- Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**

Paso2.3 DISEÑO DE VIGAS TE A TORSION.



Paso 2.3.1. Si selecciona el tipo de diseño: **a Torsión**; se presenta la siguiente pantalla:

DISHAR_Vigas Tee

DATOS DE PARTIDA PARA VINGAS Tee

Tipo de diseño: **Diseño a torsión**

Propiedades geométricas

Longitud del Elemento

L = 10 cm

Sección

b = 70 cm

h = 65 cm

bw = 35 cm

hf = 15 cm

Recubrimientos

r = 5 cm

Solicitaciones

Cargas

Mu = ...

Vu = 180000

Tu = 303000

Representación Gráfica

Propiedades de los materiales

Hormigón

f'c = 24 MPa

Ec = 23,025.20 MPa

Acero

fy = 420 MPa

Es = 200000 MPa

Descripción

MOMENTO TORSOR ULTIMO MAYORADO

Aceptar Cancelar Salir

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de **L**
2. Ingrese el valor de **b**
3. Ingrese el valor de **h**
4. Ingrese el valor de **bw**
5. Ingrese el valor de **hf**
6. Ingrese el valor de **r**
7. Ingrese el valor de **Vu** y **Tu** este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
8. Ingrese el valor de **f'c**, presionando enter se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.



9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
10. Ingrese el valor de f'_c
11. Ingrese el valor de E_c
12. Ingrese el valor de f_y
13. Ingrese el valor de E_s
14. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 2.3.2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

DISEÑO A TORSION

Cálculo de la altura efectiva

$d = h - r$ $d =$ 60 cm

Cálculo de la torsión nominal

$T_n = \frac{T_u}{\phi}$ $T_n =$ 40400 N_m

Cálculo de la sección y perímetro

$A_{sp} = b_w \cdot h$ $A_{sp} =$ 2275 cm²

$P_{sp} = 2(b_w + h)$ $P_{sp} =$ 200 cm

Cálculo del momento torsor crítico

$T_{u(calculada)} = \frac{\sqrt{f'_c}}{3} \left(\frac{A_{sp}^2}{P_{sp}} \right)$ $T_{u(calculada)} =$ 42258.8 N_m

$T_{cr} = \frac{T_{u(calculada)}}{4}$ $T_{cr} =$ 10564.7 N_m

Verificación

$T_{u(calculada)} > T_n > T_{cr}$

No se considera efectos torsionantes

Siguiente

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Aquí se controla los tres tipos de verificaciones que se pueden dar:
 - a. $T_n < T_{cr}$, no se requiere armadura por torsión
 - b. $T_{u(cal)} \geq T_n > T_{cr}$, no se consideran los efectos torsionantes.
 - c. $T_n > T_{u(cal)}$, se consideran los efectos torsionantes
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.



Paso 2.3.3. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

Cálculo del cortante nominal

$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 240000 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el hormigón

$$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b_w \cdot d \quad V_c = 171464.28 \text{ N}$$

Cálculo de la resistencia al corte proporcionada por el acero

$$V_s = V_n - V_c \leq \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$
$$68,535.72 \leq 685857.13 \text{ N}$$
$$V_s = 68535.72$$

Cálculo de A_v/s

$$\frac{A_v}{s} = \frac{V_s}{f_y \cdot d} \quad \frac{A_v}{s} = 0.272$$

Botones: **Siguiente**, **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Aquí se verifica el cortante, por lo que si hay que aumentar sección o aumentar la resistencia del concreto, el programa nos indicara con un mensaje.
2. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

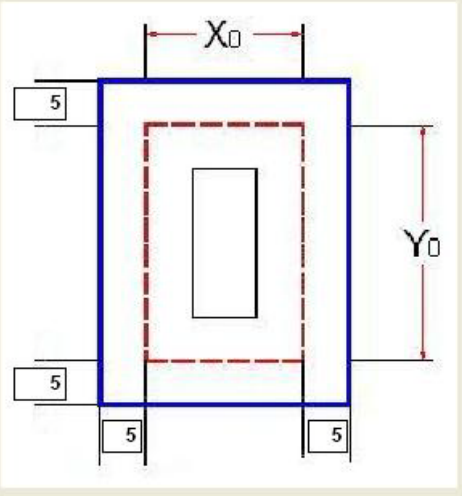
Paso 2.3.4. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

- a) Cuando no se requiera los calcular los efectos torsionantes:



DISHAR_Torsión

Cálculo del área encerrada por el eje

$$X_o = b_w - (r_1 + r_2) \quad X_o = 25$$
$$Y_o = h - (r_3 + r_4) \quad Y_o = 55$$
$$A_{oi} = X_o \cdot Y_o \quad A_{oi} = 1375 \text{ cm}^2$$
$$A_o = 0.85 \cdot A_{oi} \quad A_o = 1168.75 \text{ cm}^2$$
$$P_h = 2(X_o + Y_o) \quad P_h = 160 \text{ cm}$$


Siguiente **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. El recubrimiento de los cuatro lados de la sección vienen con el recubrimiento inicial, pero si el diseñador quiere ingresar otro lo puede hacer ubicándose en los recuadros del gráfico.
2. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

b) Cuando se requiera los calcular los efectos torsionantes:



DISHAR_Torsión

Cálculo del área encerrada por el eje

$$X_o = b_w - (r_1 + r_2) \quad X_o = 25$$
$$Y_o = h - (r_3 + r_4) \quad Y_o = 55$$
$$A_{oh} = X_o \cdot Y_o \quad A_{oh} = 1375 \text{ cm}^2$$
$$A_o = 0.85 \cdot A_{oh} \quad A_o = 1168.75 \text{ cm}^2$$
$$P_h = 2(X_o + Y_o) \quad P_h = 160 \text{ cm}$$

Aceptar

Verificación del aplastamiento del hormigón

$$\sqrt{\left(\frac{V_n}{b_w \cdot d}\right)^2 + \left(\frac{T_n \cdot P_h}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \left(\frac{V_c}{b_w \cdot d} + \frac{2}{3} \cdot \sqrt{f'_c}\right)$$

1.1429 ≤ 3.266

Siguiente **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. El recubrimiento de los cuatro lados de la sección vienen con el recubrimiento inicial, pero si el diseñador quiere ingresar otro lo puede hacer ubicándose en los recuadros del gráfico.
2. Presione clic en el botón **Aceptar** para que se realicen los cálculos, si la condición se cumple el diseño por torsión es el recomendado, y si es lo contrario debemos de cambiar las dimensiones.
3. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**
4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.3.5. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Torsión

Cálculo de A_t/s

$\theta = 45^\circ$

$$\frac{A_t}{s} = \frac{T_u}{2A_0 \cdot f_{yv} \cdot \cot \theta} \quad \frac{A_t}{s} = 0.412 \text{ mm}^2/\text{mm/rama}$$

Cálculo de la armadura de torsión longitudinal

$$A_L = \left(\frac{A_t}{s} \right) \cdot P_k \left(\frac{f_{yv}}{f_{yc}} \right) \cdot \cot^2 \theta \quad A_L = 658.42 \text{ mm}^2$$

Cálculo de la armadura de torsión longitudinal mínima

$$\frac{A_t}{s} \geq \frac{b_w}{8 \cdot f_{yv}}$$
$$0.412 \geq 0.139$$
$$\frac{A_t}{s} = 0.412$$
$$A_{Lmin} = \left(\frac{5 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot A_{sp}}{12 \cdot f_{yc}} \right) - \left(\frac{A_t}{s} \right) \cdot P_k \left(\frac{f_{yv}}{f_{yc}} \right) \quad A_{Lmin} = 446.47 \text{ mm}^2$$

Siguiente **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En esta ventana se puede escoger un ángulo para el cálculo de A_t/s .
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.3.6. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Torsión

Cálculo de los requisitos combinados de estribos para corte y torsión

$$\frac{A_{vt}}{s} = \frac{2A_t}{s} + \frac{A_v}{s} \quad \frac{A_{vt}}{s} = 1.096 \text{ mm}^2/\text{mm/rama}$$

Selección de estribos

Díametro de la varilla: 10 mm

Inclinación del estribo: 90°

Número de ramas: 2

$$A_v = \left(\frac{\pi D^2}{4} \right) \cdot \# \text{ ramas} \quad A_{vtrilla} = 157.08 \text{ mm}^2$$

Aceptar

Cálculo de la separación de estribos

$$s = \frac{A_{vtrilla}}{A_{vt}/s} \quad s = 143.32 \text{ mm}$$
$$A_{vt} = \frac{0.35 \cdot b_w \cdot s}{f_{yt}} \quad A_{vt} = 41.8 \text{ mm}^2$$

Verificación de la separación máxima de los estribos Ph/8 ni 30cm

$$s_{max} = \frac{P_k}{8} \quad s_{max} = 20 \text{ cm}$$

Verificación del mínimo diámetro de la varilla s/16 o 8mm

$$\theta = \frac{s}{16} \quad \theta = 9 \text{ mm}$$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:



1. Seleccione el diámetro de la varilla
2. Seleccione la inclinación del estribo, en la cual es recomendable a 90°
3. Seleccione el numero de ramas, también es recomendable que sea de dos porque el estribo debe ser cerrado y se presiona la tecla enter.
4. Presione clic en el botón **Aceptar**.
5. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta llegar a la ventana de **Vigas te**




DISEÑO DE COLUMNAS RECTANGULARES

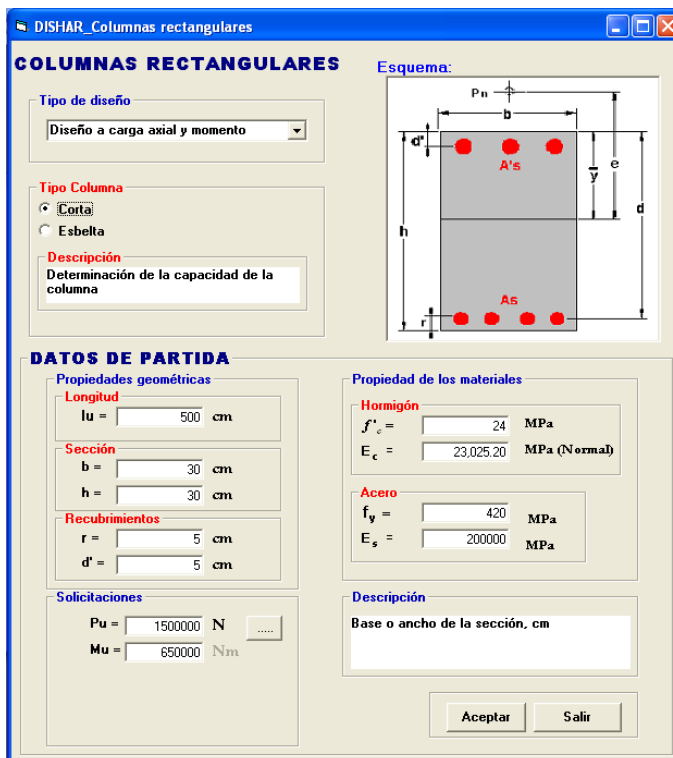
TRABAJAR CON COLUMNAS RECTANGULARES



Para trabajar con columnas rectangulares:

Paso 1 Ingresar

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.
Aparecerá la ventana Elementos.
Hacer clic en el botón **Columnas rectangulares**.
2. En el menú **Elementos**, seleccionar **Columnas rectangulares**.
3. Haga clic directamente en el botón Columnas rectangulares  de la barra de herramientas.



The screenshot shows the 'DISHAR_Columnas rectangulares' window. It has a title bar with standard window controls. The main area is divided into several sections:

- COLUMNAS RECTANGULARES**: A section header at the top left.
- Tipo de diseño**: A dropdown menu set to 'Diseño a carga axial y momento'.
- Tipo Columna**: Two radio buttons, 'Corta' (selected) and 'Esbelta'.
- Descripción**: A text box containing 'Determinación de la capacidad de la columna'.
- Esquema:**: A diagram of a rectangular column cross-section with dimensions b , h , d' , d , and e . It shows reinforcement bars labeled $A's$ and A_s , and an axial load P_n .
- DATOS DE PARTIDA**: A section for inputting data, divided into:
 - Propiedades geométricas**:
 - Longitud**: $l_u = 500$ cm.
 - Sección**: $b = 30$ cm, $h = 30$ cm.
 - Recubrimientos**: $r = 5$ cm, $d' = 5$ cm.
 - Solicitaciones**: $P_u = 1500000$ N, $M_u = 650000$ Nm.
- Propiedad de los materiales**:
 - Hormigón**: $f'_c = 24$ MPa, $E_c = 23,025,20$ MPa (Normal).
 - Acero**: $f_y = 420$ MPa, $E_s = 200000$ MPa.
- Descripción**: A text box with 'Base o ancho de la sección, cm'.

At the bottom right, there are 'Aceptar' and 'Salir' buttons.

Paso 2 Tipo de diseño

1. Diseño a carga axial
2. Diseño a combinación de flexión y carga axial

Paso 2.1 COLUMNA RECTANGULAR SOLICITADA A CARGA AXIAL.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de b



2. Ingrese el valor de h
3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de d
5. Ingrese el valor de P_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se accede haciendo clic en el botón
6. Ingrese el valor de f'_c , presionando enter se calcula automáticamente el valor de E_c $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
7. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
8. Ingrese el valor de f_y
9. Ingrese el valor de E_s
10. Presione clic en el botón **Aceptar**. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Columnas_Carga axial

CARGA AXIAL

Altura efectiva d
 $d = h - r$
 $d = 25.00 \text{ cm}$

Máxima carga axial
 $\phi = 0.65$
 $P_{n(max)} = \frac{P_u}{\phi \cdot 0.80}$
 $P_{n(max)} = 2,884,615.38 \text{ N}$

Cálculo del acero a compresión
 $A'_s = \frac{P_{n(max)} - 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h}{f'_y - 0.85 \cdot f'_c}$
 $A'_s = 26.24 \text{ cm}^2$

Asumir el diametro de la varilla
 $\phi_v = 22 \text{ mm}$
 $A_v = 3.80 \text{ cm}^2$

Nro de varillas
 $n_v = \frac{A'_s}{A_v}$
 $n_v = 6.90$
 $n = 8$
 $A_s = n \cdot A_v$
 $A_s = 30.41 \text{ cm}^2$

Cálculo de la cuantía de acero
 $\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$
 $\rho = 0.04$

Salir

En esta ventana el usuario debe seleccionar un diámetro de varilla para determinar la cuantía de diseño, redondeando el valor calculado de n_v , este valor debe ser



mayor. Al hacer **Enter** en el cuadro **n**, en la parte inferior de la pantalla se realizará el cálculo de la cuantía de acero que debe estar dentro de los límites establecidos en el código **ACI Art. 10.9.1** para que el diseño sea viable.

