

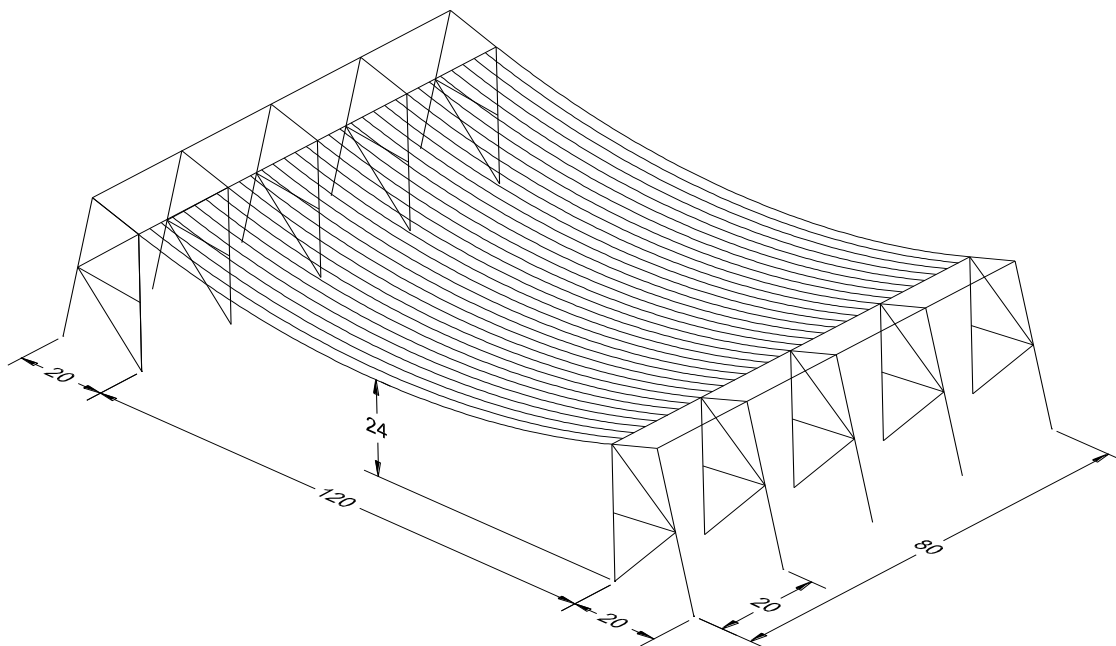
ESTRUCTURAS DE TRACCION

DATOS GENERALES:

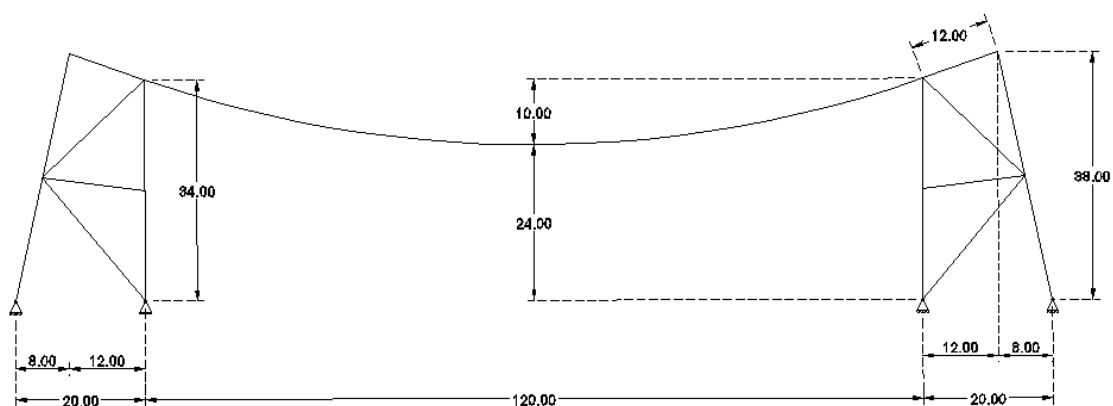
ESPACIO DEPORTIVO

Cubierta colgante pesada que cubre una luz libre de 120 x 80 metros. La estructura principal de cables está colocada en el sentido de la luz mayor. Está conformada por cables colocados cada 2,5 metros, sobre los que apoyan losas huecas de hormigón pretensado. Para la selección de las losas se consideró la necesidad de que el peso propio supere 1,5 veces la succión del viento sobre cubierta (coeficiente de seguridad a la estabilidad).

Los cables apoyan a través de dos vigas reticuladas perimetrales de acero en apoyos, también conformados por reticulados, cuya separación es de 20 metros.



Volumetría

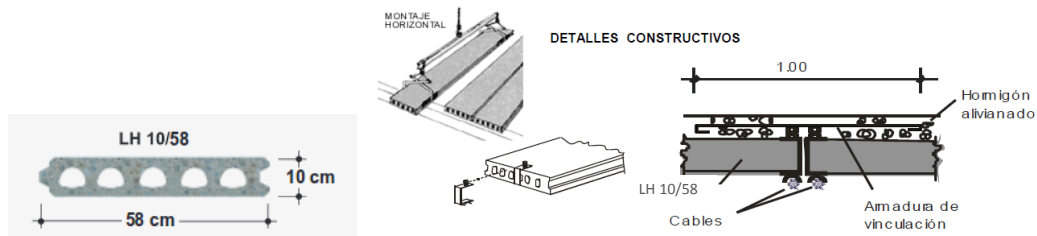


Vista estructura principal

La aislación hidráulica de la cubierta se resolverá con una capa de hormigón alivianado, de 5 cm de espesor constante. Para el correcto escurrimiento de las aguas pluviales se considera una contraflecha con pendiente del 1%, que se materializa a través de la variación de altura de cada uno de los soportes de apoyo, desde el centro hasta ambos extremos (en el sentido de los 80 metros).

- Cargas (Permanentes + Sobrecarga de uso) sobre cubierta

Losas huecas de hormigón pretensado PRETENZA



Denominación	Peso Propio		Espesor	Ancho	Long. Máxima de Uso
	kg/m ²	kg/ml			
LH 10/30	170	51	10	30	4,30
LH 10/58	180	104	10	58	4,30

pp capa de compresión (10 cm): $1200\text{kg/m}^3 \times 0,10\text{ m}$ _____ 120 kg/m^2

pp losas huecas LH 10/58 _____ 180 kg/m^2

pp total _____ 300 kg/m^2

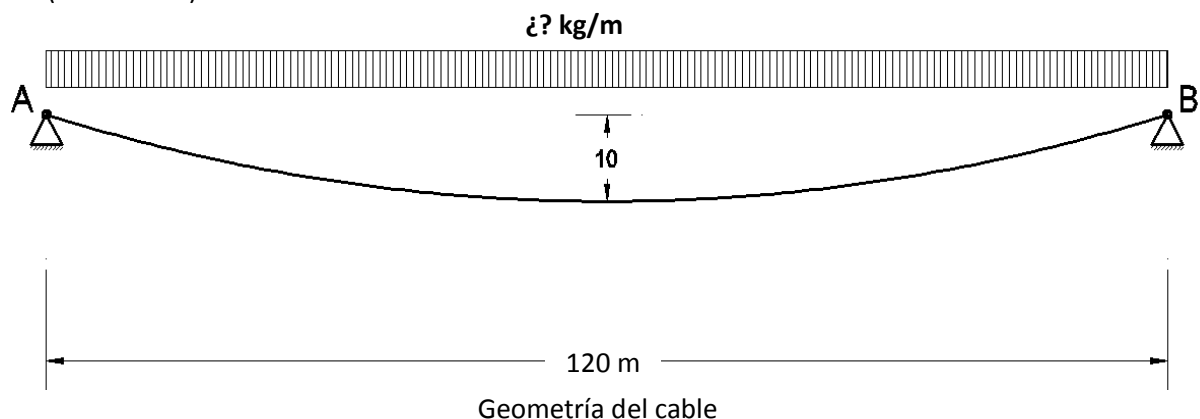
Sobre carga de uso para cubierta inaccesible, con fines de mantenimiento, s/ inclinación:

sc pendiente $\alpha < 3^\circ$ _____ 100 kg/m^2

$$q_{\text{tot}} = 300 + 100\text{kg/m}^2 = 400\text{ kg/m}^2$$

Se considera en proyección horizontal (relación flecha/luz = 1/12)

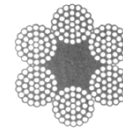
- Datos de los Cables en Tabla anexa de fabricante para un cable muy flexible de 6 x 37 x 1 (Alma Textil)



SE PIDE:

- Calcular la carga sobre el cable y las reacciones de apoyo para luego determinar el esfuerzo máximo en cada uno de los cables.
- Calcular el diámetro de cable necesario utilizando la tabla provista, **en función del detalle constructivo, se deberán considerar un numero par de cables.**
- Diseñar la viga de transición que recibe los cables dándole la inclinación α de manera que se cumpla que la resultante de las reacciones del cable sobre la viga coincidan con el eje de simetría de la misma (**se deberá proponer una viga reticulada metálica**, prefijando la altura según los criterios explicados en clases teóricas).
- Plantear el esquema de cargas y reacciones de la viga.
- Analizar el comportamiento de los soportes reticulados, y calcular las reacciones de equilibrio de los mismos, para el estado de cargas permanente más sobrecarga de cubierta que se ha considerado para la resolución del cable y de la viga de transición.

