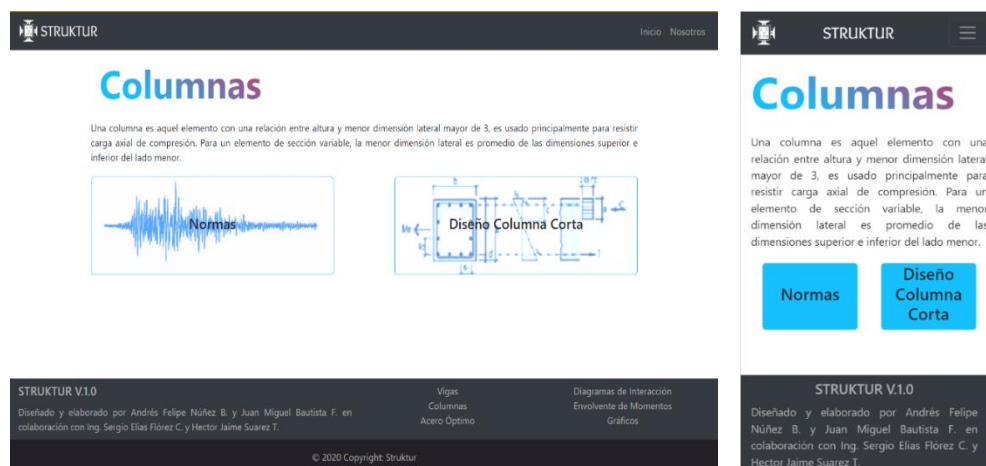


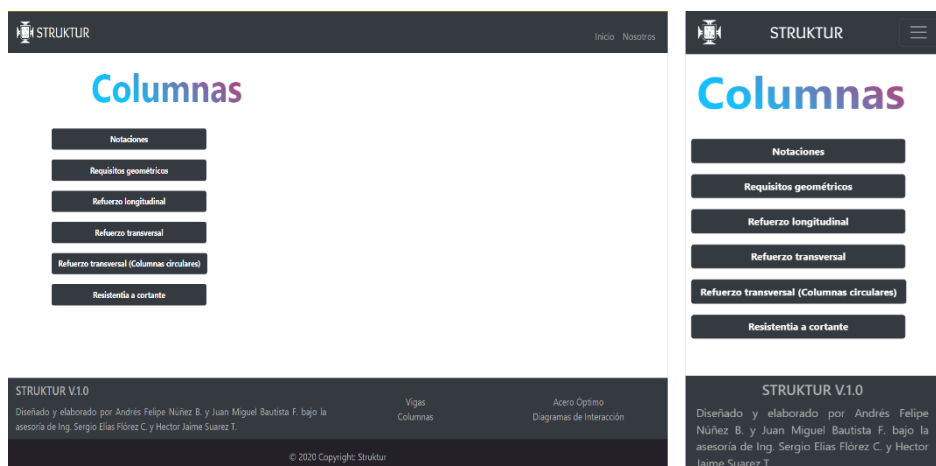
## GUÍA – MÓDULO DE COLUMNAS

El presente módulo ofrece al estudiante la facilidad de encontrar las temáticas correspondientes al diseño de columnas de concreto reforzado, al ingresar a dicho este desde la pantalla inicio, se despliega una ventana con la posibilidad de elección del usuario de acceder al apartado “Normas” y “Columnas cortas”.