Paso 2.2 DISEÑO A COMBINACIÓN DE FLEXIÓN Y CARGA AXIAL.



Si selecciona el tipo de diseño: **Combinación de flexión y carga axial**; que es el tipo de diseño predeterminado de la pantalla **datos para columnas rectangulares** se puede diferenciar entre tres tipos de columna:

- Columna corta
- Columna esbelta en marcos arriostrados
- Columna esbelta en marcos no arriostrados

Se debe aclarar que dependiendo del tipo de columna se activarán determinadas solicitaciones para el diseño.

Paso 2.2.1 Diseño de columnas cortas a combinación de flexión y carga axial

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de **b**
2. Ingrese el valor de **h**
3. Ingrese el valor de **r**
4. Ingrese el valor de **d'**
5. Ingrese el valor de **P_u**, este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
6. Ingrese el valor de **M_u**, este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
7. Ingrese el valor de **f'_c**, presionando **Enter** se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.



8. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
9. Ingrese el valor de f_y
10. Ingrese el valor de E_s
11. Haga clic en el botón **Aceptar**, se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Columnas_flexión y carga axial

Combinación de flexión y carga axial

Determinar la distancia efectiva d
 $d = h - r$ 45.00 cm

Cálculo de la excentricidad
 $e = \frac{M_u}{P_u} = 43.33$ cm

Asumir la cuantías de acero para el diseño

$\rho' = 1.5\%$ **ACI 318-02 10.9.1**
Cuantía total
mín = 1%
máx = 8%

$\rho = 1.5\%$

Cálculo del área de acero
 $A_s = \rho \cdot b \cdot d$
 $A'_s = 33.75$ cm²
 $A_s = 33.75$ cm²

Asumir el diámetro de varilla de refuerzo

Área de la varilla
 $\phi_v = 28$ mm

Área de la varilla
 $A_v = 6.16$ cm²

Cálculo del N° de varillas
 $n = \frac{A_s}{A_v}$ $n' = 5.48$
 $n = 5.48$

n adoptados
6
6

Aceptar

As adoptados
 $A_s = n \cdot A_v$ $A'_s = 36.95$ cm²
 $A_s = 36.95$ cm²
 $\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$ $\rho' = 0.01642$
 $\rho = 0.01642$

Siguiete **Salir**

Se definen las cuantías ρ, ρ' para el diseño dentro de los rangos de las cuantías máximas que expone el **ACI** Art. 10.9.1, automáticamente se irán actualizando los valores de las áreas de diseño, luego de esto se selecciona el diámetro de la varilla con lo cual se calcula el número de barras, frente a estos se puede ingresar un valor redondeado. Se hace clic en el botón **Aceptar**, seguidamente en la parte inferior aparecen los nuevos valores recalculados de las áreas y cuantías para el diseño.

Haga clic en el botón **Siguiete** para pasar a la siguiente pantalla que se muestra en el siguiente gráfico.



DISHAR_Columnas_flexión y carga axial

Esquema

Cálculo de la distancia al centroide plástico
El centroide plástico representa la posición de la fuerza resultante producida por el acero y el concreto en compresión

$$\bar{y} = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h^2 / 2 + A_s \cdot f_y \cdot d + A'_s \cdot f_y \cdot d'}{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot h + A_s \cdot f_y + A'_s \cdot f_y}$$

$\bar{y} = 25.00 \text{ cm}$

Cálculo del factor β_1

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right)$$

$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$

$\beta_1 = 0.85$

Siguiente **Salir**

Haga clic en el botón **Siguiente**, la pantalla que se visualizara es:

Secciones controladas por compresión que se presenta en el siguiente grafico.

DISHAR_Columnas_flexión y carga axial

Secciones controladas por compresión $e_s = 0.00210$

Cálculo de la distancia al eje neutro **Cálculo de la altura del bloque de compresión**

$$c = \left(\frac{\sigma_u}{\sigma_u + \sigma_s} \right) \cdot d = 26.47 \text{ cm}$$
$$a = \beta_1 \cdot c = 22.50 \text{ cm}$$

Cálculo de la deformación en el acero **Cálculo del esfuerzo en el acero**

$$\epsilon'_s = \sigma_u \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) \quad \epsilon'_s = 0.00243$$
$$\epsilon_s = -0.00210$$
$$f_s = E_s \cdot \epsilon_s \leq f_y \quad f'_s = 420.00 \text{ MPa}$$
$$f_s = -420.00 \text{ MPa}$$

Cálculo de la carga de diseño **Cálculo del momento del diseño**

$$C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 2,677,500.00 \text{ N}$$
$$C_s = A'_s \cdot f'_s = 1,551,900.00 \text{ N}$$
$$T_s = A_s \cdot f_s = -1,551,900.00 \text{ N}$$
$$P_n = C_c + C_s + T_s = 2,677,500.00 \text{ N}$$
$$M_n = C_c \cdot \left(\bar{y} - \frac{a}{2} \right) + C_s \cdot (\bar{y} - d') + T_s \cdot (\bar{y} - d)$$
$$M_n = 988,916.25 \text{ Nm}$$

Cálculo de la excentricidad

$$e = \frac{M_n}{P_n} \quad e = 36.93 \text{ cm}$$

$e_c < e$ La sección se encuentra en la zona de transición o controlada por tracción

Siguiente **Salir**

Si la columna tiene una excentricidad grande. Se pasara directamente a la ventana de **Análisis de la sección propuesta** que se describe más adelante.

Si la columna tiene una pequeña excentricidad, se visualizará la ventana de **Secciones controladas por tracción**



DISHAR_Columnas_flexión y carga axial

Secciones controladas por tracción $\varepsilon_s = 0.00500$

Cálculo de la distancia al eje neutro $c = \left(\frac{\varepsilon_u}{\varepsilon_u + \varepsilon_s} \right) \cdot d = 16.88 \text{ cm}$	Cálculo de la altura del bloque de compresión $a = \beta_1 \cdot c = 14.34 \text{ cm}$
Cálculo de la deformación en el acero $\varepsilon'_s = \varepsilon_u \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) \quad \varepsilon'_s = 0.00211$ $\varepsilon_s = -0.00500$	Cálculo del esfuerzo en el acero $f_s = E_s \cdot \varepsilon_s \leq f_y \quad f'_s = 420.00 \text{ MPa}$ $f_s = -420.00 \text{ MPa}$
Cálculo de la carga de diseño $C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 1,706,906.25 \text{ N}$ $C_s = A'_s \cdot f'_s = 1,551,900.00 \text{ N}$ $T_s = A_s \cdot f_s = -1,551,900.00 \text{ N}$ $P_n = C_c + C_s + T_s = 1,706,906.25 \text{ N}$	Cálculo del momento del diseño $M_n = C_c \cdot \left(\bar{y} - \frac{a}{2} \right) + C_s \cdot (\bar{y} - d') + T_s \cdot (\bar{y} - d)$ $M_n = 925,069.38 \text{ Nm}$
Cálculo de la excentricidad $e = \frac{M_n}{P_n} \quad e = 54.20 \text{ cm}$ <p>$e_o > e$ La sección se encuentra en la zona de transición, aumente el valor del eje neutro</p>	

Al hacer clic en el botón **Siguiente**, se visualizará la ventana **Análisis de la sección propuesta**.

DISHAR_Columnas_flexión y carga axial

Análisis de la sección propuesta

distancia al eje neutro $c = 16.88 \text{ cm}$	Cálculo de la altura del bloque de compresión $a = \beta_1 \cdot c = 18.81 \text{ cm}$			
Cálculo de la deformación en el acero $\varepsilon'_s = \varepsilon_u \cdot \left(\frac{c - d'}{c} \right) \quad \varepsilon'_s = 0.00232$ $\varepsilon_s = -0.00310$	Cálculo del esfuerzo en el acero $f_s = E_s \cdot \varepsilon_s \leq f_y \quad f'_s = 420.00 \text{ MPa}$ $f_s = -420.00 \text{ MPa}$			
Cálculo de la carga de diseño $C_c = 0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot a = 2,238,146.05 \text{ N}$ $C_s = A'_s \cdot f'_s = 1,551,900.00 \text{ N}$ $T_s = A_s \cdot f_s = -1,551,900.00 \text{ N}$ $P_n = C_c + C_s + T_s = 2,238,146.05 \text{ N}$	Cálculo del momento del diseño $M_n = C_c \cdot \left(\bar{y} - \frac{a}{2} \right) + C_s \cdot (\bar{y} - d') + T_s \cdot (\bar{y} - d)$ $M_n = 969,821.82 \text{ Nm}$			
Cálculo de la excentricidad $e_{cal} = \frac{M_n}{P_n} = 43.33 \text{ cm} \quad e = 43.33 \text{ cm} \quad \frac{e_{cal}}{e} \geq 1 \quad \frac{e_{cal}}{e} = 1.0000$				
<table border="0"> <tr> <td> Condición 1 Ok. $P_n > 0.10 \cdot f'_c \cdot b \cdot h$ $2,238,146.05 > 700,000.00$ </td> <td> Condición 2 Ok. $\phi = 0.48 + 83 \cdot e_z \quad \phi = 0.7373$ $P_{u(cal)} = \phi \cdot P_n$ $P_{u(cal)} \geq P_u$ $1,650,185.082665 > 1,500,000$ </td> <td> Condición 3 Sobre dimensionamiento $1 \leq \frac{P_{u(cal)}}{P_u} \leq 1.10$ $\frac{P_{u(cal)}}{P_u} = 1.10$ </td> </tr> </table>		Condición 1 Ok. $P_n > 0.10 \cdot f'_c \cdot b \cdot h$ $2,238,146.05 > 700,000.00$	Condición 2 Ok. $\phi = 0.48 + 83 \cdot e_z \quad \phi = 0.7373$ $P_{u(cal)} = \phi \cdot P_n$ $P_{u(cal)} \geq P_u$ $1,650,185.082665 > 1,500,000$	Condición 3 Sobre dimensionamiento $1 \leq \frac{P_{u(cal)}}{P_u} \leq 1.10$ $\frac{P_{u(cal)}}{P_u} = 1.10$
Condición 1 Ok. $P_n > 0.10 \cdot f'_c \cdot b \cdot h$ $2,238,146.05 > 700,000.00$	Condición 2 Ok. $\phi = 0.48 + 83 \cdot e_z \quad \phi = 0.7373$ $P_{u(cal)} = \phi \cdot P_n$ $P_{u(cal)} \geq P_u$ $1,650,185.082665 > 1,500,000$	Condición 3 Sobre dimensionamiento $1 \leq \frac{P_{u(cal)}}{P_u} \leq 1.10$ $\frac{P_{u(cal)}}{P_u} = 1.10$		

El programa internamente realiza las interacciones necesarias para obtener una excentricidad igual a la calculada con M_u/P_u , para que el diseño se compatible, luego se verifica las condiciones al hacer clic en el botón **Verificar condiciones**, aparecerá en la parte inferior de la pantalla.



Paso 2.2.2 Diseño columnas esbeltas en marcos arriostrados.



El diseño de columnas esbeltas en pórticos arriostrados es un proceso iterativo que se puede resumir en los siguientes pasos:

1. Se verifica si las excentricidades y los momentos mínimos controlan el diseño.
2. Se selecciona tentativamente las dimensiones y cuantías de acero de la columna en estudio, y se la analiza como columna corta.
3. Con los datos obtenidos se realiza una verificación para ver si se toman en cuenta los efectos de la esbeltez, asumiendo un valor del factor de longitud efectiva k .
4. Si los efectos de esbeltez necesitan ser tomados en cuenta en el diseño se refinan los cálculos de k , teniendo en cuenta las rigideces de los elementos EI/I y los factores de restricción de la rotación ψ según los momentos de inercia brutos y las dimensiones tentativas de los elementos. Se verifican de nuevo los criterios de esbeltez.
5. Si los efectos de esbeltez son considerados en el diseño se calculan el factor de amplificación de momentos δ_{ns} y el momento amplificado M_c .
6. Se verifica si la columna es adecuada para resistir la carga axial y el momento amplificado, como una columna corta. Si es necesario se modifica la sección.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de b
2. Ingrese el valor de h
3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de d'
5. Ingrese el valor de P_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
6. Ingrese el valor de M_{1u} , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 



7. Ingrese el valor de M_{2u} , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
8. Ingrese el valor de f'_c , presionando **Enter** se calcula automáticamente el valor de E_c $4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
10. Ingrese el valor de f_y
11. Ingrese el valor de E_s
12. Haga clic en el botón **Aceptar**, se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Columnas esbeltas arriostradas

Columnas en pórticos indesplazables

Chequeo para momento mínimo

$M_{2min} = P_u(15 + 0.03 \cdot h)$ E.c. (10-14)
 $M_2 = 255,000.00 \text{ Nm}$ $M_2 \geq M_{2min}$
El momento M_{2u} controla el diseño

Chequeo para considerar los efectos de esbeltez

Seleccionar k

- ☒ Col. Art. en los extremos
- ☐ Columnas-Losas planas
- ☐ Columnas-Vigas

$k = 0.9$

Radio de giro

$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$ $A_g = b \cdot h$
 $r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}}$ $r = 10.87 \text{ cm}$

Forma del diagrama de momentos

Simple curvatura

Chequeo del método de amplificador

$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 100$ $32.79 \leq 100$
Utilizar el método de factor de amplificación de momentos para considerar los efectos de esbeltez

Chequeo para considerar la esbeltez

$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$ E.c. (10-7)
 $32.79 > 23.41$
Los efectos de esbeltez deben incluirse en el diseño

Siguiente Salir

En esta ventana se puede se puede realizar:

1. Adoptar un valor de k en función de las opciones que el programa presenta o ingresando un valor que el usuario crea pertinente. Cabe mencionar que el factor de longitud efectiva k para marcos arriostrados es menor o igual a uno.
2. Se puede seleccionar un valor distinto del radio de giro r .
3. Se debe seleccionar la forma del diagrama de momentos.



