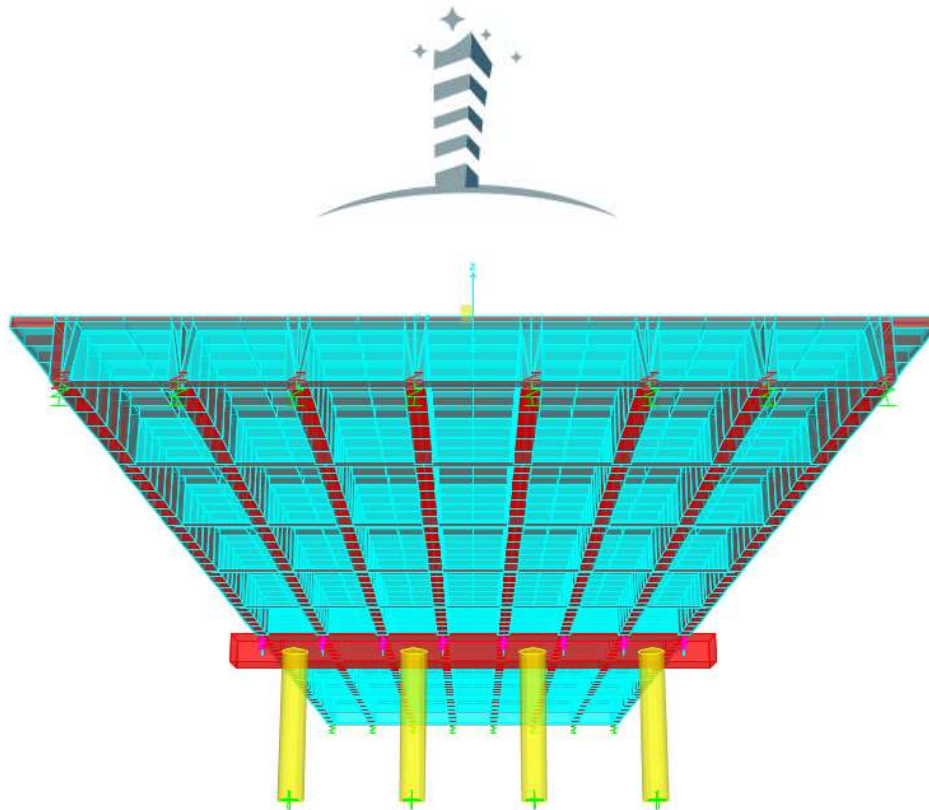


# **FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DE CARGA VIVA**



## **PUENTE VIGA LOSA**

**AASHTO LRFD 2014**

*Alex Henry Palomino Encinas*

[WWW.CEINTPERU.COM](http://WWW.CEINTPERU.COM)

CAJAMARCA, DICIEMBRE DE 2017

## **DESCRIPCIÓN**

El presente documento es una recopilación de especificaciones AASHTO LRFD 2014 para el cálculo de factores de distribución de carga viva en las vigas interiores y exteriores de una sección de tablero tipo viga losa de concreto reforzado. Elaborado por CEINTPERU®.

## 1. PLANTEAMIENTOS INICIALES

Dependiendo del número de carriles cargados en un puente, se deberá distribuir los efectos de la carga vehicular de la manera como se indica en el Artículo 4.6.2.2 de las Especificaciones AASHTO LRFD 2014 a cada una de las vigas que componen la sección del puente, esto es, que se deberá determinar un factor de distribución de carga para las vigas interiores y exteriores para momentos flectores y fuerza cortante, respectivamente.

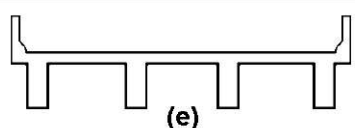
Cabe mencionar que dichos factores de distribución ya consideran el factor de modificación de presencia múltiple de carga viva indicado en la Tabla 3.6.1.1.2-1 de las especificaciones AASHTO LRFD 2014.

**Table 3.6.1.1.2-1—Multiple Presence Factors,  $m$**

Number of Loaded Lanes	Multiple Presence Factors, $m$
1	1.20
2	1.00
3	0.85
>3	0.65

Es entonces que, en función de la geometría, materiales y procesos constructivos de la sección del tablero del puente la Tabla 4.6.2.2-1 los describe de tal manera que podamos emplear expresiones matemáticas específicas para el cálculo de los factores de distribución de carga viva.

