

**CARGAS DE TRÁNSITO  
PARA PUENTES CARRETEROS**

**Dirección Nacional de Vialidad**



## BASES PARA EL CALCULO DE PUENTES DE HORMIGON ARMADO

Preparadas por el Ingeniero  
Oreste Moretto con la colaboración de los ingenieros de la División Puentes del Departamento de Puentes y Obras Especiales.

### CAPITULO A.- CARGAS DE CALCULO

#### I) HIPOTESIS DE CARGA

Las fuerzas que solicitan las estructuras de los puentes y que deben considerarse en los cálculos, se dividen en los dos grupos siguientes:

##### FUERZAS PRINCIPALES

- a) Carga permanente; b) Sobrecarga accidental; c) Impacto y
- d) Influencias de la temperatura, de la contracción y de la fluencia del hormigón.

FUERZAS ADICIONALES; entre éstas deben destacarse:

- a) Acción del viento; b) Esfuerzo producido por el frenado de vehículos; c) Esfuerzo transmitido por la baranda; d) Frotamiento en los apoyos móviles; e) Efectos originados por el desplazamiento y asentamiento de estribos y pilares; f) Efectos originados por la presión del agua y choque de objetos o vehículos sobre pilares y acción de los movimientos sísmicos.

#### II) FUERZAS PRINCIPALES

##### a) Carga permanente

La carga permanente se compone del peso de la superestructura (vigas principales, viguetas transversales y longitudinales, losa de la calzada, contraventamiento, arriostrado, veredas y barandas) y de la sobrecarga permanente (aduquinado, enripiado, capa de desgaste, etc.)

Para la determinación de las cargas arriba mencionadas se admitirán los siguientes pesos específicos:

Acero laminado y acero fundido.....	7850 kg/cm <sup>3</sup>
Hormigón de cemento y piedra .....	2300 "
" cascotes de ladrillo .....	1800 "
(x)Hormigón de cemento armado .....	2500 "
Ripio (canto rodado) seco .....	1800 "
Ripio (canto rodado) mojado .....	2000 "
Granito para adoquines .....	2800 "
Arena para el colchón de adoquines .....	1800 "
Material asfáltico o bituminoso .....	1500 "
Madera dura .....	1200 "

Los cálculos de resistencia que se ajusten a este reglamento se efectuarán considerando los esfuerzos exteriores (momentos, esfuerzos de corte, esfuerzos normales) que corresponden al 100 % del peso propio real, salvo cuando el mismo tenga efectos estabilizantes en forma tal que desvirtúe el propósito indicado en la nota (xx) como en muros de sostenimiento, arcos, etc. En estos casos se dimensionará adoptando la sección menor que resulte considerando:

- a) para esfuerzos normales: el 100 % del peso propio
- para momentos flectores: el 100 % " " "
- b) para esfuerzos normales: el 100 % " " "
- para momentos flectores: el 100 % " " "

b) Sobrecarga útil.

Los puentes carreteros de hormigón a construirse en todo el territorio de la República con la intervención de la Administración General de Vialidad Nacional responderán a la siguiente clasificación.

TABLA N° 1 - SOBRECARGA REGLAMENTARIA

	Categoría de puentes			
	A-30	A-25	A-20	Especial
Peso total tn.	30	25	20	Carga según el caso
Aplanadora Rodillo delantero tn.	13	10	8	
"    Cada rodillo trasero tn.	8,5	7,5	6	
Multitud compacta tn/m <sup>2</sup>	0,6	0,6	0,5	
Sobrecarga en las veredas tn/m <sup>2</sup>	0,4	0,4	0,4	

(x) En piezas sometidas únicamente a tracción, por ejemplo la cadena de un arco atirantado, pódolas, tensores, etc. con armadura extraordinaria se determinará el peso unitario por separado para el hormigón y la armadura respectivamente.