4. El programa verifica si es aplicable el método de amplificador de momentos, si no se puede aplicar se desactivara el botón de **Siguiente**.

Haga clic en el botón **Aceptar**, se presenta la siguiente ventana

DISHAR_Columnas esbeltaz arriostradas

Grado de restricción rotacional

Ext. superior $\psi_A =$ 4.21

Ext. inferior $\psi_B =$ 4.21

Valor menor $\psi_{min} =$ 4.210

Continuar

Coeficiente de longitud efectiva K

Ecuaciones (A) o (B) C10.12.1

$K = 0.7 + 0.05 \cdot (\psi_A + \psi_B) \leq 1$ Ec. (A)

$k = 1$

$k = 0.85 + 0.05 \cdot \psi_{min} \leq 1$ Ec. (B)

$k = 1$

Ábacos de lineamiento de Jackson y Moreland

$k =$ 0.87 Fig. R10.12.1

Escoger el menor valor de k

$k_{imp} =$ 0.87


Chequeo para considerar la esbeltez

$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)$ ACI 10.11.2

31.69 > 23.41

Los efectos de esbeltez deben incluirse en el diseño

Siguiente Salir

En esta ventana se ingresan los factores de restricción de la rotación para la parte superior e inferior de la columna, también se pueden calcular haciendo clic en el botón , se presenta la ventana **Coeficientes de restricción rotacional**.

DISHAR_Columnas

Coefficiente de restricción rotacional

☒ Extremo superior ☐ Extremo inferior

Nº de vigas: 1 Nº de columnas: 1 ☐ Empotrado

Tipos de Vigas

Viga uno

☒ Rectangular ☐ Tee ☐ L

Hormigón

$f'_c = 24$ MPa $E_c = 23,025.20$ MPa (Normal)

Extremo Superior

$$\psi_A = \frac{\sum \frac{EI}{l_u} \text{ cols}}{\sum \frac{EI}{l_v} \text{ vigas}}$$

$\psi_A = 4.47$

	Viga R		
	Viga 1	Col. sup.	Col. est.
b(cm) =	120	45	45
h(cm) =	30	45	45
l(m) =	3.50	3.96	3.96
I(m ⁴) =	0.002700	0.003417	0.003417
Ia(m ⁴) =	0.000945	0.002392	0.002392
Ec(MPa) =	23,025.20	23,025.20	23,025.20
Ecia =	21.76	55.08	55.08
Ecia/l =	6.22	13.91	13.91

Aceptar **Cancelar**

Permite calcular los coeficientes de restricción rotacional en la parte superior e inferior de la columna mediante las rigideces de los elementos basados en los momentos de inercia para secciones agrietados:

1. Seleccione el número de vigas que van al nudo (máximo dos vigas).
2. Selecciones si existe una columna encima o debajo de la columna en estudio según sea el caso analizado (extremo superior o inferior).
3. Determine el tipo de viga (rectangular, Te, L), así como la resistencia a la compresión del hormigón f'_c que puede ser diferente para vigas y columnas.
4. Haga clic en el botón **Aceptar** frente al tipo de viga.
5. Se presentará una cuadrícula donde puede ingresar las dimensiones de las secciones viga y columnas y su longitud libre en el caso de vigas y para columnas se ingresa la distancia entre los nudos.
6. Haga clic en el botón **Aceptar**.
7. Se presentará los resultados en forma de cuadrícula de momento de inercia de la sección bruta de hormigón, de la sección agrietada, del módulo de elasticidad del hormigón y de la relación EI/I_c .



8. se procede igual tanto para el extremo superior e inferior de la viga.
9. Al hacer clic en el botón de la parte inferior de la ventana se sale de la misma y se regresa a la ventana anterior con el valor calculado de ψ para cada extremo.

Luego de calcular o ingresar los coeficientes de restricción rotacional ψ en los extremos se hace clic en el botón de **Continuar**, para continuar con los cálculos.

Con los coeficientes ψ se puede ingresar un valor leído de los monogramas que se presentan en el código **ACI R.10.12.1**, al presionar entre dentro del cuadro de texto se hace un recalcu del k adoptado.

Si se verifica que los efectos de esbeltez son apreciables en el diseño se activa el botón **Siguiente** para pasar a la siguiente pantalla, de lo contrario se desactiva si los efectos de esbeltez son despreciados.

DISHAR_Columnas esbeltaz arriostradas

Determinación de M_c

$\beta_d = \frac{\text{Máx. carga axial permanente mayorada}}{\text{Máx. carga axial total mayorada}} \quad \text{ACI 10.0 (b)}$
 $\beta_d = 0.52$

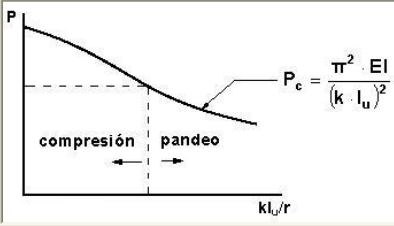
Momento de inercia I_g
 $I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$
 $I_g = 0.00342 \text{ m}^4$

Cálculo del parametro de rigidez EI
 $EI = \frac{0.4 \cdot E_c \cdot I_g}{1 + \beta_d} \quad \text{Ec. (10-12)}$
 $EI = 22.36 \text{ MNm}^2$

Factor de corrección para momento uniforme equivalente
 $C_m = 0.6 + 0.4 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0.4$
 $C_m = 1 \quad C_m = 0.95$
☒ Sin cargas trasversales
☐ Con cargas trasversales

Carga critica de pandeo P_c
 $P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l_u)^2} \quad \text{Ec. (10-10)}$
 $P_c = 18,596,565.03 \text{ N}$

Factor de amplificador del momento
 $\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi_k \cdot P_c}} \quad \delta_{ns} = 1.18$
 $M_o = \delta_{ns} \cdot M_2 \quad M_o = 300,403.32$



Salir



El valor del factor β_d se calcula automáticamente si las solicitaciones fueron ingresadas por medio de la pantalla **Combinaciones de carga**, sin no es el caso, el usuario debe ingresar un valor diferente de cero si es el caso.

Al hacer **entre** se realizara un recalcu de los valores presentados, también para el cálculo del coeficiente de corrección de momento uniforme equivalente C_m , el usuario deberá ingresar si en la estructura se encuentra actuando cargas transversales de larga duración.

Se verifica si la columna es adecuada para resistir la carga axial y el momento amplificado, como una columna corta. Si es necesario se modifica la sección.


Paso 2.2.3 Diseño columnas esbeltas en marcos no arriostradas.

El diseño de columnas esbeltas en marcos no arriostrados es un proceso iterativo similar al descrito para marcos arriostrados contra desplazamiento lateral.

Paso 2.1.4.2 Para cargas verticales solamente

El diseño es similar al descrito anteriormente, pero debe comprobarse los requisitos referentes a marcos no arriostrados.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de **b**
2. Ingrese el valor de **h**
3. Ingrese el valor de **r**
4. Ingrese el valor de **d'**
5. Ingrese el valor de **P_u** , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 



6. Ingrese el valor de M_{1ns} , estos parámetros se los puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
7. Ingrese el valor de M_{2ns} , estos parámetros se los puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
8. Ingrese el valor de f'_c , presionando **Enter** se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.
9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
10. Ingrese el valor de f_y
11. Ingrese el valor de E_s

Observación: M_{1s} , M_{2s} son iguales a cero

Haga clic en el botón **Aceptar**, se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Columnas esbeltaz no arriostradas

Chequeo para momento mínimo

$M_{2min} = P_u (15 + 0.03 \cdot h)$ Ec. (10-14)
 $M_2 = 15,000.025,000.00 \text{ Nm}$ $M_2 \geq M_{2min}$
El momento M2u controla el diseño

Radio de giro

$r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}}$ $r = 14.43 \text{ cm}$

Chequeo para desplazamiento lateral

Verificar si el momento máximo ocurre en los extremos o en un punto ubicado entre los mismos

$\frac{l_u}{r} > \frac{35}{\sqrt{\frac{P_u}{f'_c \cdot A_g}}}$ Ec. (10-19) **Calcular el factor de amplificación para marcos arriostrados**

$41.08 > 40.41$

Grado de restricción rotacional

Ext. superior $\psi_A = 2$
Ext. inferior $\psi_B = 3$
Promedio $\psi_m = 2.500$ **Continuar**

Cálculo del coef. de longitud efectiva k

Para $\psi_m \geq 2$
 $k = 0.9 \cdot \sqrt{1 + \psi_m}$ Ec. (D)
 $k = 1.684$
Según los ábacos de lineamiento de Jackson y Moreland Fig. R10.12.1 (b)
 $k = 1$
k impuesto es el mayor de los dos
 $k_{imp} = 1.684$

Chequeo del método de amplificador

$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 100$ $69.20 \leq 100$
OK, se puede aplicar el método de amplificador de momento

Chequeo para tomar en cuenta la esbeltez

$\frac{k \cdot l_u}{r} \geq 22$ $69.20 \geq 22$
Los efectos de esbeltez se deben incluir en el diseño

Siguiente **Salir**



Para esta situación el cuequeo por desplazamiento lateral no necesita ser verificado, se deben ingresar o calcular los coeficientes de restricción rotacional tal como se lo describió en el análisis para marcos arriostrados, luego se hace clic en el botón **Continuar**.

El cálculo del coeficiente de longitud efectiva es igual al dado en el código **ACI C.10.12.1**, para marcos no arriostrados, se puede ingresar un valor leído de los monogramas Fig. R10.12.1, luego se verifica si es aplicable el método de amplificación de momentos y si los efectos de esbeltez son tomados en cuenta en el diseño, si no hay como aplicar el análisis o si los efectos de esbeltez no son considerables se desactiva el botón **Siguiente** y el diseño termina.

Si se verifica que tanto el método de amplificación de momentos es aplicable y que los efectos de esbeltez deben ser tomados en cuenta se hace clic en el botón **Siguiente** y se continua con el cálculo pasando a la siguiente ventan.

DISHAR_Columnas esbeltas no arriostradas

Determinación de M_c

$\beta_d = \frac{\text{Máx. carga axial permanente mayorada}}{\text{Máx. carga axial total mayorada}}$ ACI 10.0 (b)

$\beta_d = 0.52$

Momento de inercia I_g

$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$

$I_g = 0.00342 \text{ m}^4$

Cálculo del parametro de rigidez EI

$EI = \frac{0.4 \cdot E_c \cdot I_g}{1 + \beta_d}$ Ec. (10-12)

$EI = 22.36 \text{ MNm}^2$

Factor de corrección para momento uniforme equivalente

$C_m = 0.6 + 0.4 \cdot \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \geq 0.4$

$C_m = 1$ $C_m = 1$

☐ Sin cargas trasversales
☒ Con cargas trasversales

Carga critica de pandeo P_c

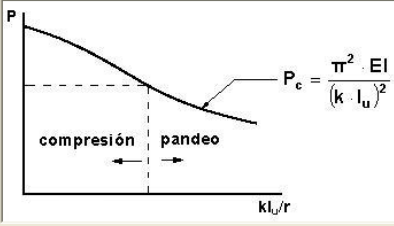
$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l_u)^2}$ Ec. (10-10)

$P_c = 18,596,565.03 \text{ N}$

Factor de amplificador del momento

$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi_k \cdot P_c}}$ $\delta_{ns} = 1.18$

$M_c = \delta_{ns} \cdot M_2$ $M_c = 300,403.32$



Salir






En esta ventana se debe ingresar un valor de β_d , hacer **entre** para continuar con los cálculos, en este punto la teoría para marcos no arriostrados señala que el factor de corrección de momentos C_m es igual a la unidad, se sigue con los cálculos presentados determinando el factor de amplificación de momentos δ_{ns} y el momento de diseño M_c .

Se verifica si la columna es adecuada para resistir la carga axial y el momento amplificado, como una columna corta. Si es necesario se modifica la sección.

Paso 2.1.4.2 Para cargas verticales solamente

El diseño es similar al descrito anteriormente, pero debe comprobarse los requisitos referentes a marcos no arriostrados.

Datos de partida:

1. Ingrese el valor de b
2. Ingrese el valor de h
3. Ingrese el valor de r
4. Ingrese el valor de d'
5. Ingrese el valor de P_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
6. Ingrese el valor de M_{1ns} , M_{1s} estos parámetros se los puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
7. Ingrese el valor de M_{2ns} , M_{2s} estos parámetros se los puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
8. Ingrese el valor de f'_c , presionando **Enter** se calcula automáticamente el valor de $E_c = 4700 \cdot \sqrt{f'_c}$, que corresponde a hormigones de peso normal.



9. Si desea ingresar otro valor solo tiene que remplazar este valor E_c
10. Ingrese el valor de f_y
11. Ingrese el valor de E_s
12. Haga clic en el botón **Aceptar**, se presenta la siguiente ventana:

DISHAR Columnas esbeltaz no arriostradas

Chequeo para momento mínimo
 $M_{2min} = P_u (15 + 0.03 \cdot h)$ Ec. (10-14)
 $M_2 = 15,000.025,000.00 \text{ Nm}$ $M_2 \geq M_{2min}$
El momento M_{2u} controla el diseño

Radio de giro
 $r = \sqrt{\frac{I_g}{A_g}}$ $r = 14.43 \text{ cm}$

Chequeo para desplazamiento lateral
Verificar si el momento máximo ocurre en los extremos o en un punto ubicado entre los mismos
 $\frac{l_u}{r} > \frac{35}{\sqrt{\frac{P_u}{f'_c \cdot A_g}}}$ Ec. (10-19) **Calcular el factor de amplificación para marcos arriostrados**
41.08 > 40.41

Grado de restricción rotacional
Ext. superior $\psi_A = 2$
Ext. inferior $\psi_B = 3$
Promedio $\psi_m = 2.500$ **Continuar**

Cálculo del coef. de longitud efectiva k
Para $\psi_m \geq 2$
 $k = 0.9 \cdot \sqrt{1 + \psi_m}$ Ec. (D)
 $k = 1.684$
Según los ábacos de lineamiento de Jackson y Moreland Fig. R10.12.1 (b)
 $k = 1$
K impuesto es el mayor de los dos
 $K_{imp} = 1.684$

Chequeo del método de amplificador
 $\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 100$ $69.20 \leq 100$
OK, se puede aplicar el método de amplificador de momento

Chequeo para tomar en cuenta la esbeltez
 $\frac{k \cdot l_u}{r} \geq 22$ $69.20 \geq 22$
Los efectos de esbeltez se deben incluir en el diseño

Siguiente Salir

Se ingresa o calculan los coeficientes de restricción rotacional ψ tal como se lo describió en el análisis para marcos arriostrados, luego se hace clic en el botón **Continuar**.

