

**UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE
SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA**

VICERRECTORADO

**CENTRO DE ESTUDIOS DE POSGRADO E
INVESTIGACIÓN**



**EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD DEL MÉTODO CONVENCIONAL
Y EL MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES PARA EL DISEÑO DE
VIGAS DE GRAN ALTURA DE HORMIGÓN ARMADO**

**TRABAJO EN OPCIÓN AL GRADO DE
MAGÍSTER EN INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

NOMBRE: Ing. Alan Jaret Aparicio Ortubé
TUTOR: M.Sc. Ing. Carlos A. Pérez Eulate

SUCRE, JUNIO DE 2014

CONTENIDO
ÍNDICE GENERAL

	Página
CESIÓN DE DERECHOS	vii
DEDICATORIA	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	
1. Antecedentes	x
2. Objetivos	xi
2.1. Objetivo general	xi
2.2. Objetivos específicos	xi
3. Hipótesis	xi
4. Diseño metodológico	xii
4.1. Alcance del estudio	xii
4.2. Identificación de variables	xii
CAPÍTULO I: VIGAS DE GRAN ALTURA	
1.1. Introducción	1
1.2. Comportamiento	2
1.2.1. Vigas de gran altura en Estado I (elástico)	2
1.2.2. Vigas de gran altura en Estado II (plástico)	3
CAPÍTULO II: MÉTODO CONVENCIONAL ACI 318-11	
2.1. Introducción	5
2.2. Diseño a flexión	5
2.2.1. Análisis estático	6
2.2.2. Análisis de deformaciones	7
2.2.3. Cuantías a flexión	7
2.3. Diseño a corte	8
2.3.1. Análisis estático	8
2.3.2. Análisis de deformaciones	10
2.3.3. Cuantías a corte	10
2.4. Aplicación del método	11

CAPÍTULO III: MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES ACI 318-11

3.1. Antecedentes.....	13
3.2. Introducción.....	14
3.3. Elementos del modelo	18
3.3.1. Bielas	19
3.3.2. Tirantes	21
3.3.3. Zonas nodales	21
3.4. Aplicación del método.....	23

CAPÍTULO IV: DISEÑO - MÉTODO CONVENCIONAL ACI 318-11

4.1. Introducción.....	25
4.2. Diseño viga de gran altura	25
4.3. Resumen del diseño	31

CAPÍTULO V: DISEÑO - MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES ACI 318-11

5.1. Introducción.....	32
5.2. Diseño viga de gran altura	32
5.3. Resumen del diseño	46

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD

6.1. Introducción.....	47
6.2. Software.....	48
6.3. Comparación de las metodologías de diseño.....	48
6.3.1. Incremento de la sección (bxh).....	49
6.3.2. Incremento de la luz de corte (a)	52
6.3.3. Incremento de la carga externa (Pu)	55
6.3.4. Incremento de la resistencia del hormigón ($f'c$)	58
6.3.5. Incremento de la resistencia del acero (f_y)	61

CONCLUSIONES	64
---------------------------	----

RECOMENDACIONES	68
------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA	69
---------------------------	----

ANEXOS

A.1.Diseño de vigas de gran altura.....	A-1
A.2.Programa V.A.-H°A°v2011	A-65

CAPÍTULO I: VIGAS DE GRAN ALTURA

Figura 1.1: Definición viga de gran altura.....	1
Figura 1.2: Definición viga de gran altura (ACI 318, 2011)	2
Figura 1.3: Distribución de esfuerzos (Nawy, 2005).....	3
Figura 1.4: Distribución de esfuerzos principales en una viga de gran altura cargada en su fibra superior (Leonhardt, 1973).....	4
Figura 1.5: Distribución de esfuerzos principales en una viga de gran altura cargada en su fibra inferior (Leonhardt, 1973).....	4

CAPÍTULO II: MÉTODO CONVENCIONAL ACI 318-11

Figura 2.1: Diagrama de cuerpo libre – Flexión.....	6
Figura 2.2: Deformaciones – Flexión	7
Figura 2.3: Acero de refuerzo – Corte.....	9

CAPÍTULO III: MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES ACI 318-11

Figura 3.1: Celosía de Ritter (1899; citado en ACHE, 2002)	13
Figura 3.2: Esfuerzos principales en una viga de gran altura	14
Figura 3.3: Método de bielas y tirantes para una viga de gran altura.....	15
Figura 3.4: Discontinuidad geométrica (ACI 318, 2011; ACHE, 2002).....	16
Figura 3.5: Discontinuidad estática (ACI 318, 2011; ACHE, 2002).....	17
Figura 3.6: Discontinuidad generalizada (ACI 318, 2011; ACHE, 2002)	18
Figura 3.7: Campos de compresión	19
Figura 3.8: Refuerzo que atraviesa una biela (ACI 318, 2011).....	20
Figura 3.9: Nodo C-C-C	22
Figura 3.10: Nodo C-C-T	22
Figura 3.11: Nodo C-T-T	22
Figura 3.12: Nodo T-T-T	23

CAPÍTULO IV: DISEÑO - MÉTODO CONVENCIONAL ACI 318-11

Figura 4.1: Elemento estructural y cargas	25
Figura 4.2: Cuantías de diseño “ ρ ”, “ ρ_v ” y “ ρ_{vh} ”	31

CAPÍTULO V: DISEÑO - MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES ACI 318-11

Figura 5.1: Elemento estructural y cargas	32
Figura 5.2: Zonas D.....	33
Figura 5.3: Distribución elástica de esfuerzos principales	34
Figura 5.4: Modelo de bielas y tirantes	34
Figura 5.5: Elementos del modelo de bielas y tirantes	35
Figura 5.6: Análisis estático del modelo de bielas y tirantes.....	36
Figura 5.7: Geometría del modelo de bielas y tirantes	38
Figura 5.8: Fuerzas actuantes en el modelo de bielas y tirantes.....	38
Figura 5.9: Zonas Nodales Ay B	39
Figura 5.10: Zona Nodal C	39
Figura 5.11: Ancho “ws” en las Zonas Nodales A y B	40
Figura 5.12: Ancho “ws” en la Zona Nodal C.....	40
Figura 5.13: Cuantías de la armadura ortogonal (ACI 318, 2011)	45
Figura 5.14: Cuantías de diseño “ ρ ”, “ ρ_v ” y “ ρ_{vh} ”	46

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD

Figura 6.1: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ ”	49
Figura 6.2: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ_v ”	50
Figura 6.3: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ_{vh} ”	51
Figura 6.4: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ ”	52
Figura 6.5: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ_v ”	53
Figura 6.6: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ_{vh} ”	54
Figura 6.7: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ ”	55
Figura 6.8: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ_v ”	56
Figura 6.9: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ_{vh} ”	57
Figura 6.10: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ ”	58
Figura 6.11: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ_v ”	59
Figura 6.12: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ_{vh} ”	60
Figura 6.13: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ ”	61
Figura 6.14: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ_v ”	62
Figura 6.15: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ_{vh} ”	63

INTRODUCCIÓN

Tabla 1: Modelo de tabla de resultados – Método Convencional	xii
Tabla 2: Modelo de tabla de resultados – Método de Bielas y Tirantes.....	xiii

CAPÍTULO IV: DISEÑO - MÉTODO CONVENCIONAL ACI 318-11

Tabla 4.1: Resumen del diseño – Método Convencional	31
---	----

CAPÍTULO V: DISEÑO - MÉTODO DE BIELAS Y TIRANTES ACI 318-11

Tabla 5.1: Resumen del diseño – Método de Bielas y Tirantes	46
---	----

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN DE LA APLICABILIDAD

Tabla 6.1: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ ”	49
Tabla 6.2: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ_v ”	50
Tabla 6.3: Incremento de la sección (bxh) – “ ρ_{vh} ”	51
Tabla 6.4: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ ”	52
Tabla 6.5: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ_v ”	53
Tabla 6.6: Incremento de la luz de corte (a) – “ ρ_{vh} ”	54
Tabla 6.7: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ ”	55
Tabla 6.8: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ_v ”	56
Tabla 6.9: Incremento de la carga externa (P_u) – “ ρ_{vh} ”	57
Tabla 6.10: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ ”	58
Tabla 6.11: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ_v ”	59
Tabla 6.12: Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) – “ ρ_{vh} ”	60
Tabla 6.13: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ ”	61
Tabla 6.14: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ_v ”	62
Tabla 6.15: Incremento de la resistencia del acero (f_y) – “ ρ_{vh} ”	63

CESIÓN DE DERECHOS

Al presentar este trabajo como requisito previo para la obtención del Título de Magister en Ingeniería Estructural de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, autorizo al Centro de Estudios de Posgrado e Investigación o a la Biblioteca de la Universidad, para que se haga de este trabajo un documento disponible para su lectura, según normas de la Universidad.

También cedo a la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, los derechos de publicación de este trabajo o parte de él, manteniendo mis derechos de autor hasta un periodo de 30 meses posterior a su aprobación.

Alan Jaret Aparicio Ortubé

Sucre, Junio de 2014

DEDICATORIA

Con mucho cariño dedico esta Tesis de Grado a mis padres, Evelyn y Víctor, por conducirme a una vida de superación constante, respeto y humildad.

El Método de Bielas y Tirantes es una metodología de diseño alternativa frente al Método Convencional para el diseño de elementos estructurales de hormigón armado con discontinuidad de esfuerzos. Sin embargo no existen referencias concretas sobre la aplicabilidad de ambos métodos, generando de esta manera una incertidumbre sobre que método se adecúa de mejor manera a un problema dado.

El presente estudio tiene como objetivo el de realizar una comparación entre ambos métodos para determinar la aplicabilidad de los mismos y desembocar de esta manera en diseños más precisos para un problema dado cuidando aspectos tales como la seguridad y la economía.

Para este propósito se diseñaron 2000 vigas de gran altura por cada método mediante un programa, el cual fue desarrollado para esta investigación, permitiendo después de un análisis de los resultados evaluar la aplicabilidad de ambos métodos.

Para la evaluación de la aplicabilidad se tomó en cuenta parámetros de análisis como la cuantía del refuerzo de tracción por flexión " ρ ", la cuantía del refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión " ρ_v " y la cuantía del refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión " ρ_{vh} ", los cuales se obtuvieron a través de variables independientes como la sección, la luz de corte, la carga externa y la resistencia de los materiales.

Los resultados del estudio mostraron una clara diferencia entre ambas metodologías de diseño, demostrando un comportamiento similar al evaluar " ρ " y un comportamiento inverso al evaluar " ρ_v " y " ρ_{vh} ".

Por lo que se concluye que existe una cierta relación entre el Método Convencional y el Método de Bielas y Tirantes.

1. ANTECEDENTES

Desde que se utilizó el hormigón armado en las estructuras civiles, estudiosos en la materia han tratado de entender su comportamiento, lo cual ha permitido que se desarrollen varias teorías a lo largo de la historia llevando al análisis y diseño de estructuras a un nivel más óptimo.

La teoría de la plasticidad, utilizada desde hace un tiempo atrás, por las características que presenta se ha introducido de gran manera en la actualidad. La prueba más fehaciente de aquello es la gran cantidad de normativas de diseño que ha introducido esta teoría en su contenido principal.

Si bien la teoría de la plasticidad brinda excelentes resultados, la misma presenta un interesante inconveniente, que basa sus métodos de diseño en estudios empíricos, lo que conlleva a que un elemento estructural pueda funcionar apropiadamente en algunos casos y no así en la totalidad de casos que podría experimentar frente a diversas situaciones.

Las vigas de gran altura son un ejemplo de lo mencionado puesto que presentan un comportamiento más complejo, esto debido a que contienen en su interior una gran concentración de esfuerzos y las teorías clásicas como las Secciones Planas no se adecúan al comportamiento real del elemento estructural.

El Método Convencional brinda respuestas para este tipo de elementos estructurales, sin embargo basa su método de diseño en verificaciones seccionales por separado, impidiendo de esta manera analizar al elemento de forma global dejando de lado cualquier otro sector que necesite un refuerzo adicional.

El Método de Bielas y Tirantes también brinda respuestas para este tipo de elementos estructurales, pero a diferencia del anterior, el diseño se realiza a través de un reticulado hipotético permitiendo de esta manera analizar al elemento de forma global y reforzar los sectores que así lo necesiten.

Entonces el Método de Bielas y Tirantes es una metodología de diseño alternativa al Método Convencional para el diseño de elementos estructurales con discontinuidad de esfuerzos, sin embargo no existen referencias concretas sobre la aplicabilidad de ambos métodos, generando de esta manera una incertidumbre sobre cual método se adecúa de mejor manera a un problema dado.

Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo el de realizar una comparación entre ambos métodos para determinar la aplicabilidad de los mismos y obtener en consecuencia diseños más precisos para un problema tomando en consideración aspectos tales como la seguridad y la economía.

Para este propósito se diseñaron 2000 vigas de gran altura por cada método mediante un programa, el cual fue desarrollado durante la investigación, permitiendo después de un análisis de los resultados evaluar la aplicabilidad de ambos métodos.

2. OBJETIVOS

2.1.Objetivo general

Evaluar la aplicabilidad del Método Convencional y el Método de Bielas y Tirantes para el diseño de vigas de gran altura de hormigón armado.

2.2.Objetivos específicos

- Desarrollar el comportamiento de vigas de gran altura de hormigón armado.
- Desarrollar la metodología de diseño del Método Convencional.
- Desarrollar la metodología de diseño del Método de Bielas y Tirantes.
- Diseñar vigas de gran altura por el Método Convencional.
- Diseñar vigas de gran altura por el Método de Bielas y Tirantes.

3. HIPÓTESIS

El Método Convencional tiene una cierta relación con el Método de Bielas y Tirantes para el diseño de vigas de gran altura de hormigón armado.

4. DISEÑO METODOLÓGICO

4.1. Alcance del estudio

El presente estudio es de tipo correlacional puesto que se va evaluar la relación existente entre dos metodologías de diseño, el Método Convencional y el Método de Bielas y Tirantes, para el diseño de vigas de gran altura de hormigón armado.

El propósito principal es determinar la variación existente para un mismo problema, detectar en qué punto existe divergencia y en qué punto existe convergencia de resultados y por tanto determinar los rangos de aplicabilidad de los métodos en estudio.

4.2. Identificación de variables

- Las variables independientes a considerar son la sección, la luz de corte, la carga externa y la resistencia de los materiales.
- Las variables dependientes a considerar son la cuantía del refuerzo de tracción por flexión “ ρ ”, la cuantía del refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión “ ρ_v ” y la cuantía del refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión “ ρ_{vh} ”.
- La escala de medición es de intervalo ya que se podrá determinar con precisión las proporciones de aplicabilidad de un método respecto del otro.
- La recolección de datos se hizo a través de un programa, que fue desarrollado durante la investigación, permitiendo de esta manera analizar, diseñar y recopilar resultados para determinar la aplicabilidad de los métodos en estudio.
- El nivel de manipulación de variables es de cinco grados como se detalla a continuación:

Método Convencional						
$f'_c=20\text{MPa a }25\text{MPa}$						
$f_y=400\text{MPa a }500\text{MPa}$						
Parámetros de diseño				Resultados		
P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
0.75 a 2.50	0.40 a 0.60	1.00 a 2.00	0.50 a $a/h < 2.00$	-----	-----	-----

Tabla 1
Modelo de tabla de resultados - Método Convencional

Método de Bielas y Tirantes						
$f'_c=20\text{MPa}$ a 25MPa						
$f_y=400\text{MPa}$ a 500MPa						
Parámetros de diseño				Resultados		
P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
0.75 a 2.50	0.40 a 0.60	1.00 a 2.00	0.50 a $a/h < 2.00$	-----	-----	-----

Tabla 2
Modelo de tabla de resultados - Método de Bielas y Tirantes

1.1.INTRODUCCIÓN

Algunas vigas de hormigón armado pueden tener una altura mucho mayor que la normal con respecto a su luz, mientras que su ancho en la dirección perpendicular es mucho menor que la luz o la altura.

Los elementos estructurales de este tipo se llaman vigas de gran altura y se los puede definir como aquellas que poseen una luz, l , menor o igual a 4 veces la altura total del elemento o una luz a cortante, a , menor o igual a 2 veces la altura total del elemento.

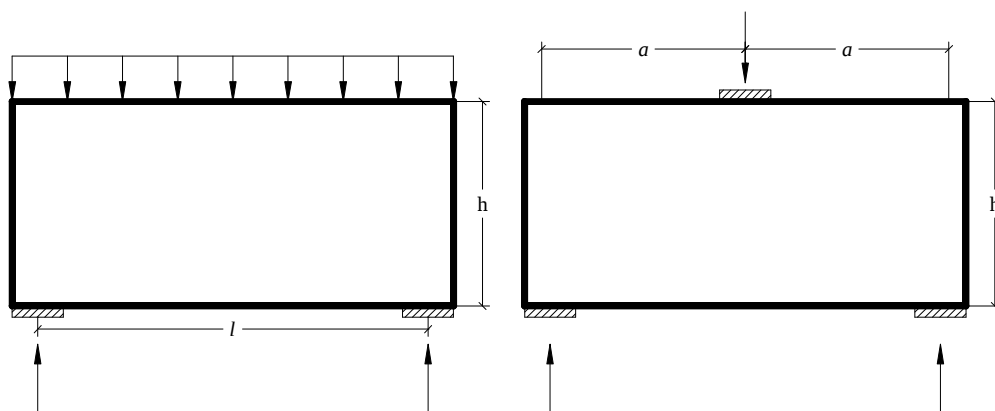


Figura 1.1
Definición viga de gran altura

El Código ACI 318 (2011) define a las vigas de gran altura como aquellas que poseen una luz libre “ l_n ” menor o igual a 4 veces la altura total del elemento o una luz a cortante “ a ” menor a 2 veces la altura total del elemento medido desde la cara del soporte.

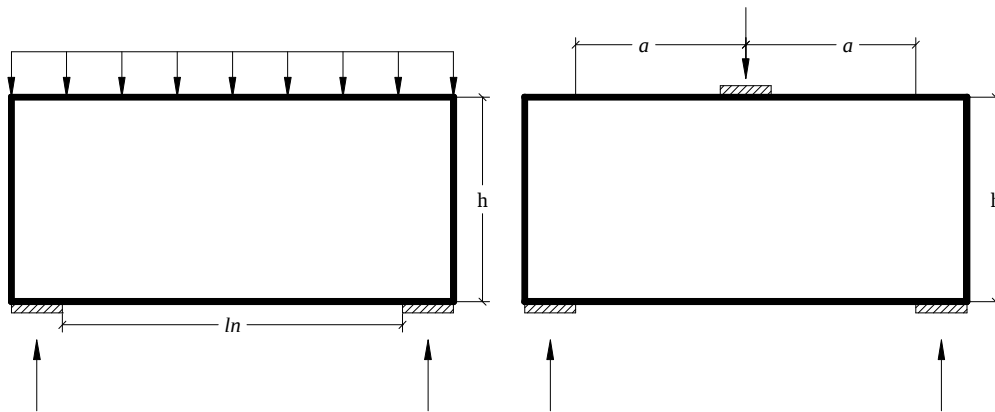


Figura 1.2
Definición viga de gran altura (ACI 318, 2011)

Sin embargo en otra edición, el código ACI 318 (1999) definen a las vigas de gran altura como aquellas que poseen una luz libre “ l_n ” menor a 5 veces la altura total del elemento o una luz a cortante “ a ” menor a 2.5 veces la altura total del elemento.

Este tipo de elementos estructurales se pueden encontrar en vigas de transferencia, muros de cimentación, diafragmas de pisos, muros de cortante, muros de tanques rectangulares y en silos.

1.2.COMPORTAMIENTO

Las vigas de gran altura, por la geometría que presentan, llegan a tener un comportamiento bidimensional de esfuerzos y la distribución de esfuerzos internos está directamente ligada a las condiciones de borde, a la forma y al punto de aplicación de las solicitaciones externas.

1.2.1. Vigas de gran altura en Estado I (elástico)

En el rango elástico los esfuerzos por flexión, σ_x , no se distribuyen linealmente (aún para un material idealmente elástico) y tampoco se pueden despreciar las componentes σ_y y τ_{xy} ya que pueden llegar a ser del orden de σ_x , por lo tanto la hipótesis de secciones planas ya no se cumple para este tipo de elementos (Fig. 1.3).

Para calcular las tensiones en el Estado I es necesario tomar en cuenta todas las condiciones de equilibrio y de compatibilidad de esfuerzos internos.

Por tanto se puede aplicar los siguientes procedimientos:

- 1) Con la hipótesis de estados planos de tensiones, mediante la función de Airy.
- 2) El método de elementos finitos.

3) Estudio de modelos, como ser:

- Fotoelasticidad
- Modelos de Araldita con rosetas de deformación
- Modelos de microhormigón.

4) Por el método de W. Schlee.

Todos los procedimientos anteriores suponen normalmente materiales homogéneos, isotrópicos y elásticos.

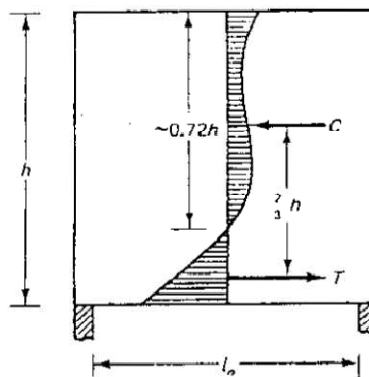


Figura 1.3
Distribución de esfuerzos (Nawy, 2005)

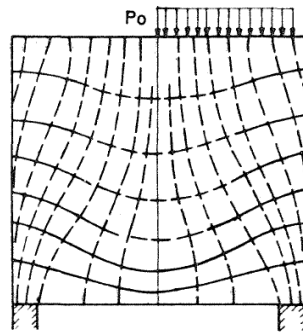
1.2.2. Vigas de gran altura en Estado II (plástico)

En el rango plástico el comportamiento de las vigas de gran altura llega a ser muy complejo, para lo cual dichas interrogantes sólo pueden ser absueltas mediante ensayos.

Sin embargo, mediante un análisis elástico se puede identificar los lugares donde se producirán los agrietamientos antes de que la viga de gran altura llegue a la falla.

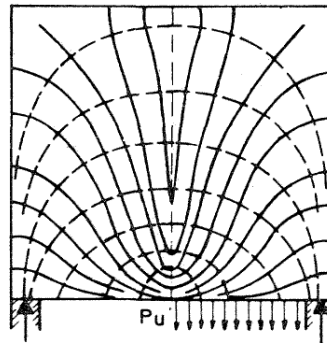
En diversos estudios se ha podido comprobar que en estos elementos la transferencia de esfuerzos se realiza de forma directa, va desde el punto de aplicación de la carga hacia los apoyos mediante la acción de bielas diagonales, formándose grietas inclinadas de forma más o menos paralela a los puntos que unen la carga aplicada y los apoyos, con lo que la biela queda aislada para transmitir los esfuerzos de compresión y conectarse al acero de refuerzo que soporta las tensiones de tracción estableciendo el equilibrio de cargas (Nilson, 2001).

En muchos casos las grietas son casi verticales o siguen la dirección de las trayectorias de compresión, por lo cual se requiere de refuerzo horizontal en toda la altura de las vigas además del refuerzo por cortante a lo largo del claro (Nawy, 2005).



_____ Tracción
 ----- Compresión

Figura 1.4
Distribución de esfuerzos principales en una viga de gran altura
cargada en su fibra superior (Leonhardt, 1973)



_____ Tracción
 ----- Compresión

Figura 1.5
Distribución de esfuerzos principales en una viga de gran altura
cargada en su fibra inferior (Leonhardt, 1973)

Nilson (2001) afirma que el diseño a flexión, confirmada mediante ensayos, puede predecirse con suficiente precisión utilizando los mismos métodos empleados en vigas de dimensiones normales sin modificaciones.

Si bien la resistencia a flexión puede ser obtenida como una viga de dimensiones normales, el corte tiene un tratamiento especial debido a que en las vigas de gran altura puede llegar a ser hasta 2 o 3 veces que las que se obtendría para una viga de dimensiones normales.

Para fines prácticos, el diseño de vigas de gran altura se lo puede realizar conociendo de forma aproximada los esfuerzos al Estado I, en especial la intensidad y dirección de los esfuerzos principales. Para la obtención de la armadura bastan fórmulas aproximadas y reglas para su distribución obtenidas a partir de diversos ensayos a la rotura (Leonhardt, 1973).

2.1.INTRODUCCIÓN

La metodología de diseño del Método Convencional se desarrollará de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del Código ACI 318-11.

2.2.DISEÑO A FLEXIÓN

La resistencia a flexión, confirmada mediante ensayos, indica que la resistencia a flexión puede obtenerse con suficiente precisión aplicando los métodos de diseño para vigas de dimensiones normales (Nilson, 2001).

Por lo tanto, el diseño a flexión de acuerdo al ACI 318-11 debe cumplir:

$$M_u \leq \phi \cdot M_n \quad (\text{Ec. 2.1})$$

Para secciones controladas por tracción:

$$\phi = 0.90$$

Por lo tanto, la deformación unitaria neta en el refuerzo de acero extremo en tracción debe cumplir:

$$\varepsilon_t \geq 0.004$$

2.2.1. Análisis estático

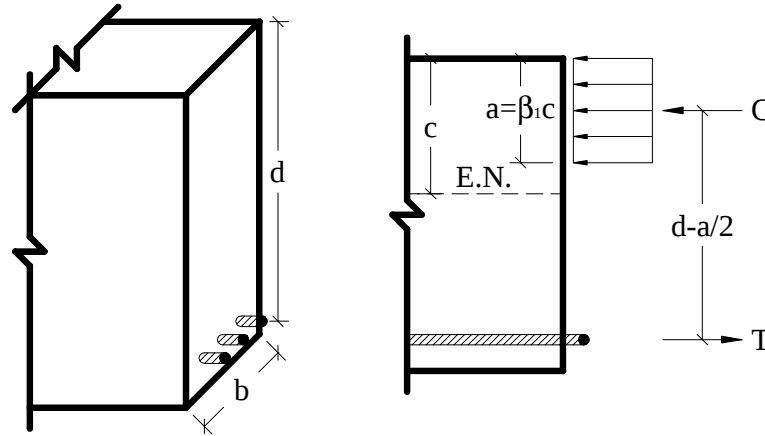


Figura 2.1
Diagrama de cuerpo libre - Flexión

Del diagrama de cuerpo libre se pueda observar que:

- La fuerza de compresión en el concreto es:

$$C = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \quad (\text{Ec. 2.2})$$

- La fuerza de tracción en el acero es:

$$T = A_s \cdot f_y \quad (\text{Ec. 2.3})$$

- El momento nominal es:

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (\text{Ec. 2.4a})$$

$$M_n = 0.85 \cdot f'_c \cdot a \cdot b \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right) \quad (\text{Ec. 2.4b})$$

- La altura del bloque de compresión en el concreto es:

$$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \quad (\text{Ec. 2.5})$$

- Combinando la Ec. 2.1 y la Ec. 2.4a obtenemos:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (\text{Ec. 2.6})$$

De las ecuaciones obtenidas se puede observar que para realizar el diseño a flexión sólo basta resolver el sistema de ecuaciones formado por la Ec. 2.5 y Ec 2.6.

2.2.2. Análisis de deformaciones

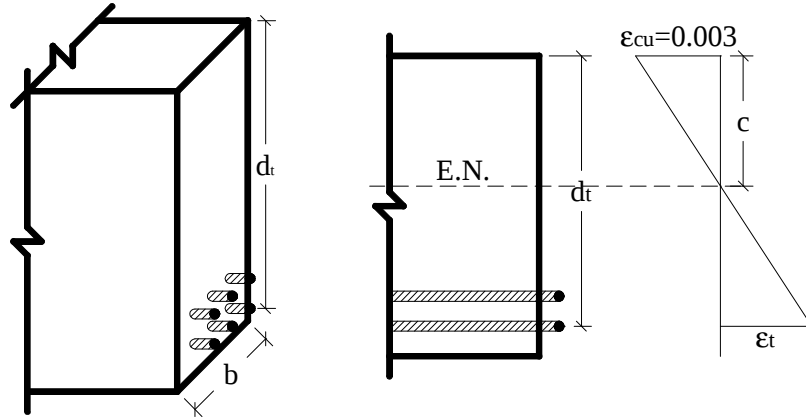


Figura 2.2
Deformaciones - Flexión

- La profundidad del eje neutro es:

$$c = \frac{a}{\beta_1} \quad (\text{Ec. 2.7})$$

- La deformación unitaria neta en el refuerzo de acero extremo en tracción es:

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_c \cdot (d_t - c)}{c} \quad (\text{Ec. 2.8})$$

2.2.3. Cuantías a flexión

- La cuantía a flexión es:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} \quad (\text{Ec. 2.9})$$

- La cuantía máxima a flexión para obtener una deformación mínima de 0.004 y que el diseño se encuentre controlado por tracción es:

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.36 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.10})$$

- La cuantía mínima a flexión es:

$$\rho_{min} = \frac{0.25 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.11a})$$

$$\rho_{min} = \frac{1.4}{f_y} \quad (\text{Ec. 2.11b})$$

De las dos ecuaciones indicadas se debe tomar el mayor.