(xx) Esta forma de considerar el peso propio en los cálculos de resistencia tiene por objeto obtener márgenes de seguridad distintos para los esfuerzos originados por el peso propio y por la carga útil a fin de que los puentes de distintas luces tengan una capacidad más uniforme de sobrecarga. Véase por ejemplo O. Moretto "Algunas Reflexiones sobre el Coeficiente de Seguridad de las Estructuras de Hormigón Armado. Primera Conferencia del Hormigón y otras Aplicaciones del Cemento Portland, Bs. Aires, 1950, Tomo II, pag. 63

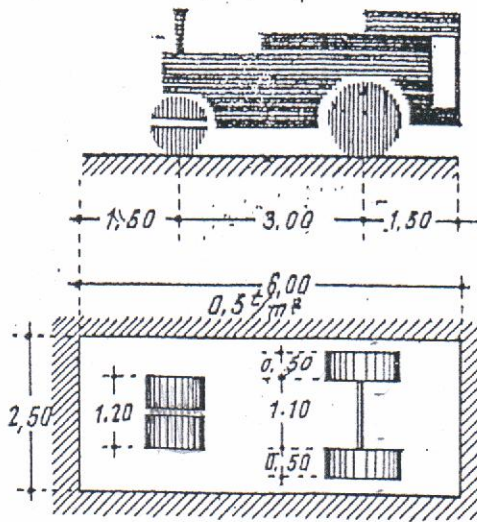


Fig.1 - Aplanadora tipo

La categoría del puente será determinada en cada caso por la Administración General de Vialidad Nacional.<sup>(x)</sup>

Para el cálculo estático se tomará una aplanadora por cada faja de circulación de que disponga el puente. Fuera de la zona de calzada ocupada por las aplanadoras se supondrá que actúa una sobrecarga uniforme equivalente al peso de la multitud correspondiente a la categoría del puente.

Quando en el cálculo se admita que la sobrecarga se reparta, en sentido transversal, por igual entre todas las vigas, (véase apartado B-IV-e) a los efectos de calcular la multitud entre aplanadoras, se supondrá que el borde exterior de éstas coinciden con el borde del guardarrueda.

Quando el ancho de la calzada sea superior a dos fajas de circulación, se efectuará la siguiente re-

(x) Los puentes de categoría A-30 se emplearán en los caminos de la Red Nacional y de Ayuda Federal sometidos a tránsito de vehículos pesados y en aquellos que ofrezcan posibilidades de tenerlo durante la vida útil del puente. Los de categoría A-25 se emplearán en los caminos secundarios que por su característica o ubicación solo por excepción tengan que soportar el tránsito de vehículos pesados.

Los puentes de categoría A-20 se emplearán en los caminos que no tengan tránsito de vehículos pesados y en los que por razones de su pendiente no presenten la posibilidad de tenerlo. En general se dimensionarán también con este tren de cargas las obras de arte menores hasta 5 metros de luz. Puentes de categoría especial son aquellos destinados a soportar las cargas que en cada caso se determinen.

4

reducción en el peso de las aplanadoras:

Para tres fajas se tomará el 95 % de su peso.

Para cuatro fajas " " 90 % " " "

Para más de cuatro fajas " 85 % " " "

Se considerará como faja de circulación un ancho mínimo de calzada igual a tres metros.

La multitud compacta se tomará siempre sin reducción con el valor indicado en la tabla N°1.

Las cargas se situarán en la posición más desfavorable. No deberán tenerse en cuenta las cargas que debido a su ubicación reduzcan los momentos flectores (por ejemplo en voladizos al calcular los momentos positivos) siempre que no estén directamente vinculadas a otras cargas, que actúan desfavorablemente. Asimismo se consideran descartadas las posiciones de vehículos perpendiculares u oblicuas al eje longitudinal del puente.

En las zonas de la calzada de puente solo accesible accidentalmente a los vehículos (por ejemplo canteiros, tragaluces, etc) se considerará como sobrecarga la multitud compacta con impacto sin carga de vehículos.

Para el cálculo de las losas de tableros de puentes vigas, se efectuará una reducción de la carga reglamentaria tomando el 80 por ciento del peso de las aplanadoras.

c) Impacto.

Para el cálculo de los esfuerzos originados por la sobrecarga móvil o de las tensiones producidas por la misma, la sobrecarga será afectada por el coeficiente de impacto correspondiente a las características y a la luz de la estructura indicadas en la tabla N°2.

La multitud compacta, sobre veredas o sobre espacios no accesibles para vehículos, como así también en puentes destinados exclusivamente para peatones se aplicará en el cálculo sin impacto. Se tendrá en cuenta este coeficiente cuando se aplica la multitud sobre la calzada, o en espacios accesibles accidentalmente a los vehículos.

Asimismo se calcularán sin impacto: Las tensiones en la infraestructura, es decir en los estribos, pilares y fundaciones, salvo que la misma se halle rígidamente unida

5

a la superestructura, como los pilos, derechos de pórticos, en cuyo caso se considerará el impacto para aquella parte situada por encima de la fundación. La fundación se calculará sin impacto.