Se verifica el momento de máximo de diseño se encuentra actuando en un punto entre los extremos ó en uno de los extremos (**chequeo para desplazamiento lateral**), si es el caso se deben considerar los efectos de esbeltez locales δ_{ns} .

El cálculo del coeficiente de longitud efectiva es igual al dado en el código **ACI** C.10.12.1, para marcos no arriostrados, se puede ingresar un valor leído de los monogramas Fig. R10.12.1, luego se verifica si es aplicable el método de amplificación de momentos y si los efectos de esbeltez son tomados en cuenta en el diseño, si no hay como aplicar el análisis o si los efectos de esbeltez no son considerables se desactiva el botón **Siguiente** y el diseño termina.

Efectos de esbeltez globales.



DISHAR_Columnas esbeltas no arriostradas

Datos

$\Delta_0 =$ m

$V_c =$ N

$\sum P_u =$ N

$\sum P_c =$ N

Descripción
Desplazamiento relativo de primer orden entre

Calcular **Siguiente** **Salir**

Cálculo del factor de amplificación por desplazamiento lateral

Análisis de segundo orden aproximado (10.13.4.2)

Cálculo del índice de estabilidad

$Q = \frac{\sum P_u \cdot \Delta_0}{V_u \cdot l_c}$ Ec. (10-6)

$Q = 0.14$

$\delta_s = \frac{1}{1 - Q}$ Ec. (10-17)

$\delta_s = 1.17$ $1.0 \leq \delta_s \leq 1.5$ Ok...

Método anterior de los códigos ACI (10.13.4.3)

$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi_k \cdot \sum P_c}} \geq 1$ Ec. (10-6)

$\delta_s = 1.24$ Ok...

$\delta_{s(imp)} =$

Chequeo a la inestabilidad por desplazamiento lateral

$\beta_d = \frac{\text{Máx. carga axial permanente mayorada}}{\text{Máx. carga axial total mayorada}}$ ACI 10.0 (a) Label17

$\beta_d =$ **Verificar** $(1 + \beta_d) = 1.50$

Mediante (10.13.4.2)

$(1 + \beta_d) \cdot Q \leq 0.60$ < 0.60

La estructura es estable en este nivel

Mediante (10.13.4.3)

$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\sum P_u}{\phi_k \cdot \sum P_c / (1 + \beta_d)}} \geq 1$

$\delta_s \leq 2.5$ < 2.50

La estructura es estable en este nivel

Datos:

1. Ingrese el valor de Δ_0
2. Ingrese el valor de V_c
3. Ingrese el valor de $\sum P_u$

Este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón

4. Ingrese el valor de $\sum P_c$

Haga clic en **Calcular** para realizar los cálculos pertinentes.

El código **ACI** en el Art. 10.13.6 sugiere que para marcos desplazables se debe investigar la posibilidad de inestabilidad por desplazamiento lateral de la estructura en su conjunto, para una carga aplicada de **$1.4 P_D + 1.7 P_L$**



Si el chequeo por desplazamiento lateral indica que se debe tomar en cuenta los efectos de esbeltez locales se pasa a la siguiente ventana al hacer clic en el botón **Siguiente**:

DISHAR_Columnas esbeltaz no arriostradas

Efecto de esbeltez locales

Grado de restricción rotacional

Ext. superior $\psi_A = 2$

Ext. inferior $\psi_B = 3$

Menor $\psi_{mh} = 2.00$

$\beta_d = \frac{\text{Máx. corte permanente mayorado}}{\text{Máx. corte total mayorado}}$ ACI 10.0 (b)

$\beta_d = 0.2$ **Continuar**

Cálculo del coef. de longitud efectiva k

Según las ecuaciones (A) o (B) C10.12.1

$K = 0.7 + 0.05 \cdot (\psi_A + \psi_B) \leq 1$ $k = 0.950$

$k = 0.85 + 0.05 \cdot \psi_{mh} \leq 1$ $k = 0.950$

Según los ábacos de lineamiento de Jackson y Moreland figura C10.12.1

$k = 1$

Para ecuaciones de diseño se deberá escoger el menor valor de K calculado por las ecuaciones A o B o leído del ábaco

$K_{imp} = 0.95$

Momento de inercia I_g

$I_g = \frac{b \cdot h^3}{12}$

$I_g = 0.00521 \text{ m}^4$

Cálculo del parametro de rigidez EI

$EI = \frac{0.4 \cdot E_c \cdot I_g}{1 + \beta_d}$ Ec. (10-12)

$EI = 39.97 \text{ MNm}^2$

Factor de amplificador del momento

Para columnas no arriostradas

$C_m = 1$

$\delta_{ns} = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{\phi_k \cdot P_c}}$ $\delta_{ns} = 1.93$

Carga crítica de pandeo P_c

$P_c = \frac{\pi^2 \cdot EI}{(k \cdot l_u)^2}$ Ec. (10-10)

$P_c = 12,431,510.33 \text{ N}$

Salir **Siguiente**

Los valores de los coeficientes de restricción rotacional se pasan automáticamente, se debe ingresar un valor diferente de cero para la relación β_d si es el caso, al hacer clic en el botón **Continuar** se realizan los cálculos pertinentes, se puede ingresar un valor del coeficiente de longitud efectiva k leído del **ACI** Fig. R10.12.1 mayor que uno, presione **enter** para actualizar los cálculos. Use un valor de C_m , diferente de uno para marcos no arriostrados contra desplazamiento lateral si considera adecuado y presione **enter** para actualizar los cálculos.

Haga clic en el botón **Siguiente** se pasará a la siguiente pantalla:



DISHAR_Columnas esbeltas no arriostradas

Momentos de diseño

$\delta_{ns} = 1.93$
 $\delta_s = 1.24$

Momentos amplificados

$M_1 = \delta_{ns} \cdot M_{1ns} + \delta_s \cdot M_{1s}$
 $M_1 = 280,255.26$
 $M_2 = \delta_{ns} \cdot M_{2ns} + \delta_s \cdot M_{2s}$
 $M_2 = 320,388.75$

Salir

Donde se presentan los momentos de diseño amplificados, luego se verifica si la columna es adecuada para resistir la carga axial y el momento amplificado, como una columna corta. Si es necesario se modifica la sección.




DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS



TRABAJAR CON ZAPATAS AISLADAS

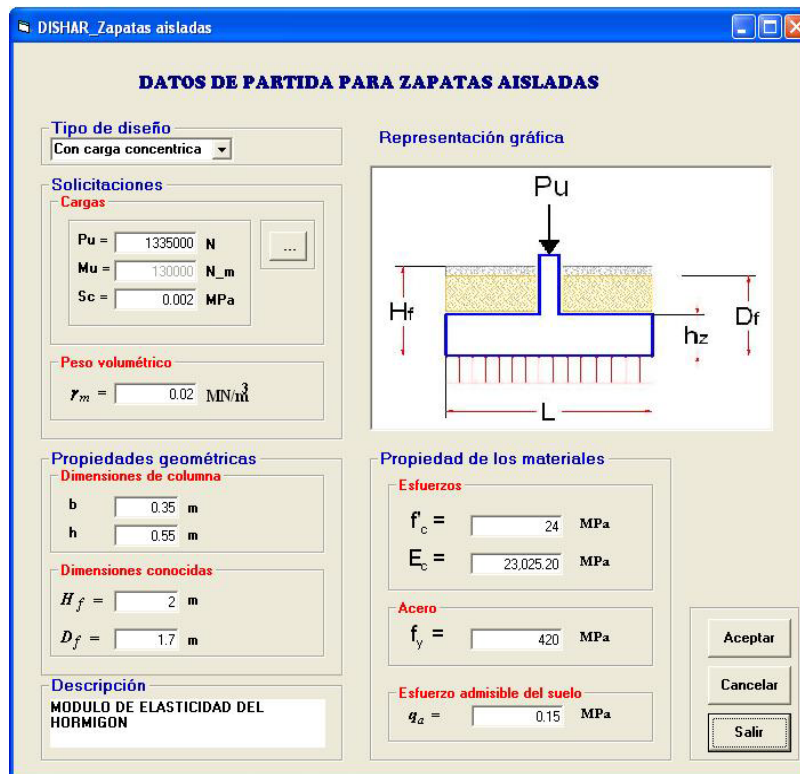
Paso 1 Para el trabajo de zapatas aisladas se puede ingresar de tres maneras diferentes:

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**. Aparecerá la ventana Elementos. Hacer clic en el botón **Cimentaciones**, al frente, **Zapatas aisladas**. hacer clic en **Zapatas aisladas**.
2. En el menú **Elementos**, **Cimentaciones**, seleccionar **Zapatas aisladas**.
3. Haga clic directamente en el botón Zapatas aisladas  de la barra de herramientas.

Paso 2. Seleccionar el tipo de diseño, el mismo que puede ser: **Con carga concéntrica**, **Con carga excéntrica**.

Paso 2.1. ZAPATAS AISLADAS CON CARGA CONCÉNTRICA.

Paso 2.1.1. Si selecciona el tipo de diseño: **Con carga concéntrica**; se presenta la siguiente pantalla:



The screenshot shows the 'DISHAR_Zapatas aisladas' window. It contains several input fields and a graphical representation of the foundation design.

DATOS DE PARTIDA PARA ZAPATAS AISLADAS

Tipo de diseño
Con carga concéntrica

Solicitaciones
Cargas
 $P_u = 1335000$ N
 $M_u = 130000$ N_m
 $S_c = 0.002$ MPa

Peso volumétrico
 $\gamma_m = 0.02$ MN/m³

Propiedades geométricas
Dimensiones de columna
 $b = 0.35$ m
 $h = 0.55$ m
Dimensiones conocidas
 $H_f = 2$ m
 $D_f = 1.7$ m

Propiedad de los materiales
Esfuerzos
 $f'_c = 24$ MPa
 $E_c = 23,025.20$ MPa
Acero
 $f_y = 420$ MPa
Esfuerzo admisible del suelo
 $q_a = 0.15$ MPa

Representación gráfica
The diagram shows a cross-section of a foundation with a central column. The column has width b and height h . The foundation has width L and height H_f . The column is subjected to a vertical load P_u and a moment M_u . The foundation is subjected to a soil reaction q_a . The diagram also shows the dimensions h_z and D_f .


Descripción
MODULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGON

Buttons: Aceptar, Cancelar, Salir



Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter

Datos de partida:

1. Ingrese la carga **P_u** , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
2. Ingrese el valor de **S_c**
3. Ingrese el valor de **γ_m**
4. Ingrese el valor de **b** de la columna del lado corto
5. Ingrese el valor de **h** de la columna del lado largo
6. Ingrese el valor de **H_f**
7. Ingrese el valor de **D_f**
8. Ingrese el valor de **f'_c**
9. Ingrese el valor de **E_c**
10. Ingrese el valor de **f_y**
11. Ingrese el valor de **q_a**
12. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 2.1.2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CÁLCULO DE ZAPATAS AISLADAS

Cálculo del esfuerzo neto del terreno

$$\sigma_n = q_a - \gamma_m \cdot H_f - S_c \quad \sigma_n = 0.1080 \text{ MPa}$$

Cálculo del área requerida para la base de la zapata

$$P = 1.335 \text{ MN}$$
$$A_{\text{requerida}} = \frac{P}{\sigma_n} \quad A_{\text{requerida}} = 12.361 \text{ m}^2$$

Determinación del tipo de zapata y dimensionamiento

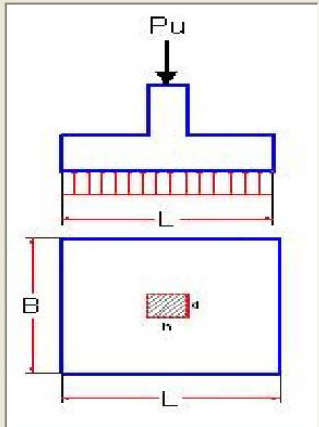
Seleccione el tipo de zapata:

$$L = \sqrt{A_{\text{requerida}} + \left(\frac{h-b}{2}\right)} \quad L = 3.616 \text{ m}$$
$$B = \sqrt{A_{\text{requerida}} - \left(\frac{h-b}{2}\right)} \quad B = 3.416 \text{ m}$$

Valores adoptados

L (adop) = m B (ado) = m

Cálculo de la reacción neta del terreno

$$\sigma_u = \frac{P_u}{B \cdot L} \quad \sigma_u = 0.100376 \text{ MPa}$$




En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccione el tipo de zapata
2. Dependiendo del tipo de zapata se puede presentar lo siguiente:
 - a) Si el tipo de zapata es **Zapata rectangular**; entonces ingrese el valor de $L_{(adop)}$ y $B_{(adop)}$
 - b) Si el tipo de zapata es **Zapata cuadrada**; entonces ingrese el valor de $L_{(adop)}$
3. Presione clic en el botón **Aceptar**, aquí debe de tener en cuenta $\sigma_n \geq \sigma_u$, por lo que se hará visible el botón **Siguiente**.
4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.3. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CALCULO DEL CORTANTE POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de la altura efectiva [d] con $ad^2 + bd + c = 0$

a) $4\phi\beta_c\sqrt{f'c} + 8\phi\sqrt{f'c} + 6\sigma_u \cdot \beta_c \cdot d^2 + [2(h+b) \cdot (\phi\beta_c\sqrt{f'c} + 2\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u \cdot \beta_c)] \cdot d - 6\beta_c(P_u - \sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$

$\beta_c = \frac{h}{b} < 2 \quad \beta_o = 1.57$

$d_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_1 = 0.3042 \text{ m}$ Ver Gráfico

b) $(8\phi\sqrt{f'c} + \phi\alpha_c\sqrt{f'c} + 12\sigma_u) \cdot d^2 + 4(h+b) \cdot (\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u) \cdot d - (12P_u - 12\sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$