2.3.DISEÑO A CORTE

El diseño a corte de las vigas de gran altura, debido a su geometría, llega a tener un tratamiento diferente de las vigas de dimensiones normales.

Por lo tanto, el diseño a corte de acuerdo al ACI 318-11 debe cumplir:

$$V_u \leq \phi \cdot V_n \quad (\text{Ec. 2.12})$$

El factor de minoración para corte es:

$$\phi = 0.75$$

La resistencia nominal no debe exceder:

$$V_n \leq 0.83 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Ec. 2.13})$$

2.3.1. Análisis estático

- De acuerdo a muchos estudios se puede concluir que la resistencia nominal a corte está dada por la siguiente expresión:

$$V_n = V_c + V_s \quad (\text{Ec. 2.14})$$

- La resistencia al corte proporcionado por el concreto es:

$$V_c = \left(0.16 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right) \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Asimismo se debe controlar que:

$$V_c \leq 0.29 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$\frac{V_u \cdot d}{M_u} \leq 1.00$$

En la Ec. 2.15, “ V_u ” y “ M_u ” son las solicitaciones actuantes en la sección de análisis.

- La sección de análisis será considerada a una distancia “ d ” medida desde la cara del apoyo siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:
 - La reacción en el apoyo en dirección del cortante aplicado introduce compresión en las zonas extremas del elemento.
 - Las cargas son aplicadas en o cerca la cara superior del elemento.
 - Ninguna carga concentrada se aplica entre la cara del apoyo y una distancia “ d ” medida desde la cara del apoyo.

Caso contrario la sección de análisis será considerada en la cara de apoyo.

- La resistencia al corte proporcionado por el acero de refuerzo es:

$$V_s = \left(\frac{A_v}{s} + \frac{A_{vh}}{s_2} \right) \cdot f_{yt} \cdot d \quad (\text{Ec. 2.17})$$

Donde:

A_v = es el área de refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión.

A_{vh} = es el área de refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión.

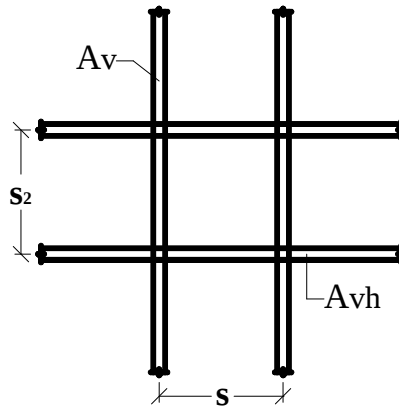


Figura 2.3
Acero de refuerzo - Corte

Si combinamos la Ec. 2.12, Ec. 2.14 y Ec. 2.17 se obtiene:

$$\frac{A_v}{s} + \frac{A_{vh}}{s_2} = \frac{V_u - \phi \cdot V_c}{\phi \cdot f_{yt} \cdot d} \quad (\text{Ec. 2.18})$$

2.3.2. Análisis de deformaciones

Para controlar el ancho de fisuración diagonal, el esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo transversal se limita a:

$$f_{yt} \leq 420 MPa$$

2.3.3. Cuantías a corte

- La cuantía a corte para el refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión es:

$$\rho_v = \frac{A_v}{b_w \cdot s} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

- La cuantía a corte para el refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión es:

$$\rho_{vh} = \frac{A_{vh}}{b_w \cdot s_2} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

- Por lo tanto, la cuantía total a corte, si combinamos la Ec. 2.18, Ec. 2.19 y Ec. 2.20, será:

$$\rho_{vT} = \frac{V_u - \phi \cdot V_c}{\phi \cdot f_{yt} \cdot d \cdot b_w} \quad (\text{Ec. 2.21})$$

- La cuantía mínima a corte para el refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión es:

$$\rho_{v,\text{mín}} = 0.0025$$

- La cuantía mínima a corte para el refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión es:

$$\rho_{vh,\text{mín}} = 0.0015$$

- Por lo tanto, la cuantía mínima total a corte será:

$$\rho_{vT,\text{mín}} = 0.0040$$

- Para el presente estudio se considerará la relación que existe entre las cuantías mínimas a corte, por lo tanto:

$$\rho_{vh} = 0.6 \cdot \rho_v \quad (\text{Ec. 2.22})$$

- Entonces, la cuantía total a corte en función de “ ρ_v ” es:

$$\rho_{vT} = 1.60 \cdot \rho_v \quad (\text{Ec. 2.23})$$

2.4.APLICACIÓN DEL MÉTODO

Para realizar el diseño de vigas de gran altura por el Método Convencional se debe seguir los siguientes pasos:

- Diseño a Flexión:
 - 1) Comprobar si la viga se clasifica como viga de gran altura.
 - 2) Calcular el “ M_u ” de acuerdo a las solicitaciones actuantes en la viga de gran altura.
 - 3) Resolver el sistema de ecuaciones formado por la Ec. 2.5 y Ec. 2.6.
 - 4) Calcular la cuantía a flexión mediante la Ec. 2.9.
 - 5) Calcular la cuantía máxima a flexión mediante la Ec. 2.10.
 - 6) Calcular la cuantía mínima a flexión mediante la Ec. 2.11a y 2.11b.
 - 7) Comprobar que $\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$.
 - 8) Calcular la profundidad del eje neutro mediante la Ec. 2.7.
 - 9) Calcular la deformación unitaria neta en el refuerzo de acero extremo en tracción mediante la Ec. 2.8.
 - 10) Comprobar que $\epsilon_t \geq 0.004$.
- Diseño a corte:
 - 1) Determinar la sección de análisis.
 - 2) Calcular el “ M_u ” y el “ V_u ” en la sección de análisis.
 - 3) Comprobar que $V_u \leq \phi V_n$ mediante la Ec. 2.13.
 - 4) Calcular la resistencia al corte proporcionado por el concreto mediante la Ec. 2.15, tomando en cuenta sus restricciones.

- 5) Calcular la cuantía total a corte mediante la Ec. 2.21, tomando en cuenta que $f_{yt} \leq 420 \text{ MPa}$.
- 6) Comprobar que $\rho_{vT} \geq \rho_{vT, \text{mín}}$.
- 7) Calcular la cuantía a corte para el refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 2.23.
- 8) Calcular la cuantía a corte para el refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 2.22.

3.1.ANTECEDENTES

El Método de Bielas y Tirantes puede considerarse tan antiguo como el hormigón estructural, ya que la primera referencia que se tiene es la de Ritter (1899; citado en ACHE, 2002), quien aplicó este método para explicar el comportamiento a corte de una viga simplemente apoyada sometida a una carga uniformemente distribuida.

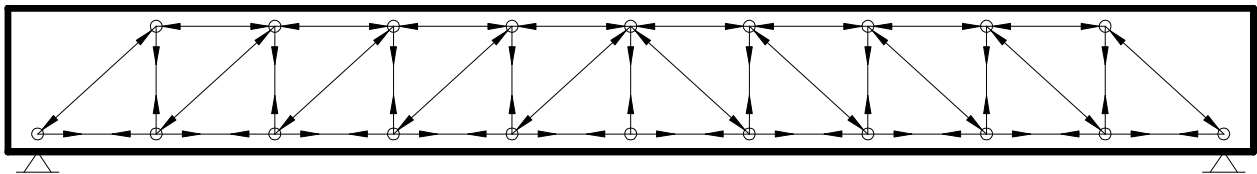


Figura 3.1
Celosía de Ritter (1899; citado en ACHE, 2002)

Según su teoría, la viga funciona como una estructura articulada formada por dos cordones horizontales, donde el cordón superior trabaja a compresión, el cordón inferior trabaja a tracción, los elementos diagonales trabajan a compresión y los elementos verticales trabajan a tracción, transmitiendo de esta manera el corte hasta los apoyos (Ritter, 1899; citado en ACHE, 2002).

Posteriormente, se complementó la publicación de Ritter en la explicación del comportamiento a corte de una viga de hormigón estructural, indicando que el mecanismo que regía el comportamiento a corte era algo más complejo, ya que en lugar de diagonales comprimidas localizadas, existían campos de compresiones cuyas componentes verticales se iban equilibrando con las tracciones resistidas por los elementos verticales, introduciendo de esta manera el concepto de campo de compresiones (Mörsch, 1908; citado en ACHE, 2002).

Esta forma de explicación sobre el funcionamiento de una viga a corte ha permitido que investigadores como Mörsch, Thürlimann, Leonhardt y otros, a través del estudio teórico y experimental, generalicen este concepto a otros fenómenos como la torsión, el rasante, etc. (ACHE, 2002).

Luego, durante los años 80, los estudios de Marti y Schlaich han tratado de compatibilizar y aunar el tratamiento dado a las regiones B y D (ACHE, 2002).

Del mismo modo, los trabajos de Collins, después de mucha experimentación, sobre la determinación de la resistencia del hormigón en elementos sometidos a estados de tracción oblicua, han permitido el desarrollo de la teoría de los campos de compresiones y la obtención de una formulación continua para elementos de hormigón armado fisurado sometido a tensiones normales y tangenciales planas (Collins, 1991; citado en ACHE, 2002).

Finalmente, Schlaich al completar factores teóricos y prácticos de la analogía de la celosía generó un método de análisis y comprobación de estructuras llamado Método de Bielas y Tirantes (Schlaich, 1982, 1987; citado en Muttoni y Fernández, 2006).

3.2.INTRODUCCIÓN

El Método de Bielas y Tirantes es un procedimiento que permite el diseño de elementos lineales, superficiales y volumétricos de elementos de hormigón estructural. En una primera instancia se realiza el análisis estructural y en la segunda el dimensionamiento estructural.

El método consiste en determinar, mediante un análisis elástico, los esfuerzos principales de un elemento estructural, los cuales mostrarán en caminos o flujos la trayectoria de las fuerzas en tensión y compresión, brindando de esta manera observar el comportamiento del elemento estructural bajo una sollicitación dada de forma global.

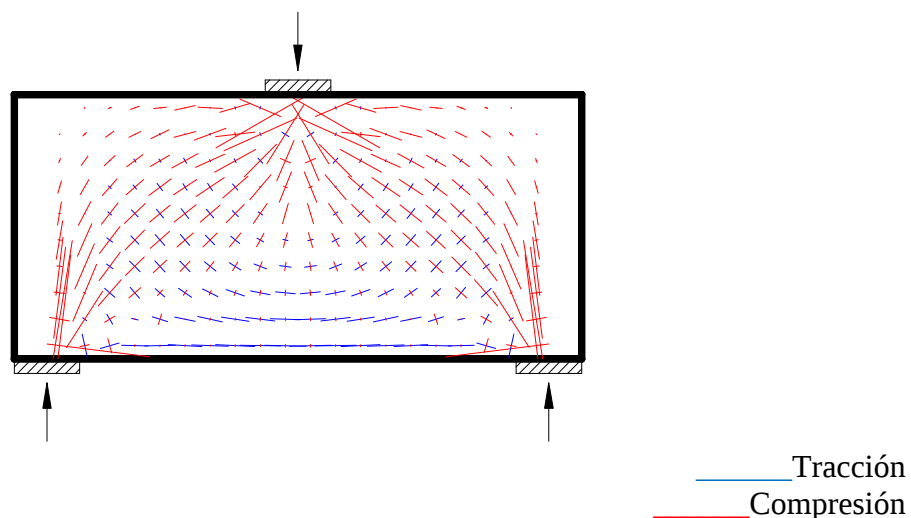


Figura 3.2
Esfuerzos principales en una viga de gran altura

Al obtener la trayectoria de esfuerzos principales de un elemento estructural se pueden identificar los campos de compresión y tracción, permitiéndonos de esta manera vislumbrar el modelo de bielas y tirantes adecuado para dicho elemento.

Posteriormente se procede a reemplazar los campos de tracción por tirantes de acero, los campos de compresión por bielas de hormigón y las uniones de ambos por nodos, llegándose a formar dentro del elemento estructural un reticulado hipotético capaz de resistir los esfuerzos al que está expuesto.

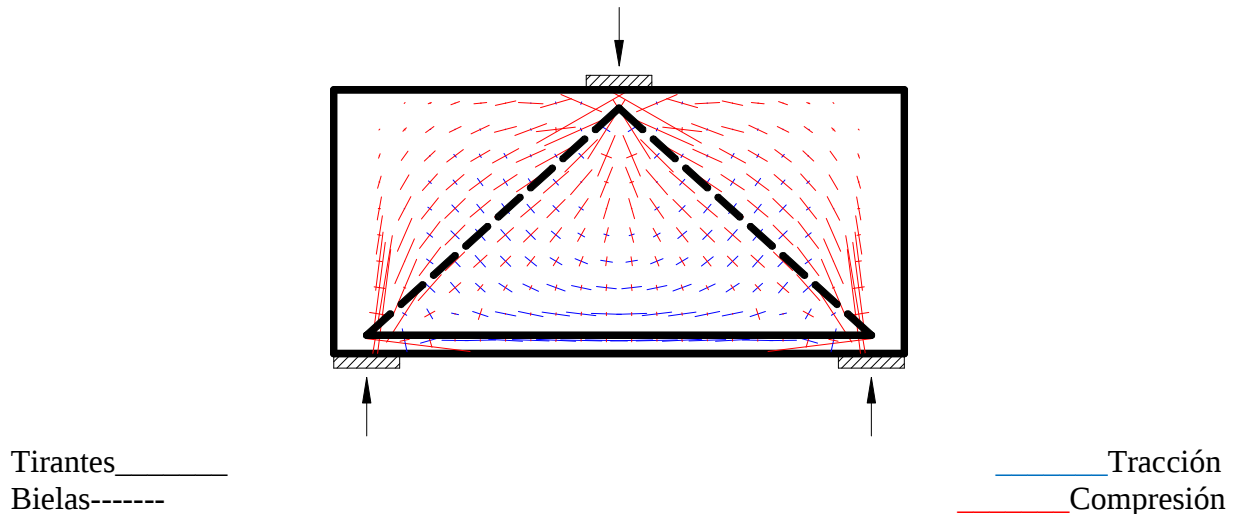


Figura 3.3
Modelo de bielas y tirantes para una viga de gran altura

Una vez definido el modelo de bielas y tirantes, como último paso se diseñarán y verificarán las resistencias de los elementos del modelo.

Se asume que los modelos de bielas y tirantes fallan debido a la fluencia de los tirantes, aplastamiento de las bielas, falla de las zonas nodales que conectan las bielas y los tirantes o falla del anclaje de los tirantes.

Se asume que las bielas y las zonas nodales llegan a su capacidad cuando las tensiones de compresión que actúan en los extremos de las bielas o en las caras de las zonas nodales llegan a su correspondiente resistencia efectiva a la compresión.

Si bien resulta fácil reemplazar los campos de compresión por bielas de hormigón y los campos de tracción por tirantes de acero, este hecho puede ocasionar que existan varios modelos de bielas y tirantes para un mismo caso de análisis, lo cual nos lleva a la interrogante de saber cuál modelo de bielas y tirantes es el más adecuado para diseñar un elemento estructural.

Sin embargo, la bibliografía recomienda que para elegir un modelo de bielas y tirantes hay que tomar en cuenta la simpleza en el modelo, la puesta en obra y la cantidad de energía potencial de deformación.

El Método de Bielas y Tirantes se fundamenta en dos principios básicos:

- **Teorema del mínimo de la plasticidad:** Este teorema indica que si para una determinada carga se halla una distribución de tensiones que en ningún punto superen las tensiones de fluencia de los materiales, satisfaga las condiciones de equilibrio estático y las condiciones de contorno, la estructura resistirá dicha carga sin llegar a la rotura.

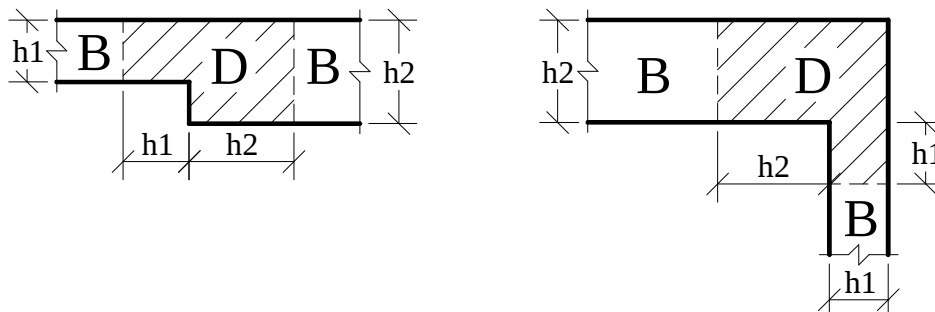
Cabe aclarar que el teorema no exige que se halle la distribución de tensiones real, basta con hallar un mecanismo resistente viable para que la estructura resista la carga sin colapsar.

En consecuencia, la aplicación de este teorema permite obtener soluciones seguras de diseño siempre y cuando las hipótesis bajo las cuales la teoría de la plasticidad es aplicable sean respetadas (Muttoni, 1989; citado en Muttoni y Fernández, 2006).

- **Principio de Saint-Venant:** Este principio indica que ante la aplicación de una fuerza concentrada o distribuida, siempre que tengan la misma resultante, en un determinado punto de un elemento estructural lleva a resultados equivalentes en cualquier sección de la pieza más allá de una distancia igual al canto del elemento estructural.

Este concepto ha provocado que las estructuras de hormigón se dividan en regiones o zonas donde los sectores que contengan una discontinuidad de esfuerzos se llamen Zonas D y los sectores que contengan una continuidad de esfuerzos se llamen Zonas B.

De acuerdo a este principio las Zonas D pueden generarse en las partes de un elemento estructural por cambios bruscos en su geometría (discontinuidad geométrica) y por la aplicación de cargas concentradas (discontinuidad estática).



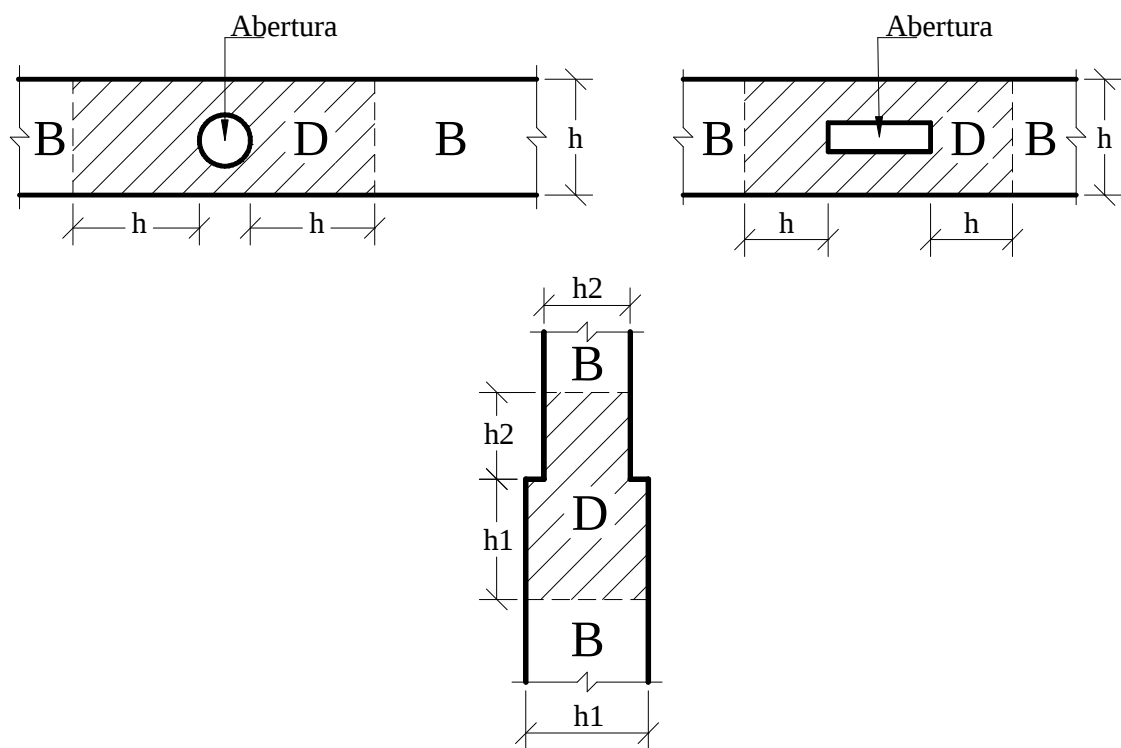


Figura 3.4
Discontinuidad geométrica (ACI 318, 2011; ACHE, 2002)

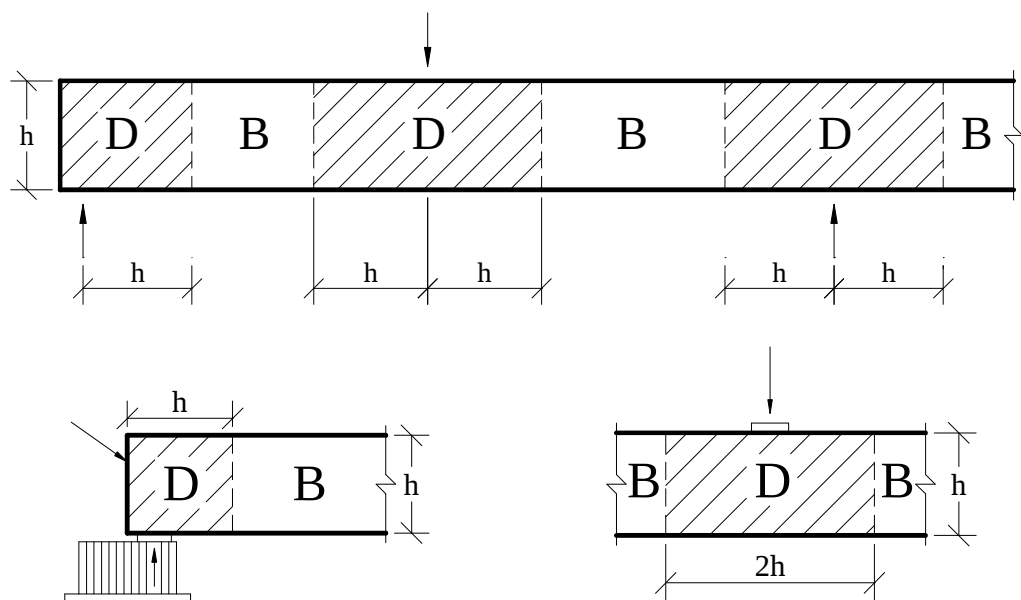


Figura 3.5
Discontinuidad estática (ACI 318, 2011; ACHE, 2002)

Asimismo las Zonas D pueden generarse a lo largo de todo el elemento estructural, ya sea por una discontinuidad estática, geométrica o combinación de las dos anteriores (discontinuidad generalizada).

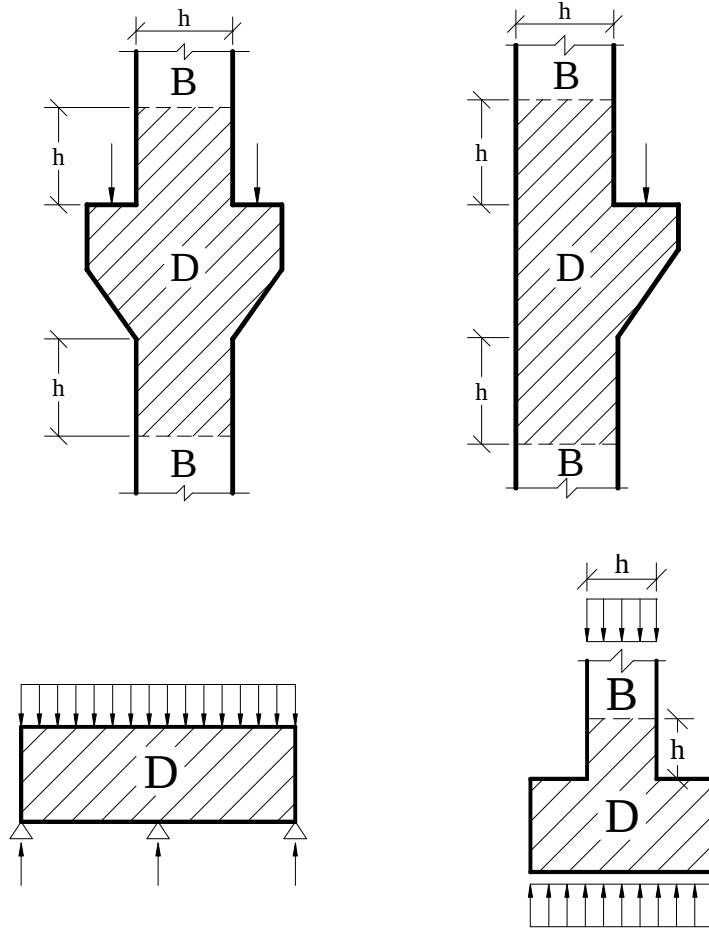


Figura 3.6
Discontinuidad generalizada (ACI 318, 2011; ACHE, 2002)

3.3.ELEMENTOS DEL MODELO

La metodología de diseño del Método de Bielas y Tirantes se desarrollará de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del Código ACI 318-11.

El diseño de las bielas, tirantes y zonas nodales debe cumplir:

$$F_u \leq \phi \cdot F_n \quad (\text{Ec. 3.1})$$

$$\phi = 0.75$$

3.3.1. Bielas

Las bielas son los elementos del Método de Bielas y Tirantes encargados de soportar las solicitaciones a compresión, éstas representan la resultante de un campo de compresión.

Los campos de compresión pueden llegar a tener tres tipos de configuraciones, los cuales son campos con forma de abanico, campos con forma de botella y campos con forma prismática.

Los campos de compresión con forma de abanico tienen la propiedad de expandirse desde el nodo, de manera más o menos constante en un área que aumenta a medida que la biela crece en extensión.

Los campos de compresión con forma de botella tienen también la propiedad de expandirse, pero a diferencia del anterior, en éste se llega a un punto tal que los esfuerzos comienzan a distribuirse en forma paralela, con lo que se verifica un aumento en el área de influencia de las tensiones pero se restituye en la dirección inicial del flujo, tal como en el cuello de una botella.

Los campos de compresión con forma prismática tienen la propiedad de distribuir sus esfuerzos paralelamente, lo cual provoca que no exista un aumento en el área transversal, haciendo que este tipo de campo se convierta en el más simple de todos.

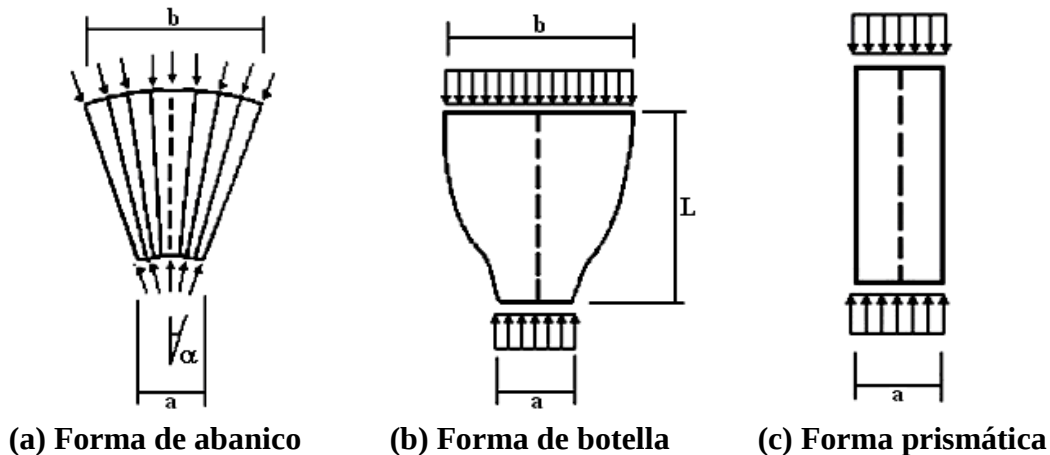


Figura 3.7
Campos de compresión

La resistencia nominal a la compresión de una biela debe calcularse en los extremos de la misma y tomarse para el cálculo el menor valor obtenido.

La resistencia nominal a la compresión de una biela sin armadura longitudinal es:

$$F_{ns} = f_{ce} \cdot A_{cs} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Si se le proporciona resistencia adicional a las bielas a través de armadura de compresión paralela al eje de la biela, la resistencia nominal a compresión de una biela con armadura longitudinal es:

$$F_{ns} = f_{ce} \cdot A_{cs} + f'_s \cdot A'_s \quad (\text{Ec. 3.3})$$

A diferencia de las bielas prismáticas, las bielas con forma de abanico y las con forma de botella tienen un comportamiento más crítico y se las debe dotar de armadura de refuerzo.