TABLA N° 2 - COEFICIENTE DE IMPACTO

(Para valores intermedios de la luz podrá determinarse el coeficiente de impacto por interpolación).

Tipo de estructura	Coeficiente de Impacto
1) <u>Tablero de la calzada, incluyendo viguetas transversales y longitudinales, nervios, columnas y péndolas</u> .....	1,4
2) <u>Vigas principales o pórticos nervados; que parcial o íntegramente forman parte de la estructura del tablero, o que estén directamente vinculadas a ésta:</u>	
$l < 10$ m .....	1,4
$l = 10$ m .....	1,3
$l = 30$ m .....	1,2
$l = 50$ m .....	1,1
$l \geq 70$ m .....	1,0
3) <u>Vigas principales, vinculadas al tablero solamente mediante vigas transversales, es decir cuando la losa de la calzada no apoya directamente sobre la viga principal. Pórticos, losas y puentes losas.</u>	
$l < 10$ m .....	1,3
$l = 10$ m .....	1,2
$l = 30$ m .....	1,1
$l \geq 50$ m .....	1,0
4) <u>Estructuras en arco.</u>	
a) <u>Puentes en arco de sección discontinua (vigas aisladas, vigas huecas, sección nervada, etc.)</u>	
$l < 50$ m .....	1,2
$l = 50$ m .....	1,1
$l \geq 70$ m .....	1,0
b) <u>Bóvedas de sección llena:</u>	
$l < 50$ m .....	1,1
$l \geq 50$ m .....	1,0

5) Alcantarillas, cualquier luz.

Tapada menor de 0,20 m .....	1,40
Tapada entre 0,20 y 0,40 m .....	1,30
Tapada entre 0,40 y 0,60 m .....	1,20
Tapada entre 0,60 y 0,80 m .....	1,10
Tapada mayor de 1,00 m .....	1,00

Para el cálculo de las columnas y péndolas de los apoyos y articulaciones o bancos de apoyo y de la presión en la junta de apoyos se adoptará el impacto que corresponde a la parte suspendida o apoyada respectivamente.

En tramos simples se aplicará el coeficiente que corresponde a la luz. En puentes de vigas continuas con o sin articulaciones se tomará para las vigas principales de cada tramo el coeficiente correspondiente a su luz. En los tramos suspendidos entre voladizos (vigas Gerber) se considerará la distancia entre articulaciones. Para los voladizos que soportan tramos suspendidos se tomará el impacto que corresponde a una luz igual a la suma de la luz del voladizo más el tramo suspendido. Para los voladizos que no soportan tramos se tomará la luz del voladizo.

Para los esfuerzos en apoyos intermedios de tramos de distinta luz sirve la media aritmética de los coeficientes de impacto correspondientes a los tramos adyacentes.

d) Influencias de la temperatura, de la contracción y de la fluencia del hormigón.

Solo se tendrán en cuenta las variaciones de temperatura y la contracción en el cálculo de arcos y estructuras hiperestáticas, o en aquellas estructuras en que las mismas puedan originar tensiones de importancia.

Se supondrá en general que la temperatura podrá sufrir una variación de  $\pm 20^{\circ}\text{C}$  a  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  respecto a la temperatura media de ejecución de la obra, según cual sea la región del país donde se construya.

En las partes de la construcción cuya dimensión transversal mínima es de 70 cm. o más y en aquellas que, protegidas por recubrimientos u otros dispositivos están menos expuestas a las variaciones de temperatura, puede disminuirse la diferencia de temperatura arriba indicada en 5°. Al determinar las

dimensiones mínimas no se descontarán los espacios completamente cerrados (por ejemplo secciones huecas en vigas en forma de cajón)

El calentamiento desigual en distintas partes de la construcción (por ejemplo en la cadena de un arco atirantado) se considerará con una diferencia de temperatura  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Para el cálculo del efecto de la contracción se supondrá:

- a) En pórticos y sistemas similares una contracción de  $25 \times 10^{-5}$ .
  - b) En arcos y bóvedas de hormigón armado:
    - Con más de 0,5 % de armadura longitudinal  $25 \times 10^{-5}$ .
    - Con menos de 0,5 % y más 0,1 % de armadura longitudinal  $30 \times 10^{-5}$ .
  - c) Bóvedas de hormigón sin armadura o con armadura menor del 0,1%,  $35 \times 10^{-5}$ .
- El coeficiente de dilatación del hormigón armado se tomará igual a  $10 \times 10^{-6}$ .