CABLES DE ACERO
CORDON
CONTRUCCION 6 X 37 + 1 Alma Textil



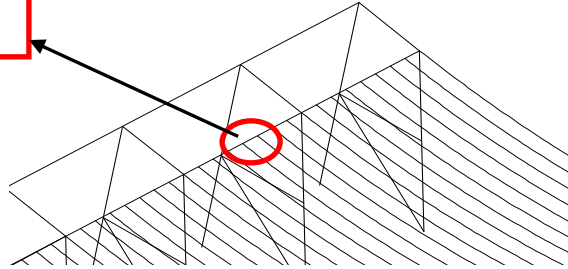
Diámetro del cordón mm	Peso aprox. kg/m	Carga de rotura efectiva del cordón en Kilogramos con alambre de resistencia :				
		kg/mm ² 110/125	kg/mm ² 125/140	kg/mm ² 140/160	kg/mm ² 160/175	kg/mm ² 175/190
4,00	0,059	570	645	720	815	895
4,76	0,079	765	865	965	1100	1200
6,00	0,130	1240	1400	1560	1780	1940
6,35	0,150	1420	1610	1800	2040	2230
8,00	0,235	2290	2580	2880	3280	3580
9,52	0,330	3210	3630	4040	4600	5020
10,00	0,360	3500	3960	4410	5020	5480
12,00	0,53	5150	5820	6490	7380	8050
12,70	0,590	5700	6450	7190	8180	8920
14,29	0,710	6900	7800	8700	9900	10800
15,87	0,920	8910	10100	11200	12800	13900
18,00	1,200	11400	12900	14400	16400	17900
19,05	1,350	12800	14500	16200	18400	20100
20,00	1,500	14300	16200	18000	20500	22400
22,22	1,800	17500	19700	22000	25000	27300
24,00	2,150	20600	23300	26000	29500	32200
25,40	2,350	22800	25800	28800	32700	35700
26,00	2,500	24000	27100	30200	34400	37500
28,00	2,900	28000	31700	35300	40200	43900
28,57	3,100	29300	33100	36900	42000	45900
30,00	3,300	32000	36100	40300	45900	50000
31,75	3,750	36100	40800	45500	51900	56500
34,00	4,250	41100	46400	51800	58900	64300
36,00	4,800	46300	52400	58400	66500	72500
38,00	5,300	51300	58000	64700	73600	80300
40,00	5,900	57200	64600	72100	82000	89500
42,00	6,450	62500	70600	78700	89700	97800
44,00	7,050	68400	77300	86100	98100	107000
46,00	7,700	74700	84400	94100	107200	116900
48,00	8,400	81400	92000	102500	116800	127400
50,00	9,100	88300	99700	111200	126700	138100

RESOLUCIÓN:

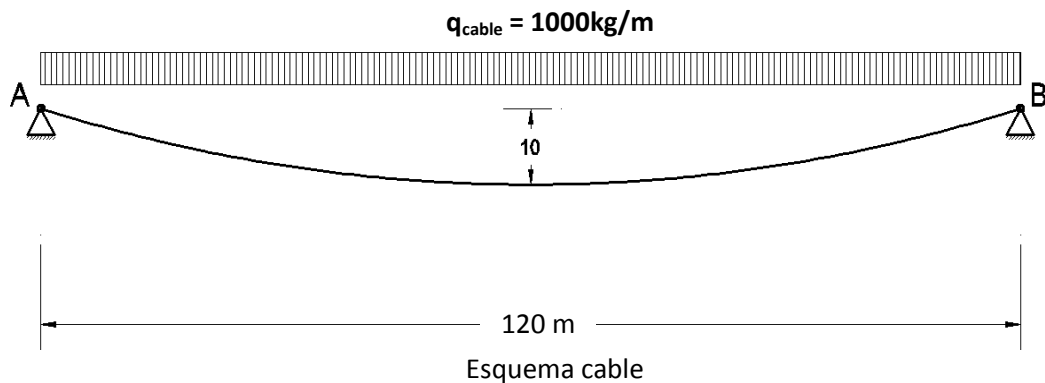
- Cargas sobre el cable**

Siendo la separación entre cables de 2,5m, se calcula la incidencia de carga por cable será:

Separación: 2,5m



$$q_{\text{cable}} = q_{\text{cub}} \times \text{sep} = 400 \text{ kg/m}^2 \times 2,5 \text{ m} = 1000 \text{ kg/m}$$



- Cálculo de las Reacciones de apoyo**

Componentes verticales:

$$V_a = V_b = \frac{q \times l}{2} = \frac{1000 \text{ kg/m} \times 120 \text{ m}}{2} = 60000 \text{ kg}$$

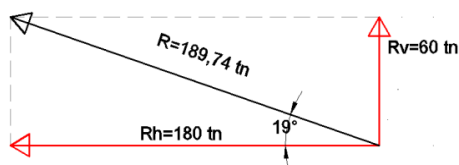
Componentes horizontales:

$$H_a = H_b = \frac{q \times l^2}{8 \times f} = \frac{1000 \text{ kg/m} \times (120 \text{ m})^2}{8 \times 10 \text{ m}} = 180000 \text{ kg}$$

Reacciones:

$$R_a = R_b = \sqrt{60000^2 + 180000^2} = 189736,67 \text{ kg}$$

El esfuerzo máximo en el arranque del cable será en consecuencia: $T_c = 189736,67 \text{ kg}$, si lo pasamos a tonelada: **$T_c = 189,74 \text{ tn.}$**



• **Dimensionado del cable**

Para el dimensionado se calcula la carga de rotura, impactando la sollicitación de servicio (189,74 tn) con un coeficiente de seguridad.

$$T_{rot} = 2 \times T_c = 2 \times 189,74 \text{ tn} = 379,48 \text{ tn}$$

$$T_{rot} = 379480 \text{ kg}$$

Utilizamos la Tabla para un cable flexible 6 cordones - 37 alambres - 1 alma textil, con una tensión de rotura de los alambres de 140/160 kg/mm².

CABLES DE ACERO

CORDON

CONSTRUCCION 6 X 37 + 1 Alma Textil

Diámetro del cordón mm	Peso aprox. kg/m	Carga de rotura efectiva del cordón en Kilogramos con alambre de resistencia :				
		kg/mm ² 110/125	kg/mm ² 125/140	kg/mm ² 140/160	kg/mm ² 160/175	kg/mm ² 175/190
4,00	0,059	570	645	710	815	895
4,76	0,079	765	865	955	1100	1200
6,00	0,130	1240	1400	1560	1780	1940
6,35	0,150	1420	1610	1800	2040	2230
8,00	0,235	2290	2580	2880	3280	3580
9,52	0,330	3210	3630	4040	4600	5020
10,00	0,360	3500	3960	4410	5020	5480
12,00	0,53	5150	5820	6490	7380	8050
12,70	0,590	5700	6450	7190	8180	8920
14,29	0,710	6900	7800	8700	9900	10800
15,87	0,920	8910	10100	11200	12800	13900
18,00	1,200	11400	12900	14400	16400	17900
19,05	1,350	12800	14500	16200	18400	20100
20,00	1,500	14300	16200	18000	20500	22400
22,22	1,800	17500	19700	22000	25000	27300
24,00	2,150	20600	23300	26000	29500	32200
25,40	2,350	22800	25800	28300	32700	35700
26,00	2,500	24000	27100	30200	34400	37500
28,00	2,900	28000	31700	35300	40200	43900
28,57	3,100	29300	33100	36900	42000	45900
30,00	3,300	32000	36100	40300	45900	50000
31,75	3,750	36100	40800	45500	51900	56500
34,00	4,250	41100	46400	51300	58900	64300
36,00	4,800	46300	52400	58400	66500	72500
38,00	5,300	51300	58000	64700	73600	80300
40,00	5,900	57200	64600	71100	82000	89500
42,00	6,450	62500	70600	78700	89700	97800
44,00	7,050	68400	77300	86100	98100	107000
46,00	7,700	74700	84400	94100	107200	116900
48,00	8,400	81400	92000	102500	116800	127400
50,00	9,100	88300	99700	111200	126700	138100

Corresponde: **4 (cuatro) cables flexibles de 6 x 37 + 1 alma textil, de diámetro Ø 48 mm.**

Carga de Rotura por cable: 102500 kg.