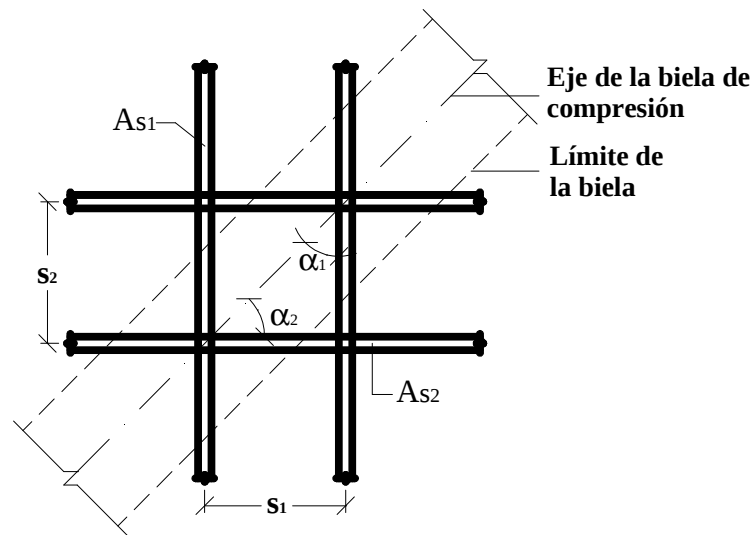


Figura 3.8
Refuerzo que atraviesa una biela (ACI 318, 2011)

La intención de esta armadura ortogonal es que resista los esfuerzos de tracción transversal provocados por la expansión lateral del esfuerzo de compresión en la biela.

Estas barras se pueden colocar en una sola capa cuando el ángulo “ α ” entre la barra y el eje de la biela no sea menor a 40 grados.

La cuantía que debe poseer la armadura de refuerzo debe cumplir:

$$\sum \frac{A_{si}}{b_s \cdot s_i} \cdot \text{Sen}(\alpha_i) \geq 0.0030 \quad (\text{Ec. 3.4})$$

Si desglosamos la anterior ecuación en función de una armadura ortogonal se tiene:

$$\rho_v \cdot \text{Cos}(\alpha_2) + \rho_{vh} \cdot \text{Sen}(\alpha_2) \geq 0.0030 \quad (\text{Ec. 3.5})$$

Para el presente estudio se considerará la relación que existe entre las cuantías mínimas de la armadura de refuerzo, por lo tanto:

$$\rho_v = \frac{0.0030}{\cos(\alpha_2) + 0.60 \cdot \sin(\alpha_2)} \quad (\text{Ec. 3.6})$$

$$\rho_{vh} = \frac{0.0018}{\cos(\alpha_2) + 0.60 \cdot \sin(\alpha_2)} \quad (\text{Ec. 3.7})$$

3.3.2. Tirantes

Los tirantes son los elementos del Método de Bielas y Tirantes encargados de soportar las sollicitaciones a tracción, éstos representan la resultante de un campo de tracción y pueden ser de acero convencional, acero pretensado o una combinación de ambos, más una porción del hormigón que lo rodea y que es concéntrico con el eje del tirante.

En el modelo se considera que el hormigón que rodea al acero no resiste esfuerzos axiales. Sin embargo, el hormigón reduce el alargamiento del tirante (rigidización por tracción), en particular bajo cargas de servicio.

Como el tirante del modelo de bielas y tirantes debe ser sustituido por la armadura de acero, se debe verificar que el eje baricéntrico de la armadura de acero coincida con el eje del tirante supuesto.

La resistencia nominal a la tracción de un tirante es:

$$F_{nt} = A_{ts} \cdot f_y + A_{tp} \cdot (f_{se} + \Delta f_p) \quad (\text{Ec. 3.8})$$

Para elementos no preesforzados “ A_{tp} ” es igual a cero, dando como resultado:

$$F_{nt} = A_{ts} \cdot f_y \quad (\text{Ec. 3.9})$$

El refuerzo del tirante debe anclarse mediante dispositivos mecánicos, dispositivos de anclaje postensados, ganchos estándar o mediante el desarrollo de barras rectas.

3.3.3. Zonas nodales

Se denomina zona nodal al volumen de hormigón que se asume transfiere los esfuerzos de las bielas y los tirantes a través del nodo.

Los nodos son los puntos de intersección de los ejes de las bielas y los tirantes, llegando a representar de esta manera las uniones del modelo de bielas y tirantes.

De acuerdo a las fuerzas que concurren al nodo pueden ser:

- **Nodo C-C-C:** este tipo de nodo equilibra tres fuerzas de compresión.

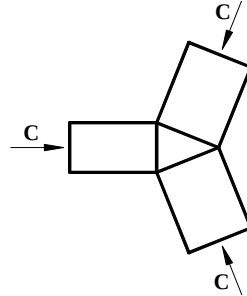


Figura 3.9
Nodo C-C-C

- **Nodo C-C-T:** este tipo de nodo equilibra dos fuerzas de compresión y una fuerza de tracción.

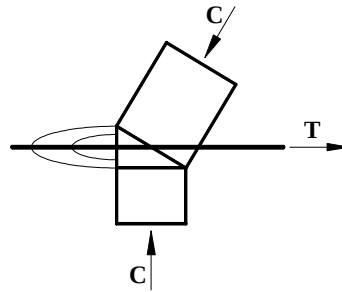


Figura 3.10
Nodo C-C-T

- **Nodo C-T-T:** este tipo de nodo equilibra una fuerza de compresión y dos fuerzas de tracción.

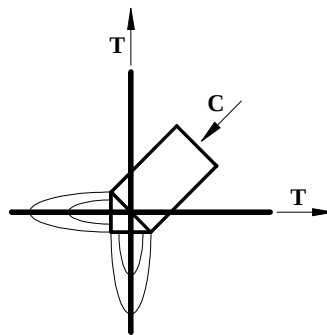


Figura 3.11
Nodo C-T-T

- **Nodo T-T-T:** este tipo de nodo equilibra tres fuerzas de tracción.

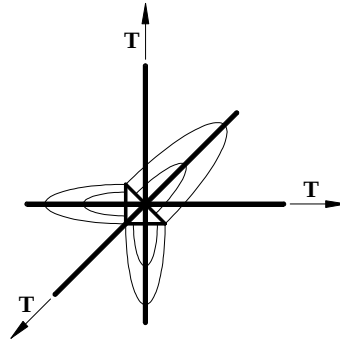


Figura 3.12
Nodo T-T-T

La resistencia nominal a la compresión de una zona nodal es:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz} \quad (\text{Ec. 3.10})$$

3.4.APLICACIÓN DEL MÉTODO

Para realizar el diseño de vigas de gran altura por el Método de Bielas y Tirantes se debe seguir los siguientes pasos:

- 1) Comprobar si la viga se clasifica como viga de gran altura.
- 2) Delimitar las Zonas D.
- 3) Determinar la distribución elástica de esfuerzos principales.
- 4) Seleccionar un modelo de bielas y tirantes, plano o espacial, tomando en cuenta que el eje de las bielas y tirantes coincidan con los ejes de los campos de compresión y tracción respectivamente.
- 5) Verificar que las bielas no se crucen ni se sobrepongan. A diferencia de las bielas, los tirantes pueden cruzar otros tirantes u otras bielas.
- 6) Determinar la geometría del modelo de bielas y tirantes.

Verificar que el ángulo entre los ejes de cualquier biela y de cualquier tirante entrando en un solo nodo no debe ser menor de 25°.

- 7) Calcular las fuerzas actuantes en el modelo de bielas y tirantes.
- 8) Dimensionar las zonas nodales y las bielas.

- 9) Calcular las resistencias nominales de las bielas mediante la Ec. 3.2 o Ec. 3.3.
- 10) Calcular las resistencias nominales de las zonas nodales mediante la Ec. 3.10.
- 11) Verificar la resistencia de las bielas y las zonas nodales mediante la Ec. 3.1.
- 12) Calcular la armadura del tirante mediante la Ec. 3.1 y Ec. 3.8 o Ec. 3.1. y Ec. 3.9.
- 13) Calcular la cuantía de la armadura del tirante mediante la Ec. 2.9.

Verificar que $\rho_{\min} \leq \rho$.

- 14) Calcular la cuantía del refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 3.6.
- 15) Calcular la cuantía del refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 3.7.
- 16) Comprobar las cuantías de la armadura ortogonal mediante la Ec. 3.5.

4.1.INTRODUCCIÓN

Con el propósito de explicar la metodología de diseño del Método Convencional se diseñó una viga de gran altura.

El diseño de la viga de gran altura fue realizado de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del Código ACI 318-11.

4.2.DISEÑO VIGA DE GRAN ALTURA

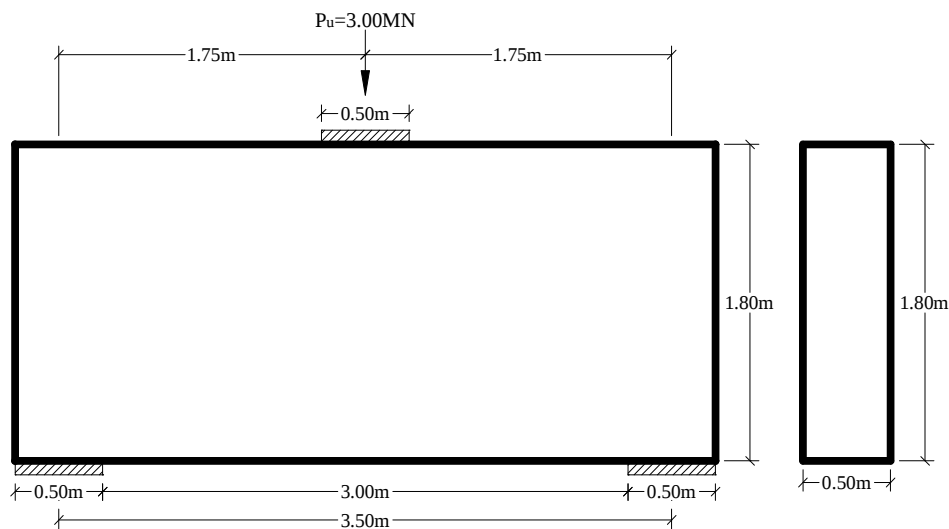


Figura 4.1
Elemento estructural y cargas

Datos:

$$f'_c = 25 \text{ MPa}$$

$$f_y = 500 \text{ MPa}$$

$$\beta_1 = 0.85$$

$$d = 1.65 \text{ m}$$

- **Diseño a Flexión:**

1) Si la viga se clasifica como viga de gran altura, se debe satisfacer:

$$\frac{a}{h} < 2.00$$

$$\frac{1.50}{1.80} < 2.00$$

$$0.83 < 2.00$$

Por lo tanto la viga se clasifica como viga de gran altura.

2) El “ M_u ” en la viga de gran altura es:

$$M_u = \frac{P_u \cdot L}{4}$$

$$M_u = \frac{3 \cdot 3.50}{4}$$

$$M_u = 2.63 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

3) Resolviendo el sistema de ecuaciones formado por la Ec. 2.5 y Ec. 2.6 se obtiene:

$$\begin{cases} a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'_c \cdot b} \\ A_s = \frac{M_u}{\phi \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \end{cases}$$

$$\begin{cases} a = \frac{A_s \cdot 500}{0.85 \cdot 25 \cdot 0.50} \\ A_s = \frac{2.63}{0.9 \cdot 500 \cdot \left(1.65 - \frac{a}{2}\right)} \end{cases}$$

$$a = 0.1757 \text{ m} \wedge A_s = 0.003734 \text{ m}^2$$

4) Por lo tanto la cuantía a flexión según la Ec. 2.9 es:

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}$$

$$\rho = \frac{0.003734}{0.50 \cdot 1.65}$$

$$\rho = 0.0045$$

5) La cuantía máxima a flexión según la Ec. 2.10 es:

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.36 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c}{f_y}$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.36 \cdot 0.85 \cdot \frac{25}{500}$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.0153$$

6) La cuantía mínima a flexión según la Ec. 2.11a y la Ec. 2.11b es:

$$\rho_{m\acute{i}n} = \frac{0.25 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y}$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = \frac{0.25 \cdot \sqrt{25}}{500}$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = 0.0025$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = \frac{1.4}{f_y}$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = \frac{1.4}{500}$$

$$\rho_{m\acute{i}n} = 0.0028$$

Por lo tanto la cuantía mínima a flexión se tomará $\rho_{m\acute{i}n}=0.0028$.

7) Si la cuantía a flexión es óptima debe cumplir:

$$\rho_{\min} \leq \rho \leq \rho_{\max}$$

$$0.0028 \leq 0.0045 \leq 0.0153$$

Por lo tanto la cuantía a flexión es óptima.

8) La profundidad del eje neutro según la Ec. 2.7 es:

$$c = \frac{a}{\beta_1}$$

$$c = \frac{0.1757}{0.85}$$

$$c = 0.2067m$$

9) Entonces la deformación unitaria neta en el refuerzo de acero extremo en tracción según la Ec. 2.8 es:

$$\varepsilon_t = \frac{\varepsilon_c \cdot (d_t - c)}{c}$$

$$\varepsilon_t = \frac{0.003 \cdot (1.65 - 0.2067)}{0.2067}$$

$$\varepsilon_t = 0.021$$

10) Si la sección es controlada por tracción debe cumplir:

$$\varepsilon_t \geq 0.004$$

$$0.021 \geq 0.004$$

Por lo tanto la viga tendrá un comportamiento dúctil.

- **Diseño a corte**

1) La sección de análisis “x” se tomará en la cara del apoyo ya que existe una carga concentrada entre cara del apoyo y una distancia “d”.

$$x = 0.25m$$

2) El “ M_u ” y el “ V_u ” en la sección de análisis es:

$$M_u = \frac{P_u}{2} \cdot x$$

$$M_u = \frac{3}{2} \cdot 0.25$$

$$M_u = 0.38 MN \cdot m$$

$$V_u = \frac{P_u}{2}$$

$$V_u = \frac{3}{2}$$

$$V_u = 1.50 MN$$

3) Si las dimensiones de la viga de gran altura son óptimas, debe cumplir:

$$V_u \leq \phi \cdot V_n$$

$$V_u \leq \phi \cdot 0.83 \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$1.50 \leq 0.75 \cdot 0.83 \cdot \sqrt{25} \cdot 0.50 \cdot 1.65$$

$$1.50 \leq 2.57$$

Por lo tanto las dimensiones de la viga de gran altura son óptimas.

4) La resistencia al corte proporcionado por el concreto según la Ec. 2.15 es:

$$\frac{V_u \cdot d}{M_u} \leq 1.00$$

$$\frac{1.50 \cdot 1.65}{0.38} \leq 1.00$$

$$6.51 \nless 1.00$$

Entonces se asumirá el valor de 1.00.

$$V_c = \left(0.16 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} + 17 \cdot \rho_w \cdot \frac{V_u \cdot d}{M_u} \right) \cdot b_w \cdot d$$

$$V_c = (0.16 \cdot 1.00 \cdot \sqrt{25} + 17 \cdot 0.0045 \cdot 1.00) \cdot 0.50 \cdot 1.65$$

$$V_c = 0.72 MN$$

$$V_c \leq 0.29 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$0.76 \leq 0.29 \cdot 1.00 \cdot \sqrt{25} \cdot 0.50 \cdot 1.65$$

$$0.76 \leq 1.20$$

Por lo tanto la resistencia al corte proporcionado por el concreto será $V_c=0.72MN$.

5) La cuantía total a corte según la Ec. 2.21 es:

$$\rho_{vT} = \frac{V_u - \phi \cdot V_c}{\phi \cdot f_{yt} \cdot d \cdot b_w}$$

$$\rho_{vT} = \frac{1.50 - 0.75 \cdot 0.72}{0.75 \cdot 420 \cdot 1.65 \cdot 0.50}$$

$$\rho_{vT} = 0.0037$$

6) Si la cuantía total a corte es óptima debe cumplir:

$$\rho_{vT} \geq \rho_{vT,min}$$

$$0.0037 \not\geq 0.0040$$

Por lo tanto la cuantía total a corte se tomará $\rho_{vT}=0.0040$.

7) La cuantía a corte para el refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión según la Ec. 2.23 es:

$$\rho_v = \frac{\rho_{vT}}{1.60}$$

$$\rho_v = \frac{0.0040}{1.60}$$

$$\rho_v = 0.0025$$

- 8) La cuantía a corte para el refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión según la Ec. 2.22 es:

$$\rho_{vh} = 0.6 \cdot \rho_v$$

$$\rho_{vh} = 0.6 \cdot 0.0025$$

$$\rho_{vh} = 0.0015$$

4.3.RESUMEN DEL DISEÑO

De acuerdo al diseño expuesto en el presente capítulo se puede concluir lo siguiente:

Método Convencional								
$f'_c=25\text{MPa} - f_y=500\text{MPa}$								
Parámetros de diseño						Resultados		
P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
3.00	0.50	1.80	1.50	0.50	0.83	0.0045	0.0025	0.0015

Tabla 4.1
Resumen de diseño - Método Convencional

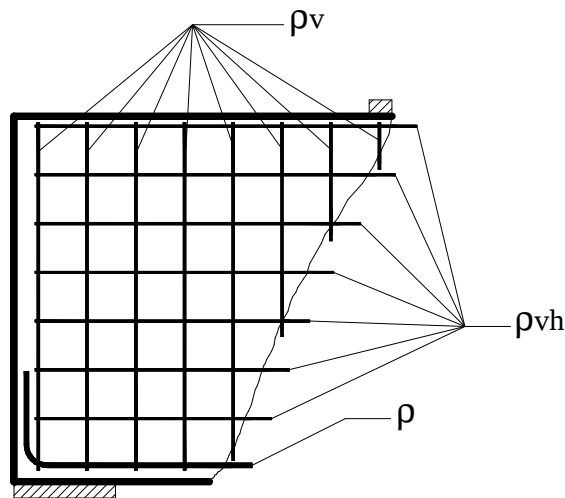


Figura 4.2
Cuantías de diseño “ ρ ”, “ ρ_v ” y “ ρ_{vh} ”

5.1.INTRODUCCIÓN

Con el propósito de explicar la metodología de diseño del Método de Bielas y Tirantes se diseñó una viga de gran altura.

El diseño de la viga de gran altura fue realizado de acuerdo a las especificaciones y recomendaciones del Código ACI 318-11.

5.2.DISEÑO VIGA DE GRAN ALTURA

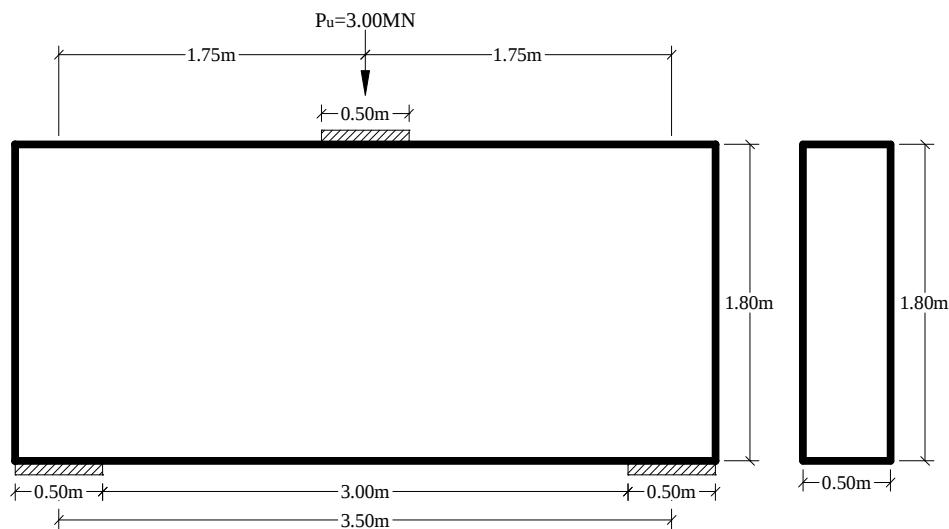


Figura 5.1
Elemento estructural y cargas

Datos:

$$f'_c=25\text{MPa}$$

$$f_y=500\text{MPa}$$

$$\beta_s=0.75 \text{ (biela con forma de botella)}$$

$$\beta_n=0.80 \text{ (nodo C-C-T)}$$

$$\beta_n=1.00 \text{ (nodo C-C-C)}$$

- 1) Si la viga se clasifica como viga de gran altura, se debe satisfacer:

$$\frac{a}{h} < 2.00$$

$$\frac{1.50}{1.80} < 2.00$$

$$0.83 < 2.00$$

Por lo tanto la viga se clasifica como viga de gran altura.

- 2) Delimitación de Zonas D:

De acuerdo con el Principio de Saint-Venant se puede observar que las zonas D se sobreponen unas con otras, por lo tanto la viga de gran altura se diseñará como una zona D en su totalidad.

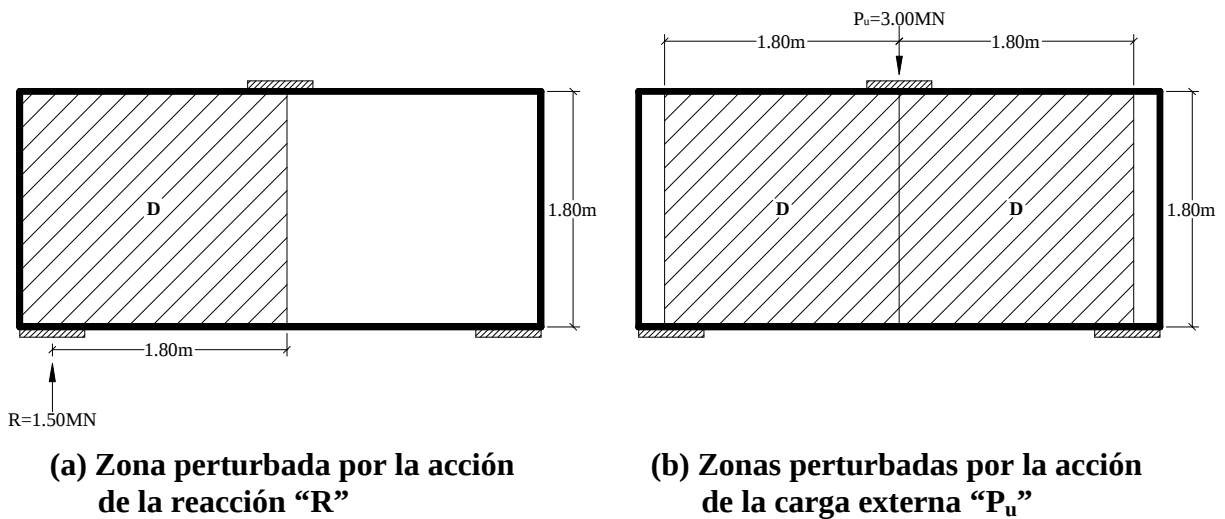


Figura 5.2
Zonas D

3) Distribución elástica de esfuerzos principales:

La distribución elástica de esfuerzos principales para la viga de gran altura se obtuvo a través del software estructural Sap2000.

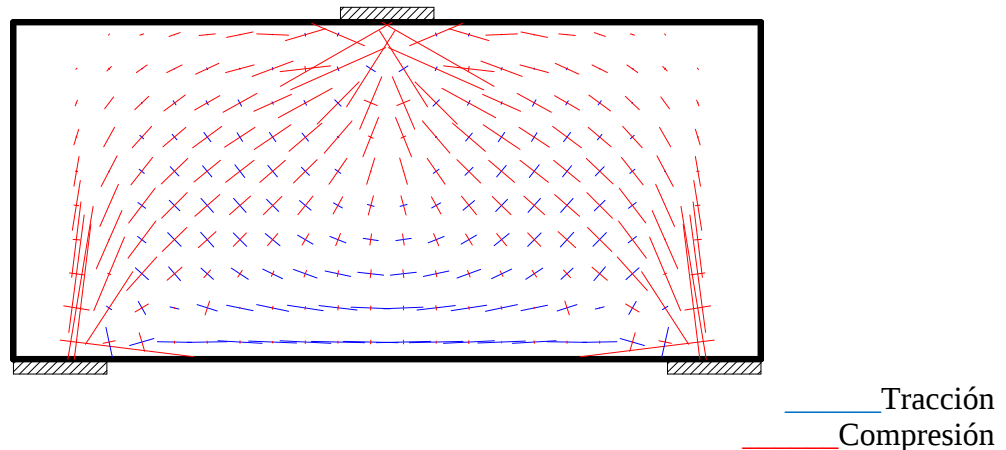


Figura 5.3
Distribución elástica de esfuerzos principales

En la distribución elástica de esfuerzos principales se puede observar claramente que las bielas se expanden lateralmente y que presentan una estricción cerca de la aplicación de las cargas puntuales, representando de esta manera campos de compresión con forma de botella

4) Selección del modelo de bielas y tirantes:

De acuerdo con la distribución elástica de esfuerzos principales el modelo de bielas y tirantes será:

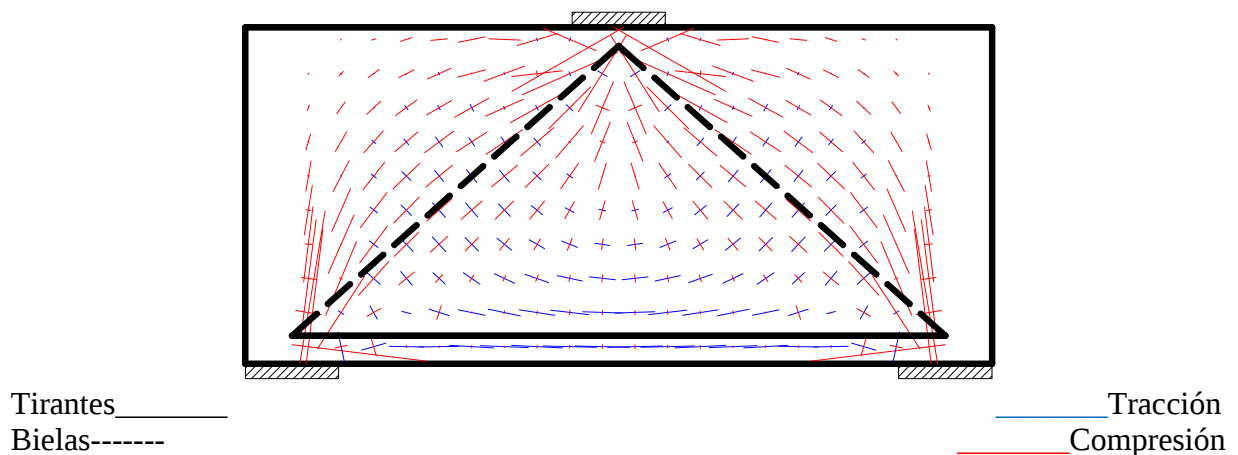


Figura 5.4
Modelo de bielas y tirantes

5) Inspección del modelo:

De acuerdo al modelo asumido se puede observar que las bielas no se cruzan ni se sobreponen, por lo tanto el modelo de bielas y tirantes es óptimo.

6) Geometría del modelo de bielas y tirantes:

Para determinar la geometría del modelo es necesario determinar su posición exacta, la cual depende únicamente de la ubicación de los nodos, en donde lo único relevante a determinar sería su posición vertical puesto que su posición horizontal se encontraría en la línea de acción de las cargas.