En este texto se describe detalladamente el proceso de cálculo de factores de distribución para el puente descrito como tipo (e) en la Tabla ya mencionada.

Cast-in-Place Concrete Tee Beam	Monolithic concrete	
---------------------------------	---------------------	--

**Figura 1-1. Geometría de la sección de puente viga losa (extraído de la Tabla 4.6.2.2-1)**

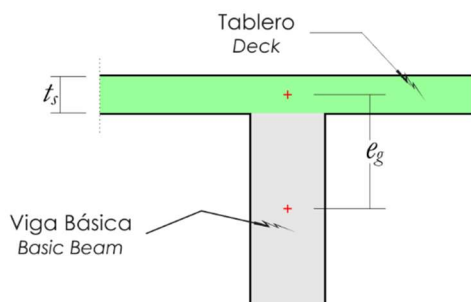
De acuerdo con las indicaciones brindadas, el primer valor a determinar es el parámetro de rigidez longitudinal,  $K_g$ , que se calcula como:

$$K_g = n(I + Ae_g)$$

En donde,  $n$ , representa la relación de módulos de elasticidad de los materiales de la viga,  $E_B$ , y la superficie del tablero,  $E_D$ ,

$$n = \frac{E_B}{E_D}$$

La distancia entre los centros de gravedad de la viga básica y la superficie del tablero,  $e_g$ , se describe en la Figura 2-1.



**Figura 2-1. Distancia entre centros de gravedad.**

Los parámetros,  $A$  y  $I$  corresponden al área y momento de inercia centroidal de la viga básica, todos en pulgadas como unidad de medida básica.

Pudiéndose usar los valores simplificados que se indican en la Tabla 4.6.2.2.1-3 que se indica con las referencias establecidas.

**Table 4.6.2.2.1-3—Constant Values for Articles 4.6.2.2.2 and 4.6.2.2.3**

Equation Parameters	Table Reference	Simplified Value			
		a	e	k	f,g,i,j
$\left(\frac{K_g}{12.0L_s^3}\right)^{0.1}$	4.6.2.2.2b-1	1.02	1.05	1.09	—
$\left(\frac{K_g}{12.0L_s^3}\right)^{0.25}$	4.6.2.2.2e-1	1.03	1.07	1.15	—
$\left(\frac{12.0L_s^3}{K_g}\right)^{0.3}$	4.6.2.2.3c-1	0.97	0.93	0.85	—
$\frac{I}{J}$	4.6.2.2.2b-1, 4.6.2.2.3a-1	—	—	—	$0.54\left(\frac{d}{b}\right) + 0.16$

Las partes b y d del Artículo 4.6.2.2.2 de las Especificaciones AASHTO LRFD 2014 establecen factores de distribución,  $g$ , para momentos flectores en vigas con tableros de concreto; de manera similar, las partes a y b del Artículo 4.6.2.2.3 especifica factores de distribución para fuerzas cortantes, respectivamente.

## 2. VIGAS INTERIORES

### a) MOMENTO FLECTOR (Artículo 4.6.2.2b)

Para el tipo de sección (e) de tablero de puente, el factor de distribución para momento es igual al mayor valor de los calculados de acuerdo con la Tabla 4.6.2.2b-1 (pág. 271)

$$g = \max \begin{cases} 01 \text{ Carril Cargado,} & 0.060 + \left(\frac{S}{14}\right)^{0.4} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.3} \left(\frac{K_g}{12Lt_s^3}\right)^{0.1} \\ 02 \text{ o más carriles,} & 0.075 + \left(\frac{S}{9.5}\right)^{0.6} \left(\frac{S}{L}\right)^{0.2} \left(\frac{K_g}{12Lt_s^3}\right)^{0.1} \end{cases}$$

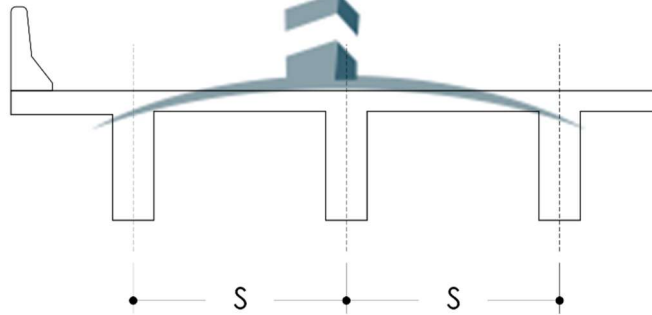
Con la indicación de que estas expresiones se deberán usar cuando el número de vigas en el tablero sea por lo menos un número de 04,  $N_b \geq 4$ , además de los rangos numéricos en los que deben encontrarse los parámetros,  $S$ ,  $t_s$ ,  $L$  y  $K_g$ .