Carga de Rotura total:

4 x 102500 kg = 410000 kg > 379480 kg. **VERIFICA**

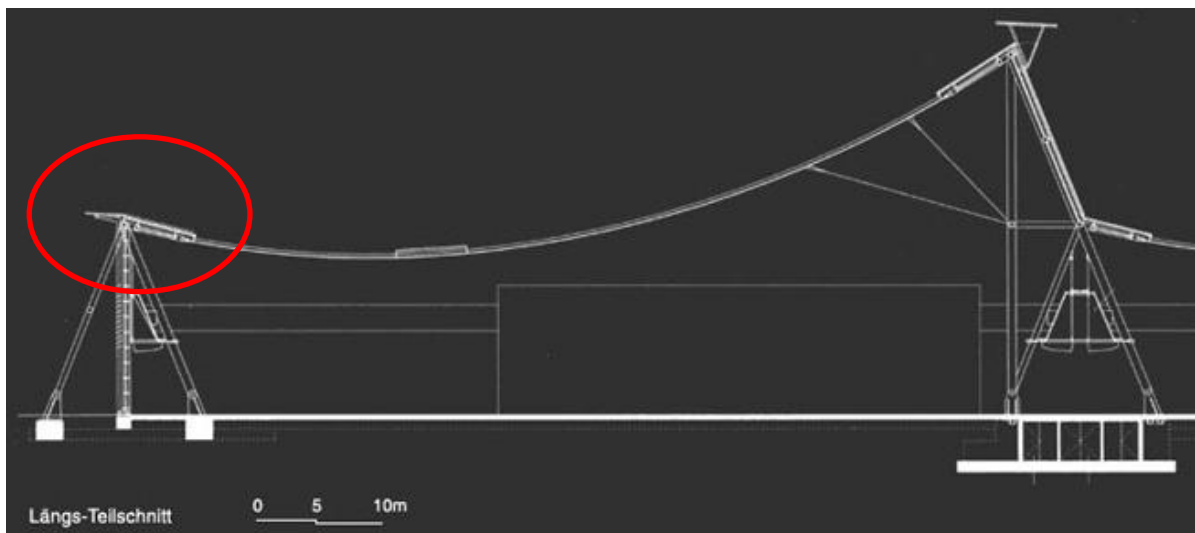
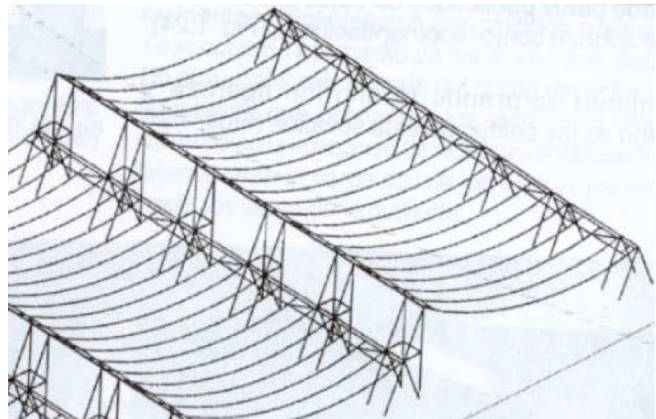
- **Diseño de viga de transición**

Como la separación entre cables es de 2,5m y la separación entre soportes es de 20m, será necesario agregar una estructura de transición que, trabajando a flexión, transfiera las acciones de los cables a los soportes.

Esta pieza es una viga reticulada metálica, y para su diseño se deberán tener en cuenta, además de la eficiencia estructural, condicionantes arquitectónicas y constructivas.

En este sentido, se puede generar una pieza que vincule los soportes de la cubierta. Para ello se considera la geometría recomendada para este tipo de estructuras reticuladas, y la geometría del soporte.

La altura recomendable, al ser estructura de una cubierta pesada será $h \geq l/13$ o inclusive $l/10$. Además debemos considerar las dimensiones de los soportes para generar una pieza que tome toda la dimensión de la barra diagonal adonde estará la viga inclinada, de modo de aprovechar también esta estructura para fijar el cerramiento superior (chapa o vidrio), como se muestra en el ejemplo a continuación (Pabellón de Exposiciones en Feria de Hannover, Arq. Thomas Herzog, mas información en <https://www.sbp.de/en/project/trade-fair-hanover-hall-26>).



Feria de Hannover, Arq. Tomas Herzog

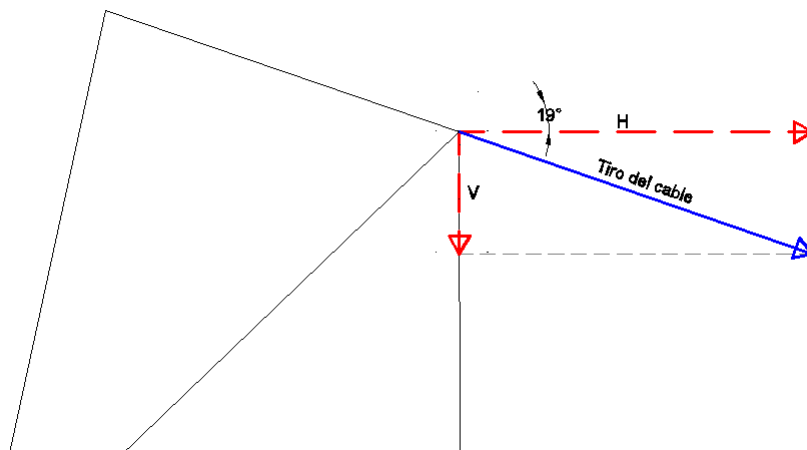
La viga se diseña con una inclinación que corresponde a la dirección de la resultante de las acciones de los cables que sostienen la cubierta, de modo de garantizar la máxima capacidad resistente a flexión con respecto a la dirección en la que se generan las máximas sollicitaciones de flexión. Con esa inclinación se corrige entonces la geometría del soporte para que coincida la viga con las barras diagonales superiores.

Frente a la magnitud de las cargas de cubierta pesada, el peso propio de la viga puede despreciarse, y considerar la inclinación que toman los cables en el arranque, para definir en el soporte la inclinación de la viga.

El ángulo de inclinación podemos encontrarlo gráficamente, o considerando el triángulo rectángulo donde: cat op = V; cat ady = H.

$$\operatorname{tg} \alpha = \text{cat op} / \text{cat ady} \longrightarrow \alpha = \arctg \text{ cat op} / \text{cat ady}$$

$$\alpha = \arctg (60 \text{ tn} / 180 \text{ tn}) \approx 19^\circ$$



Para el diseño de la viga reticulada utilizaremos las recomendaciones respecto a altura de conjunto, modulación, inclinación de diagonales.

Altura del conjunto

$$L / 13 \leq h \leq L / 17$$

$$l_b \text{ submúltiplo de } L \quad l_b = L/n$$

Inclinación de diagonales

$$45^\circ < \alpha < 60^\circ$$

$$l_b \text{ aprox.} = h$$

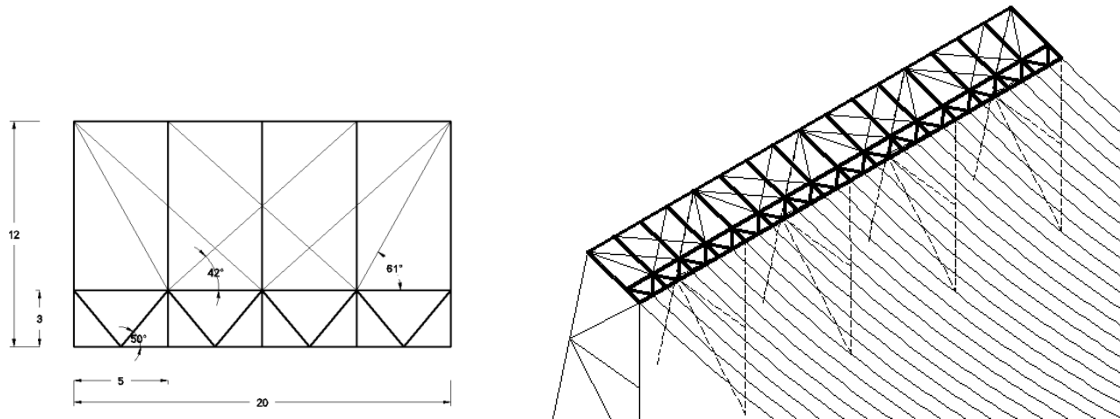
Como es cubierta pesada adoptamos una relación mínima $h=L/13$

$$l_b = 20 \text{ m} / 8 = 2,5 \text{ m (separación entre cables)}$$

Alternativa 1

Cordón inferior de la viga reticulada de 12m de altura también es reticulado ($h = 3$ m), con diagonales a tracción y compresión, respetando inclinaciones recomendadas, y montantes de modo que cada cable coincida en un nudo del reticulado