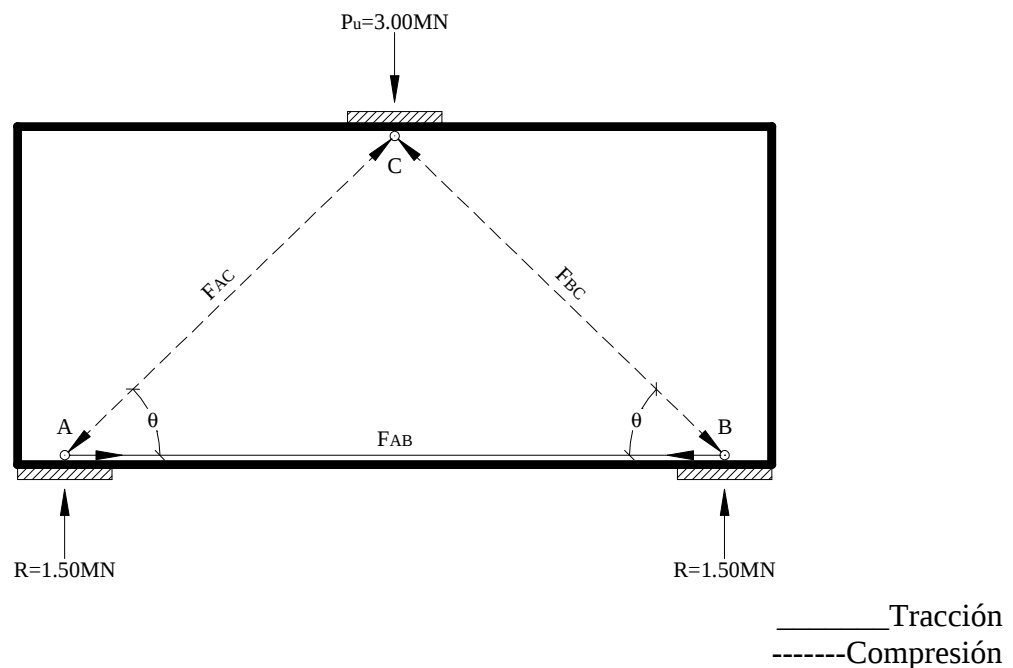
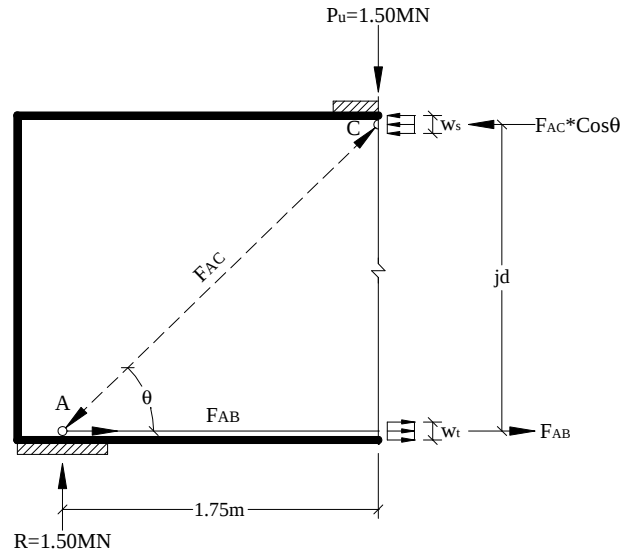


Figura 5.5
Elementos del modelo de bielas y tirantes

De acuerdo con el modelo asumido podemos observar que el modelo de bielas y tirantes está conformado por dos bielas inclinadas (AC y BC), un tirante horizontal (AB) y tres nodos (A, B y C).

Para determinar la posición de los Nodos A, B y C se debe realizar un análisis estático del modelo tomando en cuenta sus anchos respectivos y partir del concepto de que la viga debe ser utilizada con la mayor sección posible, es decir que los nodos se deben ubicar lo más cerca posible de las caras superior e inferior.



_____ Tracción
 ----- Compresión

Figura 5.6
Análisis estático del modelo de bielas y tirantes

La fuerza de tracción en el Tirante AB según la Ec. 3.1 y Ec. 3.10 es:

$$F_{AB} = \phi \cdot F_{nn}$$

$$F_{AB} = \phi \cdot f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{AB} = \phi \cdot (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_t)$$

$$F_{AB} = 0.75 \cdot (0.85 \cdot 0.80 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot w_t)$$

$$F_{AB} = 6.3750 \cdot w_t$$

La fuerza de compresión en la Biela AC proyectado en el eje horizontal según la Ec. 3.1 y Ec. 3.2 es:

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) = \phi \cdot F_{ns}$$

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) = \phi \cdot f_{ce} \cdot A_{cs}$$

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) = \phi \cdot (0.85 \cdot \beta_s \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) = 0.75 \cdot (0.85 \cdot 0.75 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot w_s)$$

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) = 5.9766 \cdot w_s$$

Mediante una sumatoria de fuerzas horizontales se tiene:

$$F_{AB} = F_{AC} \cdot \cos(\theta)$$

$$6.3750 \cdot w_t = 5.9766 \cdot w_s$$

$$w_t = 0.9375 \cdot w_s$$

El brazo de palanca “jd” del par de fuerzas es:

$$jd = h - \frac{w_s}{2} - \frac{w_t}{2}$$

$$jd = 1.80 - \frac{w_s}{2} - \frac{0.9375 \cdot w_s}{2}$$

$$jd = 1.80 - 0.9688 \cdot w_s$$

Mediante una sumatoria de momentos en el Nudo A se tiene:

$$F_{AC} \cdot \cos(\theta) \cdot jd = \frac{P_u \cdot L}{4}$$

$$5.9766 \cdot w_s \cdot (1.80 - 0.9688 \cdot w_s) = 2.63$$

$$5.79 \cdot w_s^2 - 10.76 \cdot w_s + 2.63 = 0$$

Resolviendo el sistema anterior se tiene:

$$w_s = 0.2889m$$

Entonces el ancho del Tirante AB es:

$$w_t = 0.9375 \cdot w_s$$

$$w_t = 0.9375 \cdot 0.2889$$

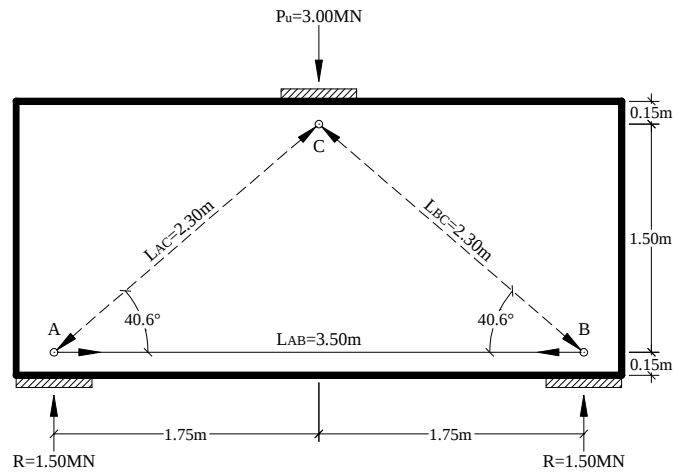
$$w_t = 0.2709m$$

Para efectos de cálculo el ancho de la Biela AC proyectado en el eje vertical y el ancho del Tirante AB se asumirán:

$$w_s = 0.30m$$

$$w_t = 0.30m$$

Una vez definido la posición de los nodos se puede determinar la geometría del modelo de bielas y tirantes.



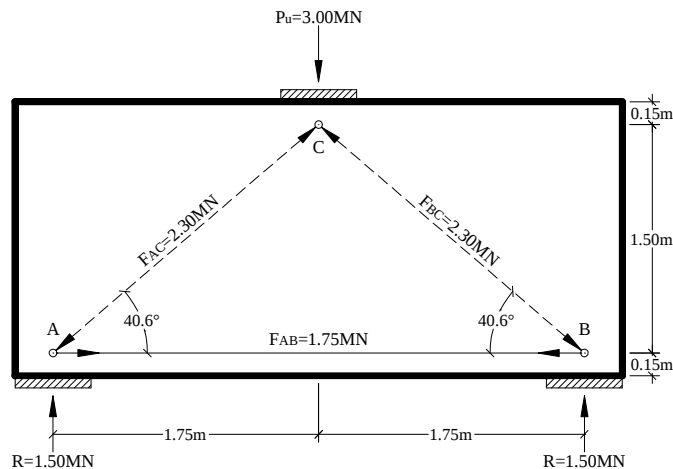
_____ Tracción
 ----- Compresión

Figura 5.7
Geometría del modelo de bielas y tirantes

Se puede verificar que el ángulo entre los ejes de la Biela AC - Tirante AB y la Biela BC - Tirante AB es mayor o igual a 25°.

7) Cálculo de las fuerzas actuantes en el modelo de bielas y tirantes:

Las fuerzas actuantes en el modelo se pueden obtener mediante un análisis por nudos.



_____ Tracción
 ----- Compresión

Figura 5.8
Fuerzas actuantes en el modelo de bielas y tirantes

8) Dimensionamiento de las zonas nodales y las bielas:

Para las Zonas Nodales A y B se dispone una base de 0.50m debido a que el ancho de los apoyos inferiores permite distribuir la reacción en dicha longitud y se dispone una altura de 0.30m debido al ancho del Tirante AC establecido en los cálculos anteriores.

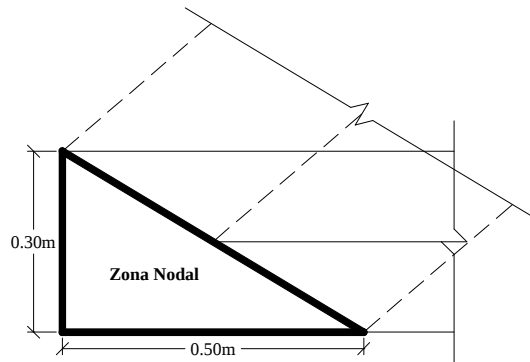


Figura 5.9
Zonas Nodales A y B

Para la Zona Nodal C se dispone una base de 0.50m debido a que el ancho del apoyo superior permite distribuir la fuerza externa en dicha longitud y se dispone una altura de 0.30m debido al ancho de la Biela AC proyectado en el eje vertical establecido en los cálculos anteriores.

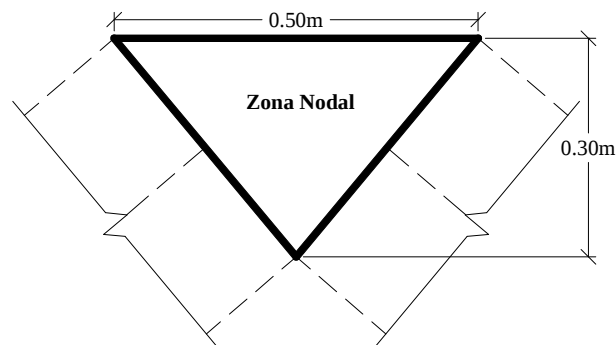


Figura 5.10
Zona Nodal C

Para determinar el ancho de las bielas y la cara de las zonas nodales donde se apoyan las bielas, el ancho a considerar no será aquel que designa la zona nodal sino aquel que se encuentra perpendicular a su eje de acción.

El ancho “ w_s ” en las Zonas Nodales A y B es:

$$w_s = 0.50 \cdot \text{Sen}(40.6^\circ) + 0.30 \cdot \text{Cos}(40.6^\circ)$$

$$w_s = 0.5532m$$

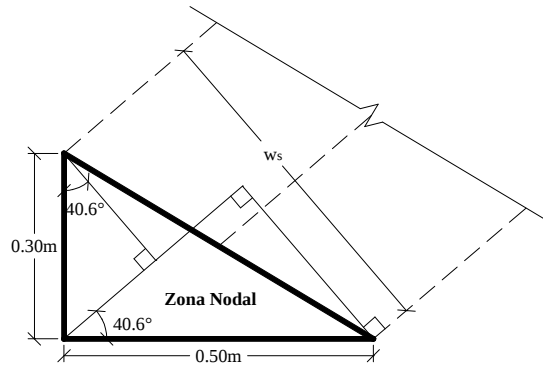


Figura 5.11
Ancho “ w_s ” en las Zonas Nodales A y B

El ancho “ w_s ” en la Zona Nodal C es:

$$w_s = 0.25 \cdot \text{Sen}(40.6^\circ) + 0.30 \cdot \text{Cos}(40.6^\circ)$$

$$w_s = 0.3905m$$

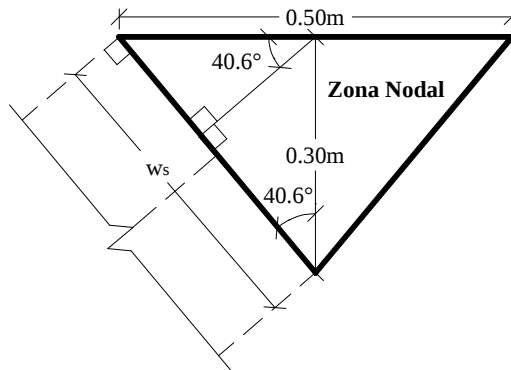


Figura 5.12
Ancho “ w_s ” en la Zona Nodal C

9) Cálculo de las resistencias nominales de las bielas según la Ec. 3.2:

Dado que las resistencias efectivas a la compresión del concreto de las bielas no superan a las de las zonas nodales se tomarán para los cálculos las resistencias efectivas a la compresión del concreto propias de cada elemento.

Las resistencias nominales de las Bielas AC y BC en las Zonas Nodales A y B son:

$$F_{ns} = f_{ce} \cdot A_{cs}$$

$$F_{ns} = (0.85 \cdot \beta_s \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{ns} = (0.85 \cdot 0.75 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.5532)$$

$$F_{ns} = 4.41MN$$

Las resistencias nominales de las Bielas AC y BC en la Zona Nodal C son:

$$F_{ns} = f_{ce} \cdot A_{cs}$$

$$F_{ns} = (0.85 \cdot \beta_s \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{ns} = (0.85 \cdot 0.75 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.3905)$$

$$F_{ns} = 3.11MN$$

Por lo tanto las resistencias nominales de las Bielas AC y BC serán $F_{ns}=3.11MN$.

10) Cálculo de las resistencias nominales de las zonas nodales según la Ec. 3.10:

Las resistencias nominales de las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúan las reacciones son:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot 0.80 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.50)$$

$$F_{nn} = 4.25MN$$

Las resistencias nominales de las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúan las fuerzas de compresión de las Bielas AC y BC son:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot 0.80 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.5532)$$

$$F_{nn} = 4.70MN$$

Las resistencias nominales de las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúa la fuerza de tracción del Tirante AB son:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot 0.80 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.30)$$

$$F_{nn} = 2.55MN$$

La resistencia nominal de la cara de la Zona Nodal C en donde actúa la fuerza externa es:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot 1.00 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.50)$$

$$F_{nn} = 5.31MN$$

Las resistencias nominales de las caras de la Zona Nodal C en donde actúan las fuerzas de compresión de las Bielas AC y BC son:

$$F_{nn} = f_{ce} \cdot A_{nz}$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot \beta_n \cdot f'_c) \cdot (b \cdot w_s)$$

$$F_{nn} = (0.85 \cdot 1.00 \cdot 25) \cdot (0.50 \cdot 0.3905)$$

$$F_{nn} = 4.15MN$$

11) Verificación de la resistencia de las bielas y las zonas nodales según la Ec. 3.1:

Para las Bielas AC y BC:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{ns}$$

$$2.30 \leq 0.75 \cdot 3.11$$

$$2.30 \leq 2.33$$

Para las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúan las reacciones:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{nn}$$

$$1.50 \leq 0.75 \cdot 4.25$$

$$1.50 \leq 3.19$$

Para las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúan las fuerzas de compresión de las Bielas AC y BC:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{nn}$$

$$2.30 \leq 0.75 \cdot 4.70$$

$$2.30 \leq 3.53$$

Para las caras de las Zonas Nodales A y B en donde actúa la fuerza de tracción del Tirante AB:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{nn}$$

$$1.75 \leq 0.75 \cdot 2.55$$

$$1.75 \leq 1.91$$

Para la cara de la Zona Nodal C en donde actúa la fuerza externa:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{nn}$$

$$3.00 \leq 0.75 \cdot 5.31$$

$$3.00 \leq 3.98$$

Para la cara de la Zona Nodal C en donde actúan las fuerzas de compresión de las Bielas AC y BC:

$$F_u \leq \phi \cdot F_{nn}$$

$$2.30 \leq 0.75 \cdot 4.15$$

$$2.30 \leq 3.11$$

Dado que las resistencias de las bielas y las zonas nodales cumplen la Ec. 3.1 se concluye que el modelo de bielas y tirantes asumido es óptimo.

12) Cálculo de la armadura del tirante según la Ec. 3.1 y Ec. 3.9:

La armadura del Tirante AB es:

$$A_{ts} = \frac{F_u}{\phi \cdot f_y}$$

$$A_{ts} = \frac{1.75}{0.75 \cdot 500}$$

$$A_{ts} = 0.004667 m^2$$

13) Cálculo de la cuantía de la armadura del tirante según la Ec. 2.9:

$$\rho = \frac{A_{ts}}{b \cdot d}$$

$$\rho = \frac{0.004667}{0.50 \cdot 1.65}$$

$$\rho = 0.0057$$

$$\rho_{min} \leq \rho$$

$$0.0028 \leq 0.0057$$

Por lo tanto la cuantía de la armadura del tirante es óptima.

14) Cálculo de la cuantía del refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 3.6:

$$\rho_v = \frac{0.0030}{\cos(\alpha_2) + 0.60 \cdot \sin(\alpha_2)}$$

$$\rho_v = \frac{0.0030}{\cos(40.6^\circ) + 0.60 \cdot \sin(40.6^\circ)}$$

$$\rho_v = 0.0026$$

- 15) Cálculo de la cuantía del refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión mediante la Ec. 3.7:

$$\rho_{vh} = \frac{0.0018}{\cos(\alpha_2) + 0.60 \cdot \sin(\alpha_2)}$$

$$\rho_{vh} = \frac{0.0018}{\cos(40.6^\circ) + 0.60 \cdot \sin(40.6^\circ)}$$

$$\rho_{vh} = 0.0016$$

- 16) Si las cuantías de la armadura ortogonal son óptimas según la Ec. 3.5 deben cumplir:

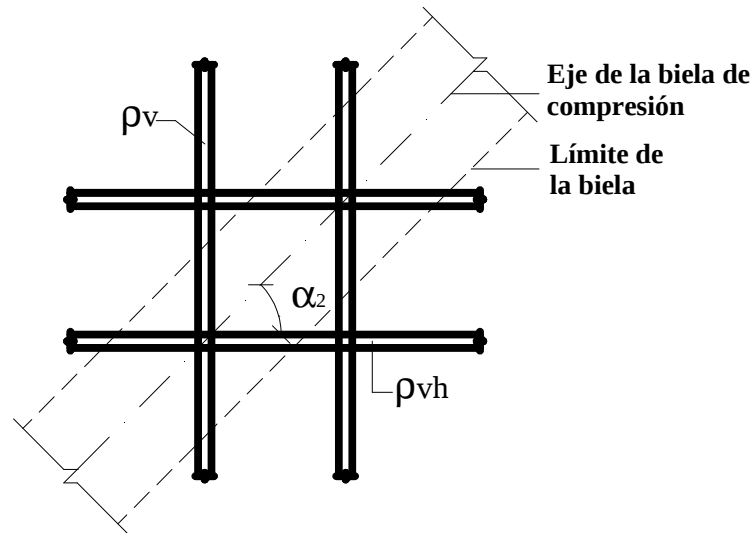


Figura 5.13
Cuantías de la armadura ortogonal (ACI 318, 2011)

$$\rho_v \cdot \cos(\alpha_2) + \rho_{vh} \cdot \sin(\alpha_2) \geq 0.0030$$

$$0.0026 \cdot \cos(40.6^\circ) + 0.0016 \cdot \sin(40.6^\circ) \geq 0.0030$$

$$0.0020 + 0.0010 \geq 0.0030$$

$$0.0030 \geq 0.0030$$

Por lo tanto la armadura ortogonal es óptima.

5.3.RESUMEN DEL DISEÑO

De acuerdo al diseño expuesto en el presente capítulo se puede concluir lo siguiente:

Método de Bielas y Tirantes								
$f'_c=25\text{MPa} - f_y=500\text{MPa}$								
Parámetros de diseño						Resultados		
P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
3.00	0.50	1.80	1.50	0.50	0.83	0.0057	0.0026	0.0016

Tabla 5.1
Resumen de diseño - Método de Bielas y Tirantes

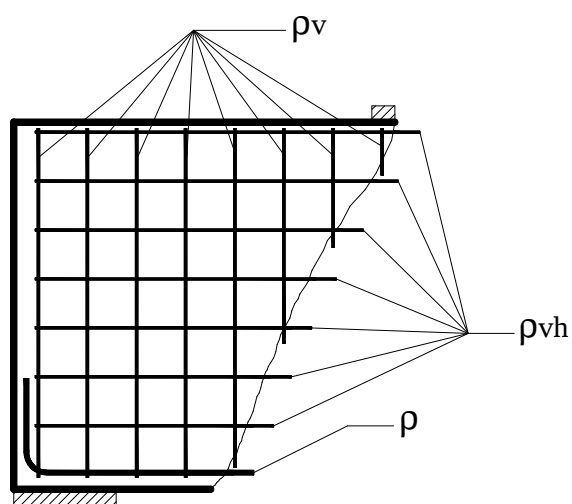


Figura 5.14
Cuantías de diseño " ρ ", " ρ_v " y " ρ_{vh} "

6.1.INTRODUCCIÓN

Para la evaluación de la aplicabilidad del Método Convencional y el Método de Bielas y Tirantes se diseñaron 2000 vigas de gran altura por cada método con el propósito de obtener sus cuantías por flexión y por corte.

Los diseños fueron elaborados tomando en cuenta como variables independientes la sección, la luz de corte, la carga externa y la resistencia de los materiales.

- La variación de la sección se realizó en 5 niveles, es decir, se incrementó la sección de forma gradual 5 veces.

Las secciones son: [m²]

- 0.40x1.00.
 - 0.40x1.25.
 - 0.50x1.50.
 - 0.60x1.75.
 - 0.60x2.00.
-
- La variación de la luz de corte se realizó de modo incremental teniendo en cuenta los límites de la definición de viga de gran altura, es decir, a una sección de viga de gran altura dada se incrementó su luz de corte hasta los límites de la definición de viga de gran altura.

Las luces de corte varían desde 0.50m hasta que $a/h < 2.00$.

- La aplicación de la carga externa se realizó en 4 niveles, es decir, a una sección de viga de gran altura y a una luz de corte dada se aplicó 4 diferentes cargas.

Las cargas externas aplicadas son: [MN]

- 0.75, 1.00, 1.25 y 1.50 para una sección de 0.40x1.00.
 - 1.00, 1.25, 1.50 y 1.75 para una sección de 0.40x1.25.
 - 1.25, 1.50, 1.75 y 2.00 para una sección de 0.50x1.50.
 - 1.50, 1.75, 2.00 y 2.25 para una sección de 0.60x1.75.
 - 1.75, 2.00, 2.25 y 2.50 para una sección de 0.60x2.00.
- La variación de la resistencia de los materiales se realizó en 4 niveles, es decir, a una sección de viga de gran altura, a una luz de corte y ante la aplicación de una carga externa dada se aplicó 4 diferentes resistencias de los materiales.

La resistencia de los materiales son: [MPa]

- $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=400\text{Mpa}$.
- $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=500\text{Mpa}$.
- $f'_c=25\text{MPa}$ y $f_y=400\text{Mpa}$.
- $f'_c=25\text{MPa}$ y $f_y=500\text{Mpa}$.

Del mismo modo, los diseños fueron elaborados tomando en cuenta como variables dependientes la cuantía del refuerzo de tracción por flexión " ρ ", la cuantía del refuerzo perpendicular al refuerzo de tracción por flexión " ρ_v " y la cuantía del refuerzo paralelo al refuerzo de tracción por flexión " ρ_{vh} "

6.2.SOFTWARE

Para la obtención de los parámetros de evaluación, tanto para el Método Convencional como para el Método de Bielas y Tirantes, se desarrolló un programa denominado "V.A.-H°A° v2011", el cual fue codificado en User-RPL y será un aporte complementario al presente estudio (A.2).

User-RPL es un lenguaje de alto nivel lo cual permite transferirlo a otros lenguajes como Pascal, Visual Basic y otros.

El software fue elaborado de acuerdo a lo expuesto en el Capítulo II y Capítulo III, tomando como base la aplicación de los métodos de diseño desarrolladas en dichos capítulos.

6.3.COMPARACIÓN DE LAS METODOLOGÍAS DE DISEÑO

Las siguientes tablas comparativas y sus respectivas gráficas reflejan la variación existente del Método de Bielas y Tirantes respecto del Método Convencional.

A continuación se muestran los ejemplos más relevantes del estudio realizado, dejando la totalidad de los mismos en los anexos (A.1).

6.3.1. Incremento de la sección (bxh)

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=400\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	A [m ²]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.40	1.00	0.35	1.00	0.0102	0.0140	(+) 37.25%
2	1.50	0.40	1.25	0.50	1.00	0.35	0.80	0.0051	0.0065	(+) 27.45%
3	1.50	0.50	1.50	0.75	1.00	0.30	0.67	0.0035	0.0035	0.00%
4	1.50	0.60	1.75	1.05	1.00	0.25	0.57	0.0035	0.0035	0.00%

Tabla 6.1
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ ”

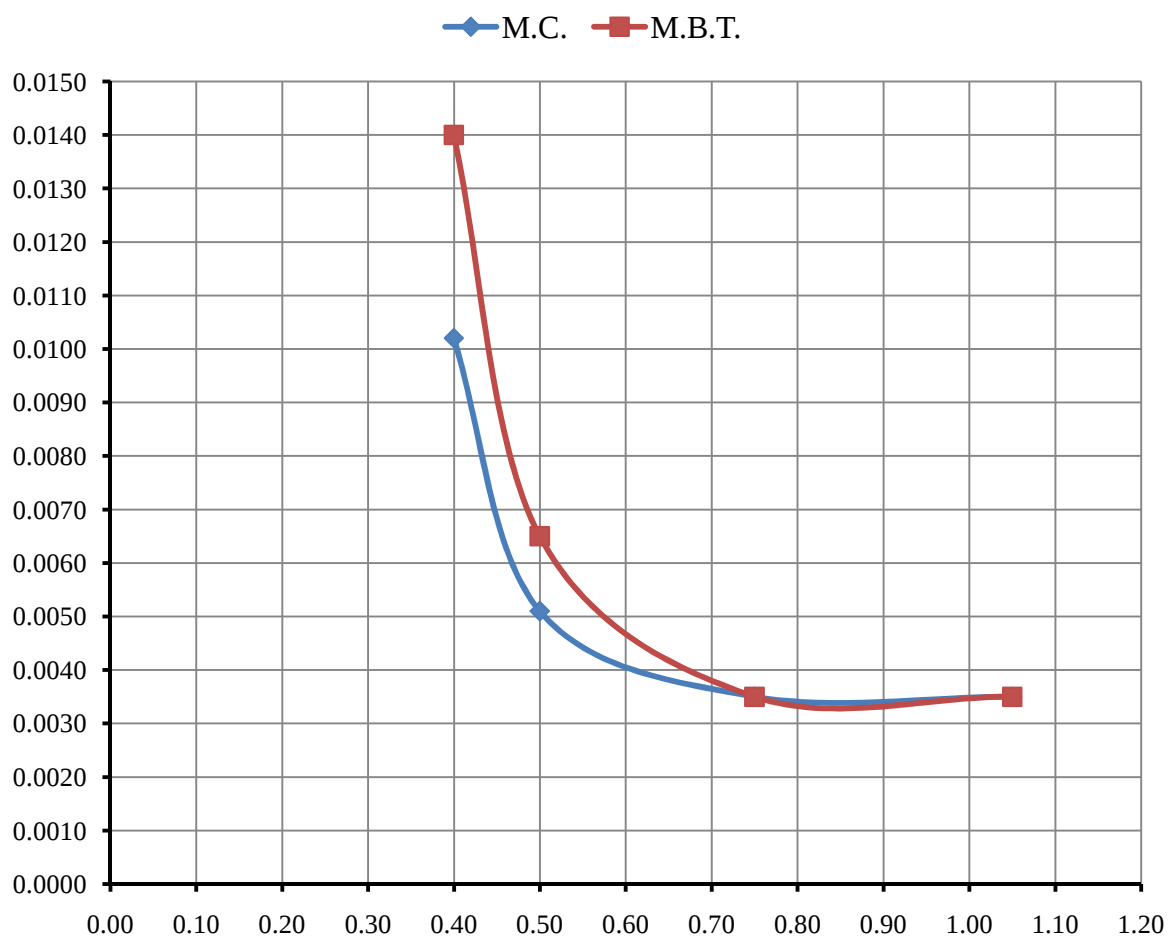


Figura 6.1
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=400\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_v ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	A [m ²]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.40	1.00	0.35	1.00	0.0034	0.0026	(-) 23.53%
2	1.50	0.40	1.25	0.50	1.00	0.35	0.80	0.0025	0.0026	(+) 4.00%
3	1.50	0.50	1.50	0.75	1.00	0.30	0.67	0.0025	0.0027	(+) 8.00%
4	1.50	0.60	1.75	1.05	1.00	0.25	0.57	0.0025	0.0028	(+) 12.00%

Tabla 6.2
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ_v ”