Tipo de columna: Columnas interiores $\alpha_c = 40$

$d_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_2 = 0.2604 \text{ m}$

c) $(4\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u) \cdot d^2 + [2\phi\sqrt{f'c} \cdot (h+b) + 3\sigma_u \cdot (h+b)] \cdot d - (3P_u - 3\sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$

$d_3 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_3 = 0.3322 \text{ m}$

Cálculo del cortante al punzonamiento

a) $b_{o1} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_1 \quad b_{o1} = 3.017 \text{ m} \quad V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o1} \cdot d_1 \quad V_{c1} = 1.70297 \text{ MN}$

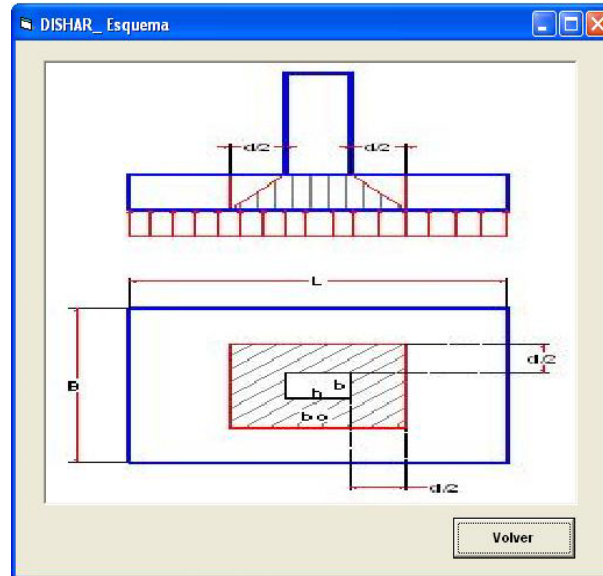
b) $b_{o2} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_2 \quad b_{o2} = 2.842 \text{ m} \quad V_{c2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_c \cdot d}{b_{o2}} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o2} \cdot d_2 \quad V_{c2} = 1.71147 \text{ MN}$

c) $b_{o3} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_3 \quad b_{o3} = 3.129 \text{ m} \quad V_{c3} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o3} \cdot d_3 \quad V_{c3} = 1.69731 \text{ MN}$

Siguiente Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En esta ventana se hace una iteración en donde $V_n = V_c$ para encontrar un valor tentativo de d , utilizando las ecuaciones del cortante por punzonamiento.
2. Si desea ver el gráfico de esta ventana presione clic en el botón **Ver Gráfico** y se presentará la siguiente ventana que es una representación de cómo tener el valor de bo:



3. Seleccione el tipo de columna; las mismas que pueden ser: **Columnas interiores, Columnas de esquina y Columnas de borde**. Dependiendo del tipo de columna seleccionada se cambiarán los valores.

4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.4. De forma seguida se presentará la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

Cálculo de la altura de la zapata

ACI 15.7

$d_{cal} = 0.3322 \text{ m}$

$r = 7.5 \text{ cm}$

$\phi_s = 18 \text{ mm}$

$h_z = d + \frac{\phi}{2} + r \quad h_z = 0.416 \text{ m}$

$h_z (adop) = 0.45 \text{ m}$

$d = h_z (adop) - \frac{\phi}{2} - r \quad d = 0.366 \text{ m}$

Verificación del cortante

$V_u = P_u - \sigma_u \cdot (h + d_{cal}) \cdot (b + d_{cal}) \quad V_u = 1.27296 \text{ MN}$

$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 1.69728 \text{ MN}$

$b_0 = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d \quad b_0 = 3.264 \text{ m}$

$V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_e} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c1} = 2.21796 \text{ MN}$

$V_{c2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_s \cdot d}{b_0} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c2} = 3.16290 \text{ MN}$

$V_{c3} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c3} = 1.95081 \text{ MN}$

Verificación

$V_n \leq V_c$

$1.697 \leq 1.951 \quad \text{CUMPLE.....}$

Siguiente

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:



1. Ingrese el valor de r
2. Seleccione el diámetro de la varilla
3. Ingrese el valor de $h_{z(adop)}$, que debe de ser mayor al h_z calculado, teniendo en cuenta que d , debe ser mayor a 150mm, como lo estipula el código ACI 15.7.
4. Si la verificación se cumple entonces se activa el botón **Siguiente**; caso contrario repita el paso 3, aumentando $h_{z(adop)}$.
5. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.5. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

CÁLCULO DE CORTANTE COMO VIGA

Lado largo

$$V_u = \sigma_u \cdot L \cdot \left(\frac{B}{2} - \frac{b}{2} - d \right) \quad V_u = 0.466878$$
$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 0.622504 \text{ MN}$$
$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot L \cdot d \quad V_c = 1.105700$$
$$V_n \leq V_c$$
$$0.6225 \leq 1.1057$$

Cumple...

Lado corto

$$V_u = \sigma_u \cdot B \cdot \left(\frac{L}{2} - \frac{h}{2} - d \right) \quad V_u = 0.436219$$
$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 0.581626 \text{ MN}$$
$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d \quad V_c = 1.075816$$
$$V_n \leq V_c$$
$$0.5816 \leq 1.0758$$

Cumple...

Diagramas:

Diagrama 1: Rectángulo con dimensiones L, b, h, d.

Diagrama 2: Cuadrado con dimensiones B, b, h, d.

Botones: Siguiente, Salir

En esta ventana haga lo siguiente

1. En esta ventana se presenta el cálculo de cortante como viga a una distancia d como lo estipula el código ACI
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.6. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas aisladas

Resistencia al aplastamiento en el concreto de la cimentación

Lado largo

$Y = hz = 0.45$
 $X = 2hz = 0.9$
 $L2 = 2X + h = 2.35$

Lado corto

$Y = hz = 0.45$
 $X = 2hz = 0.9$
 $B2 = 2X + b = 2.15$

$A_1 = h \cdot b = 0.193$
 $A_2 = L_2 \cdot B_2 = 5.053$
 $A_0 = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 \quad A_0 = 2$
 $P_n \leq P_{nb}$
 $2.0538 \leq 7.8540 \quad \text{Cumple.....}$

Transferencia de fuerza en la interfase de columna y zapata

$P_n = \frac{P_u}{\phi} \quad P_n = 2.053846$

Resistencia al aplastamiento sobre la columna

$f'_c = 24$
 $P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot (h \cdot b) \quad P_{nb} = 3.927000$
 $A_s(\min) = 0.005 (h \cdot b)$
 $A_s(\min) = 9.63$
 $P_n \leq P_{nb}$
 $2.0538 \leq 3.9270$
 Cumple.....

Siguiente

Salir

1. En este formulario se calcula el aplastamiento del concreto en la cimentación y la transferencia de columna y zapata.
2. En esta ventana se ingresan los valor de f'_c , y se presiona la tecla **Enter** para que se presente los nuevos cálculos con los nuevos valores.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.7. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CÁLCULO A FLEXIÓN

Cálculo de los momentos a flexión

Lado largo

$M = \frac{\sigma_u \cdot B \left(\frac{L-h}{2} \right)^2}{2}$
 $M = 0.496558 \quad \text{MN}_m$

Lado corto

$M = \frac{\sigma_u \cdot L \left(\frac{B-b}{2} \right)^2}{2}$
 $M = 0.522632 \quad \text{MN}_m$

Cálculo del acero requerido (controlada a tracción)

Lado largo

$R_n = \frac{M}{\phi \cdot B \cdot d^2} \quad R_n = 1.084$
 $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$
 $\rho = 0.002653$
 $\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.003333$
 $\rho(\text{escogido}) = 0.003333$
 $A_s = \rho(\text{escogido}) \cdot B \cdot d \quad A_s = 46.36$

Lado corto

$R_n = \frac{M}{\phi \cdot L \cdot d^2} \quad R_n = 1.084$
 $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$
 $\rho = 0.002653$
 $\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.003333$
 $\rho(\text{escogido}) = 0.003333$
 $A_s = \rho(\text{escogido}) \cdot L \cdot d \quad A_s = 48.80$

Ver Gráficos

Siguiente

Salir



1. En este formulario se calcula el momento a flexión que es en la cara de la columna.
2. En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
3. En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.1.8. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

Longitud disponible

$$L = \left(\frac{B - a}{2} \right) - \text{recubrimiento}$$

$L = 0.45 \text{ m}$

Longitud de desarrollo

☐ Espaciamento libre entre barras ☐ Otros casos ☒ Completa

$\alpha =$ Armadura horizontal 1.3 $\gamma =$ Barras menores a 22 mm 0.8

$\beta =$ Armadura no recubierta 1 $c =$ Espaciamento o recubrimiento (mm) 50

$\lambda =$ Hormigón de densidad normal 1 $k_{tr} =$ Índice de armadura transversal 1

$$\frac{c + k_{tr}}{db} \leq 2.5 \quad 2.5$$
$$L_d = \frac{9 f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \lambda}{10 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \left(\frac{c + k_{tr}}{db} \right)} \cdot db \quad L_d = 0.41 \text{ m}$$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccionar el tipo de longitud a calcularse, en la cual puede ser de tres tipos como lo estipula el código ACI 12.2.2 y 12.2.3.
 - a) Espaciamento libre entre barras
 - b) Otros casos
 - c) Completa



2. En los tres tipos de longitudes se debe seleccionar los valores de α , β y λ , dependiendo esto del diseñador, en lo que se refiere al calculo de la longitud completa también incluye γ , C y K_{tr} que también depende del usuario.

Observación. Dependiendo del diámetro de la varilla, cuando $\phi > 22\text{mm.}$, para los dos primeros tipos de cálculo de longitudes, las ecuaciones son diferentes como lo estipula el código.

Paso 2.1.9. Presione clic en el botón *Salir*. Para regresar a los formularios anteriores Hasta esta ventana llega el cálculo de las **Zapatas aisladas concéntricas**.

Paso 2.2. ZAPATAS AISLADAS CON CARGA EXCÉNTRICA.

Paso 2.2.1. Seleccione el tipo de diseño: **Con Carga excéntrica**; se presenta la siguiente pantalla:

DATOS DE PARTIDA PARA ZAPATAS AISLADAS

Tipo de diseño
Con carga excéntrica

Solicitaciones
Cargas
 $P_u = 1335000$ N
 $M_u = 130000$ N·m
 $S_c = 0.002$ MPa
Peso volumétrico
 $\gamma_m = 0.02$ MN/m³

Propiedades geométricas
Dimensiones de columna
 $b = 0.35$ m
 $h = 0.55$ m
Dimensiones conocidas
 $H_f = 2$ m
 $D_f = 1.7$ m

Descripción
MODULO DE ELASTICIDAD DEL HORMIGÓN

Representación gráfica
Diagrama de una zapata aislada con carga excéntrica P_u aplicada a una distancia e del centro. Se muestran las dimensiones H_r , h_z , D_r , L , σ_{min} y σ_{max} .

Propiedad de los materiales
Esfuerzos
 $f'_c = 24$ MPa
 $E_c = 23.025.20$ MPa
Acero
 $f_y = 420$ MPa
Esfuerzo admisible del suelo
 $q_a = 0.15$ MPa

Botones: Aceptar, Cancelar, Salir

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter

Datos de partida:



1. Ingrese la carga **P_u** y **M_u** . este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
2. Ingrese el valor de **S_c**
3. Ingrese el valor de **γ_m**
4. Ingrese el valor de **b** de la columna del lado corto
5. Ingrese el valor de **h** de la columna del lado largo
6. Ingrese el valor de **H_f**
7. Ingrese el valor de **D_f**
8. Ingrese el valor de **f'_c**
9. Ingrese el valor de **E_c**
10. Ingrese el valor de **f_y**
11. Ingrese el valor de **q_a**
12. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 2.2.2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CALCULO DE ZAPATAS AISLADAS

Cálculo del esfuerzo neto del terreno

$\sigma_n = q_a - \gamma_m \cdot H_f - S_c$ $\sigma_n = 0.1080$ MPa

Cálculo del área requerida para la base de la zapata

$P = 1.335$ MN

$A_{(requerida)} = \frac{P}{\sigma_n}$ $A_{(requerida)} = 12.361$ m²

Determinación del tipo de zapata y dimensionamiento

Seleccione el tipo de zapata:

$L = \sqrt{A_{requerida} + \left(\frac{h-b}{2}\right)^2}$ $L = 3.616$ m

$B = \sqrt{A_{requerida} - \left(\frac{h-b}{2}\right)^2}$ $B = 3.416$ m

Valores adoptados

L (adop) = m B (ado) = m

Chequeo de la excentricidad

$e = \frac{M_u}{P_u}$ $e = 0.09738$ m $L / e = 0.6666$ m

$e \leq L/6$ Zona a compresión

Cálculo de la reacción neta del terreno

$\sigma_{max} = \frac{P_u}{L \cdot B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{L}\right)$ $\sigma_{max} = 0.10625000$ MPa $\sigma_{min} = \frac{P_u}{L \cdot B} \left(1 - \frac{6 \cdot e}{L}\right)$ $\sigma_{min} = 0.07916667$ MPa

En esta ventana haga lo siguiente:



1. Seleccione el tipo de zapata
2. Dependiendo del tipo de zapata se puede presentar lo siguiente:
 - b) Si el tipo de zapata es **Zapata rectangular**; entonces ingrese el valor de $L_{(adop)}$ y $B_{(adop)}$
 - c) Si el tipo de zapata es **Zapata cuadrada**; entonces ingrese el valor de $L_{(adop)}$
3. Presione clic en el botón **Aceptar**, aquí debe de tener en cuenta $\sigma_n \geq \sigma_u$, por lo que se hará visible el botón **Siguiente**.
4. Dependiendo de la excentricidad se presentará las ecuaciones según el caso.
5. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.3. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CÁLCULO DEL CORTANTE POR PUNZONAMIENTO

Cálculo de la altura efectiva (d) con $ad^2 + bd + c = 0$

a)
$$\left(4\phi\beta_c \sqrt{f'c} + 8\phi\sqrt{f'c} + 6\sigma_u \cdot \beta_c \right) \cdot d^2 + \left[2(h+b) \cdot \left(\phi\beta_c \sqrt{f'c} + 2\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u \cdot \beta_c \right) \right] \cdot d - 6\beta_c (P_u - \sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$$