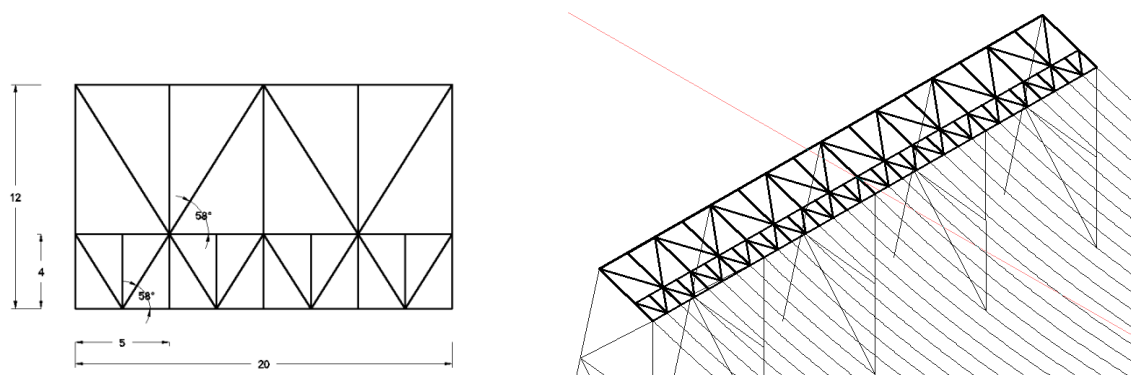
Como el estado de cargas predominante es el peso propio, se diseñan una serie de barras diagonales a tracción y montantes que terminan vinculan cordón superior e inferior de la viga y arriostran el sistema.



Alternativa 2

Cordón inferior de la viga reticulada de 12 m de altura también es reticulado ($h=4$ m), con diagonales a tracción y compresión, respetando inclinaciones recomendadas, y montantes de modo que cada cable coincida en un nudo del reticulado.

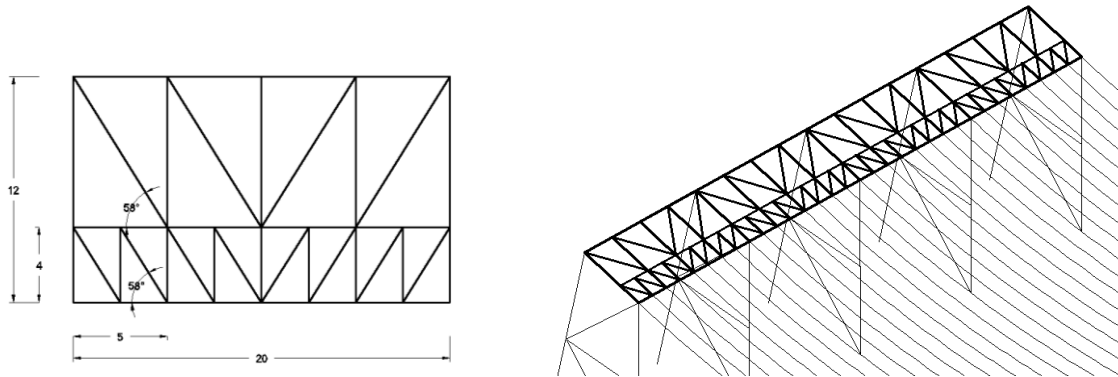
Se diseñan una serie de barras diagonales a tracción y compresión, y montantes que terminan vinculan cordón superior e inferior de la viga y arriostran el sistema.



Alternativa 3

Cordón inferior de la viga reticulada de 12 m de altura también es reticulado ($h=4$ m), con diagonales, que por su dirección solo trabajan a tracción, respetando inclinaciones recomendadas y montantes de modo que cada cable coincida en un nudo del reticulado.

Se diseñan una serie de barras diagonales que por su dirección solo trabajan a tracción, y montantes que terminan vinculan cordón superior e inferior de la viga y arriostran el sistema.



- **Cálculo de reacciones de apoyo de la viga inclinada que recibe los cables**

Vamos a trabajar con la alternativa 3, que tendrá todas las barras diagonales con solicitaciones de tracción.

Se considera que cada tramo de viga independiente, por lo tanto las cargas (acciones de los cables en los nudos) se distribuyen 50% hacia cada apoyo.

Separación entre cables=2,5m

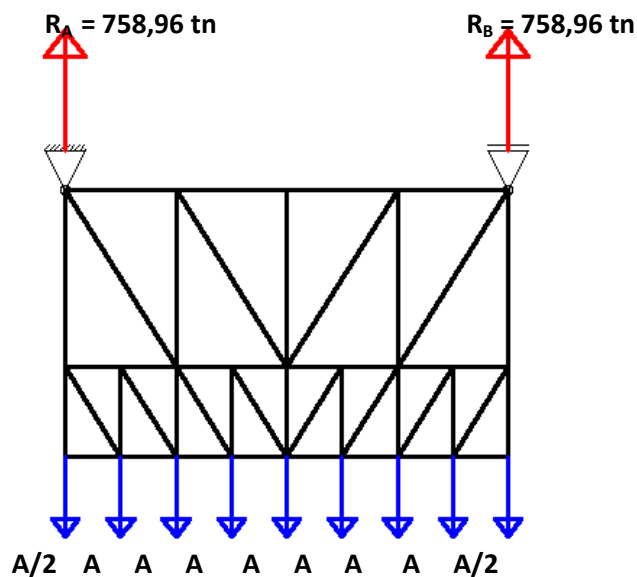
Separación entre soportes=20m

20 m / 2,5 m = 8 cables

$$R_{\text{viga}} = \sum R_{\text{cable}} / 2 = R_{\text{cable}} \times 8 (\text{cant de cables}) / 2$$

$$A_{\text{cable}} = 189,74 \text{ tn} \quad A_{\text{cable}} / 2 = 94,87 \text{ tn}$$

$$R_{\text{viga}} = 189,74 \text{ tn} / 4 = 758,96 \text{ tn}$$



Con este esquema estático podemos verificar la viga, y calcular las solicitaciones en las barras de la viga y verificar las deformaciones, para la acción de la cubierta pesada.

- **Cálculo de las acciones sobre el soporte**

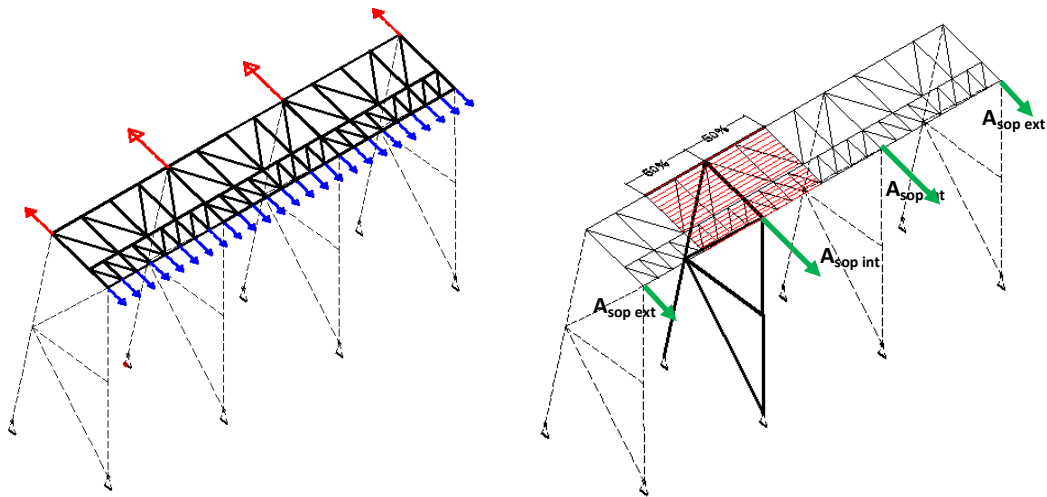
Para analizar las acciones sobre los soportes, consideramos entonces las reacciones de la viga de transición que acabamos de resolver.