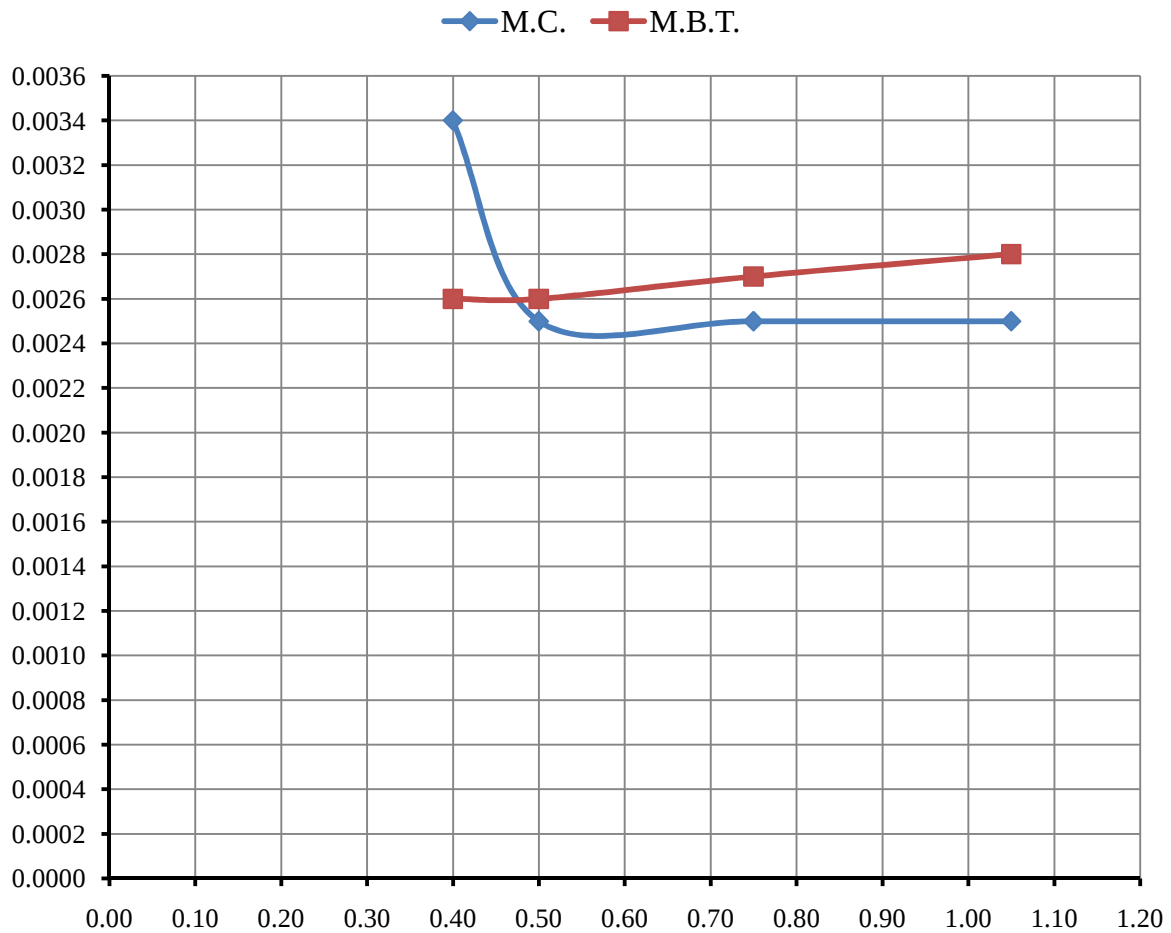


Figura 6.2
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ_v ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=400\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_{vh} ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	A [m ²]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.40	1.00	0.35	1.00	0.0020	0.0015	(-) 25.00%
2	1.50	0.40	1.25	0.50	1.00	0.35	0.80	0.0015	0.0016	(+) 6.67%
3	1.50	0.50	1.50	0.75	1.00	0.30	0.67	0.0015	0.0016	(+) 6.67%
4	1.50	0.60	1.75	1.05	1.00	0.25	0.57	0.0015	0.0017	(+) 13.33%

Tabla 6.3
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ_{vh} ”

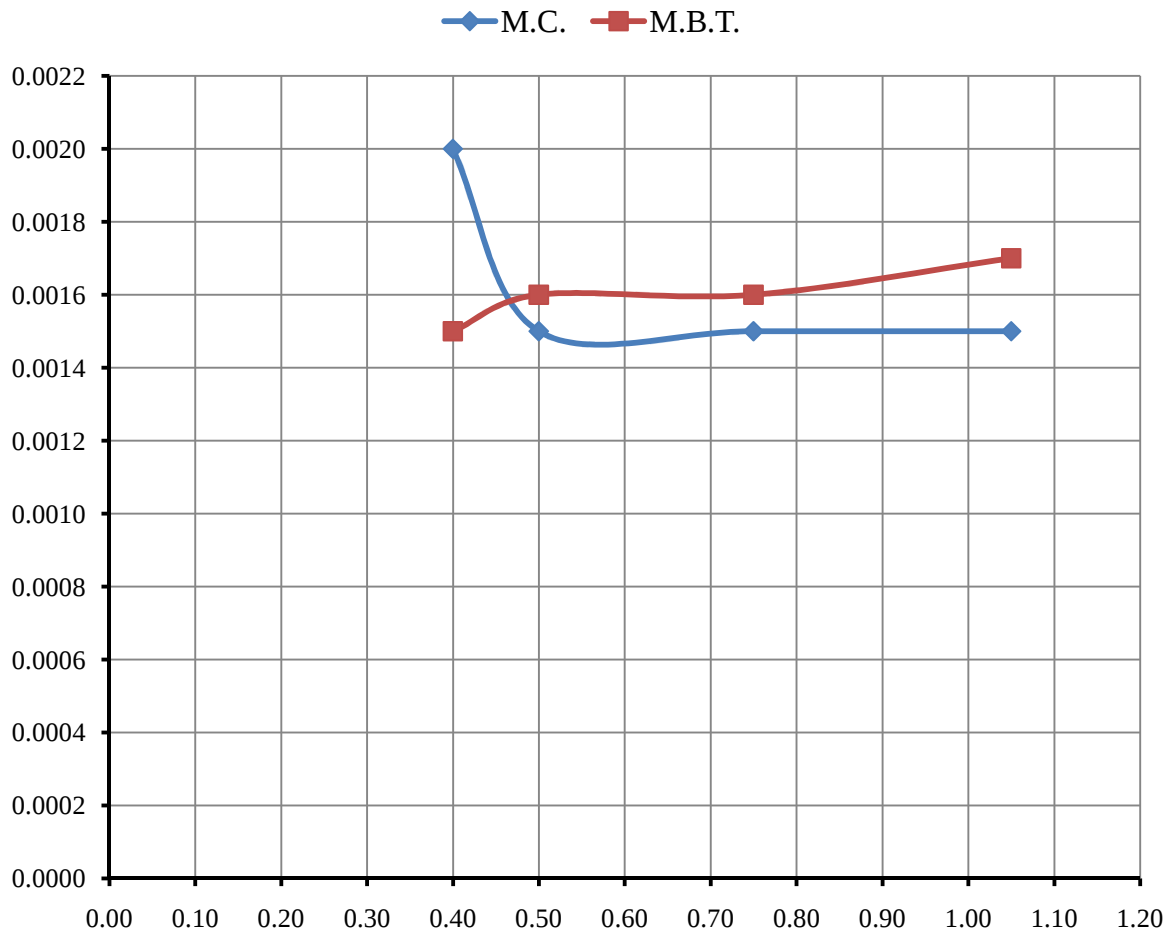


Figura 6.3
Incremento de la sección (bxh) - “ ρ_{vh} ”

6.3.2. Incremento de la luz de corte (a)

- Para $f'_c=25\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ρ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0034	0.0042	(+) 23.53%
2	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0040	0.0049	(+) 22.50%
3	1.50	0.40	1.00	0.70	0.35	0.70	0.0048	0.0060	(+) 25.00%
4	1.50	0.40	1.00	0.80	0.35	0.80	0.0054	0.0067	(+) 24.07%
5	1.50	0.40	1.00	0.90	0.35	0.90	0.0063	0.0080	(+) 26.98%
6	1.50	0.40	1.00	1.00	0.35	1.00	0.0070	0.0090	(+) 28.57%
7	1.50	0.40	1.00	1.10	0.35	1.10	0.0081	0.0106	(+) 30.86%
8	1.50	0.40	1.00	1.20	0.35	1.20	0.0089	0.0116	(+) 30.34%
9	1.50	0.40	1.00	1.30	0.35	1.30	0.0103	-----	-----
10	1.50	0.40	1.00	1.40	0.35	1.40	0.0111	-----	-----
11	1.50	0.40	1.00	1.50	0.35	1.50	0.0119	-----	-----
12	1.50	0.40	1.00	1.60	0.35	1.60	0.0128	-----	-----
13	1.50	0.40	1.00	1.70	0.35	1.70	0.0137	-----	-----
14	1.50	0.40	1.00	1.80	0.35	1.80	0.0146	-----	-----
15	1.50	0.40	1.00	1.90	0.35	1.90	-----	-----	-----

Tabla 6.4
Incremento de la luz de corte (a) - “ρ”

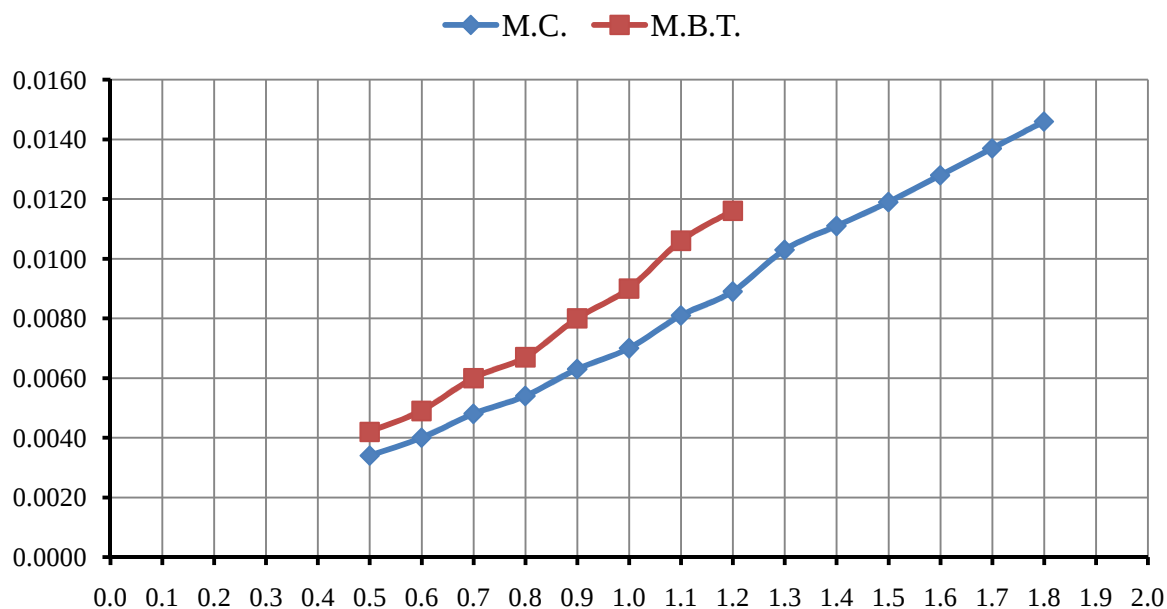


Figura 6.4
Incremento de la luz de corte (a) - “ρ”

- Para $f'_c=25\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ ρ_v ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0027	0.0028	(+) 3.70%
2	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0027	0.0027	0.00%
3	1.50	0.40	1.00	0.70	0.35	0.70	0.0028	0.0026	(-) 7.14%
4	1.50	0.40	1.00	0.80	0.35	0.80	0.0028	0.0026	(-) 7.14%
5	1.50	0.40	1.00	0.90	0.35	0.90	0.0029	0.0026	(-) 10.34%
6	1.50	0.40	1.00	1.00	0.35	1.00	0.0029	0.0026	(-) 10.34%
7	1.50	0.40	1.00	1.10	0.35	1.10	0.0030	0.0026	(-) 13.33%
8	1.50	0.40	1.00	1.20	0.35	1.20	0.0030	0.0026	(-) 13.33%
9	1.50	0.40	1.00	1.30	0.35	1.30	0.0031	-----	-----
10	1.50	0.40	1.00	1.40	0.35	1.40	0.0031	-----	-----
11	1.50	0.40	1.00	1.50	0.35	1.50	0.0031	-----	-----
12	1.50	0.40	1.00	1.60	0.35	1.60	0.0031	-----	-----
13	1.50	0.40	1.00	1.70	0.35	1.70	0.0030	-----	-----
14	1.50	0.40	1.00	1.80	0.35	1.80	0.0030	-----	-----
15	1.50	0.40	1.00	1.90	0.35	1.90	-----	-----	-----

Tabla 6.5
Incremento de la luz de corte (a) - “ ρ_v ”

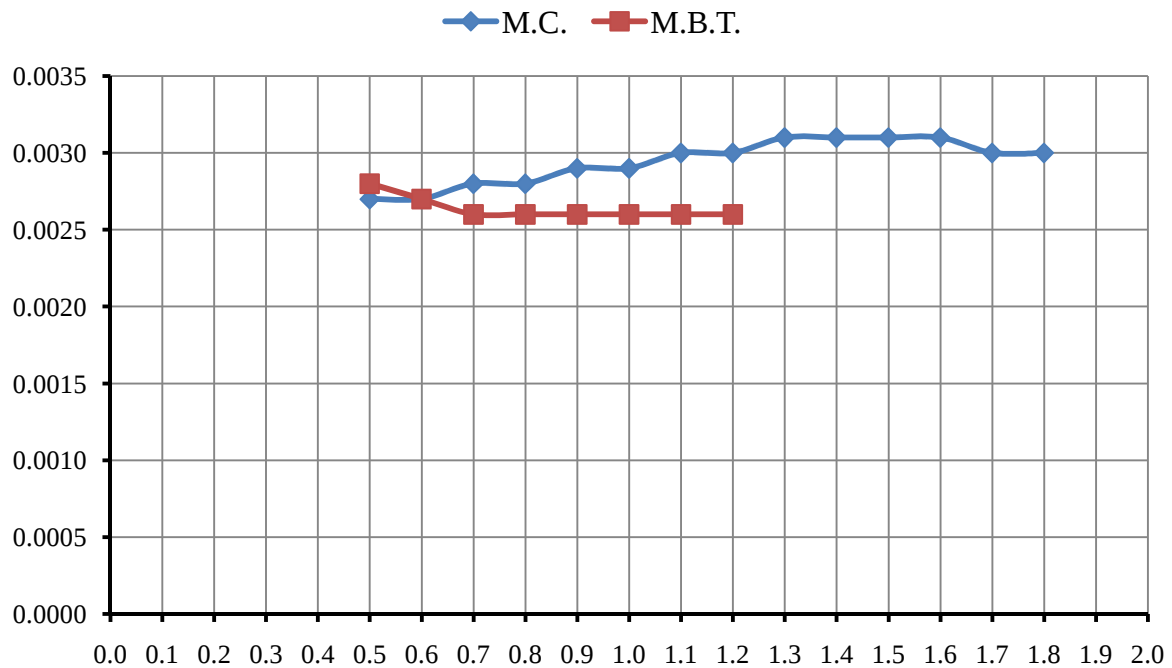


Figura 6.5
Incremento de la luz de corte (a) - “ ρ_v ”

- Para $f'_c=25\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ ρ_{vh} ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0016	0.0017	(+) 6.25%
2	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0016	0.0016	0.00%
3	1.50	0.40	1.00	0.70	0.35	0.70	0.0017	0.0016	(-) 5.88%
4	1.50	0.40	1.00	0.80	0.35	0.80	0.0017	0.0016	(-) 5.88%
5	1.50	0.40	1.00	0.90	0.35	0.90	0.0018	0.0015	(-) 16.67%
6	1.50	0.40	1.00	1.00	0.35	1.00	0.0017	0.0015	(-) 11.76%
7	1.50	0.40	1.00	1.10	0.35	1.10	0.0018	0.0015	(-) 16.67%
8	1.50	0.40	1.00	1.20	0.35	1.20	0.0018	0.0015	(-) 16.67%
9	1.50	0.40	1.00	1.30	0.35	1.30	0.0019	-----	-----
10	1.50	0.40	1.00	1.40	0.35	1.40	0.0019	-----	-----
11	1.50	0.40	1.00	1.50	0.35	1.50	0.0018	-----	-----
12	1.50	0.40	1.00	1.60	0.35	1.60	0.0018	-----	-----
13	1.50	0.40	1.00	1.70	0.35	1.70	0.0018	-----	-----
14	1.50	0.40	1.00	1.80	0.35	1.80	0.0018	-----	-----
15	1.50	0.40	1.00	1.90	0.35	1.90	-----	-----	-----

Tabla 6.6
Incremento de la luz de corte (a) - “ ρ_{vh} ”

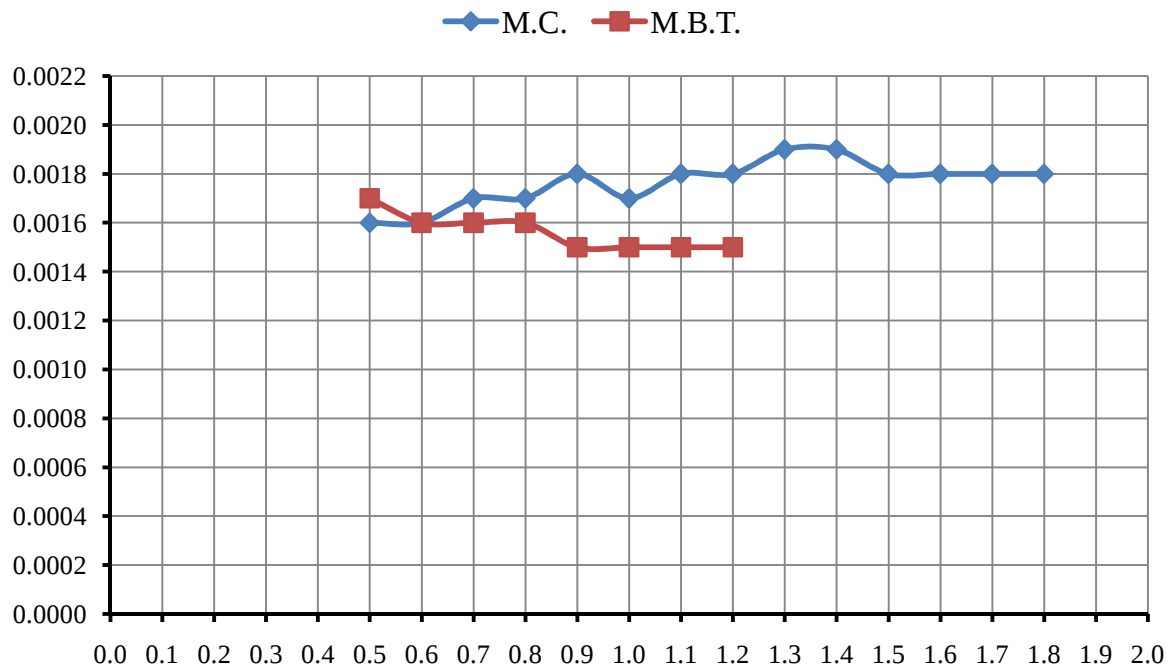


Figura 6.6
Incremento de la luz de corte (a) - “ ρ_{vh} ”

6.3.3. Incremento de la carga externa (P_u)

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ ρ ”		Obs.
N°	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	0.75	0.40	1.00	0.60	0.20	0.60	0.0028	0.0028	0.00%
2	1.00	0.40	1.00	0.60	0.25	0.60	0.0028	0.0029	(+) 3.57%
3	1.25	0.40	1.00	0.60	0.30	0.60	0.0032	0.0040	(+) 25.00%
4	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0043	0.0055	(+) 27.91%

Tabla 6.7
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ ”

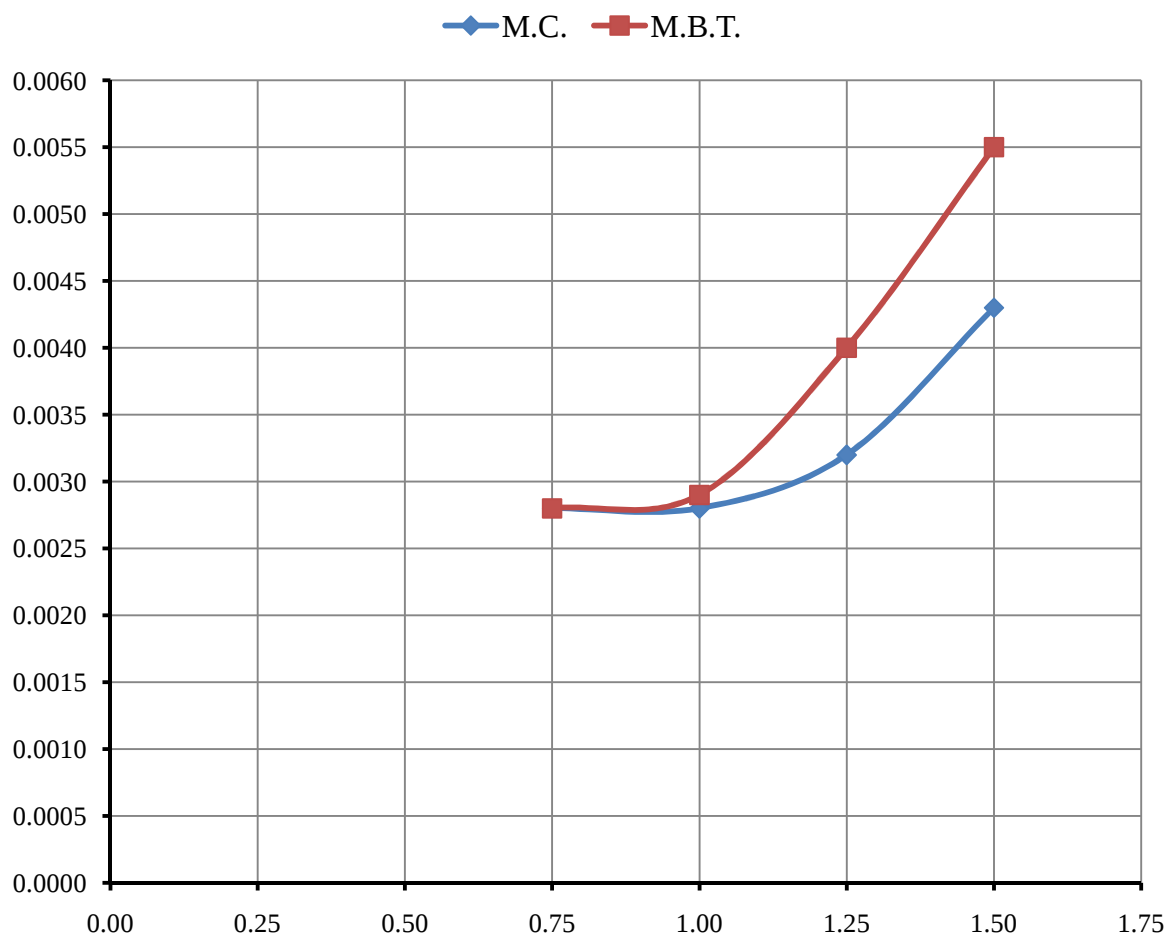


Figura 6.7
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ ρ_v ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	0.75	0.40	1.00	0.60	0.20	0.60	0.0025	0.0028	(+) 12.00%
2	1.00	0.40	1.00	0.60	0.25	0.60	0.0025	0.0027	(+) 8.00%
3	1.25	0.40	1.00	0.60	0.30	0.60	0.0025	0.0027	(+) 8.00%
4	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0030	0.0027	(-) 10.00%

Tabla 6.8
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ_v ”

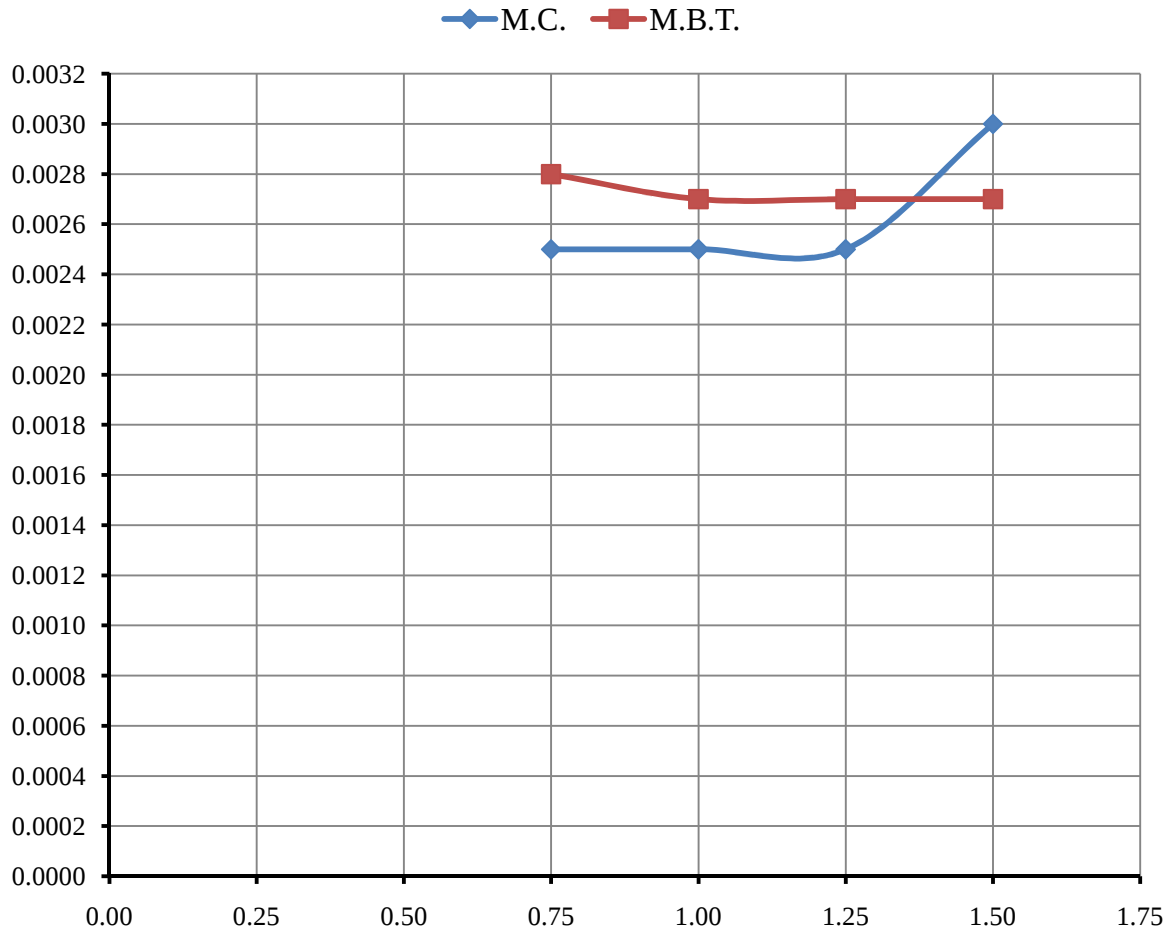


Figura 6.8
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ_v ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$ y $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño							“ ρ_{vh} ”		Obs.
N°	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	0.75	0.40	1.00	0.60	0.20	0.60	0.0015	0.0017	(+) 13.33%
2	1.00	0.40	1.00	0.60	0.25	0.60	0.0015	0.0016	(+) 6.67%
3	1.25	0.40	1.00	0.60	0.30	0.60	0.0015	0.0016	(+) 6.67%
4	1.50	0.40	1.00	0.60	0.35	0.60	0.0018	0.0016	(-) 11.11%

Tabla 6.9
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ_{vh} ”

