

Manual de Usuario

Desarrollo de un Aplicativo Web Didáctico sobre el diseño de Pórticos de Concreto según el
Reglamento NSR-10

Cristian Alejandro Puenayan Aza

Luis Fernando Maya Ojeda

Odalís Samara Ruales Salas

Universidad Mariana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Civil

San Juan de Pasto

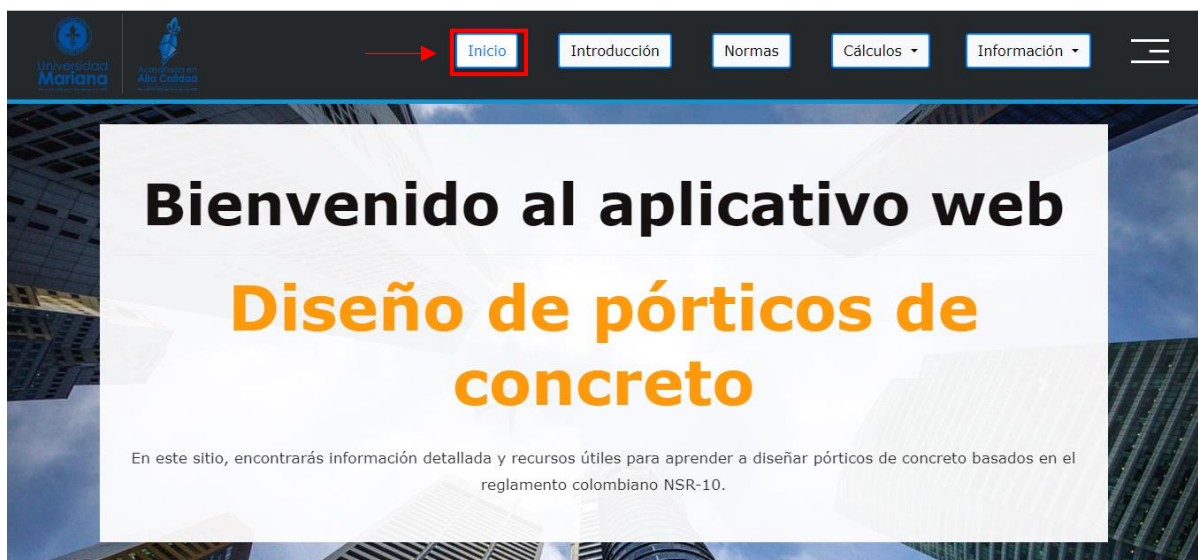
Manual de usuario para diseñar Pórticos de Concreto

¡Bienvenido al manual de usuario del aplicativo de diseño de Pórticos de Concreto! Este manual ha sido creado con el propósito de brindar una guía detallada y fácil de seguir para utilizar el aplicativo web como herramienta de diseño de pórticos de concreto según el reglamento colombiano NSR-10.

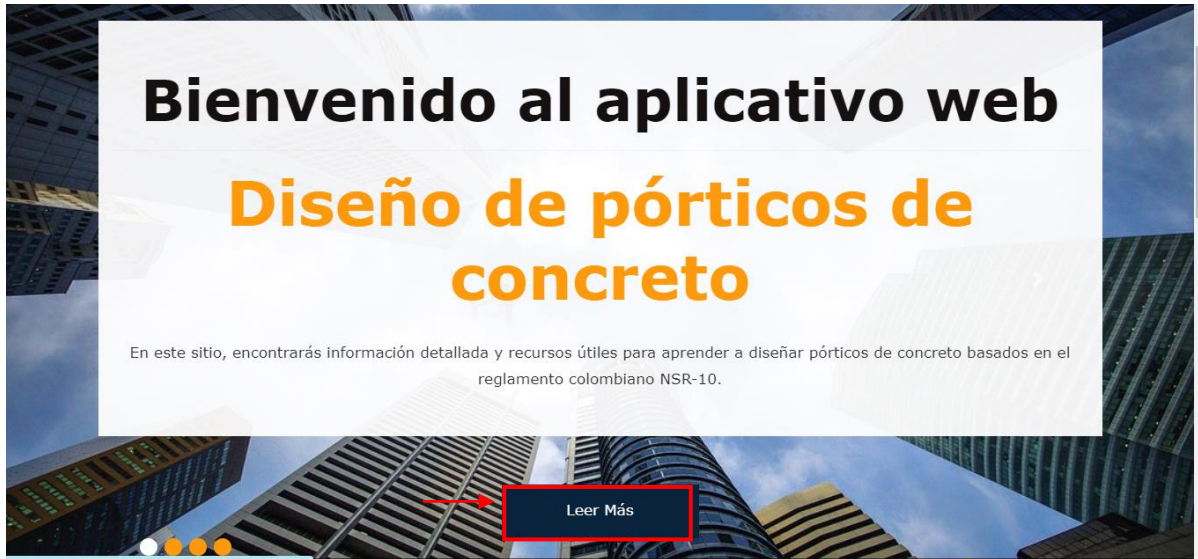
A continuación, encontrarás instrucciones paso a paso sobre cómo utilizar el aplicativo de manera efectiva, desde la parte de información detallada hasta la interactividad correspondiente a los cálculos, para obtener el resultado de diseño.

a) Inicio del aplicativo web

En la parte del **inicio** del aplicativo web, se da la bienvenida al usuario.



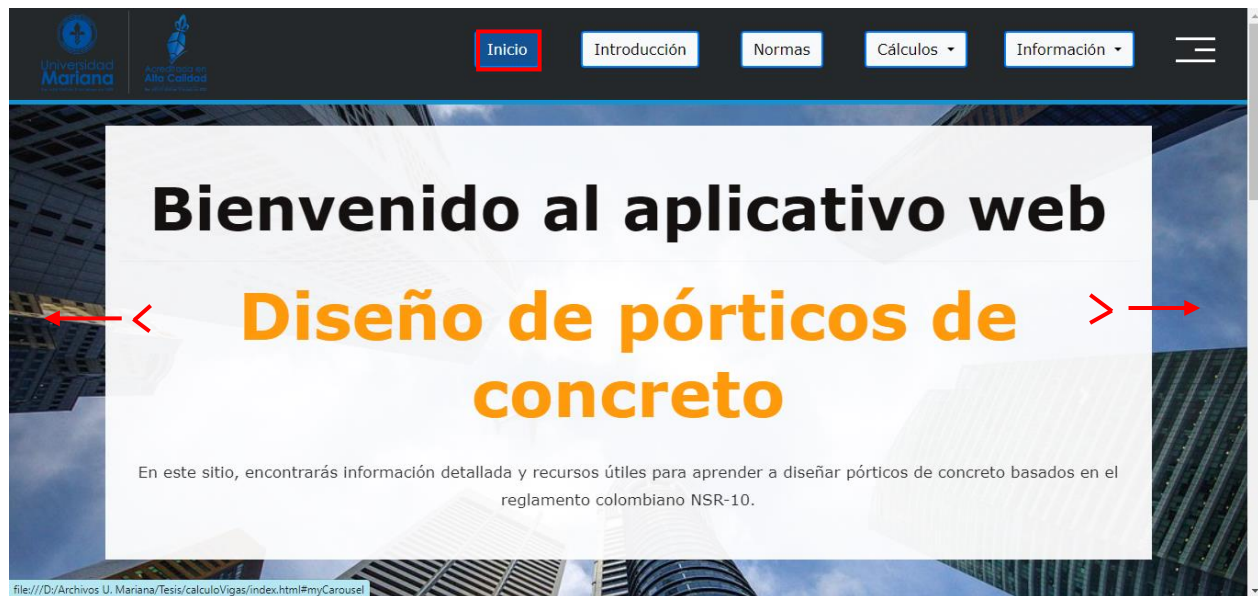
Al desplazarse hacia abajo, se encuentra el botón “leer más”. Dando clic en dicho botón se puede acceder a la descripción del contenido del aplicativo web, con el fin de que el usuario tenga conocimiento sobre la navegación dentro del sitio y de este modo, lograr diseñar un pórtico de concreto.