Para la determinación de los momentos flectores, esfuerzos de corte y esfuerzos normales resultantes de la variación de temperatura y de la contracción se tomará un coeficiente de elasticidad del hormigón igual a  $E_p = 100.000 \text{ kg/cm}^2$ .

La fluencia del hormigón se halla implícitamente considerada en el valor del coeficiente de elasticidad  $E_p$  del hormigón bajo cargas permanentes y no deberá por lo tanto ser considerada especialmente en los cálculos salvo cuando la misma pueda producir efectos no contemplados en el valor de  $E_p$ . En estos casos se considerará que la deformación por fluencia del hormigón es igual a 1,5 veces la deformación instantánea calculada con  $E_i = 250.000 \text{ kg/cm}^2$ .

### III) FUERZAS ADICIONALES.

#### a) Acción del viento.

La acción del viento se determinará adoptando las siguientes presiones horizontales.

Para puente vacío:  $250 \text{ kg/m}^2$

Para puente cargado:  $150 \text{ kg/m}^2$

Las superficies expuestas a la acción del viento se determinarán de acuerdo a las dimensiones efectivas del puente en la forma que se indica a continuación:

- 1) Puentes vacíos: En estructuras con vigas de alma llena se tomará la proyección vertical de la viga principal exte-



rior y de la parte del tablero que sobresalga.

En estructuras con dos vigas reticuladas, la superficie correspondiente al tablero y la de las partes de las dos vigas principales que sobresalgan, en proyección vertical.

2) Puentes cargados. Se sumará a las superficies calculadas de acuerdo a 1), primero o segundo párrafo, la proyección vertical de la sobrecarga que sobresalga del tablero.

La superficie correspondiente a la sobrecarga móvil se considerará como una faja continua de 2 m. de altura sobre el nivel de la vereda o guardarrueda cubriendo una sola de las fajas de tránsito, cuando así resulte más desfavorable.

3) Seguridad contra el volcamiento:

Debe verificarse la seguridad de las estructuras contra el volcamiento producido por el viento o cualquier otra fuerza lateral, en estado cargado y descargado, admitiéndose como grado de seguridad el valor 1,5.

Para la verificación en puente cargado se tomará en general una fila de vehículos vacíos con 500 kg de peso por metro lineal de puente y considerados como una faja continua de 2 metros de altura. En puentes con calzada superior puede resultar más desfavorable aplicar excéntricamente sobre una de las fajas de circulación las cargas reglamentarias, que a estos efectos se considerarán con una proyección vertical continua de 2 metros de altura.

Si el grado de seguridad es menor de 1,5 se deberán prever anclajes en los apoyos.

b) Esfuerzo producido por el frenado de vehículos.

El frenado de vehículos se tomará en cuenta aplicando una fuerza horizontal en el plano del tablero de  $\frac{1}{25}$  de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta sin impacto, distribuida sobre todo el largo y ancho de la calzada, debiendo adoptarse como mínimo una fuerza de 0,15 veces el peso de una aplanadora por cada faja de circulación.

El esfuerzo de frenado deberá considerarse en conjunto con la fuerza horizontal originada por el frotamiento de apoyos móviles bajo la acción de la carga permanente. Cuando este frotamiento tienda a disminuir el esfuerzo de frenado, los coeficientes de frotamiento se tomarán iguales a la mitad de los valores indicados en el apartado A-III-d.

CONDICIONES GENERALES PARA EL PROYECTO DE  
LAS ESTRUCTURAS EN HORMIGON PRECOMPRESIONADO

I - SISTEMA DE PRECOMPRESION:

Se aceptarán cualquiera de los sistemas que se emplean actualmente siempre que a juicio exclusivo de esta Dirección hayan sido suficientemente sancionados como eficaces por la experiencia conocida.

II - PROCEDIMIENTO DE CALCULO:

El procedimiento a utilizar en el cálculo deberá ser desarrollado con suficiente amplitud para poder ser verificado por esta Dirección.

En caso de utilizarse fórmulas o métodos de cálculos poco conocidos se deberá indicar su origen, si son de fácil interpretación, sino será menester desarrollarlos lo suficiente para poder comprobar su exactitud.