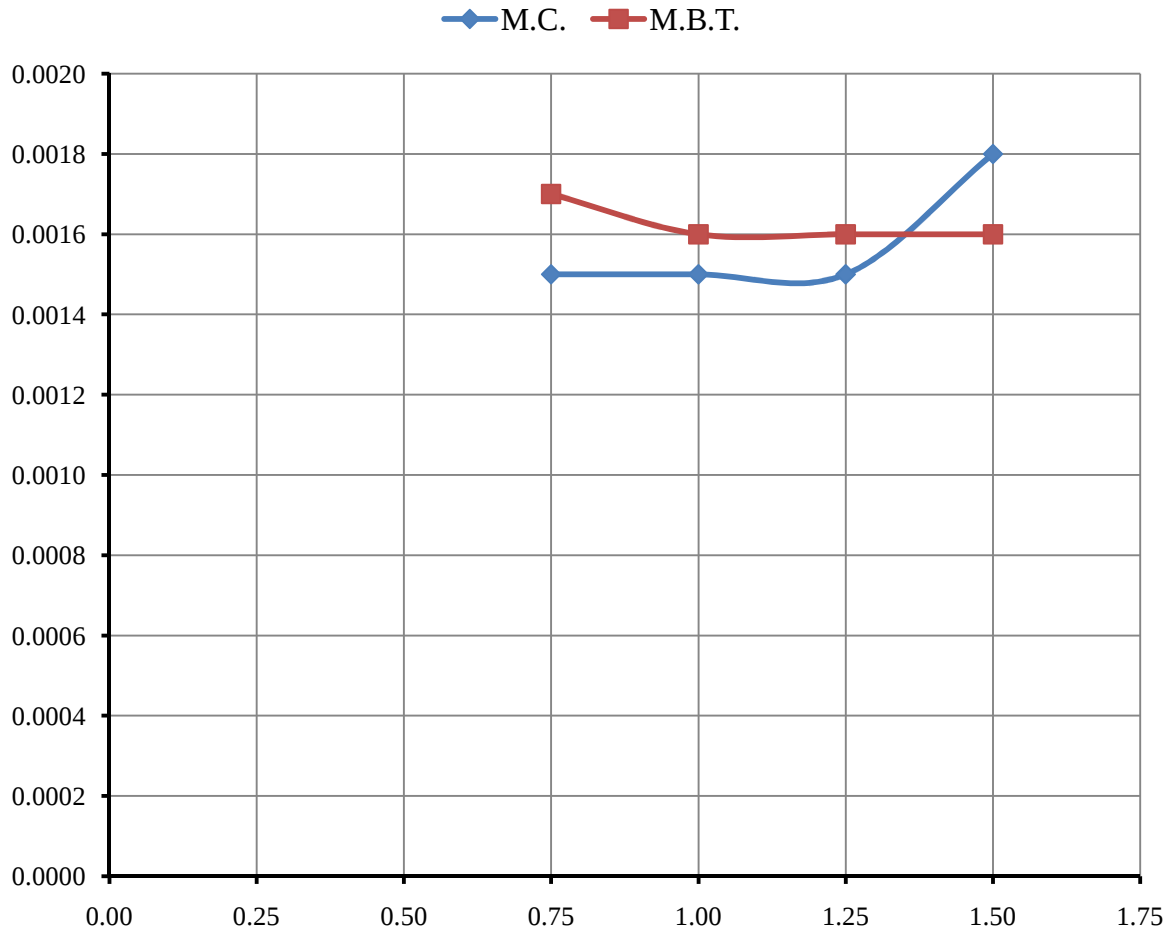


Figura 6.9
Incremento de la carga externa (P_u) - “ ρ_{vh} ”

6.3.4. Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c)

- Para $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ ”		Obs.
N°	P_u [MN]	f'_c [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	20	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0035	0.0044	(+) 25.71%
2	1.50	25	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0034	0.0042	(+) 23.53%
3	1.50	30	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0032	0.0039	(+) 21.88%

Tabla 6.10
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ ”

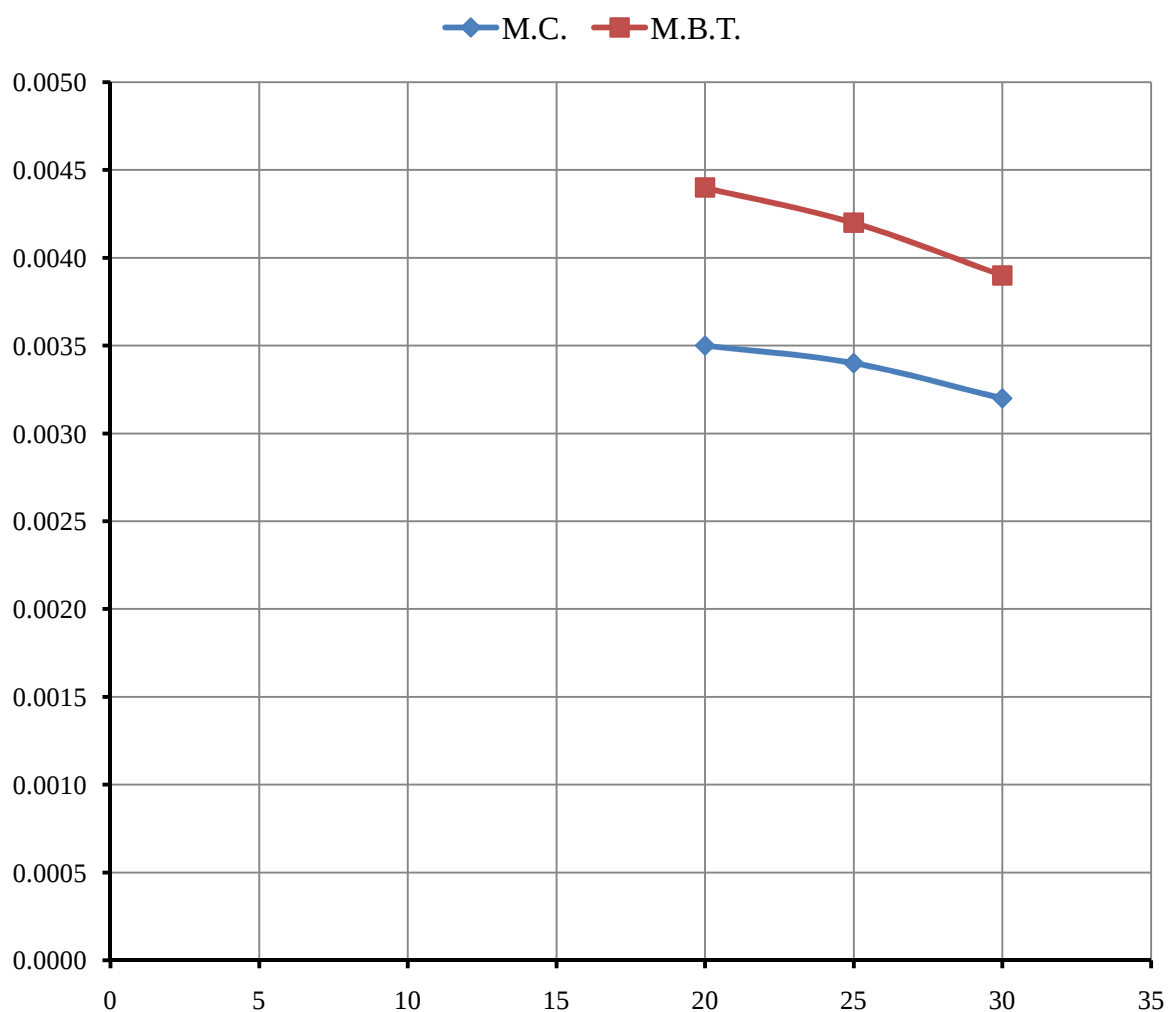


Figura 6.10
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ ”

- Para $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_v ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	f'_c [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	I_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	20	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0029	0.0027	(-) 6.90%
2	1.50	25	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0027	0.0028	(+) 3.70%
3	1.50	30	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0025	0.0028	(+) 12.00%

Tabla 6.11
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ_v ”

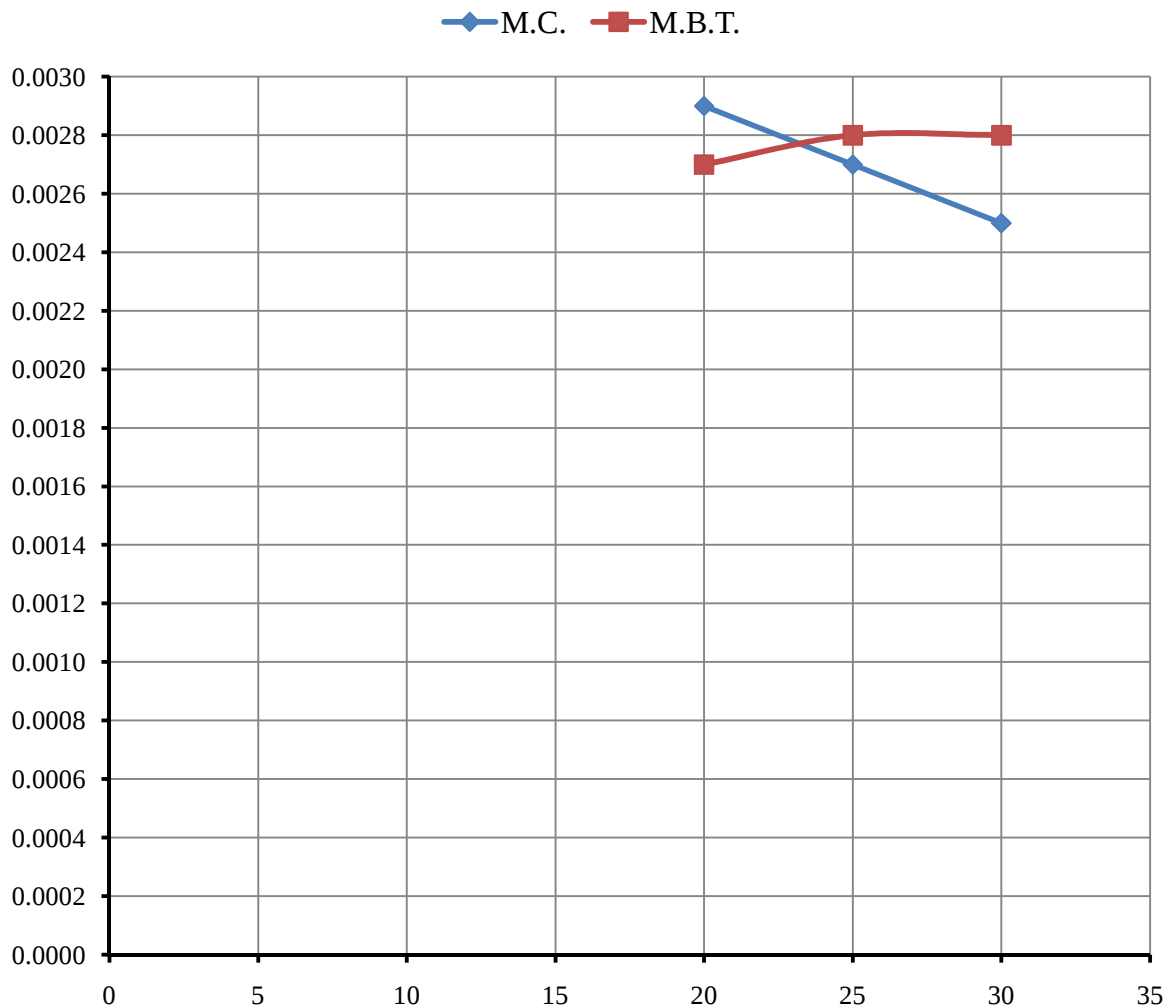


Figura 6.11
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ_v ”

- Para $f_y=500\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_{vh} ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	f'_c [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	I_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.50	20	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0017	0.0016	(-) 5.88%
2	1.50	25	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0016	0.0017	(+) 6.25%
3	1.50	30	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0015	0.0017	(+) 13.33%

Tabla 6.12
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ_{vh} ”

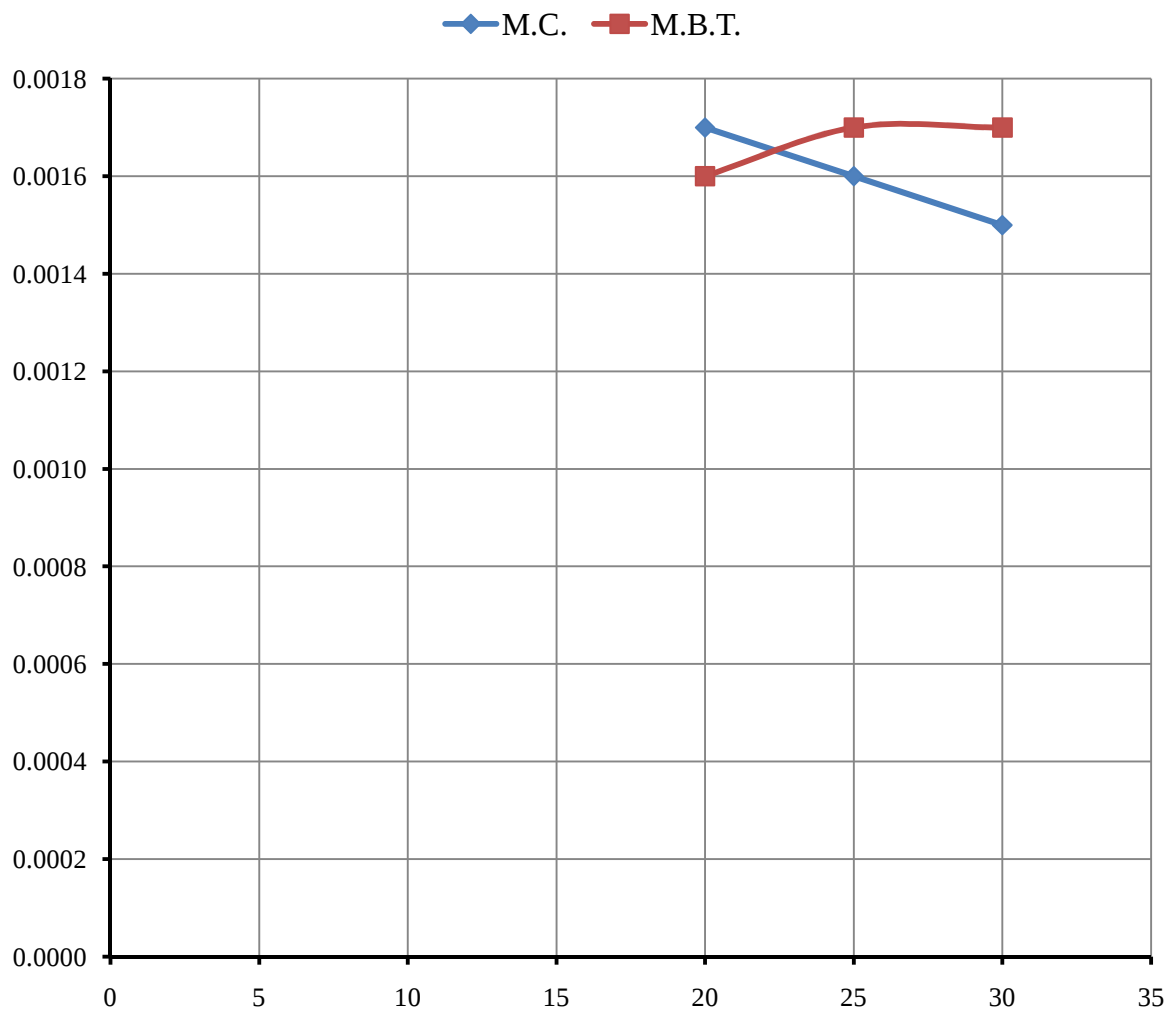


Figura 6.12
Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c) - “ ρ_{vh} ”

6.3.5. Incremento de la resistencia del acero (f_y)

- Para $f'_c=20\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ ”		Obs.
N°	P_u [MN]	f_y [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.75	400	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0035	0.0040	(+) 14.29%
2	1.75	500	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0028	0.0032	(+) 14.29%

Tabla 6.13
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ ”

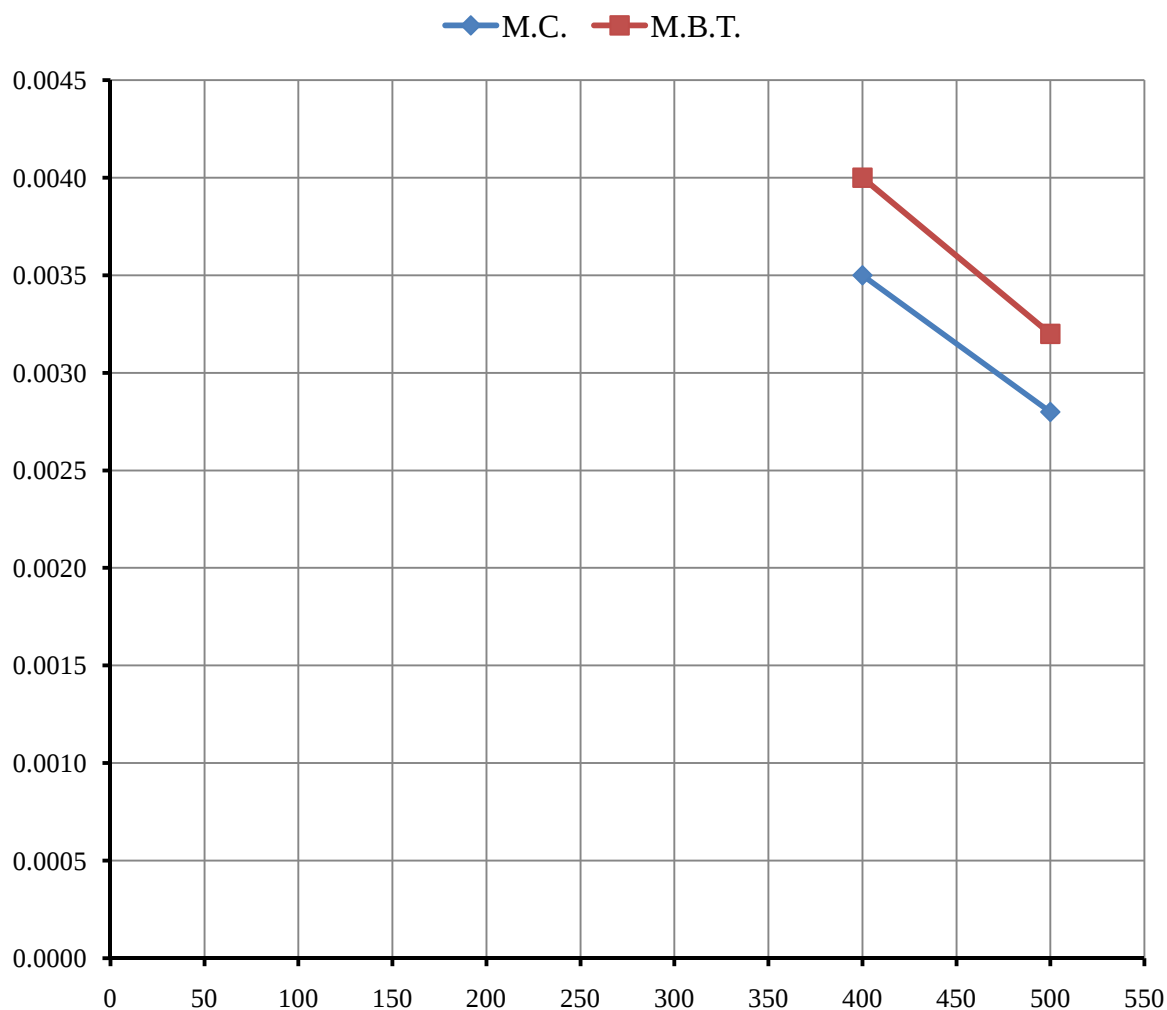


Figura 6.13
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_v ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	f_y [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.75	400	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0027	0.0029	(+) 7.40%
2	1.75	500	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0026	0.0029	(+) 11.54%

Tabla 6.14
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ_v ”

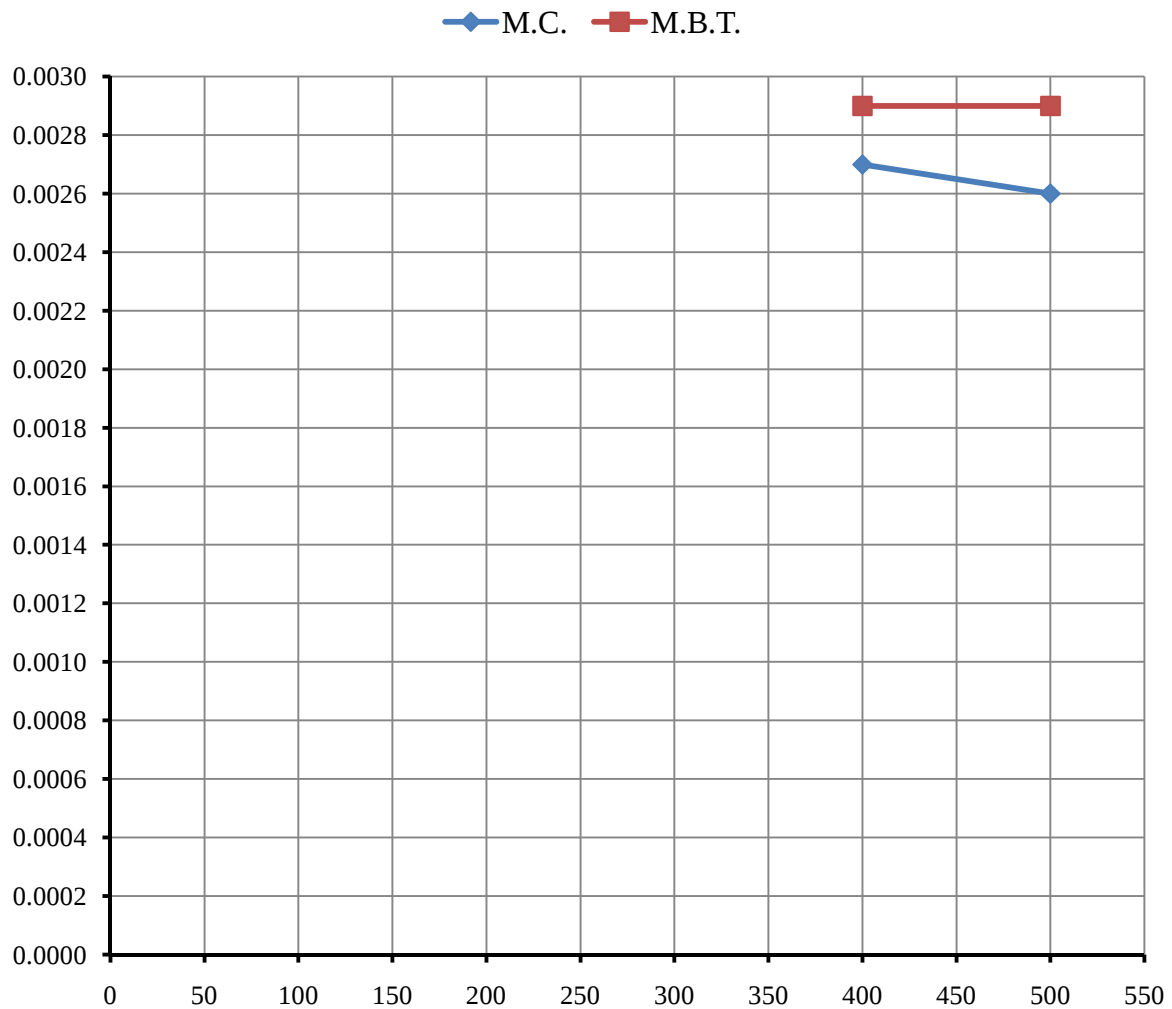


Figura 6.14
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ_v ”

- Para $f'_c=20\text{MPa}$:

Parámetros de diseño								“ ρ_{vh} ”		Obs.
Nº	P_u [MN]	f_y [MPa]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	M.C.	M.B.T.	
1	1.75	400	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0016	0.0017	(+) 6.25%
2	1.75	500	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0015	0.0017	(+) 13.33%

Tabla 6.15
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ_{vh} ”

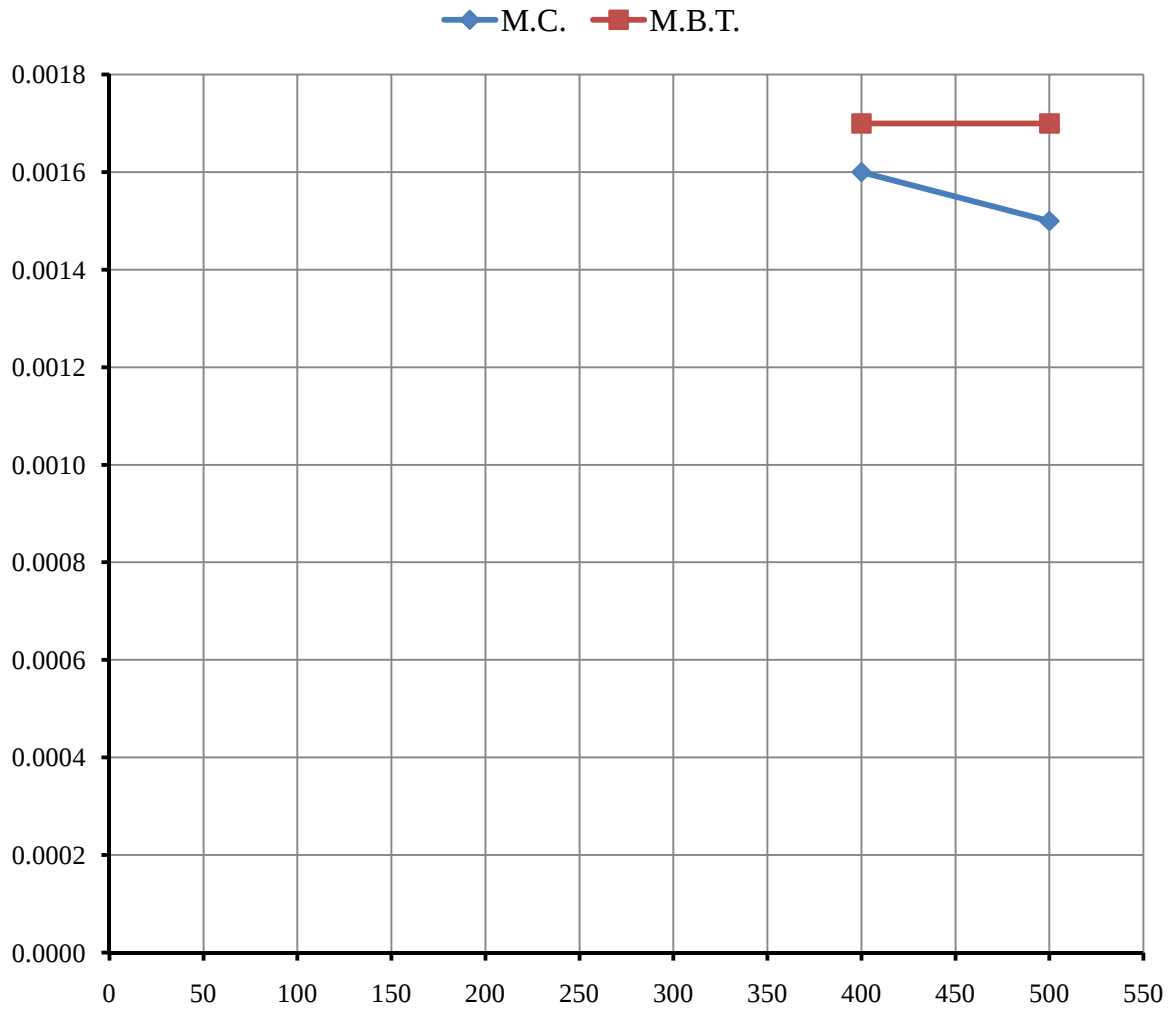


Figura 6.15
Incremento de la resistencia del acero (f_y) - “ ρ_{vh} ”

De acuerdo a lo expuesto en el presente estudio se concluye:

Comparaciones particulares:

- Resultados obtenidos - Evaluación de “ ρ ”:

- Incremento de la sección (bxh):

Ante un incremento de sección ambos métodos de diseño, siendo el Método de Bielas y Tirantes con mayor cuantía frente al Método Convencional, tienden a disminuir sus cuantías convergiendo en una cuantía mínima.

El Método Convencional tiende a disminuir su cuantía debido a un incremento en el peralte, generando una menor tensión en el acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a disminuir su cuantía debido a un incremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC - Tirante AB y la Biela BC - Tirante AB, generando una menor tensión en el Tirante AB.

- Incremento de la luz de corte (a):

Ante un incremento de la luz de corte ambos métodos de diseño, siendo el Método de Bielas y Tirantes con mayor cuantía frente al Método Convencional, tienden a aumentar sus cuantías divergiendo desde una cuantía mínima.

El Método Convencional tiende a aumentar su cuantía debido a un incremento en el momento último, generando una mayor tensión en el acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a aumentar su cuantía debido a un decremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC - Tirante AB y la Biela BC - Tirante AB, generando una mayor tensión en el Tirante AB.

- Incremento de la carga externa (P_u):

Ante un incremento de la carga externa ambos métodos de diseño, siendo el Método de Bielas y Tirantes con mayor cuantía frente al Método Convencional, tienden a aumentar sus cuantías divergiendo desde una cuantía mínima.

El Método Convencional tiende a aumentar su cuantía debido a un incremento en el momento último, generando una mayor tensión en el acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a aumentar su cuantía debido a un decremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC - Tirante AB y la Biela BC - Tirante AB, generando una mayor tensión en el Tirante AB.

- Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c):

Ante un incremento de la resistencia del hormigón ambos métodos de diseño, siendo el Método de Bielas y Tirantes con mayor cuantía frente al Método Convencional, tienden a disminuir ligeramente sus cuantías convergiendo en una cuantía mínima.

El Método Convencional tiende a disminuir ligeramente su cuantía debido a un incremento en el brazo de palanca, generando una menor tensión en el acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a disminuir ligeramente su cuantía debido a un incremento en el brazo de palanca, generando una menor tensión en el Tirante AB.