- **NORMAS**

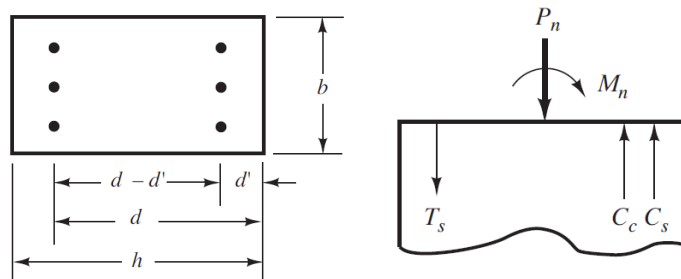
Este apartado cuenta con requerimientos dispuestos en la NSR-10 para el diseño de columnas de manera organizada, acompañada de sus notaciones para la comprensión sencilla facilitando la interacción con el estudiante, además cada artículo cuenta con etiquetas de referencia por si se desea profundizar con la norma, tener una referencia directa a la cual recurrir:



- **DISEÑO COLUMNA CORTA**

Este apartado dispone de una rutina interactiva para el diseño de columnas cortas rectangulares, tal como se observa a continuación, para lo que se deben suministrar datos de entrada necesarios, además se proponen datos predeterminados como recomendaciones para que el usuario tenga una base.

La mejor forma de mostrar el funcionamiento del aplicativo es plasmando un ejemplo y evaluando todas las posibles opciones, para esto, se tomará una viga con las siguientes ecuaciones y se explicará paso a paso el proceso del ingreso de datos.



**Datos del ejemplo:**

$$f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_u = 20 \text{ Tf}$$

$$M_u = 15 \text{ Tf}$$

$$b = 30 \text{ cm}$$

$$h = 45 \text{ cm}$$

$$d' = 6 \text{ cm} \left( d' = \text{Rec} + d_e + \frac{d_b}{2} \right)$$

$$\text{Rec} = 4 \text{ cm} \text{ (NSR - 10, Sec. C. 7.7.1)}$$

$$\text{Tamaño máx del agregado} = 1 \text{ plg}$$

### ✓ Introducción de los datos:

Algunos valores como  $d'$ , el tamaño máximo del agregado y el recubrimiento presentan datos sugeridos por los desarrolladores como recomendación, luego de esto se procede a presionar en el botón “Calcular”:

### Datos de Entrada

$f'c$  210 (Kgf/cm<sup>2</sup>) ▼

---

$f_y$  4200 (Kgf/cm<sup>2</sup>) ▼

---

Pu (Tf)

20

b (cm)

30

$d'$  (cm)

6

tamaño max agregado (plg)

1

Mu (Tf\*m)

15

h (cm)

45

rec (cm)

4

Calcular

## 1

## Parámetros K y R

En este paso calcularemos los parámetros K y R con los que entraremos a los ejes Y y X de los diagramas de interacción respectivamente.

Estos diagramas de interacción son adimensionales y nos servirán de ayuda para determinar la cuantía de la columna.

$$K = \frac{P_u}{f'_c * b * h}$$

$$K = \frac{20.0}{210 * 30.0 * 45.0}$$

$$K = 0.071$$

$$R = \frac{M_u}{f'_c * b * h^2}$$

$$R = \frac{15.0}{210 * 30.0 * 45.0^2}$$

$$R = 0.118$$

## 2

## Relación g

A continuación determinaremos la relación  $g$  entre el núcleo de hormigón y la dimensión exterior de la columna.

Con este valor definiremos que diagramas utilizar.

$$g = \frac{h - 2d}{h}$$

$$g = \frac{45.0 - 26.0}{45.0}$$

$$g = 0.733$$

Como  $g$  tiene más de un decimal, es necesario determinar los valores de  $g_1$  y  $g_2$

Para calcular  $g_1$ , se redondea el valor de  $g$  hacia abajo usando un decimal

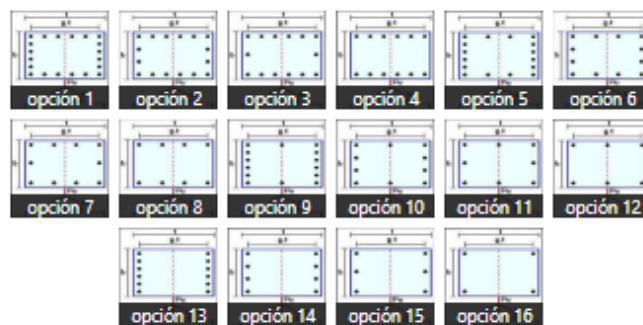
$$g_1 = 0.7$$

Para calcular  $g_2$ , se redondea el valor de  $g$  hacia arriba usando un decimal

$$g_2 = 0.8$$

Por favor seleccione la distribución de acero, teniendo en cuenta que en los siguientes esquemas de referencia la longitud horizontal es  $h$  y la longitud vertical es  $b$ .