El botón “leer más” dirige al siguiente contenido:



Además, en la misma sección del aplicativo se puede acceder a la información principal de otras páginas como “Introducción”, “Normas” y “Cálculos”, dando clic al lado derecho del recuadro principal para pasar a la siguiente sección o clic izquierdo para regresar a la anterior sección. De igual forma, la información cambia por sí sola en un determinado tiempo como un “carrusel”.



Y, al igual que en la bienvenida al usuario, se da clic en el botón “leer más” para acceder a la información completa de la respectiva sección.



Además, existe otra manera de acceder a la información completa de cada sección y, para ello se da clic en los botones de la parte superior del aplicativo. En este caso, al dar clic en el botón “Introducción” se conocen algunos conceptos básicos e información detallada que será útil para diseñar pórticos de concreto.



De igual modo, al dar clic en el botón “Normas” se conoce información sobre la norma colombiana NSR-10, la cual será el reglamento base para diseñar un pórtico de concreto en el aplicativo web.



En la misma sección de normas, se da acceso a un sitio web para conocer *el decreto 092 del 2011*, el cual aprueba una modificación sobre los requisitos de carácter técnico y científico para construcciones sismorresistentes NSR-10.



Al desplazarse hacia abajo, se puede encontrar algunos títulos de la Norma NSR-10, los cuales son requeridos para el diseño de pórticos de concreto, en este caso, se tiene acceso a los 4 títulos diferentes de la norma.



En la parte superior del aplicativo, al dar clic en el botón “Cálculos” se puede acceder a información inicial antes de diseñar el pórtico de concretos, en la cual se conocerán algunos aspectos básicos del cálculo de estructuras de concreto. Además, en este botón se despliegan los botones de “Diseño de vigas” y “Diseño de columnas” para acceder de forma directa a los cálculos respectivos.

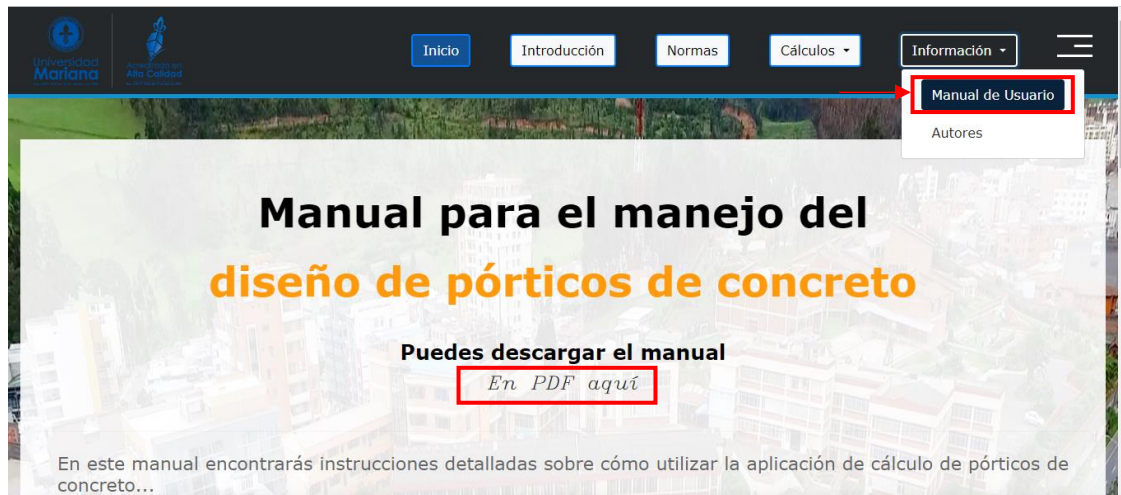


En la misma parte superior, se encuentra el botón de “Información”. Al dar clic se despliega el botón “Manual de usuario” en el que se indican las instrucciones que debe seguir el usuario para utilizar el aplicativo web; y el botón “Autores”, en el cual se da a conocer la información general de los autores del aplicativo.

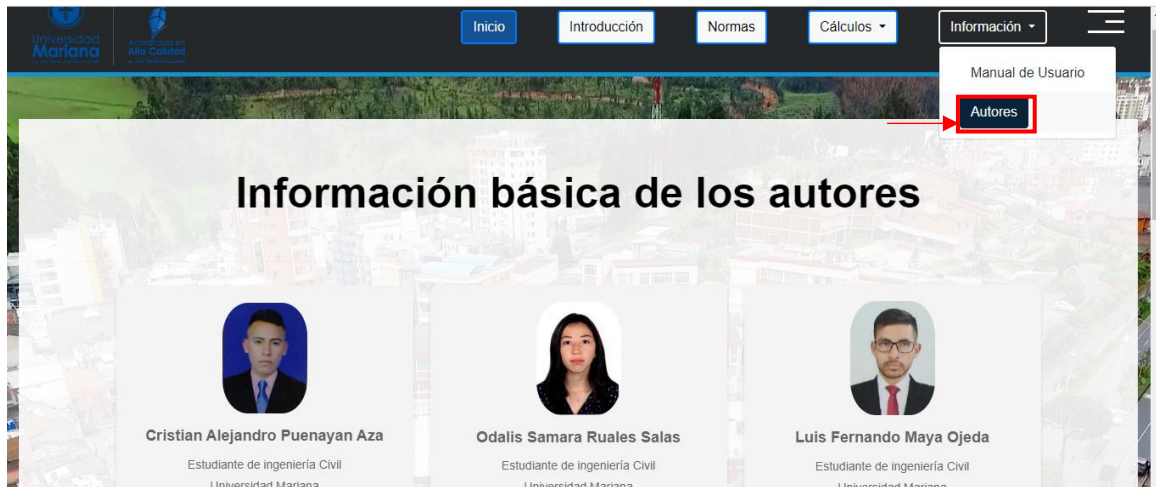


Al dar clic en el botón “Manual de usuario”, se puede acceder a la página que contiene el archivo del manual, es decir, una guía en la que se encuentra el paso a paso para facilitar el uso del aplicativo web y obtener el diseño de pórticos de concreto. Para acceder a dicho archivo existen dos formas:

- Dar clic en “En PDF aquí”, el cual es un enlace que conduce a otra pestaña en la que se puede visualizar el manual como PDF
- El manual como PDF se encuentra cargado directamente en la página del aplicativo web y se puede visualizar desplazándose hacia abajo.