- Incremento de la resistencia del acero (f_y):

Ante un incremento de la resistencia del acero ambos métodos de diseño, siendo el Método de Bielas y Tirantes con mayor cuantía frente al Método Convencional, tienden a disminuir sus cuantías convergiendo en una cuantía mínima.

El Método Convencional tiende a disminuir su cuantía debido a que es inversamente proporcional al área del acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a disminuir su cuantía debido a que es inversamente proporcional al área de la armadura del Tirante AB.

- Resultados obtenidos - Evaluación de " ρ_v " y " ρ_{vh} ":

- Incremento de la sección ($b \times h$):

Ante un incremento de la sección el Método Convencional tiende a disminuir su cuantía a diferencia del Método de Bielas y Tirantes que tiende a aumentar su cuantía.

El Método Convencional tiende a disminuir su cuantía debido a un incremento en la resistencia a corte del concreto, generando un decremento en la resistencia a corte del acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a aumentar su cuantía debido a un incremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC y la Biela BC con la horizontal, generando una mayor demanda en el área de la armadura ortogonal.

- Incremento de la luz de corte (a):

Ante un incremento de la luz de corte el Método Convencional tiende a aumentar su cuantía a diferencia del Método de Bielas y Tirantes que tiende a disminuir su cuantía.

El Método Convencional tiende a aumentar su cuantía debido a un decremento en la resistencia a corte del concreto, generando un incremento en la resistencia al corte del acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a disminuir su cuantía debido a un decremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC y la Biela BC con la horizontal, generando una menor demanda en el área de la armadura ortogonal.

- Incremento de la carga externa (P_u):

Ante un incremento de la carga externa el Método Convencional tiende a aumentar su cuantía a diferencia del Método de Bielas y Tirantes que tiende a disminuir su cuantía.

El Método Convencional tiende a aumentar su cuantía debido a un incremento en el cortante último, generando un incremento en la resistencia al corte del acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a disminuir su cuantía debido a un decremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC y la Biela BC con la horizontal, generando una menor demanda en el área de la armadura ortogonal.

- Incremento de la resistencia del hormigón (f'_c):

Ante un incremento de la resistencia del hormigón el Método Convencional tiende a disminuir ligeramente su cuantía a diferencia del Método de Bielas y Tirantes que tiende a aumentar ligeramente su cuantía.

El Método Convencional tiende a disminuir ligeramente su cuantía debido a un incremento en la resistencia a corte del concreto, generando un decremento en resistencia al corte del acero de refuerzo.

El Método de Bielas y Tirantes tiende a aumentar ligeramente su cuantía debido a un incremento en el ángulo de los ejes de la Biela AC y la Biela BC con la horizontal, generando una mayor demanda en el área de la armadura ortogonal.

- Incremento de la resistencia del acero (f_y):

Ante un incremento de la resistencia del acero el Método Convencional tiende a disminuir su cuantía a diferencia del Método de Bielas y Tirantes que mantiene constante su cuantía.

El Método Convencional tiende a disminuir su cuantía debido a que es inversamente proporcional al área de la armadura ortogonal.

El Método de Bielas y Tirantes mantiene constante su cuantía debido a que es independiente de la resistencia del acero.

Comparaciones generales:

- Punto de aplicación de las cargas externas:

El Método de Bielas y Tirantes tiene una mayor aplicabilidad frente al Método Convencional debido a que el Método Convencional restringe la aplicación de las cargas externas en o cerca la cara superior del elemento.

- Geometría del elemento estructural:

El Método de Bielas y Tirantes tiene una mayor aplicabilidad frente al Método Convencional debido a que el Método Convencional sólo es aplicable a elementos estructurales de geometría continua, dejando de lado posibles aberturas y/o cambios bruscos en la geometría del elemento estructural.

Comparaciones globales:

- Metodología de diseño:

El Método de Bielas y Tirantes tiene una mayor aplicabilidad frente al Método Convencional debido a que el Método Convencional al basar sus diseños en verificaciones seccionales deja de lado el comportamiento real del elemento estructural.

Por lo tanto, de acuerdo a todo lo expuesto en el presente estudio se concluye que el Método Convencional tiene una cierta relación con el Método de Bielas y Tirantes para el diseño de vigas de gran altura de hormigón armado, con la cual se sientan las bases para que estudios posteriores puedan establecer algún factor de conversión entre ambas metodologías de diseño.

De acuerdo a lo expuesto en el presente estudio se recomienda:

- Incrementar los casos de análisis propuestos para corroborar el comportamiento de los resultados obtenidos.
- Complementar con modelos de bielas y tirantes alternativos al realizado para mejorar los resultados obtenidos.
- Extrapolar a otros elementos estructurales de hormigón armado con discontinuidad de esfuerzos para complementar los resultados obtenidos.
- Verificar experimentalmente los resultados obtenidos para determinar la relación existente entre ambas metodologías de diseño a nivel analítico y experimental.
- Evaluar estadísticamente los resultados obtenidos para determinar la correlación existente entre ambas metodologías de diseño.
- Complementar el estudio con métodos de diseño que tomen en cuenta la no linealidad de deformaciones.

- ACHE - Comisión 1 Bielas y Tirantes, (2002) *Método de Bielas y Tirantes*. España.
- ACI 318, (1999) *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Edición de American Concrete Institute. Farmington Hills, U.S.A.
- ACI 318, (2011) *Building Code Requirements for Structural Concrete and Commentary*. Edición de American Concrete Institute. Farmington Hills, U.S.A.
- EHE, (2008) *Instrucción de Hormigón Estructural*. Edición de EHE. Madrid, España.
- Leonhardt, F. y E. Mönnig, (1984) *Estructuras de Hormigón Armado*. Tomo II, Segunda Edición, Buenos Aires, El Ateneo.
- Leonhardt, F. y E. Mönnig, (1984) *Estructuras de Hormigón Armado*. Tomo III, Tercera Edición, Buenos Aires, El Ateneo.
- Muttoni, A. y M. Fernández, (2006) “Dimensionamiento y verificación del hormigón estructural mediante el método de los campos de tensiones” en *Hormigón y Acero*. 4º Trimestre 2006, N° 242.
- Nawy, E. (2005) *Reinforced Concrete*. Fifth Edition, New Jersey, Pearson Education Inc.
- Nilson, A. (2001) *Diseño de Estructuras de Concreto*. Duodécima Edición, Bogotá, McGraw-Hill Inc.
- Subcomité 445-1 - Modelos de Bielas y Tirantes, (2002) *Ejemplos para el Diseño de Hormigón Estructural usando Modelos de Bielas y Tirantes*. Phoenix. Edición de Kart-Heinz Reineck.

ANEXOS

A.1. RESULTADOS DE VIGAS DE GRAN ALTURA

- **Caso 1.1:** $P_u=0.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.20\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	0.75	0.40	1.00	0.50	0.20	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
2				0.60		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
3				0.70		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
5				0.90		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0051	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0055	0.0025	0.0015	0.0069	0.0026	0.0015
12				1.60		1.60	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0016
13				1.70		1.70	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.2:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.00	0.50	0.25	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0051	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0056	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0065	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0070	0.0025	0.0015	0.0091	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0081	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0093	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0099	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0112	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.3:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.00	0.50	0.30	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0048	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0054	0.0025	0.0015	0.0069	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0064	0.0025	0.0015	0.0083	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0071	0.0025	0.0015	0.0093	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0083	0.0025	0.0015	0.0109	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0097	0.0026	0.0016	0.0131	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0113	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	0.0123	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0133	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0143	0.0026	0.0016	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 1.4:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0043	0.0030	0.0018	0.0055	0.0027	0.0016
2				0.60		0.60	0.0053	0.0031	0.0018	0.0068	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0064	0.0032	0.0019	0.0083	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0073	0.0032	0.0019	0.0095	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0086	0.0033	0.0020	0.0115	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0102	0.0034	0.0020	0.0140	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0121	0.0035	0.0021	-----	-----	-----
8				1.20		1.20	0.0133	0.0035	0.0021	-----	-----	-----
9				1.30		1.30	0.0145	0.0035	0.0021	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	-----	-----	-----	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 1.5:** $P_u=0.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.20\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	0.75	0.40	1.00	0.50	0.20	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
2				0.60		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
3				0.70		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
5				0.90		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0038	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0044	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
12				1.60		1.60	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
13				1.70		1.70	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.6:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.00	0.50	0.25	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0052	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0056	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0079	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.7:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.00	0.50	0.30	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0052	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0057	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0067	0.0025	0.0015	0.0088	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0078	0.0025	0.0015	0.0105	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0091	0.0026	0.0016	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	0.0098	0.0026	0.0016	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0106	0.0026	0.0016	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0114	0.0026	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 1.8:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0035	0.0029	0.0017	0.0044	0.0027	0.0016
2				0.60		0.60	0.0043	0.0030	0.0018	0.0055	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0052	0.0031	0.0018	0.0067	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0058	0.0030	0.0018	0.0076	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0069	0.0032	0.0019	0.0092	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0082	0.0033	0.0020	0.0112	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0097	0.0034	0.0020	-----	-----	-----
8				1.20		1.20	0.0106	0.0034	0.0020	-----	-----	-----
9				1.30		1.30	0.0116	0.0033	0.0020	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	-----	-----	-----	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	-----	-----	-----	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	-----	-----	-----	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	-----	-----	-----	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 1.9:** $P_u=0.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.20\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	0.75	0.40	1.00	0.50	0.20	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
2				0.60		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
3				0.70		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
5				0.90		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
8				1.20		1.20	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0048	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0051	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0015
12				1.60		1.60	0.0055	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
13				1.70		1.70	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.10:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.00	0.50	0.25	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0048	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0060	0.0025	0.0015	0.0075	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0065	0.0025	0.0015	0.0082	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0070	0.0025	0.0015	0.0088	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0080	0.0025	0.0015	0.0101	0.0026	0.0016
12				1.60		1.60	0.0091	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0096	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0102	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0108	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.11:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.00	0.50	0.30	0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0051	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0060	0.0025	0.0015	0.0075	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0066	0.0025	0.0015	0.0083	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0072	0.0025	0.0015	0.0091	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0083	0.0025	0.0015	0.0106	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0090	0.0025	0.0015	0.0116	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0103	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0111	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0118	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0126	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0134	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0142	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.12:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0043	0.0029	0.0017	0.0053	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0049	0.0028	0.0017	0.0062	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0060	0.0029	0.0018	0.0075	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0067	0.0029	0.0017	0.0084	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0079	0.0030	0.0018	0.0100	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0087	0.0030	0.0018	0.0112	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0102	0.0031	0.0019	0.0132	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0111	0.0031	0.0019	0.0145	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0128	0.0032	0.0019	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	0.0139	0.0032	0.0019	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0149	0.0032	0.0019	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0160	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0171	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0182	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 1.13:** $P_u=0.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.20\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	0.75	0.40	1.00	0.50	0.20	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
2				0.60		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
3				0.70		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
5				0.90		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0029	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
8				1.20		1.20	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
12				1.60		1.60	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
13				1.70		1.70	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0052	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.14:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.00	0.50	0.25	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
7				1.10		1.10	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0052	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0056	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
11				1.50		1.50	0.0064	0.0025	0.0015	0.0081	0.0026	0.0016
12				1.60		1.60	0.0073	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.15:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.00	0.50	0.30	0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0027	0.0016
4				0.80		0.80	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0016
6				1.00		1.00	0.0053	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0057	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0066	0.0025	0.0015	0.0085	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0072	0.0025	0.0015	0.0093	0.0026	0.0015
10				1.40		1.40	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0089	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0095	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0101	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0107	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	0.0114	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 1.16:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.00	0.50	0.35	0.50	0.0034	0.0027	0.0016	0.0042	0.0028	0.0017
2				0.60		0.60	0.0040	0.0027	0.0016	0.0049	0.0027	0.0016
3				0.70		0.70	0.0048	0.0028	0.0017	0.0060	0.0026	0.0016
4				0.80		0.80	0.0054	0.0028	0.0017	0.0067	0.0026	0.0016
5				0.90		0.90	0.0063	0.0029	0.0018	0.0080	0.0026	0.0015
6				1.00		1.00	0.0070	0.0029	0.0017	0.0090	0.0026	0.0015
7				1.10		1.10	0.0081	0.0030	0.0018	0.0106	0.0026	0.0015
8				1.20		1.20	0.0089	0.0030	0.0018	0.0116	0.0026	0.0015
9				1.30		1.30	0.0103	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
10				1.40		1.40	0.0111	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
11				1.50		1.50	0.0119	0.0031	0.0018	-----	-----	-----
12				1.60		1.60	0.0128	0.0031	0.0018	-----	-----	-----
13				1.70		1.70	0.0137	0.0030	0.0018	-----	-----	-----
14				1.80		1.80	0.0146	0.0030	0.0018	-----	-----	-----
15				1.90		1.90	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 2.1:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.25	0.50	0.25	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
10				1.40		1.12	0.0042	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0050	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0053	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0063	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0016
16				2.00		1.60	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0073	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0084	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.2:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.25	0.50	0.30	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0053	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0064	0.0025	0.0015	0.0082	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0068	0.0025	0.0015	0.0088	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0076	0.0025	0.0015	0.0100	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0095	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0100	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0111	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0116	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.3:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.25	0.50	0.35	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0040	0.0025	0.0015	0.0051	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0051	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0056	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0064	0.0025	0.0015	0.0082	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0069	0.0025	0.0015	0.0090	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0078	0.0025	0.0015	0.0102	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0084	0.0025	0.0015	0.0111	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0094	0.0025	0.0015	0.0127	0.0026	0.0016
13				1.70		1.36	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0113	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0120	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0127	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0134	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0141	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0149	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 2.4:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.75	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0035	0.0027	0.0016	0.0040	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0039	0.0027	0.0016	0.0049	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0044	0.0027	0.0016	0.0055	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0051	0.0028	0.0017	0.0065	0.0026	0.0016
5				0.90		0.72	0.0057	0.0028	0.0017	0.0073	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0065	0.0029	0.0017	0.0085	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0075	0.0030	0.0018	0.0099	0.0026	0.0015
8				1.20		0.96	0.0081	0.0029	0.0018	0.0108	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0093	0.0030	0.0018	0.0125	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0106	0.0031	0.0019	0.0146	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0120	0.0032	0.0019	-----	-----	-----
12				1.60		1.28	0.0129	0.0032	0.0019	-----	-----	-----
13				1.70		1.36	0.0138	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0147	0.0031	0.0019	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	-----	-----	-----	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	-----	-----	-----	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	-----	-----	-----	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	-----	-----	-----	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 2.5:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.25	0.50	0.25	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
10				1.40		1.12	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0040	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0050	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0016
16				2.00		1.60	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.6:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.25	0.50	0.30	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0042	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0016
10				1.40		1.12	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0051	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0055	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0061	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0076	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0089	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0093	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.7:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.25	0.50	0.35	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0032	0.0025	0.0015	0.0041	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0051	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0055	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0063	0.0025	0.0015	0.0082	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0067	0.0025	0.0015	0.0089	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0075	0.0025	0.0015	0.0101	0.0026	0.0016
13				1.70		1.36	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0096	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0101	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0107	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0113	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0119	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 2.8:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.75	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0028	0.0026	0.0015	0.0032	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0031	0.0026	0.0016	0.0039	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0026	0.0016	0.0044	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0041	0.0027	0.0016	0.0052	0.0026	0.0016
5				0.90		0.72	0.0045	0.0027	0.0016	0.0058	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0052	0.0027	0.0016	0.0068	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0060	0.0028	0.0017	0.0079	0.0026	0.0015
8				1.20		0.96	0.0065	0.0028	0.0017	0.0086	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0074	0.0029	0.0017	0.0100	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0085	0.0030	0.0018	0.0117	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0096	0.0031	0.0018	-----	-----	-----
12				1.60		1.28	0.0103	0.0031	0.0018	-----	-----	-----
13				1.70		1.36	0.0110	0.0030	0.0018	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0118	0.0030	0.0018	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	-----	-----	-----	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	-----	-----	-----	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	-----	-----	-----	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	-----	-----	-----	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	-----	-----	-----	-----	-----	-----

- **Caso 2.9:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.25	0.50	0.25	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.88	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
10				1.40		1.12	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0053	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0056	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
16				2.00		1.60	0.0062	0.0025	0.0015	0.0078	0.0026	0.0016
17				2.10		1.68	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.10:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.25	0.50	0.30	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0041	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0054	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0064	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0068	0.0025	0.0015	0.0085	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0072	0.0025	0.0015	0.0091	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0079	0.0025	0.0015	0.0101	0.0026	0.0016
16				2.00		1.60	0.0088	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0093	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0097	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0102	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.11:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.25	0.50	0.35	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
2				0.60		0.48	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0053	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0065	0.0025	0.0015	0.0081	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0069	0.0025	0.0015	0.0088	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0074	0.0025	0.0015	0.0094	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0083	0.0025	0.0015	0.0106	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0088	0.0025	0.0015	0.0113	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0098	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0104	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0109	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0115	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0121	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0127	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0133	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.12:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.75	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0048	0.0026	0.0016	0.0060	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0053	0.0026	0.0015	0.0066	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0058	0.0026	0.0015	0.0073	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0067	0.0026	0.0016	0.0084	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0072	0.0026	0.0016	0.0091	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0082	0.0027	0.0016	0.0104	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0088	0.0027	0.0016	0.0112	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0099	0.0028	0.0017	0.0127	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0105	0.0028	0.0017	0.0137	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0118	0.0028	0.0017	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0125	0.0028	0.0017	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0132	0.0028	0.0017	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0140	0.0028	0.0017	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0147	0.0028	0.0017	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0155	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0163	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0171	0.0027	0.0016	-----	-----	-----

- **Caso 2.13:** $P_u=1.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.00	0.40	1.25	0.50	0.25	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.88	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
10				1.40		1.12	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
16				2.00		1.60	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0016
17				2.10		1.68	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.14:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.25	0.40	1.25	0.50	0.30	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0033	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0051	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0054	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0057	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
15				1.90		1.52	0.0064	0.0025	0.0015	0.0081	0.0026	0.0016
16				2.00		1.60	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0081	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.15:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.40	1.25	0.50	0.35	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
2				0.60		0.48	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0028	0.0017
4				0.80		0.64	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0027	0.0016
6				1.00		0.80	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0042	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
9				1.30		1.04	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0055	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0059	0.0025	0.0015	0.0075	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0063	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0070	0.0025	0.0015	0.0090	0.0026	0.0015
14				1.80		1.44	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0083	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0092	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0097	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0101	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 2.16:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.40\text{m}$, $h=1.25\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.75	0.40	1.25	0.50	0.40	0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0029	0.0017
2				0.60		0.48	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0028	0.0017
3				0.70		0.56	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0027	0.0016
4				0.80		0.64	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0027	0.0016
5				0.90		0.72	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0016
6				1.00		0.80	0.0047	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0016
7				1.10		0.88	0.0053	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0016
8				1.20		0.96	0.0058	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
9				1.30		1.04	0.0065	0.0026	0.0016	0.0083	0.0026	0.0015
10				1.40		1.12	0.0070	0.0026	0.0016	0.0090	0.0026	0.0015
11				1.50		1.20	0.0079	0.0027	0.0016	0.0102	0.0026	0.0015
12				1.60		1.28	0.0084	0.0027	0.0016	0.0110	0.0026	0.0015
13				1.70		1.36	0.0094	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
14				1.80		1.44	0.0100	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
15				1.90		1.52	0.0106	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
16				2.00		1.60	0.0112	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
17				2.10		1.68	0.0118	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
18				2.20		1.76	0.0124	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
19				2.30		1.84	0.0130	0.0027	0.0016	-----	-----	-----
20				2.40		1.92	0.0137	0.0027	0.0016	-----	-----	-----

- **Caso 3.1:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.25	0.50	1.50	0.50	0.25	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0049	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.2:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.50	1.50	0.50	0.30	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0052	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0055	0.0025	0.0015	0.0069	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0058	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0063	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0016
20				2.40		1.60	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0083	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.3:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.50	1.50	0.50	0.35	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0038	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0048	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0053	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0056	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0062	0.0025	0.0015	0.0079	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0065	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0069	0.0025	0.0015	0.0088	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.53	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0086	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0089	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0093	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0097	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0100	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.4:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.50	1.50	0.50	0.40	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
8				1.20		0.80	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0047	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0052	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0055	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
12				1.60		1.07	0.0059	0.0025	0.0015	0.0075	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0065	0.0025	0.0015	0.0083	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0069	0.0025	0.0015	0.0089	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0076	0.0025	0.0015	0.0098	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0080	0.0025	0.0015	0.0104	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0088	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.47	0.0092	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.53	0.0096	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0101	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0105	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0110	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0115	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0119	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0124	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.5:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.25	0.50	1.50	0.50	0.25	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0034	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0043	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0044	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.6:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.50	1.50	0.50	0.30	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0034	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0038	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0042	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0044	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0046	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0050	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0016
20				2.40		1.60	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.7:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.50	1.50	0.50	0.35	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0034	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0036	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0050	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0052	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0055	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.53	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.8:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	2.00	0.50	1.50	0.50	0.40	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0037	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0044	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
12				1.60		1.07	0.0047	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0052	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0055	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0061	0.0025	0.0015	0.0079	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0064	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
18				2.20		1.47	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
19				2.30		1.53	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0081	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0084	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0088	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0092	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0095	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0099	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.9:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.25	0.50	1.50	0.50	0.25	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
14				1.80		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0047	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
22				2.60		1.73	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.10:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P_u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l_a [m]	a/h	ρ	ρ_v	ρ_{vh}	ρ	ρ_v	ρ_{vh}
1	1.50	0.50	1.50	0.50	0.30	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0041	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0046	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0048	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0055	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0057	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0060	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.11:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.50	1.50	0.50	0.35	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0041	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0053	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0056	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0065	0.0025	0.0015	0.0081	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0068	0.0025	0.0015	0.0085	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0071	0.0025	0.0015	0.0089	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0083	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0093	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.12:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.50	1.50	0.50	0.40	0.33	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
2				0.60		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
3				0.70		0.47	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0053	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0056	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0065	0.0025	0.0015	0.0082	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0068	0.0025	0.0015	0.0086	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0072	0.0025	0.0015	0.0091	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0079	0.0025	0.0015	0.0100	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0082	0.0025	0.0015	0.0105	0.0026	0.0016
19				2.30		1.53	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0094	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0098	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0102	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0106	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0110	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0114	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.13:** $P_u=1.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.25	0.50	1.50	0.50	0.25	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
14				1.80		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0029	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0033	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
22				2.60		1.73	0.0042	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0044	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0045	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0047	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.14:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.50	1.50	0.50	0.30	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.87	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0033	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
21				2.50		1.67	0.0052	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.15:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.50	1.50	0.50	0.35	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
13				1.70		1.13	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0054	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
19				2.30		1.53	0.0057	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
20				2.40		1.60	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 3.16:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.50\text{m}$, $h=1.50\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.50	1.50	0.50	0.40	0.33	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
2				0.60		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
3				0.70		0.47	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
4				0.80		0.53	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
5				0.90		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0027	0.0016
6				1.00		0.67	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0027	0.0016
7				1.10		0.73	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0027	0.0016
8				1.20		0.80	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
9				1.30		0.87	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
10				1.40		0.93	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
11				1.50		1.00	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0016
12				1.60		1.07	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
13				1.70		1.13	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
14				1.80		1.20	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
15				1.90		1.27	0.0055	0.0025	0.0015	0.0069	0.0026	0.0015
16				2.00		1.33	0.0058	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
17				2.10		1.40	0.0063	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0015
18				2.20		1.47	0.0066	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0016
19				2.30		1.53	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
20				2.40		1.60	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
21				2.50		1.67	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
22				2.60		1.73	0.0081	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
23				2.70		1.80	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.87	0.0088	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.93	0.0091	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.1:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.60	1.75	0.50	0.25	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0045	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0051	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.2:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	1.75	0.50	0.30	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.3:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	1.75	0.50	0.35	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0049	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0053	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0055	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0058	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.66	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0073	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0076	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.4:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	1.75	0.50	0.40	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0054	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0056	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0063	0.0025	0.0015	0.0080	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0066	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0016
23				2.70		1.54	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.60	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.66	0.0076	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0079	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0090	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.5:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.60	1.75	0.50	0.25	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0036	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0037	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0038	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0039	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0041	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.6:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	1.75	0.50	0.30	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0038	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0043	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0044	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0047	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.7:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	1.75	0.50	0.35	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0030	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0044	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.66	0.0051	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.8:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	1.75	0.50	0.40	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0051	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0053	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0016
23				2.70		1.54	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
24				2.80		1.60	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
25				2.90		1.66	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.9:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.60	1.75	0.50	0.25	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
17				2.10		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
27				3.10		1.77	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0016
28				3.20		1.83	0.0047	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.10:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	1.75	0.50	0.30	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0046	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0051	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0016
27				3.10		1.77	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.11:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	1.75	0.50	0.35	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0037	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0047	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0051	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0055	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0057	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0016
26				3.00		1.71	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.12:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	1.75	0.50	0.40	0.29	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
3				0.70		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
5				0.90		0.51	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0038	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0056	0.0025	0.0015	0.0070	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0058	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0060	0.0025	0.0015	0.0076	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0063	0.0025	0.0015	0.0079	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0067	0.0025	0.0015	0.0084	0.0026	0.0016
25				2.90		1.66	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0085	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.13:** $P_u=1.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.25\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.50	0.60	1.75	0.50	0.25	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
17				2.10		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0029	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
27				3.10		1.77	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
28				3.20		1.83	0.0038	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0039	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0040	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.14:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	1.75	0.50	0.30	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0033	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0037	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
26				3.00		1.71	0.0041	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0016
27				3.10		1.77	0.0043	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0045	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.15:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	1.75	0.50	0.35	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
16				2.00		1.14	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
25				2.90		1.66	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
26				3.00		1.71	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0052	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 4.16:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=1.75\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	1.75	0.50	0.40	0.29	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
2				0.60		0.34	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
3				0.70		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
4				0.80		0.46	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
5				0.90		0.51	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
6				1.00		0.57	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
7				1.10		0.63	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
8				1.20		0.69	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
9				1.30		0.74	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0027	0.0016
11				1.50		0.86	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0016
12				1.60		0.91	0.0029	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
13				1.70		0.97	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
14				1.80		1.03	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
15				1.90		1.09	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
16				2.00		1.14	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
17				2.10		1.20	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
18				2.20		1.26	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
19				2.30		1.31	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
20				2.40		1.37	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
21				2.50		1.43	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
22				2.60		1.49	0.0048	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
23				2.70		1.54	0.0050	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
24				2.80		1.60	0.0054	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0016
25				2.90		1.66	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
26				3.00		1.71	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
27				3.10		1.77	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.83	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.89	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.94	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.1:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	2.00	0.50	0.30	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0034	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0016
31				3.50		1.75	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0051	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.2:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	2.00	0.50	0.35	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0042	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0047	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0051	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0016
30				3.40		1.70	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.3:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	2.00	0.50	0.40	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0055	0.0025	0.0015	0.0069	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0016
29				3.30		1.65	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0070	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0072	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0074	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.4:** $P_u=2.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.45\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.50	0.60	2.00	0.50	0.45	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0037	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
18				2.20		1.10	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0048	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0050	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0054	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0056	0.0025	0.0015	0.0071	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0058	0.0025	0.0015	0.0073	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0062	0.0025	0.0015	0.0079	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0064	0.0025	0.0015	0.0081	0.0026	0.0016
27				3.10		1.55	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.60	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.65	0.0073	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0077	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0082	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0084	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0087	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.5:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	2.00	0.50	0.30	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0034	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
20				2.40		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0029	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0033	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0034	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0016
31				3.50		1.75	0.0039	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0040	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0041	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0042	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0043	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.6:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	2.00	0.50	0.35	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0030	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0037	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0016
30				3.40		1.70	0.0044	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0045	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.7:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	2.00	0.50	0.40	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0038	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0041	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0044	0.0025	0.0015	0.0055	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0045	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0016
29				3.30		1.65	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0052	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0053	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.8:** $P_u=2.50\text{MN}$, $f'_c=20\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.45\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.50	0.60	2.00	0.50	0.45	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0029	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
18				2.20		1.10	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0037	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0046	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0050	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0051	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0016
27				3.10		1.55	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
28				3.20		1.60	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
29				3.30		1.65	0.0058	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0066	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0068	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.9:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	2.00	0.50	0.30	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0034	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
20				2.40		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0038	0.0025	0.0015	0.0046	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
31				3.50		1.75	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0016
32				3.60		1.80	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0050	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.10:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	2.00	0.50	0.35	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0041	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0048	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0051	0.0025	0.0015	0.0063	0.0026	0.0016
31				3.50		1.75	0.0054	0.0025	0.0015	----	----	----
32				3.60		1.80	0.0055	0.0025	0.0015	----	----	----
33				3.70		1.85	0.0057	0.0025	0.0015	----	----	----
34				3.80		1.90	0.0058	0.0025	0.0015	----	----	----
35				3.90		1.95	0.0060	0.0025	0.0015	----	----	----

- **Caso 5.11:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	2.00	0.50	0.40	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0036	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0035	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0035	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0042	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0043	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0048	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0051	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0053	0.0025	0.0015	0.0066	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0055	0.0025	0.0015	0.0068	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0058	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0016
30				3.40		1.70	0.0061	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0063	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0065	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.12:** $P_u=2.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=400\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.45\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.50	0.60	2.00	0.50	0.45	0.25	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0031	0.0018
4				0.80		0.40	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0035	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0035	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
13				1.70		0.85	0.0035	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0035	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0042	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0045	0.0025	0.0015	0.0056	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0048	0.0025	0.0015	0.0060	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0050	0.0025	0.0015	0.0062	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0052	0.0025	0.0015	0.0065	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0054	0.0025	0.0015	0.0067	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0057	0.0025	0.0015	0.0072	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0059	0.0025	0.0015	0.0074	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0061	0.0025	0.0015	0.0077	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0063	0.0025	0.0015	0.0079	0.0026	0.0016
29				3.30		1.65	0.0067	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0069	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0071	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0073	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0075	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0078	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0080	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.13:** $P_u=1.75\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.30\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	1.75	0.60	2.00	0.50	0.30	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0034	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
20				2.40		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0030	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0032	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
31				3.50		1.75	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0016
32				3.60		1.80	0.0037	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0038	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0039	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0040	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.14:** $P_u=2.00\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.35\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.00	0.60	2.00	0.50	0.35	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0031	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0033	0.0025	0.0015	0.0040	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0034	0.0025	0.0015	0.0042	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0039	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
30				3.40		1.70	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0016
31				3.50		1.75	0.0043	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0044	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0046	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0047	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0048	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.15:** $P_u=2.25\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.40\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.25	0.60	2.00	0.50	0.40	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0019
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0028	0.0025	0.0015	0.0032	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0028	0.0025	0.0015	0.0034	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0029	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
19				2.30		1.15	0.0031	0.0025	0.0015	0.0038	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0036	0.0025	0.0015	0.0044	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0038	0.0025	0.0015	0.0047	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0040	0.0025	0.0015	0.0049	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0041	0.0025	0.0015	0.0051	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0042	0.0025	0.0015	0.0053	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0044	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
29				3.30		1.65	0.0046	0.0025	0.0015	0.0058	0.0026	0.0016
30				3.40		1.70	0.0049	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0051	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0052	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0056	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

- **Caso 5.16:** $P_u=2.50\text{MN}$, $f'_c=25\text{MPa}$, $f_y=500\text{MPa}$, $b=0.60\text{m}$, $h=2.00\text{m}$, $l_a=0.45\text{m}$.