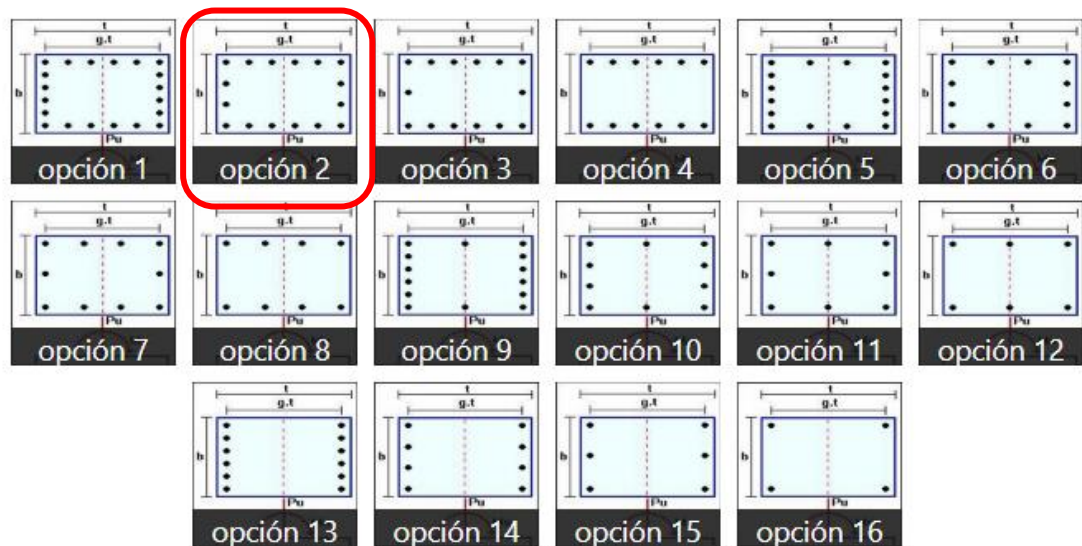
Puede utilizar cualquiera de las opciones, pero lo más recomendable es utilizar una distribución que se asemeje a la relación de aspecto  $b/h$