$\beta_c = \frac{h}{b} < 2 \quad \beta_c = 1.57$

$d_1 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_1 = 0.3042 \text{ m}$ Ver Gráfico

b)
$$\left(8\phi\sqrt{f'c} + \phi\alpha_c \sqrt{f'c} + 12\sigma_u \right) \cdot d^2 + 4(h+b) \cdot \left(\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u \right) \cdot d - (12P_u - 12\sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$$

Tipo de columna: Columnas interiores $\alpha_c = 40$

$d_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_2 = 0.2604 \text{ m}$

c)
$$\left(4\phi\sqrt{f'c} + 3\sigma_u \right) \cdot d^2 + \left[2\phi\sqrt{f'c} \cdot (h+b) + 3\sigma_u \cdot (h+b) \right] \cdot d - (3P_u - 3\sigma_u \cdot b \cdot h) = 0$$

$d_3 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} \quad d_3 = 0.3322 \text{ m}$

Cálculo del cortante al punzonamiento

a) $b_{o1} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_1 \quad b_{o1} = 3.017 \text{ m} \quad V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o1} \cdot d_1 \quad V_{c1} = 1.70297 \text{ MN}$

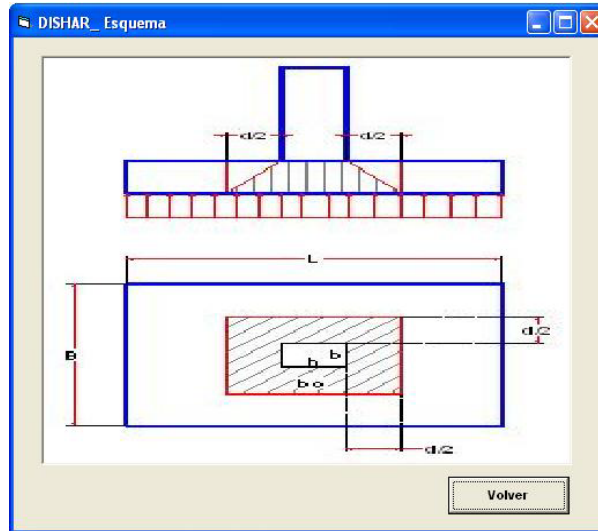
b) $b_{o2} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_2 \quad b_{o2} = 2.842 \text{ m} \quad V_{c2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_c \cdot d}{b_{o2}} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o2} \cdot d_2 \quad V_{c2} = 1.71147 \text{ MN}$

c) $b_{o3} = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d_3 \quad b_{o3} = 3.129 \text{ m} \quad V_{c3} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_{o3} \cdot d_3 \quad V_{c3} = 1.69731 \text{ MN}$

Siguiente
Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En esta ventana se hace una iteración en donde $V_n = V_c$ para encontrar un valor tentativo de d , utilizando las ecuaciones del cortante por punzonamiento.
2. Si desea ver el gráfico de esta ventana presione clic en el botón **Ver Gráfico** y se presentará la siguiente ventana que es una representación de cómo tener el valor de b_o :



3. Seleccione el tipo de columna; las mismas que pueden ser: **Columnas interiores, Columnas de esquina y Columnas de borde**. Dependiendo del tipo de columna seleccionada se cambiarán los valores.
4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.4. De forma seguida se presentará la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

Cálculo de la altura de la zapata

ACI 15.7

$d_{cal} = 0.3322 \text{ m}$

$r = 7.5 \text{ cm}$

$\phi = 18 \text{ mm}$

$h_z = d + \frac{\phi}{2} + r = 0.416 \text{ m}$

$h_z (adop) = 0.45 \text{ m}$

$d = h_z (adop) - \frac{\phi}{2} - r = 0.366 \text{ m}$

Verificación del cortante

$V_u = P_u - \sigma_u \cdot (h + d_{cal}) \cdot (b + d_{cal}) \quad V_u = 1.27296 \text{ MN}$

$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 1.69728 \text{ MN}$

$b_0 = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d \quad b_0 = 3.264 \text{ m}$

$V_{c1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_c} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c1} = 2.21796 \text{ MN}$

$V_{c2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_s \cdot d}{b_0} \right) \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c2} = 3.16290 \text{ MN}$

$V_{c3} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{f'c} \cdot b_0 \cdot d \quad V_{c3} = 1.95081 \text{ MN}$

Verificación

$V_n \leq V_c$

$1.697 \leq 1.951 \quad \text{CUMPLE.....}$

Siguiente

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Ingrese el valor de **r**
2. Seleccione el diámetro de la varilla



3. Ingrese el valor de $h_{z(adop)}$, que debe de ser mayor al h_z calculado, teniendo en cuenta que d , debe ser mayor a 150mm, como lo estipula el código ACI 15.7.
4. Si la verificación se cumple entonces se activa el botón **Siguiente**; caso contrario repita el paso 3, aumentando $h_{z(adop)}$.
5. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.5. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas aisladas

CÁLCULO DE CORTANTE COMO VIGA

Cálculo del esfuerzo a "d" de la cara de la columna

$$X = \left(\frac{L - b}{2} \right) + h + d \quad X = 2.641 \text{ m}$$
$$\sigma_x = \frac{X}{L} (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) + \sigma_{\min}$$
$$\sigma_x = 0.09704844 \text{ MPa}$$
$$\sigma_u = \frac{\sigma_{\max} + \sigma_x}{2}$$
$$\sigma_u = 0.10164922 \text{ MPa}$$

Cálculo del cortante como viga

Lado largo

$$V_u = \sigma_u \cdot L \cdot \left(\frac{B - b}{2} - d \right) \quad V_u = 0.511905$$
$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 0.682541 \text{ MN}$$
$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot L \cdot d \quad V_c = 1.195351$$
$$V_n \leq V_c$$
$$0.6825 \leq 1.1954$$

Cumple....

Lado corto

$$V_u = \sigma_u \cdot B \cdot \left(\frac{L - b}{2} - d \right) \quad V_u = 0.497309$$
$$V_n = \frac{V_u}{\phi} \quad V_n = 0.663078 \text{ MN}$$
$$V_c = \frac{1}{6} \cdot \sqrt{f'_c} \cdot B \cdot d \quad V_c = 1.075816$$
$$V_n \leq V_c$$
$$0.6631 \leq 1.0758$$

Cumple....

Siguiente **Salir**

1. En esta ventana se presenta el cálculo de cortante como viga a una distancia d como lo estipula el código ACI
2. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.6. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas aisladas

Resistencia al aplastamiento en el concreto de la cimentación

Lado largo

$Y = hz = 0.45$
 $X = 2hz = 0.9$
 $L2 = 2X + h = 2.35$

Lado corto

$Y = hz = 0.45$
 $X = 2hz = 0.9$
 $B2 = 2X + b = 2.15$

$A_1 = h \cdot b \quad A_1 = 0.193 \quad f'_c = 24$
 $A_2 = L_1 \cdot B_1 \quad A_2 = 5.053 \quad P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot A_1 \cdot A_0$
 $A_0 = \sqrt{\frac{A_2}{A_1}} \leq 2 \quad A_0 = 2 \quad P_{nb} = 7.854000$
 $P_n \leq P_{nb}$
 $2.0538 \leq 7.8540 \quad \text{Cumple....}$

Transferencia de fuerza en la interfase de columna y zapata

$P_n = \frac{P_u}{\phi} \quad P_n = 2.053846$

Resistencia al aplastamiento sobre la columna

$f'_c = 24 \quad A_s(\min) = 0.005 (h \cdot b)$
 $P_{nb} = 0.85 \cdot f'_c \cdot (h \cdot b) \quad P_{nb} = 3.927000 \quad A_s(\min) = 9.63$
 $P_n \leq P_{nb}$
 $2.0538 \leq 3.9270$
 Cumple....

Siguiente
Salir

1. Se calcula el aplastamiento del concreto en la cimentación y la transferencia de columna y zapata.
2. Se ingresan los valor de f'_c , y se presiona la tecla **Enter** para que se presente los nuevos cálculos con los nuevos valores.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.7. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas aisladas

CÁLCULO A FLEXIÓN
Cálculo del esfuerzo para el diseño a flexión, en la cara de la columna

$$X = \left(\frac{L - h}{2} \right) + h \quad X = 2.275 \quad \text{m}$$
$$\sigma_x = \frac{X}{L} (\sigma_{\max} - \sigma_{\min}) + \sigma_{\min} \quad \sigma_x = 0.09457031 \quad \text{MPa}$$

Cálculo de los momentos a flexión

Lado largo

$$L_{v1} = \left(\frac{L - h}{2} \right) \quad L_{v1} = 1.73 \quad \text{m}$$
$$M = \frac{\sigma_x \cdot B \cdot (L_{v1})^2}{2} + \frac{(\sigma_{\max} - \sigma_x) \cdot B \cdot (L_{v1})^2}{3}$$
$$M = 0.54823566 \quad \text{MN}_\text{m}$$

Lado corto

$$L_{v2} = \left(\frac{B - b}{2} \right) \quad L_{v2} = 1.63 \quad \text{m}$$
$$M = \frac{(\sigma_{\max} + \sigma_{\min}) \cdot L \cdot (L_{v2})^2}{4}$$
$$M = 0.48961589 \quad \text{MN}_\text{m}$$

Cálculo del acero requerido (controlada a tracción)

Lado largo

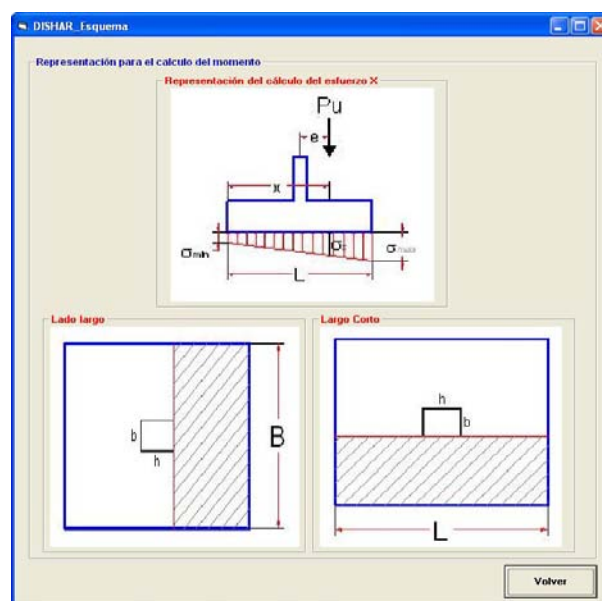
$$R_n = \frac{M}{\phi \cdot B \cdot d^2} \quad R_n = 1.263$$
$$\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$$
$$\rho = 0.003107$$
$$\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.003333$$
$$\rho(\text{escogido}) = 0.003333$$
$$A_s = \rho(\text{escogido}) \cdot B \cdot d \quad A_s = 43.92$$

Lado corto

$$R_n = \frac{M}{\phi \cdot L \cdot d^2} \quad R_n = 1.015$$
$$\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$$
$$\rho = 0.002481$$
$$\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.003333$$
$$\rho(\text{escogido}) = 0.003333$$
$$A_s = \rho(\text{escogido}) \cdot L \cdot d \quad A_s = 48.80$$

Ver Gráficos **Siguiente** **Salir**

1. En esta pantalla se calcula el momento a flexión que es en la cara de la columna.
2. En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
3. En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
4. Presione clic en **Ver Gráficos** y se presentará la siguiente ventana





5. Presione clic en el botón **Volver** para regresar a la ventana anterior
6. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 2.2.8. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Longitud de desarrollo

Longitud disponible

$$L = \left(\frac{B - a}{2} \right) - \text{recubrimiento}$$

$L = 0.45 \text{ m}$

Longitud de desarrollo

☐ Espaciamento libre entre barras ☐ Otros casos ☒ Completa

$\alpha =$ Armadura horizontal 1.3 $\gamma =$ Barras menores a 22 mm 0.8

$\beta =$ Armadura no recubierta 1 $C =$ Espaciamento o recubrimiento (mm) 50

$\lambda =$ Hormigón de densidad normal 1 $k_{tr} =$ Índice de armadura transversal 0

$$\frac{c + k_{tr}}{db} \leq 2.5 \quad 2.5$$
$$L_d = \frac{9 f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \lambda}{10 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \left(\frac{c + k_{tr}}{db} \right)} \cdot db \quad L_d = 0.41 \text{ m}$$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccionar el tipo de longitud a calcularse, en la cual puede ser de tres tipos como lo estipula el código ACI 12.2.2 y 12.2.3.
 - d) Espaciamento libre entre barras
 - e) Otros casos
 - f) Completa
2. En los tres tipos de longitudes se debe seleccionar los valores de α , β y λ , dependiendo esto del diseñador, en lo que se refiere al calculo de la longitud completa también incluye γ , C y K_{tr} que también depende del usuario.



Observación. Dependiendo del diámetro de la varilla, cuando $\phi > 22\text{mm.}$, para los dos primeros tipos de cálculo de longitudes, las ecuaciones son diferentes como lo estipula el código.

Paso 2.1.9. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta esta ventana llega el cálculo de las **Zapatas Aisladas Excéntricas**.



DISEÑO DE ZAPATAS DE MURO



TRABAJAR CON ZAPATAS DE MURO

Paso 1. Para el trabajo de zapatas de muros se puede ingresar de tres maneras diferentes:


1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**.

Aparecerá la ventana Elementos.

Hacer clic en el botón **Cimentaciones**, al frente, **Zapatas muro**.

Hacer clic en **Zapatas muro**.