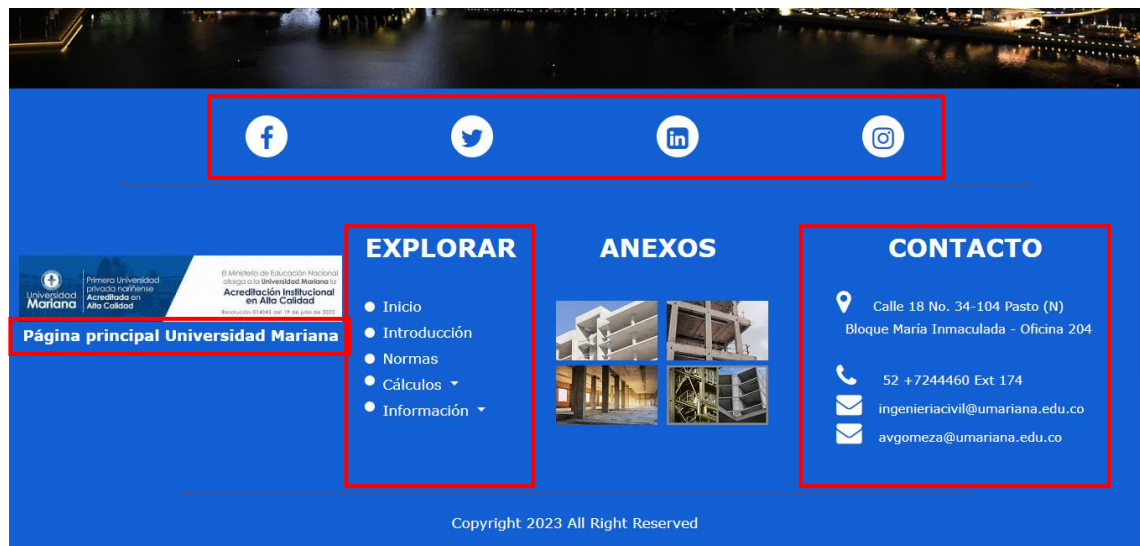
Al dar clic en el botón de “Autores” se puede conocer algunos datos de quienes desarrollaron el Aplicativo Web sobre diseño de Pórticos de Concreto.



Por último, en cuanto al inicio del aplicativo web también se puede acceder a las páginas respectivas de “Inicio”, “Introducción”, “Normas”, “Cálculos” e “Información”, dando clic en el botón seleccionado, el cual permitirá desplegar en el lado izquierdo los botones correspondientes.

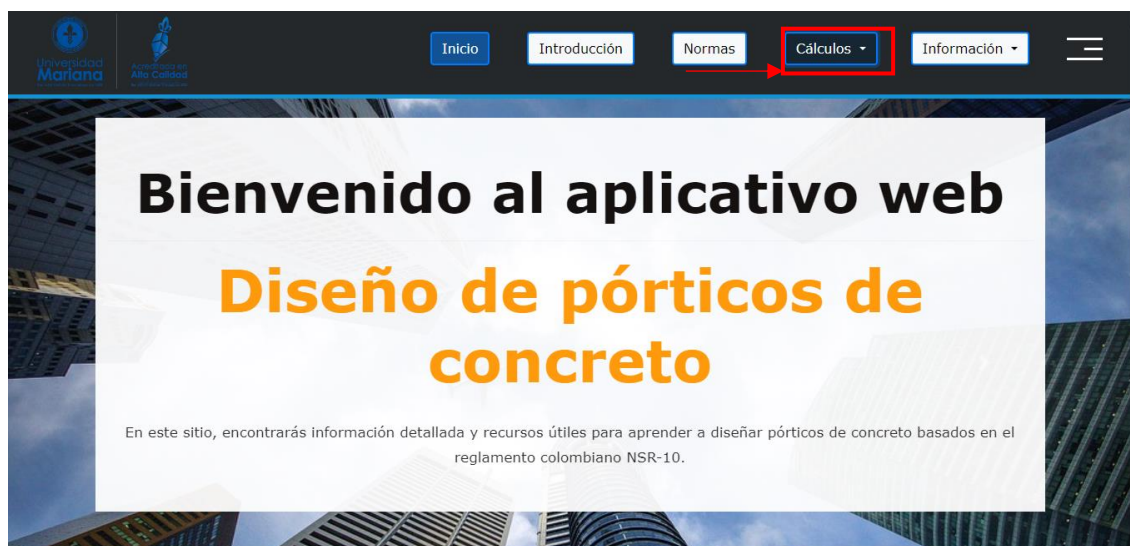


También, es importante conocer que en la parte final del aplicativo web aparecerá información de las redes sociales de la Universidad Mariana, el contacto y el acceso a la página principal de la misma; y los botones correspondientes para explorar la Introducción, Normas, Cálculos e Información.



b) Cálculos sobre el diseño de vigas en el aplicativo web

Para iniciar a diseñar las vigas, se selecciona el botón de “Cálculos” ubicado en la parte superior del aplicativo web.



Si se desea diseñar las vigas a flexion ó cortante, se selecciona el botón “Diseño de Vigas”, que se despliega después de dar clic en el botón de “Cálculos”.



Inicialmente, para el diseño de vigas a flexión, se deben ingresar algunos datos de entrada por parte del usuario, por ejemplo, los valores de base y altura de la viga teniendo en cuenta las unidades indicadas. En esta parte, se debe considerar que dichos valores deben ser mayores o iguales a 200 mm, teniendo en cuenta la norma NSR-10.

DISEÑO DE VIGAS

Diseño a Flexión

Para diseñar una viga, ingresa los siguientes datos: Dimensiones de la Viga

* Base (mm) →

Ingresa un número mayor o igual a 200

* Altura (mm) →

Ingresa un número mayor o igual a 200

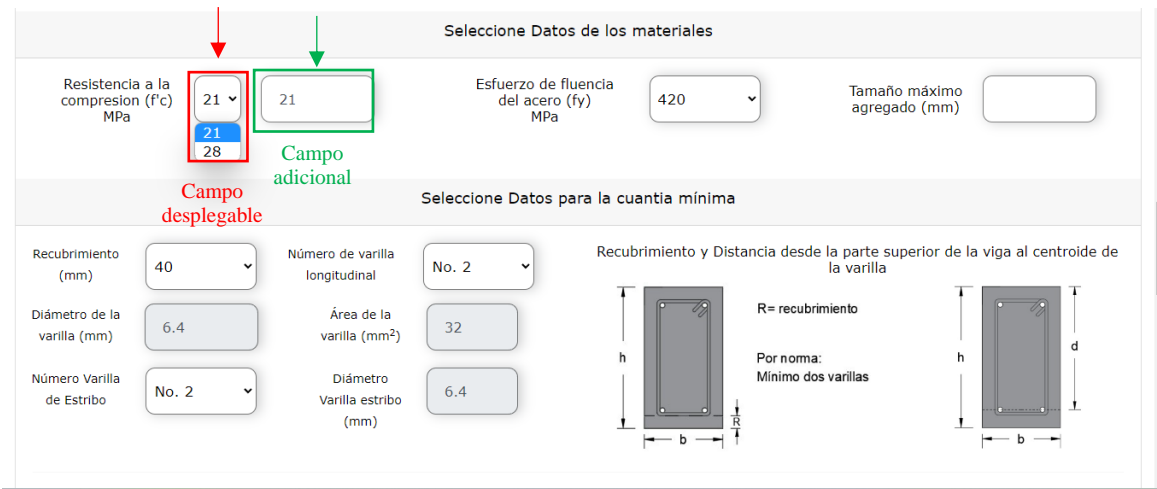
NOTA: Tenga en cuenta que para un sistema de capacidad de disipación especial (DES) empleado para una zona de amenaza sísmica alta, la base de la viga debe ser: $b=25\text{cm} \text{ ó } 0.3 \cdot h$

Dimensiones base y altura de una viga



Por norma:
 $b=25\text{cm} \text{ ó } 0.3h$

También, se debe ingresar la resistencia de compresión del concreto. Para ello, se puede seleccionar en el menú desplegable un f'_c recomendado de 21 o 28 Mpa, o de lo contrario existe un campo habilitado para que el usuario pueda ingresar el valor deseado. Es importante tener en cuenta que, si el usuario selecciona la resistencia en el menú desplegable, este valor se escribe de forma automática en el campo habilitado, es decir que los cálculos se realizan con el contenido del campo adicional.