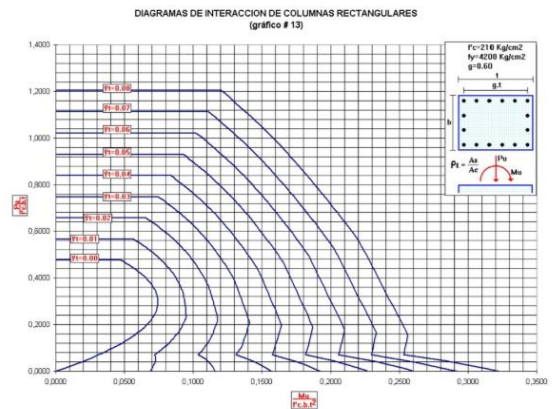
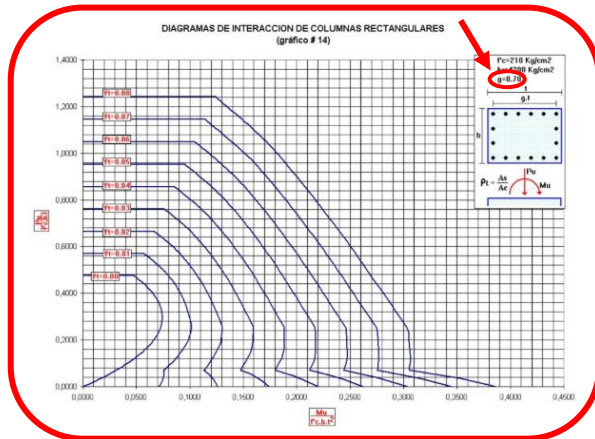
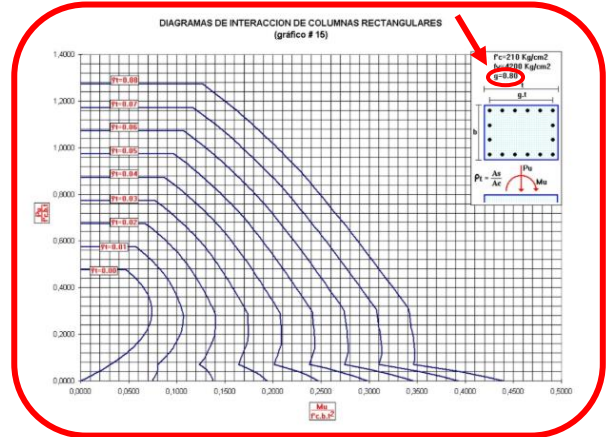
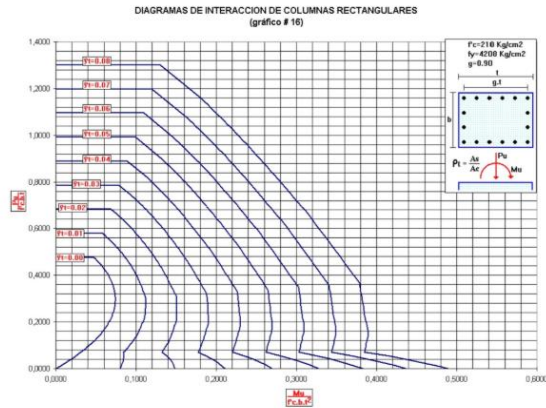
Como se puede observar, la rutina realiza el cálculo de los parámetros  $K$  y  $R$ , los cuales representan condiciones de Momento y carga axial para caracterizar la columna, el segundo paso es hallar el valor de  $g$ , el cual es una relación entre el núcleo de hormigón y la dimensión exterior, que define el diagrama de interacción que se va a utilizar, en caso de que  $g$  presente más de un decimal, es necesario utilizar 2 diagramas de interacción para los valores de  $g$  más cercanos hacia arriba y hacia abajo ( $g_1$  y  $g_2$ ), de esta manera se garantiza mayor precisión en el cálculo de la cuantía.

La rutina explica cada paso de manera detallada, por lo que esta guía es útil para facilitar el ingreso de datos y resumir los pasos a seguir.

Luego obtener el dato de  $g$  o los datos de  $g_1$  y  $g_2$ , el siguiente paso es elegir, dentro de un banco de opciones y con un simple clic, la opción de distribución del refuerzo que se desee. En este punto es aceptable elegir cualquier opción, pero es recomendable elegir una distribución acorde con la relación de aspecto  $b/h$  del elemento analizado:

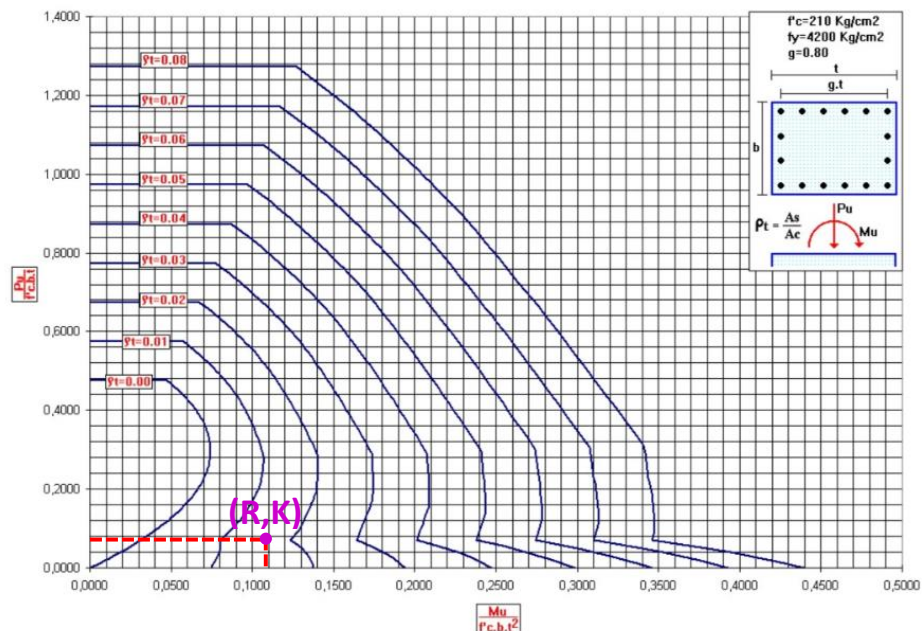
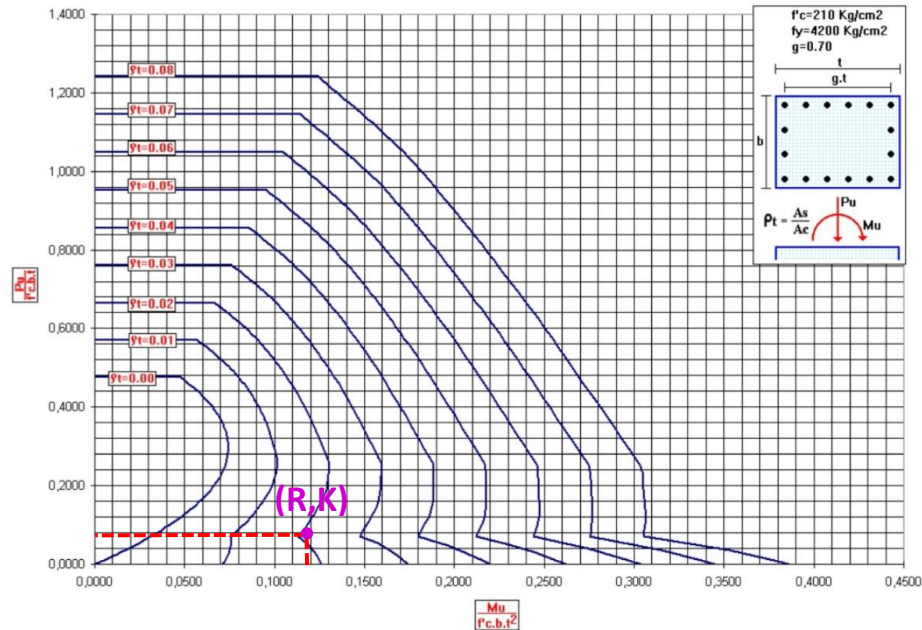


Para motivos del ejemplo, se selecciona la opción 2 y al seleccionarla inmediatamente se apertura una ventana con los respectivos diagramas de interacción, donde lo primero que debe hacerse es elegir los correspondientes a  $g_1 = 0.7$  y  $g_2 = 0.8$ :



Luego de saber los gráficos en los cuales se trabajará, se ubica el punto ( $R = 0.118$ ,  $K = 0.071$ ) para elegir de esta manera la cuantía  $\rho$  de diseño, de la siguiente forma (Se recomienda tomar nota de los valores de cuantía obtenidos, pues son de suma importancia para continuar con el proceso de diseño):






Al ubicar los puntos (R, K) en ambos gráficos se obtuvo, aproximadamente  $\rho_1 = 0.0217$  y  $\rho_2 = 0.0185$  (Se debería realizar una interpolación o en su defecto aproximar).