➤ Para los soportes extremos corresponde:

$$A_{\text{sop ext}} = R_{\text{viga}} = R_{\text{cable}} \times 8 \text{ (cant de cables)} / 2 = 758,96 \text{ tn}$$

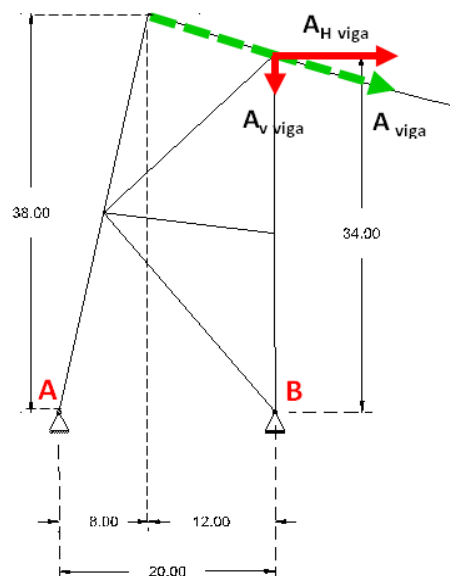
➤ Para los soportes intermedios corresponde la reacción de dos vigas (área de influencia: 50% der +50% izq)

$$A_{\text{sop int}} = R_{\text{viga}} \times 2 = R_{\text{cable}} \times 8 \text{ (cant de cables)} = 1517,84 \text{ tn}$$



- **Cálculo de reacciones de apoyo de un soporte central**

Para el cálculo de reacciones de apoyo del soporte nos conviene descomponer las acciones inclinadas del cable en sus componentes en dirección vertical y horizontal, ya que las distancias y alturas están definidas según las coordenadas X (horizontal) e Y (vertical).

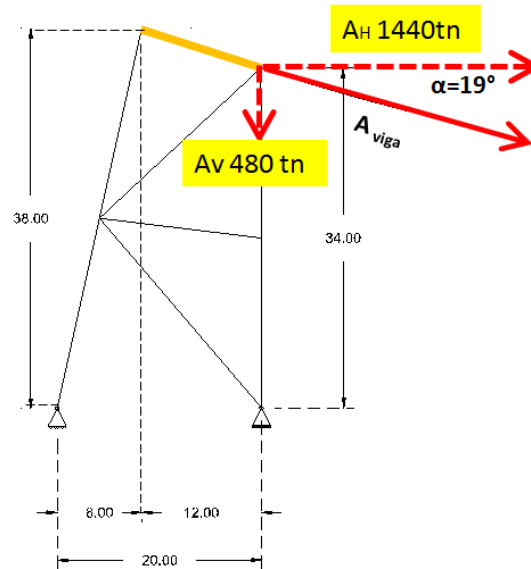


Si para el cálculo de las reacciones del cable, primero obtuvimos las componentes vertical y horizontal de cada reacción, entonces podemos utilizar esos valores, y aplicar el mismo razonamiento que utilizamos para calcular la acción inclinada del cable sobre los soportes, pero ahora para obtener sus componentes verticales y horizontales.

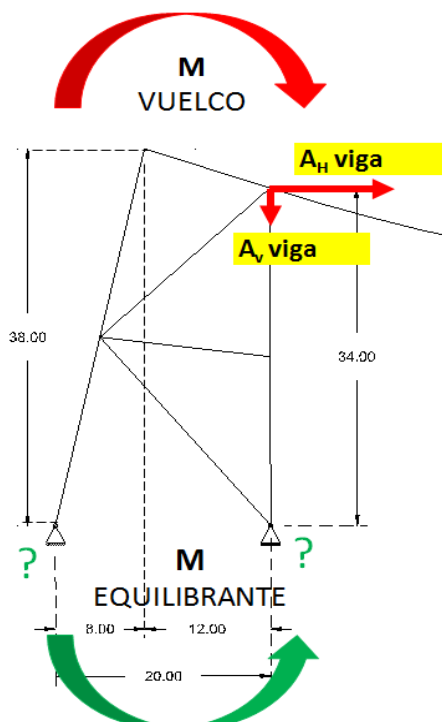
Para los soportes intermedios corresponde área de influencia: 50% der +50% izq.

$$A_H = R_{Hcable} \times 8 \text{ (cant de cables)} = 180 \text{ tn} \times 8 = 1440 \text{ tn}$$

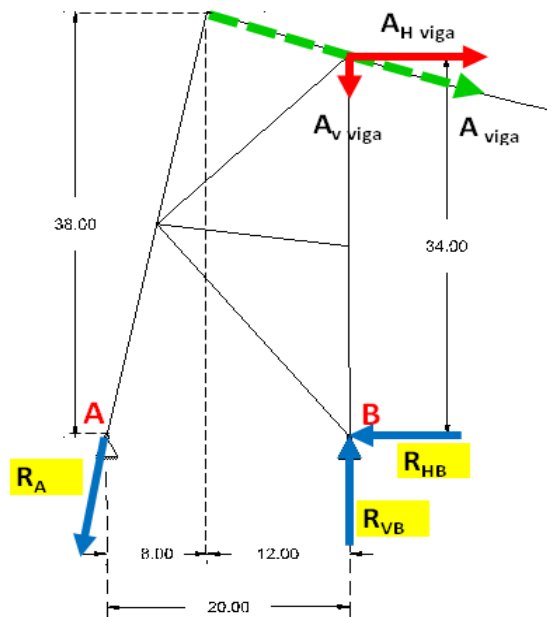
$$A_V = R_{Vcable} \times 8 \text{ (cant de cables)} = 60 \text{ tn} \times 8 = 480 \text{ tn}$$



El reticulado se comporta como una ménsula empotrada en la base, y el tiro del cable genera un momento de vuelco que será equilibrado en la base por fundaciones de compresión y de tracción.

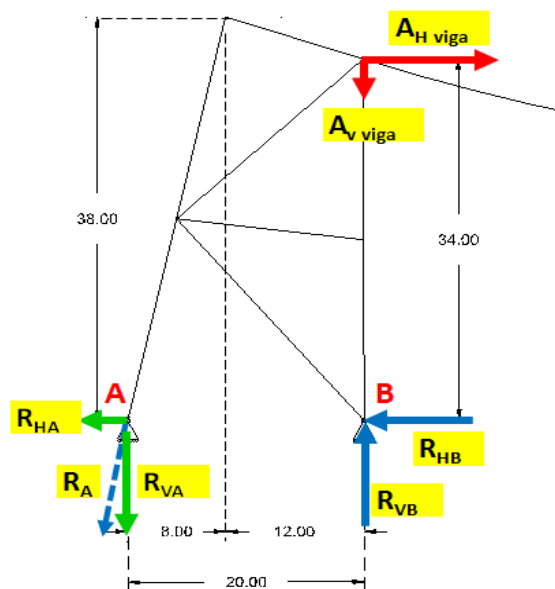


Para el esquema estático con las acciones generadas por los cables, en los apoyos del soporte se desarrollan fuerzas reactivas que calcularemos aplicando las condiciones de equilibrio.



En el punto A la reacción tendrá la dirección de la barra, ya que el apoyo es articulado, y no existen cargas aplicadas sobre la barra, y consideramos las componentes vertical y horizontal.

En el punto B, al que concurren dos barras, la reacción también tendrá una componente vertical y una componente horizontal.