Selección de Datos de los materiales

Resistencia a la compresión (f'_c) MPa: 21 21 28 21

Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) MPa: 420

Tamaño máximo agregado (mm):

Selección de Datos para la cuantía mínima

Recubrimiento (mm): 40

Número de varilla longitudinal: No. 2

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla

Diámetro de la varilla (mm): 6.4

Área de la varilla (mm^2): 32

Número Varilla de Estribo: No. 2

Diámetro Varilla estribo (mm): 6.4

R = recubrimiento

Por norma: Mínimo dos varillas

h b R d

En un siguiente campo, se puede observar el esfuerzo de fluencia del acero recomendado como 420 Mpa.



Selección de Datos de los materiales

Resistencia a la compresión (f'_c) MPa: 21 21

Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) MPa: 420 420

Tamaño máximo agregado (mm):

Selección de Datos para la cuantía mínima

Recubrimiento (mm): 40

Número de varilla longitudinal: No. 2

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla

Diámetro de la varilla (mm): 6.4

Área de la varilla (mm^2): 32

Número Varilla de Estribo: No. 2

Diámetro Varilla estribo (mm): 6.4

R = recubrimiento

Por norma: Mínimo dos varillas

h b R d

Además, se debe ingresar el tamaño máximo del agregado, teniendo en cuenta que debe ser un valor mayor o igual a 10 mm.

Seleccione Datos de los materiales

Resistencia a la compresion (f'c) MPa

21

21

Esfuerzo de fluencia del acero (fy) MPa

420

Tamaño máximo agregado (mm)

Ingrese un número mayor o igual a 10

Seleccione Datos para la cuantia mínima

Recubrimiento (mm)

40

Número de varilla longitudinal

No. 2

Diámetro de la varilla (mm)

6.4

Área de la varilla (mm²)

32

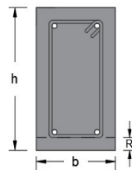
Número Varilla de Estribo

No. 2

Diámetro Varilla estribo (mm)

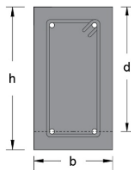
6.4

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla



R=recubrimiento

Por norma: Mínimo dos varillas



Luego, se debe seleccionar el recubrimiento en el menú desplegable, teniendo en cuenta los valores recomendados correspondientes a 40 mm y 75 mm (expuesto al suelo).

Seleccione Datos para la cuantia mínima

Recubrimiento (mm)

40

40

75 (exp. al suelo)

Número de varilla longitudinal

No. 2

Área de la varilla (mm²)

32

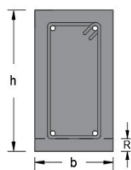
Número Varilla de Estribo

No. 2

Diámetro Varilla estribo (mm)

6.4

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla



R=recubrimiento

Por norma: Mínimo dos varillas

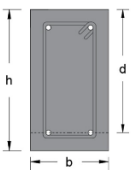


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

Después de seleccionar el recubrimiento, se supone una varilla inicial en el menú desplegable (del No.2 al No.8) de acuerdo al criterio del diseñador, para lo cual se indica una tabla que contiene los datos necesarios de una varilla con el fin de que el usuario elija la deseada, y de este modo, automáticamente se muestra el diámetro y el área de la varilla seleccionada.

Seleccione Datos para la cuantía mínima

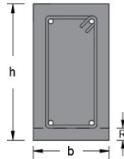
Recubrimiento (mm)

Número de varilla longitudinal No. 2

Diámetro de la varilla (mm) Área de la varilla (mm²)

Número Varilla de Estribo Diámetro Varilla estribo (mm)

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla



R= recubrimiento

Por norma:
Mínimo dos varillas

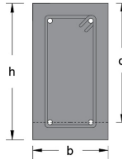


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

De la misma forma, se selecciona el número de la varilla del estribo y aparecerá de forma automática el valor del diámetro de la misma.

Seleccione Datos para la cuantía mínima

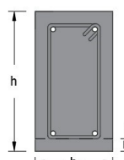
Recubrimiento (mm)

Número de varilla longitudinal

Diámetro de la varilla (mm) Área de la varilla (mm²)

Número Varilla de Estribo No. 2 Diámetro Varilla estribo (mm)

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la viga al centroide de la varilla



R= recubrimiento

Por norma:
Mínimo dos varillas

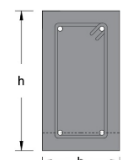


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

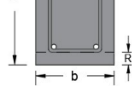
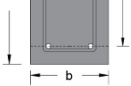
Una vez ingresados todos los datos de entrada y desplazándose hacia abajo, se encuentra el botón “Calcular” para obtener los resultados del diseño de vigas a flexión o si se quiere eliminar todos los datos ingresados, se da clic en el botón “Limpiar”.

Número Varilla de Estribo

No. 3

Diámetro Varilla estribo (mm)

9.5

Minimo dos varillas

TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

**Seleccione el número de la varilla supuesto teniendo en cuenta los valores de la TABLA 1

Calcular

Limpiar

Si el usuario da clic en el botón “Calcular” se obtienen datos de la viga a flexión, para ello se debe tener en cuenta las notas y recomendaciones dadas, como por ejemplo el número de varillas recomendado o el chequeo de separación. Es importante considerar que, si el diseño no cumple con la separación mínima por norma se debe cambiar la varilla supuesta a la recomendada o a otra deseada y nuevamente se da clic en el botón “Calcular”.

Calcular

Limpiar

Se recomienda utilizar la varilla No. 4 ya que se obtiene un menor exceso de 17.82%

NOTA: Elija como varilla supuesta aquella que tenga un menor porcentaje de exceso o desperdicio de acero, pero que cumpla con la separación mínima

Valores calculados

Dato	Valor	Unidades
Pmin	0.0033	
d	397.30	mm
AsMin	331.08	mm ²
Cantidad de Varillas	11	und
No. Varilla	No. 2	-
AsMin suministrado	352	mm ²
Exceso de As	6.32	%
Separación entre varillas	8.06	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	50.66	kN - m

Tener en cuenta la tabla de convenciones

Variable	Descripción
Pmin	Cuantía mínima
d	Distancia desde la parte superior o inferior de la viga hasta el centroide de la varilla
AsMin	Área del acero mínimo
AsMin suministrado	Acero mínimo suministrado
Exceso de As	Exceso de acero
Mn	Resistencia Nominal
Mu	Resistencia Última

No cumple la condición: separacion entre varillas=8.06mm <= separacion minima=33.25mm

Una vez cumplido el requisito de separación mínima se procede a escribir el momento último tanto para la parte superior o inferior de la viga y se da clic en el botón “Calcular”, esto con el fin de realizar el chequeo de que el momento resistente (con la varilla supuesta) debe ser mayor al momento solicitado (ingresado) ($M_n > M_u$).

Resistencia de la viga (M_n)

NOTA: Tenga en cuenta que se debe cumplir que el momento que resiste (M_n) debe ser mayor al momento que se solicita (M_u)
 $M_n > M_u$

Acero suministrado por cuantía mínima: 387 mm² Resistencia Nominal por cuantía mínima: 54.99 kN - m

Ingrese el momento máximo que se solicita (M_u) para la parte superior e inferior de la viga

Mu máximo parte superior (kN - m): Mu máximo parte inferior (kN - m):

Calcular

Al dar clic en el botón “Calcular” se realiza el chequeo mencionado anteriormente y si esto cumple (check verde) significa que la cantidad de barras inicial calculada con el número de varilla supuesto funciona para diseñar la viga a flexión.

