



Compagnie Nationale du Rhône

Compagnie Nationale du Rhône
Direction Ingénierie Ouvrages Hydrauliques et Fluviaux
I.00009.001 (CL04)

Canal del Dique

**Nota de cálculos de dimensionamiento de las ataguías de
la obra de regulación**

CALAMAR

Una ataguía está formada por N elementos vigas idénticas superpuestas.

Un elemento viga está formado por :

- un ribete de altura h_p ,
- dos tensores en T, de almas horizontales de longitud d_w y de soleras verticales de altura b_f ,
- diafragmas verticales que unen los tensores horizontales en algunos puntos repartidos a lo largo del elemento.

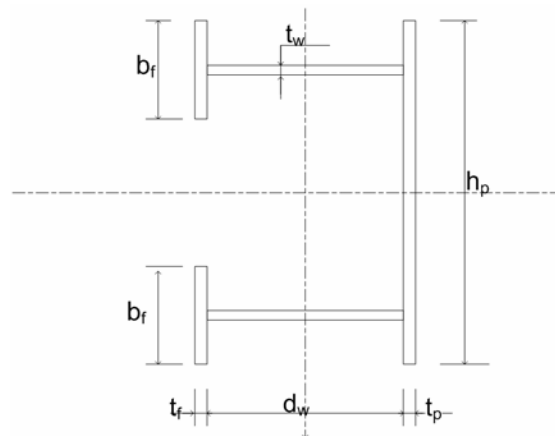


Figura 1: Representación de la sección corriente de un elemento de ataguía

Estas vigas son de inercia variable, lo cual permite optimizar el peso de un elemento.

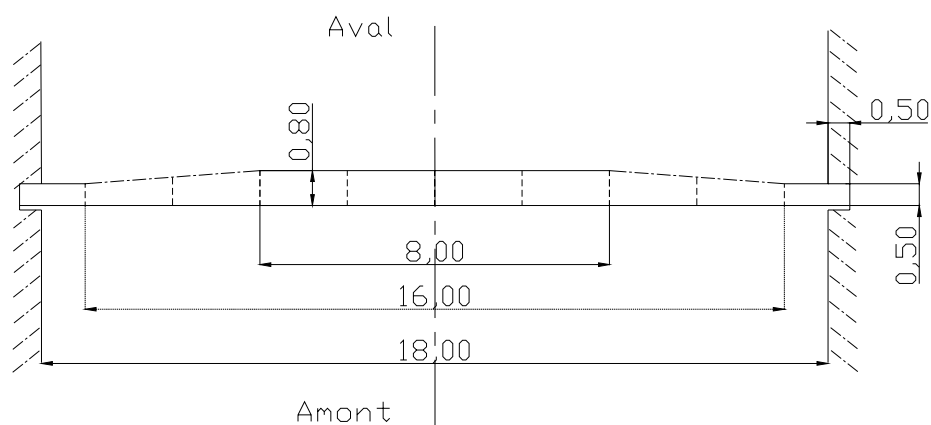


Figure 2: Vista del plano de un elemento viga de ataguía aguas arriba

El elemento más cargado es el elemento inferior, para el cual la tensión que se ejerce sobre su ribete será considerada uniforme igual a $p = \omega H$ donde H es la altura de agua máxima para la ataguía considerada, o sea 10,0 y 7,55 m para las ataguías aguas arriba y aguas abajo, respectivamente.

La carga lineal uniforme sobre el ribete es, pues: $f = ph_p$

A esta carga hay que agregar el peso de los elementos idénticos situados arriba.

Teniendo en cuenta que los extremos A y B del elemento viga están libres en rotación alrededor del eje vertical z , la carga hidrostática, el esfuerzo cortante y el momento flexor ligados a esta carga están representados en la figura siguiente:

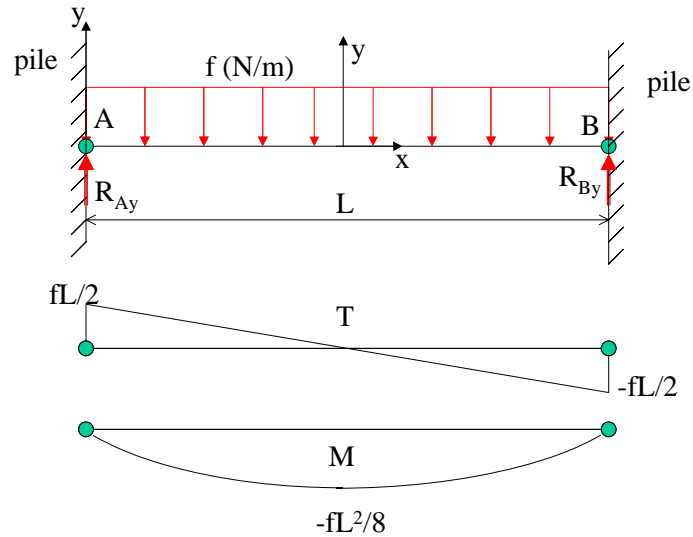


Figura 2: Carga, esfuerzo cortante y momento flexor en un elemento de ataguía

El programa Matlab « predim » calcula las presiones en la sección mediana del elemento en función de su geometría.