Para tableros con,  $N_b = 3$ , el factor de distribución,  $g$ , deberá ser igual al menor valor obtenido de las ecuaciones indicadas o el obtenido por la regla de la palanca.

En las ecuaciones brindadas,  $L$ , es la longitud del tablero que deberá estar entre

$$20ft(6.00 \text{ mts}) \leq L \leq 240ft(73.15 \text{ mts})$$

El parámetro,  $t_s$ , está indicado en la Figura 2-1, y,  $S$ , en la Figura 1-2.



**Figura 1-2. Separación entre vigas.**

### b) FUERZAS CORTANTES (Artículo 4.6.2.2.3a)

Para la sección del tablero indicada, el factor de distribución será igual al mayor valor calculado que se indica

$$g = \max \begin{cases} 01 \text{ Carril Cargado,} & 0.36 + \frac{S}{25} \\ 02 \text{ o más carriles,} & 0.2 + \frac{S}{12} - \left(\frac{S}{35}\right)^2 \\ & \text{Uso de la Regla de la Palanca} \end{cases}$$

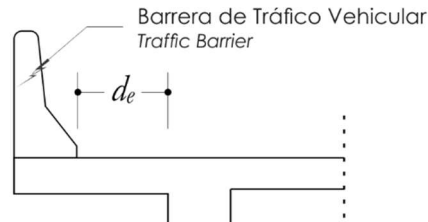
### 3. VIGAS EXTERIORES

#### a) MOMENTOS FLECTORES (Artículo 4.6.2.2.d)

El factor de distribución,  $g$ , será igual al máximo valor de

$$g = \max \begin{cases} 01 \text{ carril cargado,} & \text{Regla de la Palanca} \\ 02 \text{ o más carriles,} & \left(0.77 + \frac{d_e}{9.1}\right) g_{interior} \end{cases}$$

Donde,  $d_e$ , se indica en la Figura 3-1. Cuando,  $N_b = 3$ , se aplican las mismas condiciones ya mencionadas en la página anterior.



**Figura 3-1. Distancia desde viga exterior a barrera de tráfico vehicular.**

#### b) FUERZAS CORTANTES (Artículo 4.6.2.2.3b)

El factor de distribución será igual al mayor de

$$g = \max \begin{cases} 01 \text{ carril cargado,} & \text{Regla de la Palanca} \\ 02 \text{ o más carriles,} & \left(0.6 + \frac{d_e}{10}\right) g_{interior} \end{cases}$$

siendo el parámetro,  $d_e$ , ya indicado en la Figura 3-1.

Debemos tener en cuenta que estos factores de distribución han sido calculados sin considerar la contribución de rigidez que brinda la viga diafragma en la sección del tablero, por lo que se tendrá que calcular factores de distribución de acuerdo como lo sugiere el comentario del Artículo 4.6.2.2.2d mediante la siguiente expresión:

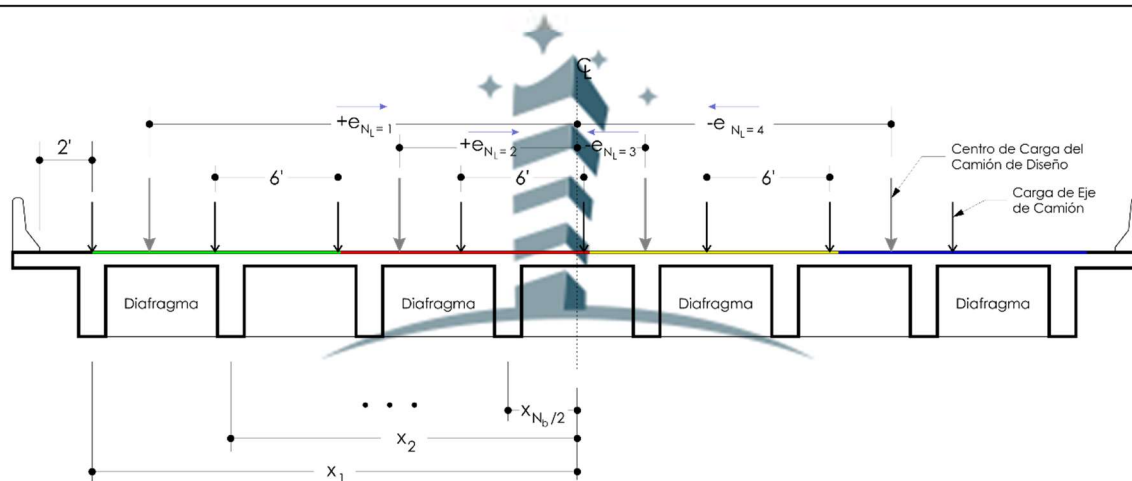
$$R = \frac{N_L}{N_b} + \frac{X_{ext} \sum^{N_L} e}{\sum^{N_b} x^2}$$

En donde,  $N_L$ , representa el número de carriles cargados. El resto de los parámetros se describen en la Figura 3-2.

La Tabla 1-1 muestra la interpretación de los factores de distribución,  $R$ , que luego deberán ser afectados por el factor de presencia múltiple,  $m$ .

**Tabla 1-1.** Factores de Distribución en Vigas Exteriores considerando la participación de la Viga Diafragma

NL	R	m
1	$\frac{1}{N_b} + \frac{x_1(+e_{N_L=1})}{2(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{N_b/2}^2)}$	1.20
2	$\frac{2}{N_b} + \frac{x_1[(+e_{N_L=1}) + (+e_{N_L=2})]}{2(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{N_b/2}^2)}$	1.00
3	$\frac{3}{N_b} + \frac{x_1[(+e_{N_L=1}) + (+e_{N_L=2}) + (-e_{N_L=3})]}{2(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{N_b/2}^2)}$	0.85
4	$\frac{4}{N_b} + \frac{x_1[(+e_{N_L=1}) + (+e_{N_L=2}) + (-e_{N_L=3}) + (-e_{N_L=4})]}{2(x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_{N_b/2}^2)}$	0.65



**Figura 3-2.** Descripción de Parámetros para el cálculo de R.

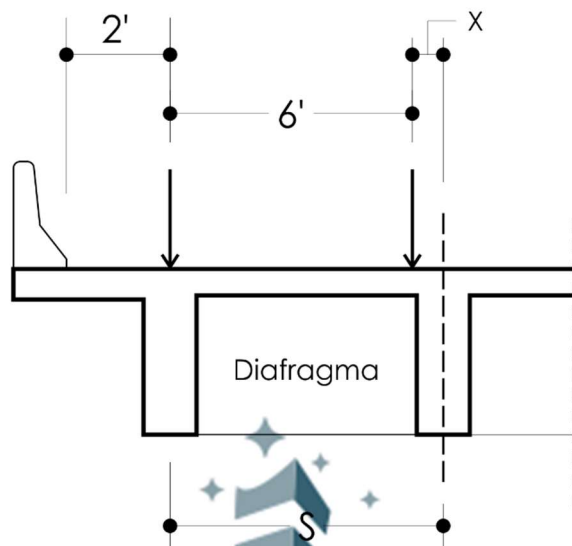
Estos valores deben compararse con los factores de distribución ya calculados juntamente con el factor calculado con la Regla de la Palanca y escoger el mayor de ellos para establecer el factor a usar.

Matemáticamente, el factor de distribución con esta regla sería igual a:

$$g = mR$$

#### 4. REGLA DE LA PALANCA

La Figura 4-1 describe los parámetros que permiten determinar el factor de distribución en una viga exterior buscando que la fuerza resultante de los ejes produzca el mismo momento hacía la viga interior equitativamente en las dos vigas mostradas.



**Figura 4-1. Parámetros de cálculo de factor de distribución.**

La expresión matemática que describe esta indicación es

$$RP = \frac{[(6 + X) + X]}{2S}$$

Que de la misma manera como se indicó en la página anterior, el factor de distribución deberá ser igual a:

$$g = 1.2RP$$

Ya que está calculado para un carril cargado.