Resistencia de la viga (M_n)

NOTA: Tenga en cuenta que se debe cumplir que el momento que resiste (M_n) debe ser mayor al momento que se solicita (M_u)
 $M_n > M_u$

Acero suministrado por cuantía mínima: 387 mm² Resistencia Nominal por cuantía mínima: 54.99 kN - m

Ingrese el momento máximo que se solicita (M_u) para la parte superior e inferior de la viga

Mu máximo parte superior (kN - m): 50 Mu máximo parte inferior (kN - m): 52

Calcular

Chequeo de resistencia por cuantía mínima

$M_n > M_u$

✓ Para la parte superior **si se cumple** que $M_n > M_u$ ✓ Para la parte inferior **si se cumple** que $M_n > M_u$

De esta manera, el diseño a flexión sería el mismo que se supuso en un inicio.

Diseño a flexión recomendado

Datos recomendados parte superior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	328.46	mm ²
Cantidad de Varillas	3	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	387	mm ²
Exceso de As	17.82	%
Separación entre varillas	56.45	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	54.99	kN - m

Para este caso, en la parte superior de la viga **si se cumple** con la separación mínima entre varillas.

No. Varilla

No. 2

Calcular

Datos recomendados parte inferior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	328.46	mm ²
Cantidad de Varillas	3	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	387	mm ²
Exceso de As	17.82	%
Separación entre varillas	56.45	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	54.99	kN - m

Para este caso, en la parte inferior de la viga **si se cumple** con la separación mínima entre varillas.

No. Varilla

No. 2

Calcular

Sin embargo, si el chequeo de resistencia no cumple, se indica que “no cumple” en letras rojas.

NOTA: Tenga en cuenta que se debe cumplir que el momento que resiste (Mn) debe ser mayor al momento que se solicita (Mu)
Mn > Mu

Acero suministrado por
cuantía mínima

387 mm²

Resistencia Nominal por
cuantía mínima

54.99 kN - m

Ingrese el momento máximo que se solicita (Mu) para la parte superior e inferior de la viga

Mu máximo parte superior (kN - m)

87

Mu máximo parte inferior (kN - m)

67

Calcular

Chequeo de resistencia por cuantía mínima

Mn > Mu

✘

Para la parte superior **no se cumple** que Mn>Mu, por lo tanto, la cantidad de varillas con el número de varilla supuesta anteriormente **no es la correcta.**

✘

Para la parte inferior **no se cumple** que Mn>Mu, por lo tanto, la cantidad de varillas con el número de varilla supuesta anteriormente **no es la correcta.**

En caso de que el chequeo por resistencia no cumpla, el aplicativo web recomienda una cantidad de varillas diferente *con la misma varilla supuesta elegida inicialmente* y con ello se indica el porcentaje de exceso y se determina si se cumple o no la separación mínima, lo cual se conoce al observar el texto resaltado de color verde o rojo, respectivamente.

Diseño a flexión recomendado

Datos recomendados parte superior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	631.77	mm ²
Cantidad de Varillas	5	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	645	mm ²
Exceso de As	2.09	%
Separación entre varillas	21.88	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	88.70	kN - m

Para este caso, en la parte superior de la viga no se cumple con la separación mínima entre varillas, por lo tanto, para esta parte suponga otro número de varilla.

No. Varilla

No. 2

Calcular

Datos recomendados parte inferior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	476.97	mm ²
Cantidad de Varillas	4	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	516	mm ²
Exceso de As	8.18	%
Separación entre varillas	33.40	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	72.14	kN - m

Para este caso, en la parte inferior de la viga sí se cumple con la separación mínima entre varillas.

No. Varilla

No. 2

Calcular

Si con lo recomendado, no se cumple la separación mínima, el usuario debe cambiar a otro número de varilla en el cuadro que se despliega posteriormente. En este momento, se puede probar distintos números de varillas con el fin de seleccionar la que “Sí cumple” en separación, de acuerdo a las necesidades del usuario teniendo en cuenta un menor exceso o desperdicio de material.

Diseño a flexión recomendado

Datos recomendados parte superior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	631.77	mm ²
Cantidad de Varillas	5	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	645	mm ²
Exceso de As	2.09	%
Separación entre varillas	21.88	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	88.70	kN - m

Para este caso, en la parte superior de la viga no se cumple con la separación mínima entre varillas, por lo tanto, para esta parte suponga otro número de varilla.

No. Varilla

No. 2

No. 3

No. 4

No. 5

No. 6

No. 7

No. 8

Calcular

Datos recomendados parte inferior de la viga

Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
AsMin	476.97	mm ²
Cantidad de Varillas	4	und
No. Varilla	No. 4	-
As suministrado	516	mm ²
Exceso de As	8.18	%
Separación entre varillas	33.40	mm
Separación mínima	33.25	mm
Resistencia Nominal	72.14	kN - m

Para este caso, en la parte inferior de la viga sí se cumple con la separación mínima entre varillas.

No. Varilla

No. 2

Calcular

Al seleccionar el número de varilla, se obtiene el diseño a flexión correcto. Y en este momento se puede iniciar con la cortante de las vigas, para lo cual se toma como datos de entrada los mismos ingresados en el comienzo de los cálculos y únicamente es necesario digitar la cortante última, la cual debe ser mayor a cero.

Diseño a Cortante

Para el cálculo a cortante de una viga, se toman los datos ingresados con anterioridad referentes a las dimensiones de la viga (Base y altura), datos de los materiales (f'_c y F_y) y datos para la cuantía mínima (recubrimiento, número de la varilla longitudinal y del estribo)

Debe ingresar el valor de cortante última:

Cortante V_u (kN) |

Ingrese un número correcto, mayor a 0

Por norma se seleccionan los siguientes datos para calcular el acero suministrado:

No. Varilla Estribo	3
Area Varilla Estribo	71 mm
Cantidad de Varillas	2

Calcular
Limpiar

Para obtener los resultados de la viga a cortante, se debe dar clic el botón “Calcular” y si se requiere eliminar el dato de cortante ingresado se da clic en el botón “Limpiar”. Si se decide dar clic en calcular, se muestra el dato de la varilla de menor diámetro entre la parte inferior y superior de la viga, con el fin de calcular la separación longitudinal.

Calcular
Limpiar

NOTA: Tenga en cuenta que para el diseño en vigas se selecciona el diámetro de la varilla menor entre la parte superior e inferior de la viga

Datos de la varilla longitudinal mínima a flexión:

No. Varilla	4
Diámetro	12.7

● **Separación longitudinal**

$$s = \min \left(\frac{d}{4}; 6 \cdot d_{\text{varilla mínima}}; 15 \text{ cm} \right) = 70 \text{ mm}$$

En cortante, es necesario realizar un chequeo de acero, para ello se debe cumplir que el acero de refuerzo mínimo sea menor al suministrado. Lo cual se indicará luego de que el aplicativo realice el cálculo internamente.

Chequeo de Acero

- **Acero de refuerzo mínimo**

$$A_{vmin} = \max \left(\frac{0.062 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot s}{F_{yt}}; \frac{0.35 \cdot b \cdot s}{F_{yt}} \right) = 14.58 \text{mm}^2$$

- **Acero suministrado**

$$A_{vsum} = (\text{Cantidad de varillas de estribo}) \cdot (\text{Área de la varilla de estribo})$$

Por norma:

$$A_s = 2 \cdot 71 \text{ mm}^2 = 142 \text{ mm}^2$$

Para este caso **si se cumple** con el acero de refuerzo mínimo, $14.58 \text{mm}^2 < 142 \text{mm}^2$

Y finalmente, se realiza el chequeo por resistencia, en el que se tiene en cuenta que la cortante que resiste (V_n) debe ser mayor a la cortante última (V_u). Lo cual se indicará luego de que el aplicativo realice el cálculo internamente.