El oferente deberá verificar las siguientes secciones, según sea la viga:

- a) ISOSTATICA: en apoyos y 1/2 de la luz
- b) CONTINUA: en apoyos y en cada décimo 1/10 de la luz de cada tramo.

III - CARGAS DE CALCULO:

Para todo lo relativo a las hipótesis de carga (Fuerzas Principales y Fuerzas Adicionales), deberá considerarse lo establecido en las "Bases para el cálculo de puentes de hormigón armado" publicado por esta Dirección, excepto lo relativo a la disminución al 75% del peso propio que no rige para el caso de los puentes en hormigón precomprimido en los que habrá que considerar el 100% del mismo, esto es sin ninguna reducción.

IV - RESISTENCIA DE LOS MATERIALES:

a) Hormigón

$$\sigma_{bk} \geq 300 \text{ Kg/cm}^2.$$

Siendo  $\sigma_{bk}$  la resistencia característica a los 28 días sobre probetas cilíndricas de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de altura curadas en agua a 20° C, de temperatura.

b) Aceró para la precompresión

$$B_z \geq 14000 \text{ Kg/cm}^2 \text{ para alambres y cordones.}$$

$$B_z \geq 10500 \text{ Kg/cm}^2 \text{ para barras laminadas.}$$

$$B_z = \text{tensión de rotura del acero.}$$

V - TENSIONES ADMISIBLES EN EL HORMIGON:

Reglamento CIRSOC 201 (Tomo 2) - Cap. 26 - Tabla 47.

///...

///...

- 2 -

VI - TENSIONES ADMISIBLES EN LOS ACEROS DE ARMADURAS DE PRECOMPRESION:

Las tensiones definitivas de estos aceros, una vez producidas las pérdidas, no sobrepasarán los siguientes valores:

$$\sigma_e \leq 0,8B_s \text{ (Fluencia)}$$

$$\sigma_e \leq 0,6B_z \text{ (Rotura)}$$

$B_s$  = tensión de fluencia del acero ( $E=0,2\%$  alargamiento).

$B_z$  = tensión de rotura del acero.

---

11

#### 4.1. - BASES PARA EL CALCULO DE PUENTES DE HORMIGON ARMADO (D.N.V.)

Se tendrá en cuenta exclusivamente el capítulo A correspondiente a "CARGAS DE CALCULO" con las prescripciones que se indican en este Artículo.

Los capítulos B y C correspondientes a "Cálculo de Resistencia" y "Dimensionamiento de Secciones de Hormigón Armado" serán reemplazados por los Capítulos 15 a 25 del Reglamento CIRSOC 201.

#### 4.2. - REGLAMENTO CIRSOC 201 (TOMOS I y II)

#### 4.3. - PLIEGO GENERAL DE CODICIONES Y ESPECIFICACIONES TECNICAS MAS USUALES DE LA D.N.V. (EDICION 1994)

#### 4.4. - NORMAS ANTISISMICAS ARGENTINAS N.A.A. 80

### 5. - PRESCRIPCIONES REGLAMENTARIAS

#### 5.1. - CARGAS PARA EL CALCULO

Rigen las prescripciones de las "Bases para el Cálculo de Puentes de Hormigón Armado" de la D.N.V. con las siguientes modificaciones:

En el capítulo A - Cargas de Cálculo - II) Fuerzas Principales

##### a) Carga Permanente

Queda anulado el último párrafo que se refiere a la consideración del 75% del peso propio en la determinación de los esfuerzos exteriores producidos por esta carga permanente.

En sustitución del mismo, vale el siguiente párrafo:

Los cálculos de resistencia que se ajusten a este Reglamento se efectuarán considerando los esfuerzos exteriores que corresponden al 100% del peso propio.

##### b) Sobrecarga Útil

La categoría del puente será A -30.

La multitud compacta ( $p$ ) ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) sobre la calzada se determinará con la expresión que más abajo se detalla, que es función de la longitud cargada, la cual viene determinada por la consideración de la línea de influencia del esfuerzo que se tiene en consideración; a tal efecto se tendrá en cuenta que si es necesario, para obtener los efectos máximos, cargar varias zonas de la línea de influencia, contiguas o no, la longitud cargada  $L$  (m) será igual a la suma de las longitudes de las zonas cargadas.

Estos valores de la multitud compacta se obtienen con la siguiente expresión:

$$p = 365 + \frac{80 \times 10^6}{L^3 + 50 L^2 + 334.000} \quad (\text{kg}/\text{cm}^2)$$