2. En el menú **Elementos**, **Cimentaciones**, seleccionar **Zapatas muro**.

3. Haga clic directamente en el botón Zapatas muro  de la barra de herramientas.

Paso 2. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas de muro

DATOS DE PARTIDA PARA ZAPATAS DE MURO

Propiedades geométricas

Dimension de la cara del muro
 $a = 0.25$ m

Dimensiones conocidas
 $H_f = 2$ m
 $D_f = 1.7$ m

Propiedad de los materiales

Hormigón
 $f'_c = 20.601$ MPa
 $E_c = 21,332.51$ MPa

Acero
 $f_y = 412.02$ MPa

Esfuerzo admisible del suelo
 $q_a = 0.14$ MPa

Descripción
ESFUERZO ADMISIBLE

Representación Gráfica

Solicitaciones

Cargas
 $P_u = 117720$ N
 $S_c = 0.002$ MPa


Peso volumétrico
 $\gamma_m = 0.02$ MN/m³

Aceptar Cancelar Salir

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla enter



Datos de partida:

1. Ingrese el valor de a
2. Ingrese el valor de H_f
3. Ingrese el valor de D_f
4. Ingrese el valor de f'_c
5. Ingrese el valor de E_c
6. Ingrese el valor de f_y
7. Ingrese el valor de q_a
8. Ingrese la carga de P_u , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón 
9. Ingrese el valor de S_c
10. Ingrese el valor de γ_m
11. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 3. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas de muro

CÁLCULO DE ZAPATAS PARA MURO

Cálculo del esfuerzo neto del terreno

$$\sigma_n = q_a - \gamma_m \cdot H_f - S_c \quad \sigma_n = 0.098000 \text{ MPa}$$

Cálculo de la reacción neta del terreno

$$\sigma_u = \frac{P_u}{B \cdot L} \quad \sigma_u = 0.090554 \text{ MPa}$$

Cálculo del área requerida para la base de la zapata

$$P = 0.11772 \text{ MN}$$
$$A_{(req)} = \frac{P}{\sigma_n} \quad A_{(req)} = 1.2 \text{ m}^2$$

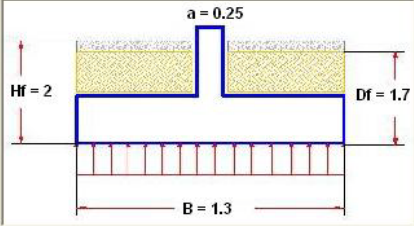
Cálculo de la altura efectiva

$$V_u = \phi \cdot V_c$$
$$d = \frac{3q_u(B-a)}{6q_u + \phi \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b} \quad d = 0.072 \text{ m}$$

Dimensionamiento de la zapata

$$L = 1 \text{ m. Para el cálculo de muros}$$
$$B = \frac{A_{(req)}}{L} \quad B = 1.2 \text{ m}$$

$B_{(adop)} = 1.3$





En esta ventana haga lo siguiente:

1. Debe de ingresar un valor de $B_{(adop)}$.
2. Presione clic en el botón **Aceptar**, aquí debe de tener en cuenta $\sigma_n \geq \sigma_u$, por lo que se hará visible el botón **Siguiente**.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 4. De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

Cálculo de la altura de la zapata

$d_{\min} = 0.072 \text{ m}$ ACI 15.7
 $r = 7.5 \text{ cm}$
 $\phi_v = 12 \text{ mm}$

$h_z = d + \frac{\phi_v}{2} + r = 0.15 \text{ m}$
 $h_z (\text{adop}) = 0.25 \text{ m}$
 $d = h_z (\text{adop}) - \frac{\phi_v}{2} - r = 0.169 \text{ m}$

Cálculo del chequeo al cortante

$V_u = q_u \left(\frac{B-a}{2} - d \right) = 0.041021 \text{ MN}$
 $V_n = \frac{V_u}{\phi} = 0.054695 \text{ MN}$

Resistencia del concreto al cortante

$V_c = \frac{\sqrt{f'_c}}{6} \cdot b \cdot d_{\text{adop}} = 0.127844 \text{ MN}$

Verificación

$V_c \geq V_n$ $0.1278 \geq 0.0547$
Resiste

Siguiente
Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Ingrese el valor de r
2. Seleccione el diámetro de la varilla
3. Ingrese el valor de $h_{z(adop)}$, que debe de ser mayor al h_z calculado, teniendo en cuenta que d , debe ser mayor a 150mm, como lo estipula el código ACI 15.7.



- Si la verificación se cumple entonces se activa el botón **Siguiente**; caso contrario repita el paso 3, aumentando $h_{z(adop)}$.
- Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 5. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

En esta ventana haga lo siguiente:

- Seleccione el tipo de muro que puede ser de concreto o de mampostería, en el cuál se calcula de diferente forma como lo estipula el código ACI 15.4.2
- En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
- En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
- Presione clic en el botón **Siguiente**.



Paso 6. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

Longitud disponible

$$L = \left(\frac{B - a}{2} \right) - \text{recubrimiento}$$

$L = 0.45 \text{ m}$

Longitud de desarrollo

☐ Espaciamiento libre entre barras ☐ Otros casos ☒ Completa

$\alpha =$ Armadura horizontal 1.3

$\beta =$ Armadura no recubierta 1

$\lambda =$ Hormigón de densidad normal 1

$\gamma =$ Barras menores a 22 mm 0.8

$C =$ Espaciamiento o recubrimiento (mm) 50

$K_{tr} =$ Índice de armadura transversal 1

$$\frac{c + K_{tr}}{db} \leq 2.5 \quad 2.5$$
$$L_d = \frac{9 f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \gamma \cdot \lambda}{10 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot \left(\frac{c + K_{tr}}{db} \right)} \cdot db \quad L_d = 0.41 \text{ m}$$

Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Seleccionar el tipo de longitud a calcularse, en la cual puede ser de tres tipos como lo estipula el código ACI 12.2.2 y 12.2.3.
 - a) Espaciamiento libre entre barras
 - b) Otros casos
 - c) Completa
2. En los tres tipos de longitudes se debe seleccionar los valores de α , β y λ , dependiendo esto del diseñador, en lo que se refiere al calculo de la longitud completa también incluye γ , C y K_{tr} que también depende del usuario.

Observación. Dependiendo del diámetro de la varilla, cuando $\phi > 22\text{mm}$. , para los dos primeros tipos de cálculo de longitudes, las ecuaciones son diferentes como lo estipula el código.

Paso 7. Presione clic en el botón *Salir*. Para regresar a los formularios anteriores

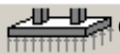


DISEÑO DE ZAPATAS COMBINADAS



TRABAJAR CON ZAPATAS COMBINADAS

Paso 1 Para el trabajo de zapatas de muros se puede ingresar de tres maneras diferentes:

1. En el menú **Archivo**, seleccionar **Nuevo**. Aparecerá la ventana Elementos. Hacer clic en el botón **Cimentaciones**, al frente, **Zapatas combinadas**. Hacer clic en **Zapatas combinadas**.
2. En el menú **Elementos**, **Cimentaciones**, seleccionar **Zapatas muro**.
3. Haga clic directamente en el botón Zapatas muro  de la barra de herramientas.

Paso 2 De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas combinadas

DATOS DE PARTIDA PARA ZAPATAS COMBINADAS

Solicitaciones

Cargas

Pu1 = 1613745 N

Pu2 = 2550600 N

Sc = 0.003924 MPa

Peso volumétrico

$\gamma_m = 0.01962 \text{ MN/m}^3$

Representación Gráfica

Diagrama de una zapata combinada con cargas P1 y P2, dimensiones Lz, Hf, Df, y hz.

Propiedades geométricas

Dimensiones de las columnas

Columna Externa

b = 0.5 m

h = 0.5 m

Columna Interna

b = 0.65 m

h = 0.65 m

Dimensiones conocidas

Hf = 1.5 m

Df = 1.4 m

X = 5 m

Propiedad de los materiales

Esfuerzos

$f'_c = 21 \text{ MPa}$

$E_c = 21,538.11 \text{ MPa}$

Acero

$f_y = 420 \text{ MPa}$

Esfuerzo admisible del suelo

$q_a = 0.1962 \text{ MPa}$

Descripción

ESFUERZO ADMISIBLE

Botones: Aceptar, Cancelar, Salir

Observación: Para pasar de un casillero a otro presione la tecla **enter**

Datos de partida:



1. Ingresa la carga de P_{u1} y P_{u2} , este parámetro se lo puede ingresar directamente o calcular mediante la pantalla **Combinaciones de carga** que se ingresa haciendo clic en el botón
2. Ingrese el valor de S_c
3. Ingrese el valor de γ_m
4. Ingrese el valor de b de la columna del lado corto
5. Ingrese el valor de h de la columna del lado largo
6. Ingrese el valor de H_f
7. Ingrese el valor de D_f
8. Ingrese el valor de f'_c
9. Ingrese el valor de E_c
10. Ingrese el valor de f_y
11. Ingrese el valor de q_a
12. Presione clic en el botón **Aceptar**.

Paso 3 De forma seguida se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas combinadas

CÁLCULO POR EL METODO CONVENCIONAL

Cálculo de la resultante y X_0

$$R = P_1 + P_2 \quad R = 2.795850 \quad \text{MN}$$
$$\sum MA = R \cdot X_0 = P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2$$
$$X_0 = \frac{P_1 \cdot X_1 + P_2 \cdot X_2}{R} \quad X_0 = 3.673 \quad \text{m}$$

Cálculo del esfuerzo neto del terreno

$$\sigma_n = q_a - \gamma_m \cdot H_f - S_c$$
$$\sigma_n = 0.1628460 \quad \text{MPa}$$

Cálculo del área requerida para la base de la zapata

$$A = \frac{R}{\sigma_n} \quad A = 17.169 \quad \text{m}^2$$

Determinación de las dimensiones de las zapatas

$$L_z = 2 \cdot X_0 \quad L_z = 7.346 \quad \text{m}$$
$$B_z = \frac{A}{L_z} \quad B_z = 2.337 \quad \text{m}$$

Valores adoptados

$$L_z(\text{adoptado}) = 7.35 \quad \text{m}$$
$$B_z(\text{adoptado}) = 2.35 \quad \text{m}$$

Cálculo del esfuerzo por unidad de longitud

$$\sigma_u = \frac{P_{u1} + P_{u2}}{L_z(\text{adoptado})} \quad \sigma_u = 0.5665776 \quad \text{MPa}$$

Cálculo del esfuerzo por unidad de área

$$\sigma_{un} = \frac{\sigma_u}{B_z(\text{adoptado})} \quad \sigma_{un} = 0.2410968 \quad \text{MPa}$$

Diagrama: A horizontal line represents the footing. Three vertical arrows point downwards. The first arrow is labeled 1079100 and is at a distance $X_1 = 0.250$ from the left end. The second arrow is labeled R and is at a distance X_0 from the left end. The third arrow is labeled 1716750 and is at a distance $X_2 = 5.825$ from the left end.

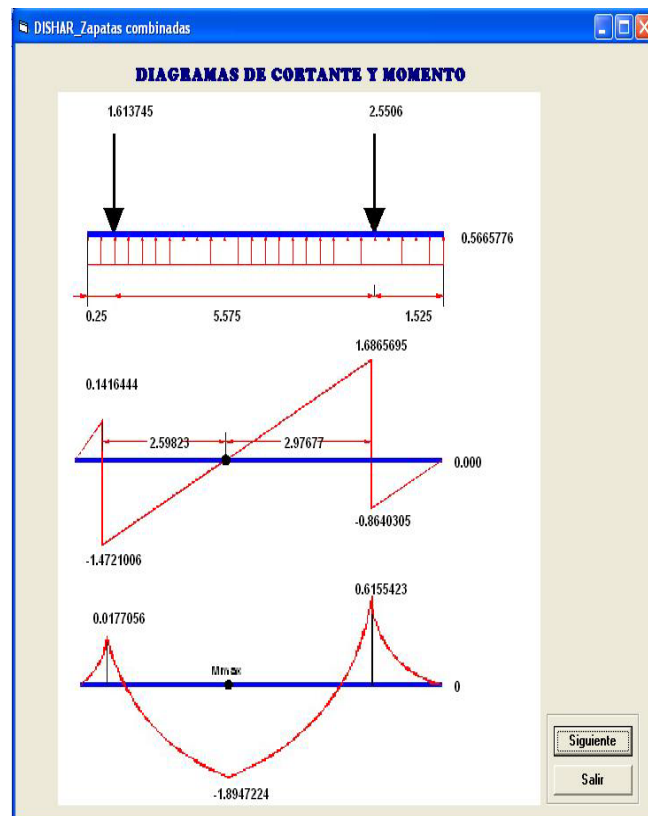
Botones: Siguiente, Salir

En esta ventana haga lo siguiente:



1. El método a seguir en el cálculo de este tipo de zapata es por el método convencional.
2. Debe de ingresar un valor de $L_{(adop)}$ y $B_{(adop)}$.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 4 De forma seguida se presenta la siguiente ventana:



En esta ventana haga lo siguiente:

1. En ésta ventana podemos observar primeramente las cargas mayoradas y las distancias al centro de los ejes de las columnas
2. Podemos también observar el cálculo de los diagramas de los cortantes y momentos.
3. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 5.- Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas combinadas

CÁLCULO EN EL SENTIDO LONGITUDINAL (VIGA)

Cálculo del momento nominal

$$M_n = \frac{M_{\max}}{\phi}$$

$M_n = 2.1052471 \quad \text{MN}_\cdot\text{m}$

Cálculo de β_1

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left(\frac{f'_c - 30}{7} \right) \quad \beta_1 = 0.85$$
$$0.65 \leq \beta_1 \leq 0.85$$

Cálculo de cuantías para secciones controladas a tracción

$$\rho = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_s} \right) \quad \rho = 0.01548214$$
$$\rho_{\max} = \frac{\beta_1 \cdot 0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(\frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_t} \right) \quad \rho_{\max} = 0.01769388$$
$$\rho_{\min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{\min} = 0.00333333$$

$\rho_{\text{seleccionado}} = 1.54821428$

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal y "d"

$$R_n = \rho_{\text{seleccionado}} \cdot f_y \left(1 - \frac{0.5 \cdot \rho_{\text{seleccionado}} \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c} \right) \quad R_n = 5.466164$$
$$d = \sqrt{\frac{M_n}{R_n \cdot B_z}} \quad d = 0.405 \quad \text{m}$$

Siguiente
Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Calculamos el momento nominal con el momento máximo calculado en la ventana anterior.
2. En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
3. En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
4. En éste formulario podemos sacar un valor tentativo para la altura efectiva d pero debemos de tener en cuenta que el d, debe de cumplir por punzonamiento.
5. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 6.- Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas combinadas

Verificación del cortante

Cálculo de la altura de la zapata

ACI 15.7

$d_{\min} = 0.433 \text{ m}$

$r = 7.5 \text{ cm}$

$\phi_v = 25 \text{ mm}$

$h_z = d_{\min} + \frac{\phi_v}{2} + r = 0.51 \text{ m}$

$h_z (\text{adop}) = 0.95 \text{ m}$

$d = h_z (\text{adop}) - \frac{\phi_v}{2} = 0.883 \text{ m}$

Cálculo de los cortantes nominales

$V_{n1} = \frac{V_{d1}}{\phi} \quad V_{n1} = 1.1223764$

$V_{n2} = \frac{V_{d2}}{\phi} \quad V_{n2} = 1.3516791$

Cálculo del cortante al concreto

$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot B_z \cdot d$

$V_c = 1.5480514$

Verificación

$V_n \leq V_c$

$1.35168 \leq 1.54805 \quad \text{Cumple...}$

Siguiente **Salir**

En esta ventana haga lo siguiente:

1. Ingrese el valor de r
2. Seleccione el diámetro de la varilla
3. Ingrese el valor de $h_z(\text{adop})$, que debe de ser mayor al h_z calculado, teniendo en cuenta que d , debe ser mayor a 150mm, como lo estipula el código ACI 15.7.
4. Si la verificación se cumple entonces se activa el botón **Siguiente**; caso contrario. Presione el botón Recalculo, en lo que ingresara a éste nuevo formulario.