- Para obtener el valor de la reacción vertical en A (R_{VA}), aplicamos la ecuación de sumatoria de momento respecto del punto B.

$$\sum M_B = 0 \rightarrow R_{VA}$$

$$A_{H \text{ viga}} \times 34 \text{ m} - R_{VA} \times 20 \text{ m} = 0$$

$$R_{VA} = \frac{A_H \times 34 \text{ m}}{20 \text{ m}} = \frac{1440 \text{ tn} \times 34 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 2448 \text{ tn}$$

- Para obtener el valor de la reacción vertical en B (R_{VB}), aplicamos la ecuación de sumatoria de momento respecto del punto A.

$$\sum M_A = 0 \rightarrow R_{VB}$$

$$A_{V \text{ viga}} \times 20 \text{ m} + A_{H \text{ viga}} \times 34 \text{ m} - R_{VB} \times 20 \text{ m} = 0$$

$$R_{VB} = \frac{A_V \times 20 \text{ m} + A_H \times 34 \text{ m}}{20 \text{ m}} = \frac{480 \times 20 \text{ m} + 1440 \text{ tn} \times 34 \text{ m}}{20 \text{ m}} = 2928 \text{ tn}$$

- Verificación

Para la verificación aplicamos la ecuación de sumatoria de fuerzas proyectadas en el eje Y.

$$\sum F_Y = 0 \rightarrow -A_V - R_{VA} + R_{VB} = -480 \text{ tn} - 2448 \text{ tn} + 2928 \text{ tn} = 0 \quad \text{VERIFICA}$$

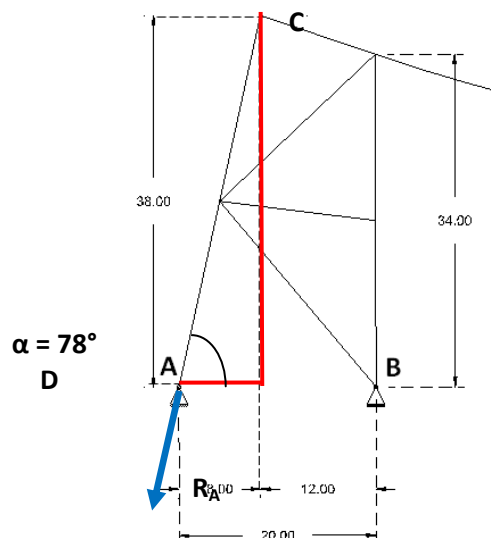
- Para obtener el valor de la reacción horizontal en A (R_{VA}), debemos determinar primero la dirección de la reacción resultante (R_A), que coincide con la dirección de la barra inclinada que concurre al punto A.

El ángulo de inclinación podemos encontrarlo gráficamente, o considerando el triángulo rectángulo ACD, donde: cat op = 38 m (altura o distancia vertical); cat ady = 8 m (distancia horizontal).

$$\text{tg } \alpha = \text{cat op} / \text{cat ady}$$

$$\alpha = \text{arctg cat op} / \text{cat ady}$$

$$\alpha = \text{arctg} (38 \text{ m} / 8 \text{ m}) \approx 78^\circ$$



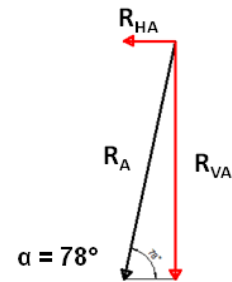
Conociendo el valor de R_{VA} y la inclinación de R_A , podemos encontrar el valor de R_{HA} , gráficamente, o considerando el triángulo rectángulo donde: cat op = R_{VA} ; cat ady = R_{HA} . Entonces:

$$\text{sen } \alpha = \text{cat op} / \text{hipotenusa}$$

$$\text{sen } 78^\circ = R_{VA} / R_A$$

$$R_A = R_{VA} / \text{sen } 78^\circ$$

$$R_A = 2448 \text{ tn} / 0,978147601 = 2502,70 \text{ tn}$$



Para calcular R_{HA} , podemos aplicar el teorema de Pitágoras donde:

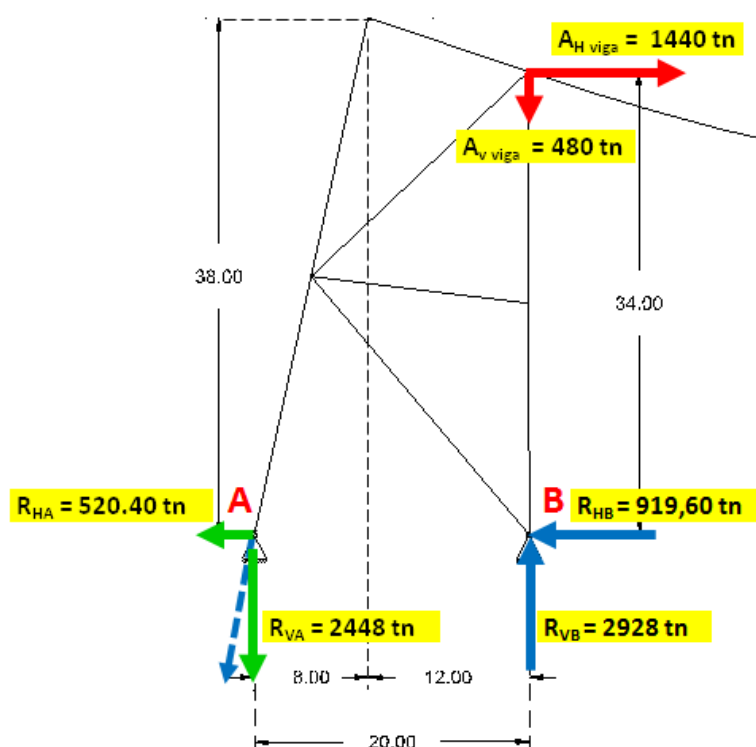
$$R_A^2 = R_{VA}^2 + R_{HA}^2 \rightarrow R_{HA}^2 = R_A^2 - R_{VA}^2$$

$$R_{HA} = \sqrt{R_A^2 - R_{VA}^2} \rightarrow R_{HA} = \sqrt{(2502,70 \text{ tn})^2 - (2448 \text{ tn})^2} = 520,40 \text{ tn}$$

- Para obtener el valor de la reacción horizontal en B (R_{VB}), conociendo el valor de R_{HA} , aplicamos la ecuación de sumatoria de fuerzas proyectadas en el eje Y.

$$\sum F_x = 0 \rightarrow A_H - R_{HA} - R_{HB} = 0 \rightarrow R_{HB} = 1440 \text{ tn} - 520,40 \text{ tn} = 919,60 \text{ tn}$$

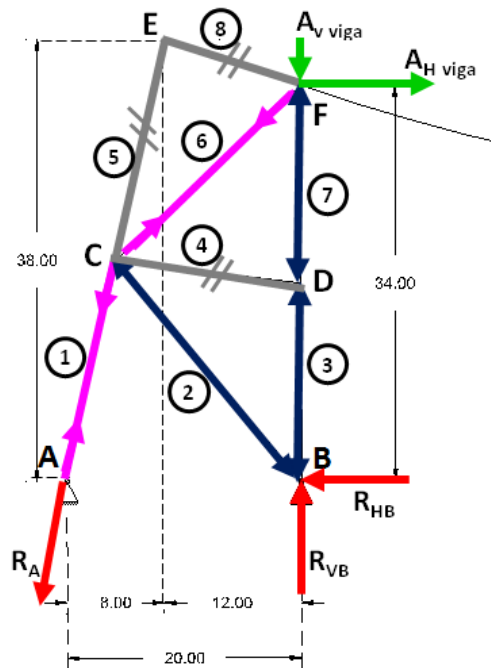
Esquema estático completo con cargas y reacciones de equilibrio



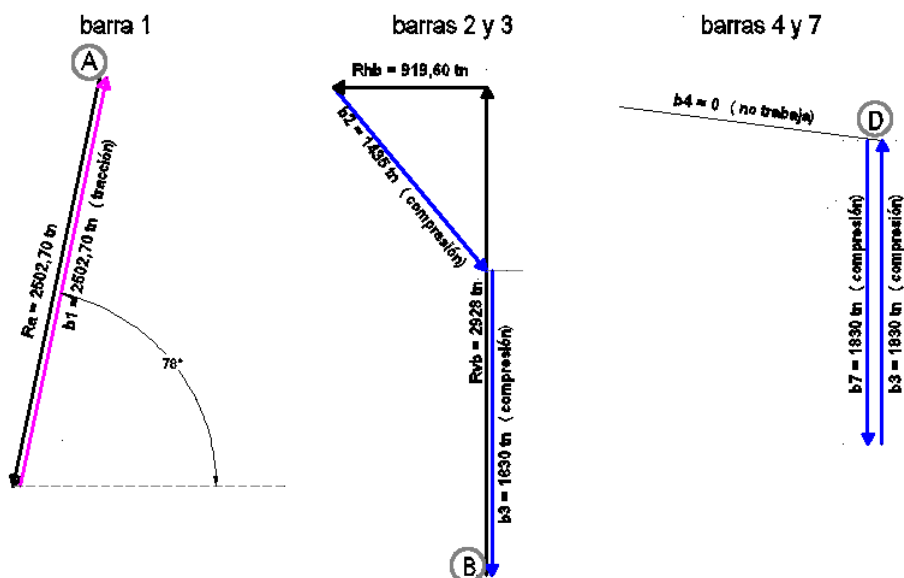
- **Calculo de solicitaciones en las barras**

El soporte está conformado por un reticulado que permite transferir las cargas a terreno mediante esfuerzos axiales de tracción y compresión en las barras.