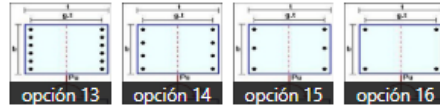
Ya obtenidos los datos de cuantía, volvemos a la ventana de entrada de datos que utilizamos en un principio (para esto sólo debemos cerrar la ventana de los gráficos, ya que siempre se apertura en una ventana distinta a la principal para no entorpecer el proceso) e ingresamos los datos de cuantía obtenidos, la opción de distribución de aceros que elegimos y oprimimos de nuevo el botón “Calcular”:

tamaño max agregado (plg)	
1	
cuantía 1	
0.0217	
cuantía 2	
0.0185	
opción 2	▼

**Calcular**

Al calcular, la aplicación arroja de manera organizada los pasos necesarios para el diseño del elemento, tal como se dispone a continuación, calculando una interpolación entre las dos cuantías, seguido del cálculo del área de acero y su disposición en las caras de la columna, comprobando las separaciones entre ellas, tal como se muestra a continuación:





### 3 Cuantía

Para hallar el valor de cuantía que necesitamos, debemos interpolar los valores de cuantía que encontramos en los diagramas de interacción, de la siguiente manera:

$$\rho = \rho_1 - \frac{(g - g_1) * (\rho_1 - \rho_2)}{g_2 - g_1}$$

$$\rho = 0.0217 - \frac{(0.733 - 0.7) * (0.0217 - 0.0185)}{0.8 - 0.7}$$

$$\rho = 0.0206$$

Debemos verificar que cumpla con la cuantía mínima, de no ser así, continuaremos con el valor de cuantía mínima

$$\text{Si } (0.01 > \rho) \rightarrow \rho = 0.01$$

$$\rho = 0.0206 \text{ CUMPLE}$$

Ahora, rectificaremos que se encuentre por debajo de la cuantía máxima

$$[\rho \leq 0.04] \text{ CUMPLE}$$

### 4 Área de acero

En este paso procedemos a calcular el área de acero teórico que necesita la columna para responder satisfactoriamente ante las solicitudes.

$$asc = \rho * b * h$$

$$asc = 0.0206 * 30.0 * 45.0$$

$$asc = 27.81 [cm^2]$$

El acero suministrado es escogido por el programa teniendo en cuenta: La distribución de aceros escogida y la combinación de barras con menor área, que cumpla con el parametro  $Ass \geq Asc$

STRUKTUR determinó que la menor cantidad de acero que cumple con los criterios establecidos es:

**16 barras N5**

4 barras en las caras de longitud  $b$

6 barras en las caras de longitud  $h$

El área de acero suministrado es de:

$$Ass = 31.6692 [cm^2]$$

### Comprobaciones de separación

Para barras longitudinales  $N5$ , se deben usar estribos  $est = N3$

Calcularemos mediante la siguiente expresión, la separación entre barras en las caras  $b$  y  $h$

$$sep_b = \frac{b - 2\left(\text{rec} + est * \frac{2.54}{8}\right) - (Barras_b * dB * \frac{2.54}{8})}{Barras_b - 1}$$

$$sep_b = \frac{30.0 - 2\left(4.0 + 3 * \frac{2.54}{8}\right) - (4 * 5 * \frac{2.54}{8})}{4 - 1}$$

$$sep_b = 4.582[cm]$$

$$sep_h = \frac{h - 2\left(\text{rec} + est * \frac{2.54}{8}\right) - (Barras_h * dB * \frac{2.54}{8})}{Barras_h - 1}$$

$$sep_h = \frac{45.0 - 2\left(4.0 + 3 * \frac{2.54}{8}\right) - (6 * 5 * \frac{2.54}{8})}{6 - 1}$$

$$sep_h = 5.114[cm]$$

La separación de barras longitudinales en columnas debe cumplir con los siguientes criterios:

$$sep \geq 1.5dB$$

$$sep \geq 4cm$$

$$sep \geq \frac{4}{3} \text{ Diámetro agregado}$$

Separación en  $b$  CUMPLE

Separación en  $h$  CUMPLE