DISHAR_Nuevo cálculo de h_z

$d_{\text{nuevo}} = \frac{6 \cdot V_n}{\sqrt{f'_c} \cdot B_z}$

ACI 15.7

$d_{\min} = 1.182 \text{ m}$

Recubrimiento 7.5 cm

$\phi_v = 12 \text{ mm}$

$h_z = d + \frac{\phi_v}{2} + \text{recubrimiento} \quad h_z = 1.26 \text{ m}$

$h_z (\text{adop}) = 0.95 \text{ m}$

Aceptar



5. Aquí el programa **DISHAR**, lo que hace es hacer una nueva iteración, en lo que nuevamente nos pide el valor de h_z que debemos ingresar.
6. Presione clic en el botón **Aceptar**. Y regresamos al formulario anterior cargado del nuevo valor adoptado.
7. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 7. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

Cálculo del cortante al punzonamiento

Columna externa

$b_0 = 2 \cdot h + b + 2 \cdot d$ $b_0 = 3.238$ m

$\beta_e = \frac{h}{b} < 2$ $\beta_e = 1.00$

$V_{d1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_e} \right) \sqrt{f_c} b_0 d$ $V_{d1} = 6.44/2762$ MN

Tipo de columna: $\alpha_2 = 30$

$V_{d2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_2 \cdot d}{b_0} \right) \sqrt{f_c} b_0 d$ $V_{d2} = 10.8005482$ MN

$V_{d3} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_0 \cdot d$ $V_{d3} = 4.2981841$ MN

$V_u = P_{u1} - \sigma_u \cdot (h + d / 2) \cdot (b + d)$ $V_u = 1.3053025$ MN

$V_s = \frac{V_u}{\phi}$ $V_s = 1.7404033$ MN

Verificación

$V_s \leq V_t$

1.7404 ≤ 4.2982 CUMPLE

Columna interna

$b_0 = 2 \cdot h + 2 \cdot b + 4 \cdot d$ $b_0 = 6.076$ m

$\beta_e = \frac{h}{b} < 2$ $\beta_e = 1.00$

$V_{d1} = \frac{1}{6} \left(1 + \frac{2}{\beta_e} \right) \sqrt{f_c} b_0 d$ $V_{d1} = 12.0981007$ MN

Tipo de columna: $\alpha_2 = 40$

$V_{d2} = \frac{1}{12} \left(2 + \frac{\alpha_2 \cdot d}{b_0} \right) \sqrt{f_c} b_0 d$ $V_{d2} = 15.5679750$ MN

$V_{d3} = \frac{1}{3} \sqrt{f_c} \cdot b_0 \cdot d$ $V_{d3} = 8.0854004$ MN

$V_u = P_{u2} - \sigma_u \cdot (h + d) \cdot (b + d)$ $V_u = 1.3943026$ MN

$V_s = \frac{V_u}{\phi}$ $V_s = 2.6590702$ MN

Verificación

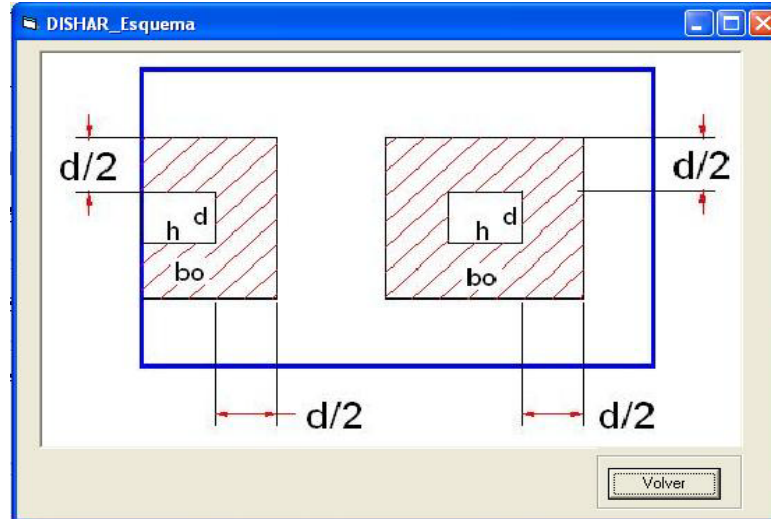
$V_s \leq V_t$

2.6591 ≤ 8.0854 CUMPLE

Ver Gráfico Siguiente Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En esta ventana se hace el chequeo del cortante al punzonamiento, para las dos tipos de columnas como son de columna interna y de columna externa, utilizando sus respectivas dimensiones y sus requerimientos como es a una distancia $d/2$.
2. Si desea ver el gráfico de esta ventana presione clic en el botón **Ver Gráfico** y se presentará la siguiente ventana que es una representación de cómo tener el valor de b_0 en lo que respecta a cada una de la columna:



3. Presione clic en el botón **Volver** para regresar a la pantalla anterior
4. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 8.- Seguidamente se presenta la siguiente ventana:

DISHAR_Zapatas combinadas

Cálculo a flexión controlada a tracción

Cálculo del As longitudinalmente

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal

$$R_n = \frac{M_{max}}{\phi \cdot B_z \cdot d^2} \quad R_n = 1.1929021 \text{ MPa}$$

Cálculo de la cuantía

$$\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$$
$$\rho = 0.0029421$$

Cálculo de la cuantía mínima

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{min} = 0.003333$$

Cálculo del acero requerido

$$\rho_{(escogido)} = 0.003333$$
$$A_s = \rho_{(escogido)} \cdot B \cdot d \quad A_s = 67.69 \text{ cm}^2$$

Cálculo del As en la cara de la columna

Cálculo del momento

$$M_u = \sigma_u \cdot L_1 \cdot \frac{L_1}{2} \quad M_u = 0.4054415 \text{ MN}\cdot\text{m}$$

Cálculo del coeficiente de resistencia nominal

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot B_c \cdot d^2} \quad R_n = 0.2552627 \text{ MPa}$$

Cálculo de la cuantía

$$\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right) \quad \rho = 0.0006122$$

Cálculo de la cuantía mínima

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{min} = 0.003333$$

Cálculo del acero requerido

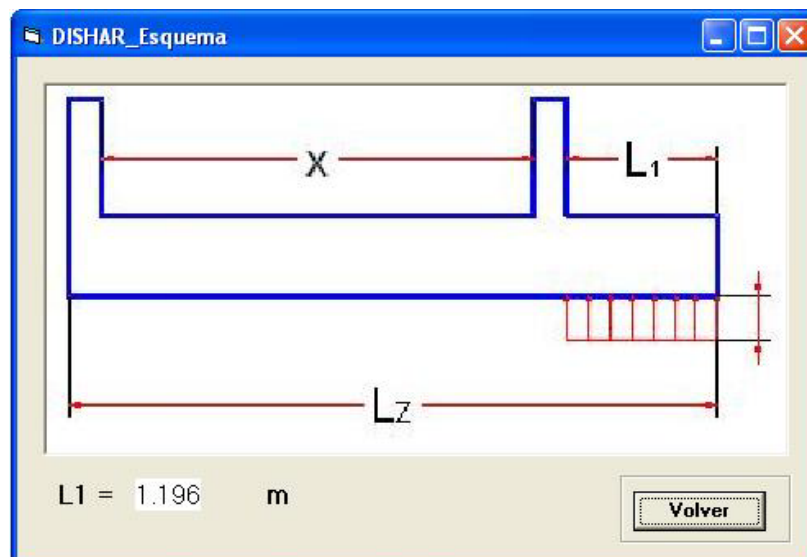
$$\rho_{(escogido)} = 0.003333$$
$$A_s = \rho_{(escogido)} \cdot B \cdot d \quad A_s = 67.69 \text{ cm}^2$$

Siguiente **Salir**



En esta ventana haga lo siguiente:

1. En este formulario se calcula el acero tanto longitudinalmente, como en la cara de la columna
2. En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
3. En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
4. Presione clic en **Ver Gráfico** y observará como se calcula el momento en la cara de la columna:



5. Presione clic en el botón **Volver** para regresar a la ventana anterior
6. Presione clic en el botón **Siguiente**.

Paso 9. Seguidamente se presenta la siguiente ventana:



DISHAR_Zapatas combinadas

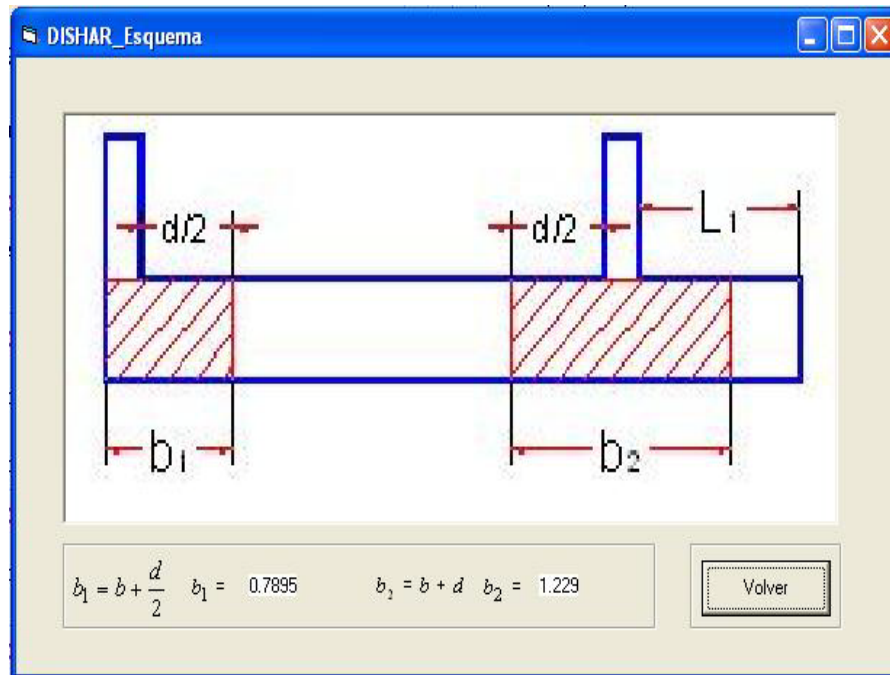
Cálculo de As requerido en la dirección transversal

Columna Externa	Columna Interna
Cálculo del momento $L_2 = \left(\frac{B_z - b}{2} \right) \quad L_2 = 0.925 \text{ m}$ $q_{nu} = \frac{P_{u1}}{B_z} \quad q_{nu} = 0.6867000 \text{ MN/m}$ $M_u = q_{nu} \cdot L_2 \cdot \frac{L_2}{2} \quad M_u = 0.2937788 \text{ MN}_m$	Cálculo del momento $L_2 = \left(\frac{B_z - b}{2} \right) \quad L_2 = 0.850 \text{ m}$ $q_{nu} = \frac{P_{u2}}{B_z} \quad q_{nu} = 1.0853617 \text{ MN/m}$ $M_u = q_{nu} \cdot L_2 \cdot \frac{L_2}{2} \quad M_u = 0.3920869 \text{ MN}_m$
Cálculo del coeficiente de resistencia nominal $R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot B_z \cdot d^2} \quad R_n = 0.1839376 \text{ MPa}$	Cálculo del coeficiente de resistencia nominal $R_n = \frac{M_u}{\phi \cdot B_z \cdot d^2} \quad R_n = 0.2454892 \text{ MPa}$
Cálculo de la cuantía $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$ $\rho = 0.0004402$	Cálculo de la cuantía $\rho = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0.85 \cdot f'_c}} \right)$ $\rho = 0.0005886$
Cálculo de la cuantía mínima $\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{min} = 0.003333$	Cálculo de la cuantía mínima $\rho_{min} = \frac{\sqrt{f'_c}}{4 \cdot f_y} \geq \frac{1.4}{f_y} \quad \rho_{min} = 0.003333$
Cálculo del acero requerido $\rho_{(escogido)} = 0.003333$ $A_s = \rho_{(escogido)} \cdot b_1 \cdot d \quad A_s = 27.07 \text{ cm}^2$	Cálculo del acero requerido $\rho_{(escogido)} = 0.003333$ $A_s = \rho_{(escogido)} \cdot b_2 \cdot d \quad A_s = 44.00 \text{ cm}^2$

Ver Gráfico Salir

En esta ventana haga lo siguiente:

1. En este formulario se calcula el acero requerido en la dirección transversal.
2. En el cálculo de la cuantía mínima se toma el valor mayor de los dos como nos dice el código ACI.
3. En el casillero de la cuantía escogida el programa escoge el mayor valor de las cuantías calculadas, pero el diseñador puede ingresar la cuantía que el crea conveniente para su diseño.
4. Presione clic en **Ver Gráfico** y observará como se calcula el momento en la dirección transversal:



5. Presione clic en el botón **Volver** para regresar a la ventana anterior
6. Presione clic en el botón **Salir**. Para regresar a los formularios anteriores. Hasta esta ventana llega el cálculo de las **Zapatas de combinadas**.