Chequeo de Resistencia

$$\phi V_n = \frac{\phi \cdot A_{vsum} \cdot F_y \cdot d}{s} = 251.86 \text{kN}$$

Tenga en cuenta que $\phi = 0.75$ por cortante

$V_n > V_u$

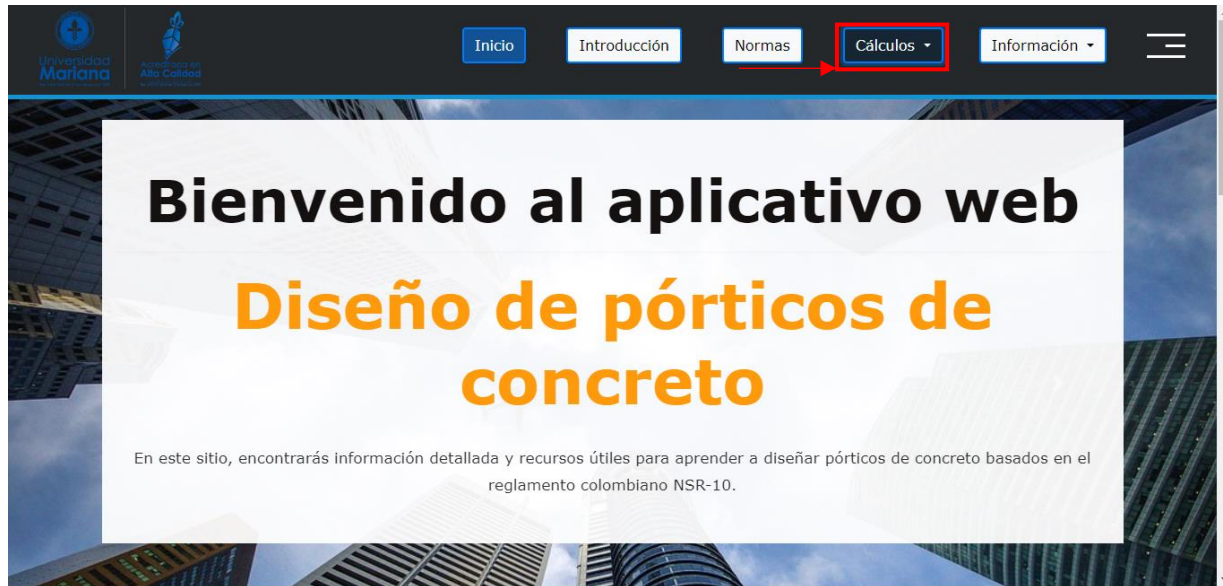
Para este caso **si se cumple** que la resistencia $V_n > V_u$, $251.86 \text{kN} > 81 \text{kN}$

Finalmente, en una tabla resumen se muestra el diseño a cortante de la viga.

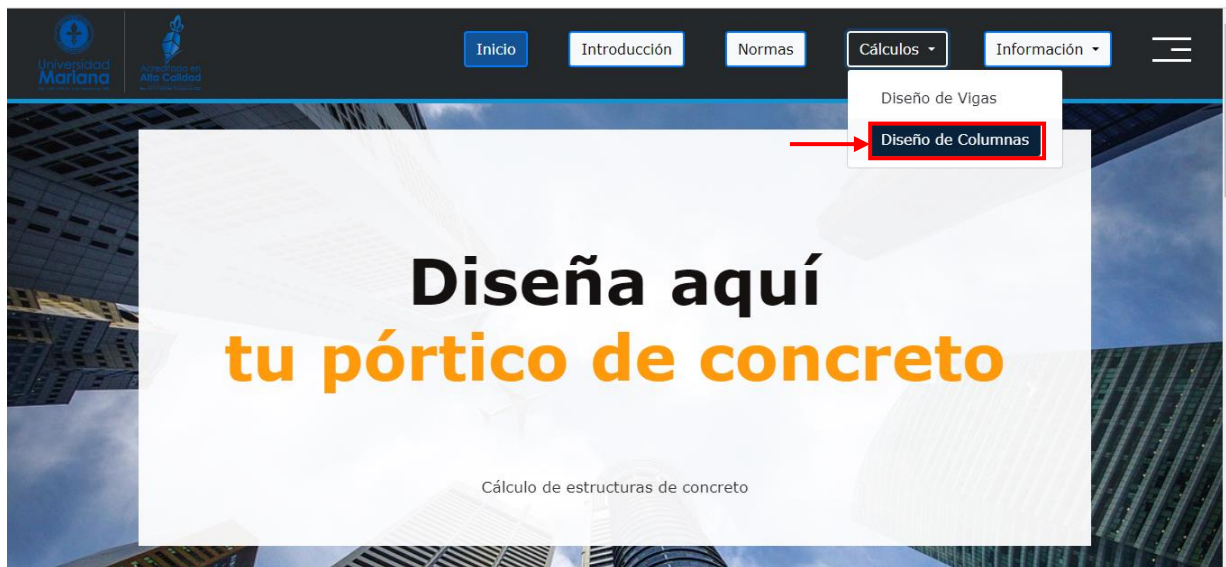
Resumen de los valores calculados		
Dato	Valor	Unidades
d	394.15	mm
Separación longitudinal	70	mm
Acero de refuerzo mínimo	14.58	mm ²
Acero suministrado	142	mm ²
Cortante Nominal	251.86	kN

c) Cálculos sobre el diseño de columnas en el aplicativo web

Para iniciar a diseñar las columnas, se selecciona el botón de “Cálculos” ubicado en la parte superior del aplicativo web.



Si se desea diseñar las columnas a flexión ó cortante, se selecciona el botón “Diseño de Columnas”, que se despliega después de dar clic en el botón de “Cálculos”.



Inicialmente, para el diseño de columnas a flexión, se deben ingresar algunos datos de entrada por parte del usuario, por ejemplo, los valores de base y altura de la viga teniendo en cuenta las unidades indicadas. En esta parte, se debe considerar que las dimensiones de la columna deben ser de 30cm x 30cm o debe cumplir con un área de 300cm² (mínimo con una dimensión de 25cm), teniendo en cuenta la norma NSR-10.

DISEÑO DE COLUMNAS

Diseño Flexo - Axial

Para diseñar una columna, ingresa los siguientes datos: Dimensiones de la Columna

* Base (mm)

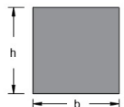
Ingresa un número mayor a 0

La base o la altura de la columna debe ser mínimo 250mm

* Altura (mm)

Ingresa un número mayor a 0

Dimensiones base y altura de una columna



Por norma:
30 cm x 30 cm
o
300 cm², pero el lado "h" o "b" >= 25cm

NOTA: Tenga en cuenta que para un sistema de capacidad de disipación especial (DES) empleado para una zona de amenaza sísmica alta, la columna debe cumplir con dimensiones de 30cm x 30cm o debe tener un área de 300cm² pero, como mínimo una sola dimensión de 25cm

También, se debe ingresar la resistencia de compresión del concreto. Para ello, se puede seleccionar en el menú desplegable un f'_c recomendado de 21 o 28 Mpa, o de lo contrario existe un campo adicional habilitado para que el usuario pueda ingresar el valor deseado. Es importante tener en cuenta que, si el usuario selecciona la resistencia en el menú desplegable, este valor se escribe de forma automática en el campo habilitado, es decir que los cálculos se realizan con el contenido del campo adicional.