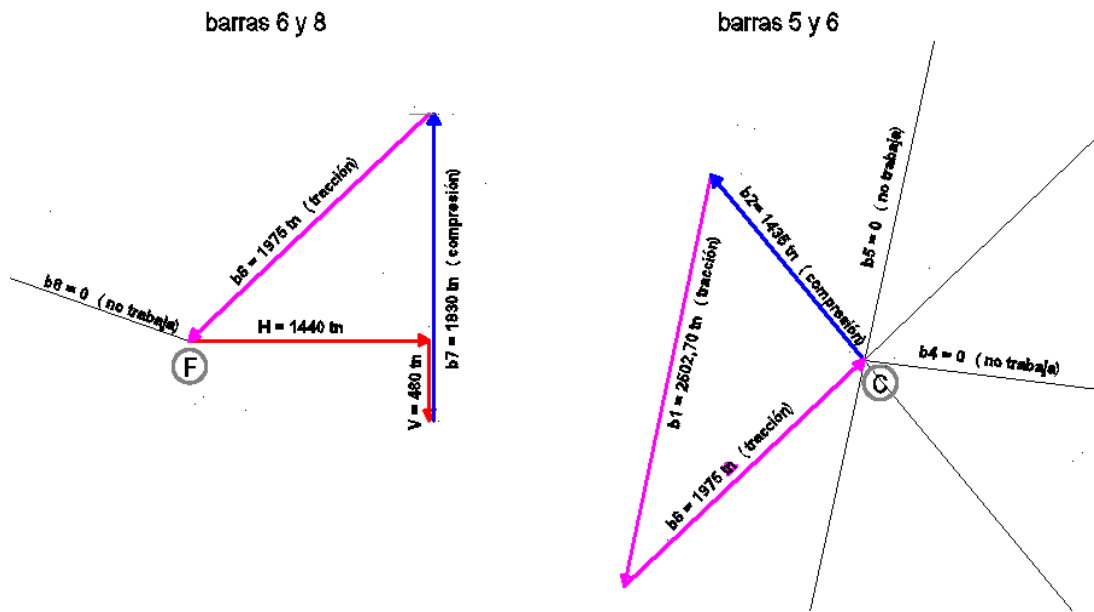
Para el cálculo de las solicitaciones podemos utilizar el método grafico, estudiando el equilibrio en cada nudo (como se muestra en los gráficos a continuación), o el método analítico o de Ritter (contenidos de Estructuras II).



Esquema con esfuerzos en barras (magenta: tracción; azul: compresión; gris: no trabaja)

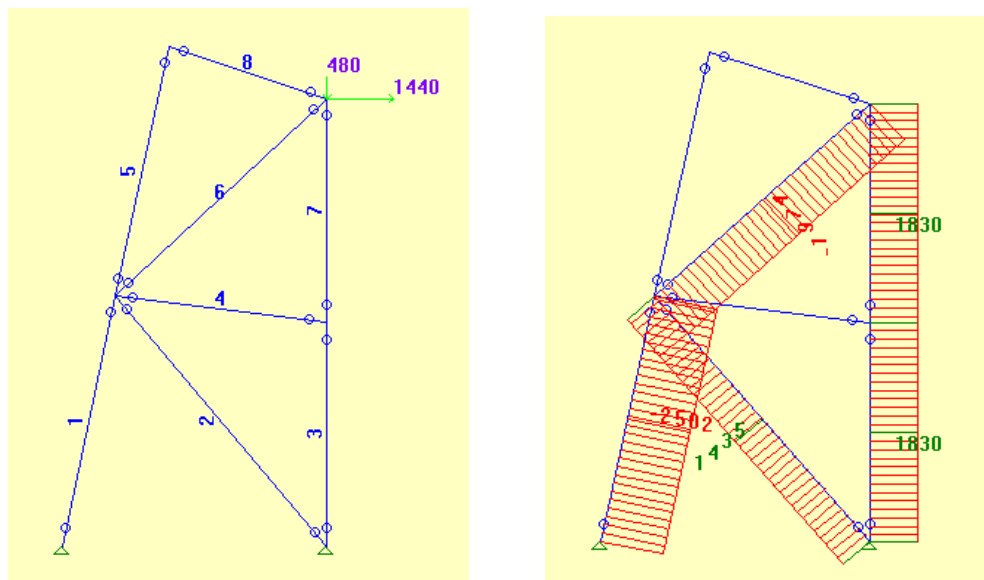


Equilibrio en nudos A, B y D



Equilibrio en nudos F y C

También podemos modelar el reticulado como barras con un software de cálculo estructural, cuidando la definición de los vínculos (articulaciones entre barras y también apoyos articulados en puntos A y B, es decir que restringen traslaciones, pero permiten giros).



Modelado con software de cálculo. Geometría y cargas. Diagrama de esfuerzos axiales

La geometría de este soporte reticulado permite tener dos barras que llegan al apoyo adonde habrá compresiones, de modo de disminuir solicitaciones en cada una de ellas. La barra traccionada podrá resolverse con una sección menos, ya que no incide seguridad al pandeo, considerando que este es el estado más desfavorable para la estructura, no hay riesgo de inversión en el tipo de solicitaciones, puede optarse por un cable.

- **Diseño de las fundaciones**

Respecto de las fundaciones, el punto A deberá tener una fundación de anclaje que impida el arrancamiento.

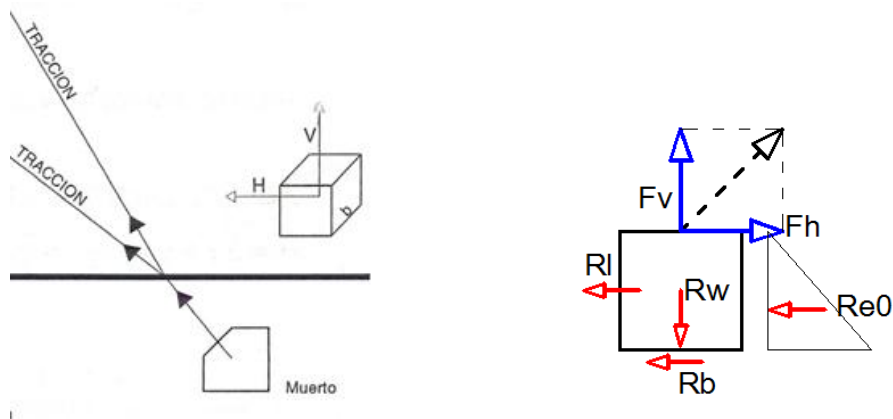
La absorción de este esfuerzo de arrancamiento constituye uno de los mayores problemas en este tipo de estructuras.

- **Muertos de fundación (fundación superficial)**

Una posible solución es la de utilizar un **“muerto de fundación”**, que consiste en un volumen prismático de Hormigón cuya masa genere una reacción igual o mayor que la componente vertical **V** de la carga de tracción transmitida por los cables o barras.

La carga de tracción **T** (inclinada) se descompone en una vertical **V** que tiende a arrancar el “muerto” y otra horizontal **H** que tiende a desplazarlo.

El deslizamiento lateral se evita principalmente por la Resistencia lateral del terreno, y la fricción de la base y los laterales del cimiento con el terreno. La resistencia lateral del terreno es el recurso más importante y más fiable a la hora de estabilizar la fuerza horizontal aplicada a la fundación, ya que si la fuerza vertical de arrancamiento fuera igual al peso de la fundación, el rozamiento de la base sería igual a cero. También puede ocurrir que el rozamiento de las paredes laterales sea nulo, debido a la lluvia o la humedad del terreno.

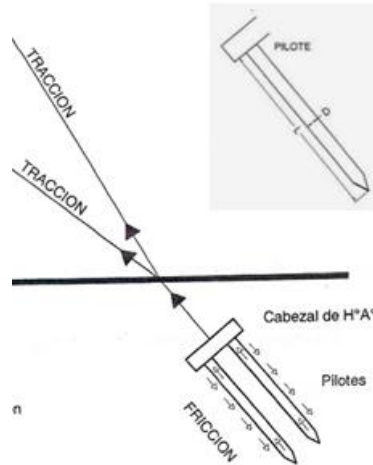


Este tipo de fundación es recomendable cuando las fuerzas de tracción son inferiores a 8 tn, debido a que para cargas mayores, como las del ejemplo, será necesario un volumen de grandes dimensiones para equilibrar las tracciones que generan arrancamiento y para estabilizar el deslizamiento.