El peso de la ataguía se obtiene multiplicando el peso unitario por el número del elemento y sobreestimando el total de 15 % para tener en cuenta los accesorios con las orejas de manutención, las piezas de hermeticidad y las soldaduras.

```

% Predim de una viga ataguía aguas arriba

Nam=9
Ns=-1

%Dimensiones de la viga
  %Longitud del tramo (m)
    L=18;
  %Altura del ribete (mm)
    hp=1200;
  %Espesor del ribete (mm)
    tp=16;
  %Longitud del alma en medio del tramo(mm)
    dw=800;
  %Longitud del alma en el extremo(mm)
    dwe=500;
  %Espesor alma (mm)
    tw=14;
  % Altura solera (mm)
    bf=220;
  %Espesor solera (mm)
    tf=14;

%Características mecánicas
  %Límite elástico (MPa)
    fy=355;
  %Coeficiente de seguridad parcial
    gammaf=1.35
  %Coeficiente de incertidumbre del material
    gammam=1.1
  %Coeficiente de combinación de las cargas
    ksi=1.0
  %Tensión admisible
    sigmad=fy/(gammaf*gammam*ksi)

%Carga lineal máxima ataguía aguas arriba (kN/m)
  f=9810*(Nam-Ns)*hp*1e-6;
%Momento de flexión max (kNm)
  Mfmax = f*L^2/8;
%Esfuerzos en los extremos (kN)
  FA=f*L/2;
%Área de la sección (mm2)
  Aw=dw*tw;
  Af=bf*tf;
  Ap=hp*tp;
  A=2*(Aw+Af)+Ap;

%Momento estático sección total % exterior ribete(mm3)
  W1= Ap*tp/2 + 2*(Aw*(dw/2+tp)+ Af*(tf/2+dw+tp));

%Posición cdg % exterior ribete(mm)
  y1G=W1/A

%Inercia sección (mm4)
  Iw= 2*tw*dw^3/12;
  If=2*bf*tf^3/12;
  Ip=hp*tp^3/12;
  I1=Iw + If + Ip;
  I21=2*Af*(tf/2+dw+tp-y1G)^2;
  I22=2*Ap*(y1G-tp/2)^2;
  I23=2*Aw*(dw/2+tp-y1G)^2;

```

```

Iz=I1+I21+I22+I23;

%Tensión normal máx sobre el revestimiento exterior ribete (MPa)
sigma1=Mfmax/Iz*y1G*1e6
%Tensión normal máx sobre el revestimiento exterior solera(MPa)
sigma2=Mfmax/Iz*(dw+tf+tp-y1G)*1e6

%Cálculo del peso (kN)
V=(A*(1*8000 + 0.6*4000 + 0.8*7000)+ 3*(586*800)*12 +
2*(586*500)*12)*1e-9;
P=7850*V*9.81*1e-3
%Sección extremo
%Área de la sección (mm2)
Awe=dwe*tw;
Afbf=bf*tf;
Aphp=hp*tp;
Ae=2*(Awe+Afbf)+Aph;
%Tensión cizalladura en las almas del extremo (MPa)
RA=f*L/2
tau=RA*(bf*tf/2*(dw+tf)+tw/2*dw^2/4)/(2*tw*Iz)*1e3
.....

```

Los espesores, las longitudes de las almas y las alturas de las soleras son seleccionados de modo que:

- el centro de gravedad de la sección esté cerca del plano mediano de ésta para facilitar la manutención y la ubicación del elemento en las ranuras
- las tensiones máximas obtenidas sobre el revestimiento exterior del ribete para la compresión y sobre el revestimiento exterior de las soleras para la tracción, permanecen admisibles, es decir inferiores o iguales a 240 MPa

La tensión admisible está dada por la siguiente relación (norma DIN 19704): $\sigma_a = \frac{R_e}{\gamma_F \gamma_m \psi}$

con :

$R_e = 355 \text{ MPa}$: Límite elástico de acero para los elementos de acero S355 de espesor $\leq 16 \text{ mm}$

$\gamma_F = 1,35$: Coeficiente de seguridad parcial

$\gamma_m = 1,1$: Coeficiente de incertidumbre de material

ψ : Coeficiente de combinación de las cargas: peso propio + carga hidráulica, tomado aquí igual a 1, lo que corresponde a una carga no excepcional (nivel aguas arriba inferior al de la crecida milenaria).

Resultados para una ataguía aguas arriba formada por elementos de altura 1,2 m y una ataguía aguas arriba formada por elementos de altura 1,0 m :

En el cuadro siguiente se presentan los resultados para una ataguía aguas arriba y una ataguía aguas abajo que se distinguen también por la longitud de las almas de los tensores horizontales y las alturas de los solares

	Elemento ataguía aguas arriba H = 1,2 m	Elemento ataguía aguas abajo H = 1,0 m
Espesor del ribete	16	16
Longitud de las almas (mm)	800	650
Espesor de las almas y de los solares (mm)	14	14
Alturas de los solares (mm)	220	170
Posición centroide % cara interior ribete (mm)	411	327
Tensión sobre revestimiento exterior ribete (MPa)	231	203
Tensión sobre el revestimiento exterior soleras (MPa)	236	220
Peso de un elemento (kN)	67,6	54,6
Número de elementos necesarios	9	8

Las tensiones máximas de cizalladura en las almas a nivel de las secciones de los extremos son débiles; tienen un valor inferior a 10 MPa.

La tensión suplementaria de compresión en los diafragmas y el ribete de un elemento debido al peso aparente de los elementos superiores es insignificante (del orden de 1 MPa en el elemento colocado sobre el pilar).