Seleccione Datos de los materiales

Resistencia a la compresión (f'_c) MPa

21

21

28

Campo desplegable

Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) MPa

Campo adicional

Tamaño máximo agregado (mm)

En un siguiente campo, se puede observar el esfuerzo de fluencia del acero recomendado como 420 Mpa.

Seleccione Datos de los materiales

Resistencia a la compresion (f_c) MPa: 21
 Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) MPa: **420**
 Tamaño máximo agregado (mm):

Seleccione Datos para la cuantía mínima

Recubrimiento (mm): 40
 Número de varilla longitudinal: No. 2
 Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la columna al centroide de la varilla

Además, se debe ingresar el tamaño máximo del agregado, teniendo en cuenta que debe ser un valor mayor o igual a 10 mm.

Seleccione Datos de los materiales

Resistencia a la compresion (f_c) MPa: 21
 Esfuerzo de fluencia del acero (f_y) MPa: 420
 Tamaño máximo agregado (mm): **25**

Seleccione Datos para la cuantía mínima

Recubrimiento (mm): 40
 Número de varilla longitudinal: No. 2
 Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la columna al centroide de la varilla

Luego, se debe seleccionar el recubrimiento en el menú desplegable, teniendo en cuenta los valores recomendados correspondientes a 40 mm y 75 mm (expuesto al suelo).

Seleccione Datos para la cuantía mínima

Recubrimiento (mm): **40**
 Número de varilla longitudinal: No. 2
 Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la columna al centroide de la varilla

Diámetro de la varilla (mm): 40
 Área de la varilla (mm^2): 32

Número Varilla de Estribo: No. 3
 Diámetro Varilla estribo (mm): 9.5

R= recubrimiento
 Por norma:
 Mínimo dos varillas

TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm^2)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

Después de seleccionar el recubrimiento, se supone una varilla inicial en el menú desplegable (del No.2 al No.8) de acuerdo al criterio del diseñador, para lo cual se indica una tabla que contiene los datos necesarios de una varilla con el fin de que el usuario elija la deseada, y de este modo, automáticamente se muestra el diámetro y el área de la varilla seleccionada.

Seleccione Datos para la cuantía mínima

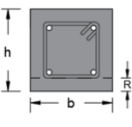
Recubrimiento (mm)

Número de varilla longitudinal No. 2

Diámetro de la varilla (mm) Área de la varilla (mm²)

Número Varilla de Estribo No. 3 Diámetro Varilla estribo (mm)

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la columna al centroide de la varilla



R= recubrimiento

Por norma:

Mínimo dos varillas

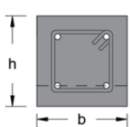


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

**Seleccione el número de la varilla supuesto teniendo en cuenta los valores de la TABLA 1

De la misma forma, se selecciona el número de la varilla del estribo y aparecerá de forma automática el valor del diámetro de la misma.

Seleccione Datos para la cuantía mínima

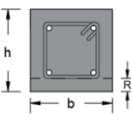
Recubrimiento (mm)

Número de varilla longitudinal

Diámetro de la varilla (mm) Área de la varilla (mm²)

Número Varilla de Estribo No. 3 Diámetro Varilla estribo (mm) 9.5

Recubrimiento y Distancia desde la parte superior de la columna al centroide de la varilla



R= recubrimiento

Por norma:

Mínimo dos varillas

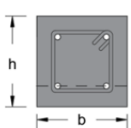


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

**Seleccione el número de la varilla supuesto teniendo en cuenta los valores de la TABLA 1

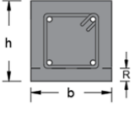
Una vez ingresados todos los datos de entrada y desplazándose hacia abajo, se encuentra el botón “Calcular” para obtener los resultados del diseño de columnas a flexión o si se quiere eliminar todos los datos ingresados, se da clic en el botón “Limpiar”.

Diámetro de la varilla (mm)

Área de la varilla (mm²)

Número Varilla de Estribo

Diámetro Varilla estribo (mm)



R= recubrimiento
Por norma:
Mínimo dos varillas

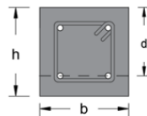


TABLA 1: Dimensiones de la varilla de acuerdo al Número

Número de Varilla	Diámetro (pulgadas)	Diámetro (mm)	Área (mm ²)
No. 2	1/4"	6.4	32
No. 3	3/8"	9.5	71
No. 4	1/2"	12.7	129
No. 5	5/8"	15.9	199
No. 6	3/4"	19.1	284
No. 7	7/8"	22.2	387
No. 8	1"	25.4	510

**Seleccione el número de la varilla supuesto teniendo en cuenta los valores de la TABLA 1

Calcular

Limpiar

Si el usuario da clic en el botón “Calcular” se obtienen datos de la columna a flexión, para ello se debe tener en cuenta las notas y recomendaciones dadas, como por ejemplo el número de varillas recomendado o el chequeo de separación. Es importante considerar que, si el diseño no cumple con la separación mínima por norma se debe cambiar la varilla supuesta a la recomendada o a otra deseada y nuevamente se da clic en el botón “Calcular”.

Calcular

Limpiar

Se recomienda utilizar la varilla No. 8 ya que se obtiene un menor exceso de 22.40%

NOTA: Elija como varilla supuesta aquella que tenga un menor porcentaje de exceso o desperdicio de acero, pero que cumpla con la separación mínima

Valores calculados

Dato	Valor	Unidades
Pmin	0.0100	
Recubrimiento	40.00	mm
Ac	250000.00	mm ²
AsMin	2500.00	mm ²
Cantidad de Varillas	80	und
No. Varilla	No. 2	-
As-suministrado	2560	mm ²
Exceso de As	2.40	%
Separación entre varillas	-1.41	mm
Separación mínima	33.25	mm
Separación máxima	150.00	mm

Tener en cuenta la tabla de convenciones

Variable	Descripción
Pmin	Cuántía mínima
Ac	Área de la columna
AsMin	Acero mínimo que requiere
As-suministrado	Acero mínimo suministrado
Exceso de As	Exceso de acero

No cumple la condición: separacion entre varillas=-1.41mm >= separación mínima=33.25mm y -1.41mm <= 150mm

En este momento se procede a cambiar el número de varilla longitudinal por el recomendado y se da clic nuevamente en el botón “Calcular”

Calcular
Limpiar

Se recomienda utilizar la varilla No. 8 ya que se obtiene un menor exceso de 22.40%

NOTA: Elija como varilla supuesta aquella que tenga un menor porcentaje de exceso o desperdicio de acero, pero que cumpla con la separación mínima

Valores calculados			Tener en cuenta la tabla de convenciones	
Dato	Valor	Unidades	Variable	Descripción
Pmin	0.0100		Pmin	Cuántia mínima
Recubrimiento	40.00	mm	Ac	Área de la columna
Ac	250000.00	mm ²	AsMin	Acero mínimo que requiere
AsMin	2500.00	mm ²	As-suministrado	Acero mínimo suministrado
Cantidad de Varillas	6	und	Exceso de As	Exceso de acero
No. Varilla	No. 8	-		
As-suministrado	3060	mm ²		
Exceso de As	22.40	%		
Separación entre varillas	49.72	mm		
Separación mínima	33.25	mm		
Separación máxima	150.00	mm		

No cumple la condición: separación entre varillas=49.72mm >= separación mínima=33.25mm y 49.72mm <= 150mm