- **Pilotes de tracción (fundación profunda)**

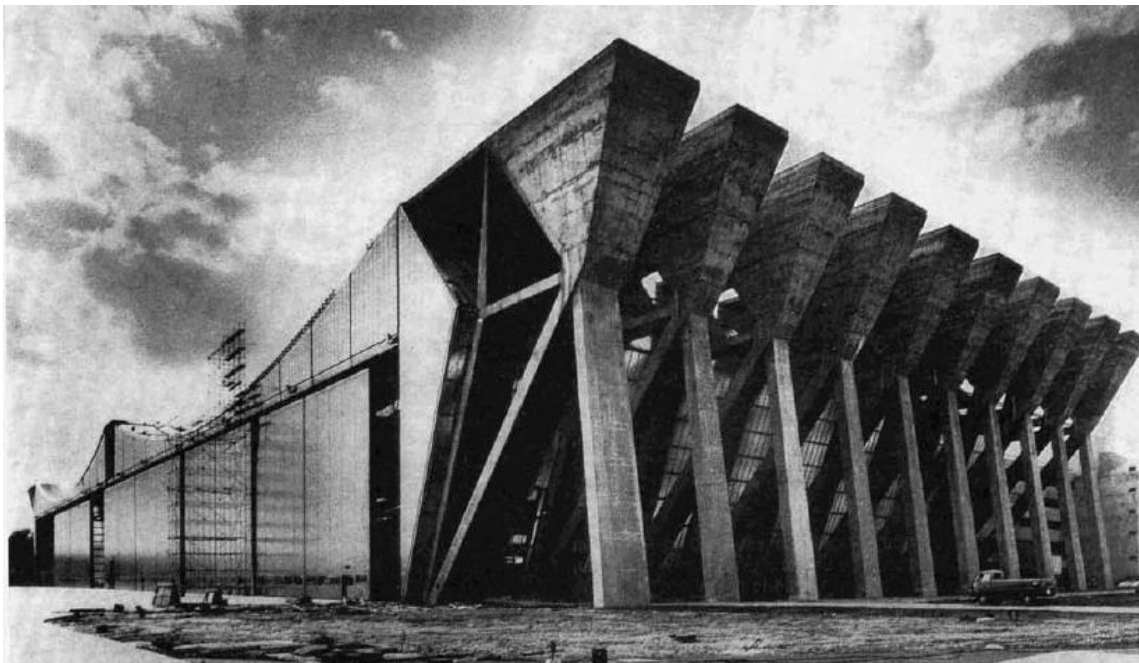
Como alternativa se puede proponer, si el tipo de suelo permite fundar a profundidad, una fundación que consiste en un cabezal en el que se anclan los tensores o barras traccionadas de la estructura, y del cual nacen pilotes de tracción inclinados.

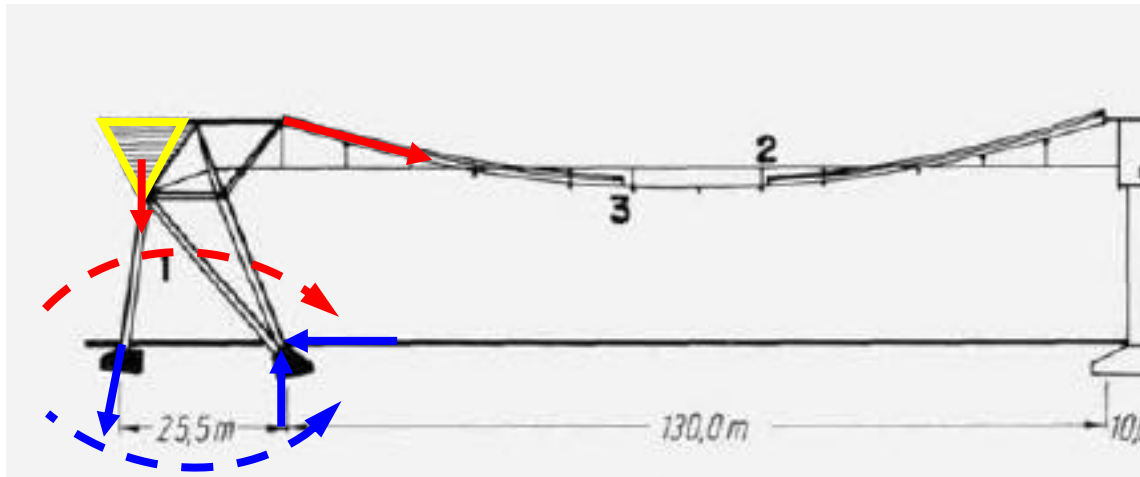
La función del cabezal es transferir las cargas transmitidas por los tensores, y que generan el arrancamiento, a los pilotes que trabajan por fricción con el terreno circundante. El coeficiente de fricción se obtiene por ensayos de suelo y depende del ángulo de rozamiento interno. La capacidad portante de los pilotes se puede calcular multiplicando la superficie lateral de los mismos por el coeficiente de fricción del suelo y por el número de pilotes.



En ambos casos, puede utilizarse algún recurso de diseño, como colocar en el soporte alguna estructura de contrapeso, de modo de disminuir las fuerzas que generan el arrancamiento. A continuación se muestra un ejemplo: Hangar Lufthansa en el aeropuerto de Frankfurt (más información en

<http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/download/3256/3666>).





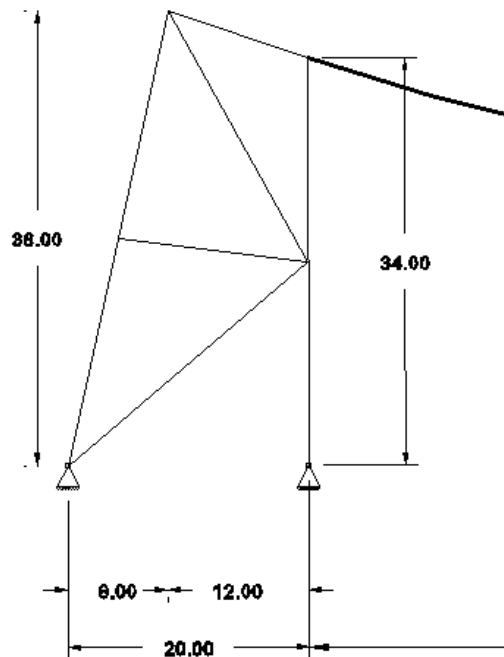
Hangar Lufthansa en el aeropuerto de Frankfurt

BIBLIOGRAFIA

- Apuntes de Cátedra, Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE), FAUD, UNC. Publicaciones digitales disponibles en el aula virtual de la materia ESTRUCTURAS 4: <https://faud.aulavirtual.unc.edu.ar/course/view.php?id=66§ion=6#tabs-tree-start>
- **CARDONI, J. (1983).** *ESTRUCTURAS IV. Estructuras de Grandes Luces. Estructuras de Tracción Pura. Textos de Cátedra*, Córdoba, Dpto. Publicaciones FAUDI, UNC.
- **PERLES, P. (2002).** *Temas de Estructuras Especiales*, Buenos Aires, Argentina. Ed. Klickowski.
- **SASTRE, R. (2006).** *Los cimientos de las construcciones tensadas*. Publicación digital disponible en: <http://tecno.upc.es/download/arxiu/CimentacionesTensadas.pdf>

EJERCICIO DE AUTAPROENDIZAJE

Analizar el comportamiento del soporte reticulado, con la geometría que se muestra a continuación.



- Calcular las reacciones de equilibrio en los apoyos, para el estado de cargas permanentes y sobrecarga variable en cubierta, que se ha considerado para la resolución del cable y de la viga de transición.
- Calcular las solicitaciones en las barras.
- Con los resultados obtenidos, comparar el desempeño estructural de las dos geometrías de soporte (similitudes y diferencias, ventajas y desventajas de cada uno) para establecer algunas conclusiones sobre el diseño.

BIBLIOGRAFIA

- Apuntes de Cátedra, Taller de Investigación de Diseño Estructural (TIDE), FAUD, UNC. Publicaciones digitales disponibles en el aula virtual de la materia ESTRUCTURAS 4: <https://faud.aulavirtual.unc.edu.ar/course/view.php?id=66§ion=6#tabs-tree-start>
- **CARDONI, J. (1983).** *ESTRUCTURAS IV. Estructuras de Grandes Luces. Estructuras de Tracción Pura. Textos de Cátedra*, Córdoba, Dpto. Publicaciones FAUDI, UNC.
- **PERLES, P. (2002).** *Temas de Estructuras Especiales*, Buenos Aires, Argentina. Ed. Klickowski.
- **SASTRE, R. (2006).** *Los cimientos de las construcciones tensadas*. Publicación digital disponible en: <http://tecno.upc.es/download/arxiu/CimentacionesTensadas.pdf>