Parámetros de diseño							Método Convencional			Método de Bielas y Tirantes		
Nº	P _u [MN]	b [m]	h [m]	a [m]	l _a [m]	a/h	ρ	ρ _v	ρ _{vh}	ρ	ρ _v	ρ _{vh}
1	2.50	0.60	2.00	0.50	0.45	0.25	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0033	0.0020
2				0.60		0.30	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0032	0.0019
3				0.70		0.35	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0031	0.0018
4				0.80		0.40	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0030	0.0018
5				0.90		0.45	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0018
6				1.00		0.50	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0029	0.0017
7				1.10		0.55	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
8				1.20		0.60	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0028	0.0017
9				1.30		0.65	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
10				1.40		0.70	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
11				1.50		0.75	0.0028	0.0025	0.0015	0.0028	0.0027	0.0016
12				1.60		0.80	0.0028	0.0025	0.0015	0.0029	0.0026	0.0016
13				1.70		0.85	0.0028	0.0025	0.0015	0.0031	0.0026	0.0016
14				1.80		0.90	0.0028	0.0025	0.0015	0.0033	0.0026	0.0016
15				1.90		0.95	0.0028	0.0025	0.0015	0.0035	0.0026	0.0016
16				2.00		1.00	0.0030	0.0025	0.0015	0.0037	0.0026	0.0016
17				2.10		1.05	0.0032	0.0025	0.0015	0.0039	0.0026	0.0016
18				2.20		1.10	0.0033	0.0025	0.0015	0.0041	0.0026	0.0015
19				2.30		1.15	0.0035	0.0025	0.0015	0.0043	0.0026	0.0015
20				2.40		1.20	0.0036	0.0025	0.0015	0.0045	0.0026	0.0015
21				2.50		1.25	0.0039	0.0025	0.0015	0.0048	0.0026	0.0015
22				2.60		1.30	0.0040	0.0025	0.0015	0.0050	0.0026	0.0015
23				2.70		1.35	0.0042	0.0025	0.0015	0.0052	0.0026	0.0015
24				2.80		1.40	0.0043	0.0025	0.0015	0.0054	0.0026	0.0015
25				2.90		1.45	0.0046	0.0025	0.0015	0.0057	0.0026	0.0015
26				3.00		1.50	0.0047	0.0025	0.0015	0.0059	0.0026	0.0015
27				3.10		1.55	0.0049	0.0025	0.0015	0.0061	0.0026	0.0015
28				3.20		1.60	0.0051	0.0025	0.0015	0.0064	0.0026	0.0016
29				3.30		1.65	0.0054	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
30				3.40		1.70	0.0055	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
31				3.50		1.75	0.0057	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
32				3.60		1.80	0.0059	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
33				3.70		1.85	0.0060	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
34				3.80		1.90	0.0062	0.0025	0.0015	-----	-----	-----
35				3.90		1.95	0.0064	0.0025	0.0015	-----	-----	-----

A.2. PROGRAMA V.A.-H°A°v2011

El programa V.A.-H°A°v2011 fue desarrollado en el lenguaje User-RPL.

- **Método Convencional:**

```
«
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 → Pu fy fc la a d h b VA L Mu A B C As ab ρ β1 ρmax
ρmin1 ρmin2 ρmin c εt x Vu ØVn R Vc1 Vc2 Vc ρvT ρv ρvh
«
-3 SF
-105 SF
DEG
IFERR
"
```

Hecho por:

Ing. Alan J. Aparicio Ortubé

```
"
1 DISP 2 WAIT
```

```
"
VIGAS DE GRAN ALTURA
METODO CONVENCIONAL
ACI 318-11
```

```
"
1 DISP 2 WAIT
"SOLICITACIONES"
{
{ "Pu=" "Carga de diseño mayorada [MN]" }
}
```

```

{ 1 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'Pu' STO

"MATERIALES"
{
{ "f'c=" "Resistencia Hormigón [MPa]" }
{ "fy=" "Resistencia Acero [MPa]" }
}
{ 1 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'fy' STO 'fc' STO

"SECCION"
{
{ "b=" "Base [m]" }
{ "h=" "Altura [m]" }
{ "d=" "Peralte [m]" }
{ "a=" "Luz de corte [m]" }
{ "la=" "Longitud apoyos [m]" }
}
{ 2 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'la' STO 'a' STO 'd' STO 'h' STO 'b' STO

"      VIGAS DE GRAN ALTURA
      METODO CONVENCIONAL
      ACI 318-11

```

►Diseño a flexión:

1)Definición de viga de gran altura:

$a/h < 2.00$

"

a h / 'VA' STO

IF VA 2 <

THEN

VA 2 RND + "<2.00

La viga se clasifica como viga de gran altura.

2)Cálculo de Mu:

```

Mu=Pu*L/4
Mu="" +
a 2 * la + 'L' STO
Pu L * 4 / 'Mu' STO Mu 2 RND + "MN*m

```

3)Cálculo de a y As:

```

a=(As*fy)/(0.85*f'c*b)
As=Mu/(Ø*fy*(d-a/2))

```

```

a="" +
0.9 fy 2 ^ * 'A' STO
-1.70 fc b 0.9 fy d * * * * * 'B' STO
1.7 Mu fc b * * * 'C' STO

```

```

B NEG B 2 ^ 4 A C * * - √ - 2 A * / 'As' STO
As fy * 0.85 fc b * * / 'ab' STO

```

```

ab 4 RND + "m
As="" +
As 6 RND + "m²

```

4)Cálculo de ρ:

```

ρ=As/b*d
ρ="" +
As b d * / 'ρ' STO ρ 4 RND +

```

"

5)Cálculo de ρmáx:

```

ρmáx=0.36*β1*f'c/fy
ρmáx="" +

```

```

CASE
  fc 28 ≤
  THEN
    0.85 'β1' STO
  END

```

```

  fc 56 ≤
  THEN
    0.85 0.05 fc 28 - * 7 / - 'β1' STO
  END

```

```

  fc 56 >
  THEN

```

```

    0.65 'β1' STO
    END
END

0.36 β1 fc fy / * * 'ρmax' STO ρmax 4 RND +
"

6)Cálculo de ρmín:

ρmín=0.25*(√f'c)/fy
ρmín="" +
0.25 fc √ * fy / 'ρmin1' STO ρmin1 4 RND +
"

ρmín=1.4/fy
ρmín="" +
1.4 fy / 'ρmin2' STO ρmin2 4 RND +

    IF ρmin1 ρmin2 ≤
    THEN
"

ρmín="" + ρmin2 'ρmin' STO ρmin 4 RND +
    ELSE
"

ρmín="" + ρmin1 'ρmin' STO ρmin 4 RND +
    END
"

7)Verificación de las cuantías:

ρmín≤ρ
" +

    IF ρmin ρ ≤
    THEN
ρmin 4 RND + "≤" + ρ 4 RND +
    ELSE
ρmin 4 RND + ">" + ρ 4 RND +
ρmin 'ρ' STO
"

ρ="" + ρ 4 RND +
    END

```

"

$\rho \leq \rho_{\max}$

" +

IF $\rho \leq \rho_{\max}$

THEN

$\rho = 4 \text{ RND} + "$ + $\rho_{\max} - 4 \text{ RND} +$

"

La cuantía a flexión es óptima.

8) Cálculo de c :

$c = a / \beta_1$

$c = "$ +

$a \beta_1 / 'c' \text{ STO } c - 4 \text{ RND} + "m$

9) Cálculo de ϵ_t :

$\epsilon_t = \epsilon_c (d - c) / c$

$\epsilon_t = "$ +

$0.003 d - c * c / ' \epsilon_t ' \text{ STO } \epsilon_t - 3 \text{ RND} +$

"

10) Verificación de la deformación:

$\epsilon_t \geq 0.004$

" + $\epsilon_t - 3 \text{ RND} + " \geq 0.004$

La sección es controlada por tracción.

► Diseño a corte:

1) Cálculo de x :

$x = "$ +

IF $a \leq d$

THEN

$1.2 / d + 'x' \text{ STO } x - 4 \text{ RND} + "m" +$

ELSE

$1.2 / 'x' \text{ STO } x - 4 \text{ RND} + "m" +$

END

"

2)Cálculo de Mu y Vu:

$$\mu = P_u \cdot x / 2$$

Mu=" +

$$P_u \cdot x^2 / 2 / \mu \text{ STO } \mu^2 \text{ RND} + \text{"MN"} \cdot m$$

$$V_u = P_u / 2$$

Vu=" +

$$P_u^2 / 2 / V_u \text{ STO } V_u^2 \text{ RND} + \text{"MN"}$$

3)Verificación de la resistencia a corte:

$$V_u \leq \phi \cdot V_n$$

" +

$$0.75 \cdot 0.83 \cdot f_c \cdot \sqrt{0.5} \cdot d \cdot * * * * \phi V_n \text{ STO}$$

IF Vu ϕV_n $\leq$

THEN

$$V_u^4 \text{ RND} + \text{"<"} + \phi V_n^2 \text{ RND} +$$

"

Las dimensiones de la viga son óptimas.

4)Cálculo de Vc:

$$V_c = (0.16 \cdot (\sqrt{f'_c}) + 17 \cdot \rho \cdot V_u \cdot d / \mu) \cdot b \cdot d$$

Vc=" +

$$V_u \cdot d \cdot \mu / R \text{ STO}$$

IF R 1 $\leq$

THEN

$$0.16 \cdot f_c \cdot \sqrt{ } \cdot 17 \cdot \rho \cdot R \cdot * * + b \cdot d \cdot * * V_{c1} \text{ STO } V_{c1}^2 \text{ RND} + \text{"MN"} +$$

ELSE

$$0.16 \cdot f_c \cdot \sqrt{ } \cdot 17 \cdot \rho \cdot * + b \cdot d \cdot * * V_{c1} \text{ STO } V_{c1}^2 \text{ RND} + \text{"MN"} +$$

END

"

$$V_c = 0.29 \cdot (\sqrt{f'_c}) \cdot b \cdot d$$

Vc=" +

$$0.29 \cdot f_c \cdot \sqrt{ } \cdot b \cdot d \cdot * * * V_{c2} \text{ STO } V_{c2}^2 \text{ RND} + \text{"MN"} +$$

"

Vc=" +

IF Vc1 Vc2 $\leq$

THEN

$$V_{c1} V_c \text{ STO}$$

```

Vc 2 RND + "MN" +
  ELSE
Vc2 'Vc' STO
Vc 2 RND + "MN" +
  END

```

"

5)Cálculo de ρ_{vT} :

```

 $\rho_{vT} = (V_u - \emptyset \cdot V_c) / (\emptyset \cdot f_{yt} \cdot d \cdot b)$ 
 $\rho_{vT} = "$  +

```

```

  IF  $f_y \geq 420$ 
  THEN
Vu 0.75 Vc * - 0.75  $f_y d b$  * * * / '  $\rho_{vT}$  ' STO  $\rho_{vT}$  4 RND +
  ELSE
Vu 0.75 Vc * - 0.75 420 d b * * * / '  $\rho_{vT}$  ' STO  $\rho_{vT}$  4 RND +
  END

```

"

6)Verificación de la cuantía:

```

 $\rho_{vT} \geq 0.0040$ 
" +

```

```

  IF  $\rho_{vT} \geq 0.004$ 
  THEN
 $\rho_{vT}$  4 RND + "  $\geq 0.0040$ 

```

```

La cuantía a corte es óptima." +
  ELSE
 $\rho_{vT}$  4 RND + "  $< 0.0040$ 

```

```

 $\rho_{vT} = "$  +
0.004 '  $\rho_{vT}$  ' STO  $\rho_{vT}$  +
  END

```

"

7)Cálculo de ρ_v :

```

 $\rho_v = \rho_{vT} / 1.60$ 
 $\rho_v = "$  +
 $\rho_{vT} 1.6 /$  '  $\rho_v$  ' STO  $\rho_v$  4 RND +

```

"

8)Cálculo de ρ_{vh} :

$\rho_{vh}=0.60*\rho_v$

$\rho_{vh}="" +$

$0.6 \rho_v * '\rho_{vh}' \text{ STO } \rho_{vh} \text{ 4 RND } +$

"

►Resumen del diseño:

$P_u="" + P_u + "MN$

$b="" + b + "m$

$h="" + h + "m$

$a="" + a + "m$

$l_a="" + l_a + "m$

$a/h="" + VA \text{ 2 RND } +$

"

$\rho="" + \rho \text{ 4 RND } +$

"

$\rho_v="" + \rho_v \text{ 4 RND } +$

"

$\rho_{vh}="" + \rho_{vh} \text{ 4 RND } +$

ELSE

$V_u \text{ 4 RND } + ">" + \emptyset V_n \text{ 2 RND } +$

"

Aumentar sección." +

END

ELSE

$\rho \text{ 4 RND } + ">" + \rho_{max} \text{ 4 RND } +$

"

Aumentar sección." +

END

ELSE

$VA \text{ 2 RND } + "\geq 2.00$

La viga no se clasifica como viga de gran altura." +

END

SCROLL

THEN

CLEAR "¡ERROR-DATOS!" DOERR

END

»

»

- **Método de Bielas y Tirantes:**

```

«
0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
0 0 0 0 0 → Pu fy fc la a h b VA L A B C ws wt jd Lac θ Fac Fa
b wabb wcb Fns1 Fns2 Fns Fnnr Fnnb1 Fnnt Fnnp Fnnb2 Ats ρ
ρmin1 ρmin2 ρmin ρv ρvh
«
-3 SF
-105 SF
DEG
IFERR
"

```

Hecho por:

Ing. Alan J. Aparicio Ortubé

```

"
1 DISP 2 WAIT
"

```

VIGAS DE GRAN ALTURA

METODO DE BIELAS Y TIRANTES

ACI 318-11

```

"
1 DISP 2 WAIT

"SOLICITACIONES"
{
{ "Pu=" "Carga de diseño mayorada [MN]" }
}
{ 1 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'Pu' STO

```

```

"MATERIALES"
{
{ "f'c=" "Resistencia Hormigón [MPa]" }
{ "fy=" "Resistencia Acero [MPa]" }
}
{ 1 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'fy' STO 'fc' STO

```

```

"SECCION"
{
{ "b=" "Base [m]" }
{ "h=" "Altura [m]" }
{ "a=" "Luz de corte [m]" }
{ "la=" "Longitud apoyos [m]" }
}
{ 1 0 }
{ }
DUP INFORM DROP OBJ→ DROP
'la' STO 'a' STO 'h' STO 'b' STO

```

```

"          VIGAS DE GRAN ALTURA
METODO DE BIELAS Y TIRANTES
          ACI 318-11

```

1)Definición de viga de gran altura:

$a/h < 2.00$

"

$a \ h \ / \ 'VA' \ STO$

IF VA 2 <

THEN

VA 2 RND + "<2.00

La viga se clasifica como viga de gran altura.

2)Delimitación de Zonas D:

La viga de gran altura se
diseñará como una Zona D.

3)Distribución elástica de esfuerzos principales:

La viga presenta 2 campos de
compresión con forma de botella
y 1 campo de tracción.

4)Selección del modelo de bielas y tirantes:

El modelo constará de 2 bielas y 1 tirante.

5)Inspección del modelo:

El modelo asumido es óptimo.

6)Geometría del modelo de bielas y tirantes:

$F_{ab} = \emptyset \cdot f_{ce} \cdot A_{nz}$

$F_{ac} \cdot \cos \theta = \emptyset \cdot f_{ce} \cdot A_{cs}$

$j_d = h - (w_s/2) - (w_t/2)$

$w_s = "$ +

$a^2 \cdot l_a + 'L'$ STO

$0.46318359375 \cdot f_c \cdot b \cdot * \cdot 'A'$ STO

$-0.478125 \cdot f_c \cdot b \cdot h \cdot * \cdot 'B'$ STO

$P_u \cdot L \cdot * \cdot 4 / 'C'$ STO

$B \cdot \text{NEG} \cdot B \cdot 2 \cdot ^ \cdot 4 \cdot A \cdot C \cdot * \cdot - \cdot \sqrt \cdot - \cdot 2 \cdot A \cdot * / 'w_s'$ STO $w_s \cdot 4 \cdot \text{RND} + "m$

$w_t = "$ +

$0.9375 \cdot w_s \cdot 'w_t'$ STO $w_t \cdot 4 \cdot \text{RND} + "m" +$

"ASUMIR ANCHOS"

{

{ $"w_s = "$ "Ancho de la Biela AC [m]" }

{ $"w_t = "$ "Ancho del Tirante AB [m]" }

}

{ 1 0 }

{ } $w_s \cdot 4 \cdot \text{RND} + w_t \cdot 4 \cdot \text{RND} +$

DUP INFORM DROP OBJ→ DROP

$'w_t'$ STO $'w_s'$ STO

"

Anchos asumidos:

$w_s = "$ + $w_s + "m$

$w_t = "$ + $w_t + "m$

7)Fuerzas actuantes en el modelo de bielas y tirantes:" +

$h \cdot w_s \cdot 2 / - w_t \cdot 2 / - 'j_d'$ STO

$j_d \cdot 2 \cdot ^ \cdot L \cdot 2 / 2 \cdot ^ \cdot + \cdot \sqrt 'L_{ac}'$ STO

$j_d \cdot L_{ac} / \text{ASIN} ' \theta '$ STO

IF $\theta \geq 25$

THEN

"

```

Fac=" + Pu 2 /  $\theta$  SIN / 'Fac' STO Fac 2 RND + "MN
Fbc=" + Fac 2 RND + "MN
Fab=" + Fac  $\theta$  COS * 'Fab' STO Fab 2 RND + "MN
 $\theta$ =" +  $\theta$  1 RND + "°

```

8) Dimensionamiento de las zonas nodales y las bielas:

Zonas Nodales A y B:

Donde actúan las Reacciones:

```

wabr=" +
la + "m

```

Donde el actúa el Tirante AB:

```

wabt=" +
wt + "m

```

Donde actúan las Bielas AC y BC:

```

wabb=la*Sen $\theta$ +wt*Cos $\theta$ 
wabb=" +
la  $\theta$  SIN * wt  $\theta$  COS * + 'wabb' STO wabb 4 RND + "m

```

Zona Nodal C:

Donde actúa Pu:

```

wc=" +
la + "m

```

Donde actúan las Bielas AC y BC:

```

wcb=(la/2)*Sen $\theta$ +ws*Cos $\theta$ 
wcb=" +
la 2 /  $\theta$  SIN * ws  $\theta$  COS * + 'wcb' STO wcb 4 RND + "m

```

9) Resistencia de las Bielas:

Bielas AC y BC en las Zonas Nodales A y B:

```

Fns=fce*Acs
Fns=" +
0.85 0.75 fc b wabb * * * * 'Fns1' STO Fns1 2 RND + "MN

```

Bielas AC y BC en la Zona Nodal C:

```

Fns=fce*Acs
Fns=" +
0.85 0.75 fc b wcb * * * * 'Fns2' STO Fns2 2 RND + "MN

```

Para las Bielas AC y BC:

```

Fns=" +
  IF Fns1 Fns2 ≥
  THEN
Fns2 'Fns' STO Fns 2 RND + "MN" +
  ELSE
Fns1 'Fns' STO Fns 2 RND + "MN" +
  END

```

"

10) Resistencia de las Zonas Nodales:

Zonas Nodales A y B:

Donde actúan las reacciones:

```

Fnn=fce*Anz
Fnn=" +
0.85 0.8 fc b la * * * * 'Fnnr' STO Fnnr 2 RND + "MN

```

Donde actúan las Bielas AC y BC:

```

Fnn=fce*Anz
Fnn=" +
0.85 0.8 fc b wabb * * * * 'Fnnb1' STO Fnnb1 2 RND + "MN

```

Donde actúa el Tirante AB:

```

Fnn=fce*Anz
Fnn=" +
0.85 0.8 fc b wt * * * * 'Fnnt' STO Fnnt 2 RND + "MN

```

Zona Nodal C:

Donde actúa Pu:

```

Fnn=fce*Anz
Fnn=" +
0.85 1 fc b la * * * * 'Fnnp' STO Fnnp 2 RND + "MN

```

Donde actúan las Bielas AC y BC:

```

Fnn=fce*Anz
Fnn=" +
0.85 1 fc b wcb * * * * 'Fnnb2' STO Fnnb2 2 RND + "MN

```

11) Verificación de las Bielas y Zonas Nodales:

Bielas AC y BC:

```

Fu<=0*Fns" +
    IF Fac 0.75 Fns * <=
    THEN
"
" + Fac 2 RND + "<=" + 0.75 Fns * 2 RND +
"

```

Zonas Nodales A y B:

Donde actúan las reacciones:

```

Fu<=0*Fnn" +
    IF Pu 2 / 0.75 Fnnr * <=
    THEN
"
" + Pu 2 / 2 RND + "<=" + 0.75 Fnnr * 2 RND +
"

```

Donde actúan las Bielas AC y BC:

```

Fu<=0*Fnn" +
    IF Fac 0.75 Fnnb1 * <=
    THEN
"
" + Fac 2 RND + "<=" + 0.75 Fnnb1 * 2 RND +
"

```

Donde actúa el Tirante AB:

```

Fu<=0*Fnn" +
    IF Fab 0.75 Fnnt * <=
    THEN
"
" + Fab 2 RND + "<=" + 0.75 Fnnt * 2 RND +
"

```

Zona Nodal C:

Donde actúa P_u :

$F_u \leq \phi * F_{nn}$ +

IF $P_u \leq 0.75 F_{np}$ * $\leq$
THEN

"

" + P_u + " $\leq$ " + $0.75 F_{np} * 2 \text{ RND} +$
"

Donde actúan las Bielas AC y BC:

$F_u \leq \phi * F_{nn}$ +

IF $F_{ac} \leq 0.75 F_{nb2}$ * $\leq$
THEN

"

" + $F_{ac} * 2 \text{ RND} + "$ $\leq$ " + $0.75 F_{nb2} * 2 \text{ RND} +$
"

El modelo de bielas y tirantes es óptimo.

12) Armadura del Tirante AB:

$A_{ts} = F_u / \phi * f_y$

$A_{ts} =$ " +

$F_u / 0.75 f_y * / 'A_{ts}' \text{ STO } A_{ts} * 6 \text{ RND} + "$ m²

13) Cálculo de ρ :

$\rho = A_{ts} / b * d$

$\rho =$ " +

$A_{ts} / b * h * w * 2 / - * / ' \rho ' \text{ STO } \rho * 4 \text{ RND} +$

"

Verificación:

$\rho_{\min} = 0.25 * (\sqrt{f'_c}) / f_y$

$\rho_{\min} =$ " +

$0.25 f'_c \sqrt{f_y} / ' \rho_{\min 1} ' \text{ STO } \rho_{\min 1} * 4 \text{ RND} +$

"

$\rho_{\min} = 1.4 / f_y$

$\rho_{\min} =$ " +

1.4 fy / 'ρmin2' STO ρmin2 4 RND +

IF ρmin1 ρmin2 ≤
THEN

"

ρmín=" + ρmin2 'ρmin' STO ρmin 4 RND +
ELSE

"

ρmín=" + ρmin1 'ρmin' STO ρmin 4 RND +
END

"

ρmín≤ρ

" +

IF ρmin ρ ≤
THEN

ρmin 4 RND + "≤" + ρ 4 RND +

ELSE

ρmin 4 RND + ">" + ρ 4 RND +

ρmin 'ρ' STO

"

ρ=" + ρ 4 RND +

END

"

14)Cálculo de ρv:

ρv=0.0030/(Cos(α2)+0.60*Sen(α2))

ρv=" + 0.003 θ COS 0.6 θ SIN * + / 'ρv' STO ρv 4 RND +

"

15)Cálculo de ρvh:

ρvh=0.0018/(Cos(α2)+0.60*Sen(α2))

ρvh=" + 0.0018 θ COS 0.6 θ SIN * + / 'ρvh' STO ρvh 4 RND +

"

16)Verificación de la armadura ortogonal:

ρv*Cos(α2)+ρvh*Sen(α2)≥0.0030

" +

IF ρv θ COS * ρvh θ SIN * + 4 RND 0.003 ≥

```

        THEN
         $\rho_v \theta \cos * \rho_{vh} \theta \sin * + 4 \text{ RND} + " \geq 0.0030$ 

```

La armadura ortogonal es óptima.

►Resumen del diseño:

```

Pu=" + Pu + "MN
b=" + b + "m
h=" + h + "m
a=" + a + "m
la=" + la + "m
a/h=" + VA 2 RND +
"

```

```

 $\rho$ =" +  $\rho$  4 RND +
"

```

```

 $\rho_v$ =" +  $\rho_v$  4 RND +
"

```

```

 $\rho_{vh}$ =" +  $\rho_{vh}$  4 RND +

```

```

        ELSE
         $\rho_v \theta \cos * \rho_{vh} \theta \sin * + 4 \text{ RND} + "<0.0030$ 

```

Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +

```

        END
        ELSE

```

```

"
" + Fac 2 RND + ">" + 0.75 Fnnb2 * 2 RND +
"

```

Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +

```

        END
        ELSE

```

```

"
" + Pu + ">" + 0.75 Fnnp * 2 RND +
"

```

Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +

```

        END
        ELSE

```

```

"
" + Fab 2 RND + ">" + 0.75 Fnnt * 2 RND +
"

```

Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +

```

        END
        ELSE

```

```

"
" + Fac 2 RND + ">" + 0.75 Fnnb1 * 2 RND +

```

```

"
Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +
    END
    ELSE
"
" + Pu 2 / 2 RND + ">" + 0.75 Fnnr * 2 RND +
"
Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +
    END
    ELSE
"
" + Fac 2 RND + ">" + 0.75 Fns * 2 RND +
"
Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +
    END
    ELSE
"
 $\theta < 25^\circ$ 
" +  $\theta$  1 RND + "<25°
Redimensionar el modelo de bielas y tirantes." +
    END
    ELSE
VA 2 RND + "≥2.00
La viga no se clasifica como viga de gran altura" +
    END
    SCROLL
    THEN
    CLEAR "!ERROR-DATOS!" DOERR
    END
    »
    »

```