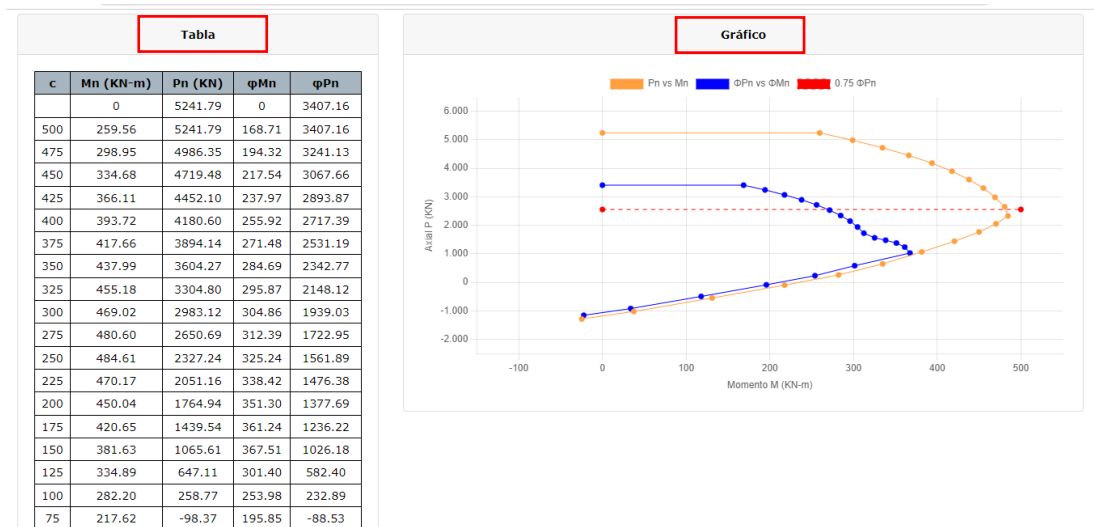
Una vez cumplido el requisito de separación mínima se puede observar el Diagrama de Interacción para un caso propio dando clic en el botón “Mostrar gráfico” el cual aparece bajo dos tablas en las que se registran algunos datos del concreto y del acero para dicha columna, necesarios para elaborar la gráfica mencionada.

DIAGRAMA DE INTERACCIÓN

Datos para concreto <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td>Número de Fibras</td> <td>20</td> <td>und</td> </tr> <tr> <td>Longitud de fibra</td> <td>25</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad del concreto</td> <td>20636.86</td> <td>MPa</td> </tr> </table>	Número de Fibras	20	und	Longitud de fibra	25	mm	Módulo de elasticidad del concreto	20636.86	MPa	Datos para acero <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td>Módulo de elasticidad del acero</td> <td>200000</td> <td>MPa</td> </tr> <tr> <td>Recubrimiento</td> <td>40</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Diámetro Varilla Longitudinal</td> <td>25.4</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>Área Varilla Longitudinal</td> <td>510</td> <td>mm²</td> </tr> <tr> <td>Diámetro Estribo</td> <td>9.5</td> <td>mm</td> </tr> </table>	Módulo de elasticidad del acero	200000	MPa	Recubrimiento	40	mm	Diámetro Varilla Longitudinal	25.4	mm	Área Varilla Longitudinal	510	mm ²	Diámetro Estribo	9.5	mm
Número de Fibras	20	und																							
Longitud de fibra	25	mm																							
Módulo de elasticidad del concreto	20636.86	MPa																							
Módulo de elasticidad del acero	200000	MPa																							
Recubrimiento	40	mm																							
Diámetro Varilla Longitudinal	25.4	mm																							
Área Varilla Longitudinal	510	mm ²																							
Diámetro Estribo	9.5	mm																							

Mostrar gráfico

Al dar clic en el botón “Mostrar gráfico” se observa una Tabla que contiene el análisis de las cargas axiales (P_n) y los momentos (M_n) en diferentes fibras (C) dependiendo de las dimensiones de la columna. Además, se muestra el Diagrama de Interacción, un gráfico elaborado a partir de la tabla anteriormente descrita. En este momento finaliza el diseño a flexión de las columnas.



De este modo, se puede iniciar con la cortante de las columnas, para lo cual se toma como datos de entrada los mismos ingresados en el comienzo de los cálculos, además de los resultados obtenidos en el diseño a flexión de columnas. Y, por tanto, lo siguiente es dar clic en el botón “Calcular”

Diseño a Cortante

Para el cálculo a cortante de una columna, se toman los datos ingresados con anterioridad referentes a las dimensiones de la columna (Base y altura) y datos de los materiales (f'_c y F_y)

Se seleccionan los siguientes datos de Flexo Axial

Recubrimiento	40	mm
No. Varilla Longitudinal	8	
Área Varilla Longitudinal	510	mm ²
Diámetro Varilla Longitudinal	25.4	mm
Cantidad Varillas Longitudinales	6	und
No. Varilla Estribo	3	
Diámetro Varilla Estribo	9.5	mm
Área Varilla Estribo	71	mm ²

→ Calcular

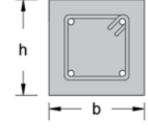
Para cortante en columnas se muestran resultados como la separación entre varillas, la cual debe ser mayor a 50 mm. Además, es importante conocer el área confinada de la columna para posteriores cálculos.

● Separación entre varillas

$$S = \min \left(\frac{\min(h, b)}{4}; 6d_{blong}; 150\text{mm} \right) = 130\text{mm}$$

Debe ser mayor a 50mm

Para este caso **sí se cumple** que la separación S (130mm) > 50mm

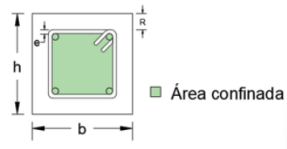


● Área confinada

$$Base = b - 2R - 2e = 401\text{mm}$$

$$Altura = h - 2R - 2e = 401\text{mm}$$

$$Ach = Base * Altura = 401\text{mm} * 401\text{mm} = 160801\text{mm}^2$$



■ Área confinada

Por último, se conoce el refuerzo mínimo de la columna, es decir la cantidad de estribos necesarios para amarrar las varillas longitudinales. Sin embargo, si dicha cantidad supera el número de varillas a amarrar la separación se debe ir disminuir hasta 50 mm.

● Refuerzo mínimo

$$Ash1 = \frac{0.3 \cdot (S \cdot bc \cdot F_{yc})}{F_y} \cdot \left(\frac{A_g}{Ach} - 1 \right) = 721.13\text{mm}^2$$

$$Ash2 = \frac{0.09 \cdot (S \cdot bc \cdot F_{yc})}{F_y} = 390.00\text{mm}^2$$

$$Ash = \max(Ash1; Ash2) = \max(721.13\text{mm}^2; 390.00\text{mm}^2) = 721.13\text{mm}^2$$

$$No. Estribos = 10 \text{ und}$$

La cantidad de estribos sobrepasa la cantidad de las varillas a amarrar. Se debe disminuir la separación hasta 50mm.

Así para el caso, con una separación de 50 mm se encuentran los estribos suficientes para amarrar las varillas longitudinales de la columna.

REDUCCIÓN DE SEPARACIÓN

● Refuerzo mínimo

$Separación = 50mm$

$$Ash1 = \frac{0.3 \cdot (S \cdot bc \cdot F_{\text{te}})}{F_y} \cdot \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) = -499.92mm^2$$
$$Ash2 = \frac{0.09 \cdot (S \cdot bc \cdot F_{\text{te}})}{F_y} = 150.00mm^2$$
$$Ash = \max(Ash1; Ash2) =$$
$$\text{máx} (-499.92mm^2; 150.00mm^2) = 150.00mm^2$$

$No. \text{Estribos} = 2 \text{ und}$

El Número de estribos es suficiente