

Boletín 69

CALCULO DEL ANCHO DE LA BANDEJA PORTACABLES

Boletín técnico N°69
PARTE 1
Ing. Gregor Rojas

Caracas - Venezuela

CALCULO DEL ANCHO DE LA BANDEJA PORTACABLES.

PARTE 1

Por:

Ing. Gregor Rojas
GERENTE NACIONAL
MERCADEO Y VENTAS
División materiales eléctricos

1. Generalidades.

Toda Canalización Eléctrica requiere de análisis, cálculos y consideraciones que juegan un papel preponderante cuando se define el sistema de bandejas portacables requerido. En los proyectos donde convergen otros sistemas de cableado, como mando, señalización y fuerza, es imprescindible contar con un correcto cálculo de bandeja portacables el cual nos asegure una instalación eléctrica segura.

En www.gedisa.com.ve en la sección manuales técnicos pueden descargar completamente gratis sin restricciones nuestro manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en donde explicamos cómo realizar correctamente un cálculo de sistema de bandejas portacables en función del tipo de tendido que se empleara.

Basado en el Código Eléctrico Nacional, Sección 392, 8va edición COVENIN 200 del año 2009, la bandeja portacables de tamaño adecuada para una determinada aplicación depende del voltaje del sistema y del tipo de fondo de la bandeja seleccionada.

Es importante resaltar que en este boletín técnico nos limitaremos al cálculo del ancho de la bandeja portacables y no estamos considerando otros parámetros de selección. A continuación, se detallan métodos para la escogencia del ancho de la bandeja portacables según el tipo de fondo y del voltaje de operación.

2. Bandejas de fondo tipo escalera o ventilado para conductores de voltaje menor a 2000 Voltios.

Para encontrar el tamaño requerido para una determinada aplicación, la tabla siguiente clasifica todos los posibles casos que se pueden presentar en los sistemas de canalización por bandejas portacables con fondo de tipo escalera o ventilado que soportan cables multiconductores para voltajes menores a los 2000 voltios de acuerdo a lo establecido en el CEN en la sección 392.9.

**TABLA DE CLASIFICACION "A"
CABLES MULTICONDUCTORES**

Caso	Tamaños de Cables	Artículo C.E.N.
1	Cables 4/0 o mayores	392-9 (a) (1)
2	Cables menores a 4/0	392-9 (a) (2)
3	Cables 4/0 o mayor con cables menores	392-9 (a) (3)
4	Cables Control / Alumbrado / Señalización	392-9 (b)

3. Ejemplos de aplicación por caso:

3.1 Ejemplo de aplicación N° 1.

Se requiere soportar cables multiconductores del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC con o sin conductor de puesta a tierra, en calibres 4/0 AWG o superiores de fuerza en un sistema de bandejas portacables con fondo tipo escalera para un voltaje menor a 2000 voltios, con cables en las siguientes cantidades y calibres:

Cantidad Cables	Conductores por cable	Calibre del Conductor
4	3	4/0 AWG
2	3	350 MCM
1	3	500 MCM

Solución:

Se trata de una aplicación designada como caso 1 en la tabla de clasificación "A" para bandejas de fondo escalera o ventilado.

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-9(a)(1). Para mayores detalles puede consultarlo en la sección 392 del CEN o en el apéndice "A" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables.

Tal como lo establece el CEN, se debe cumplir que la suma de los diámetros de todos los cables a ser instalados dentro de la bandeja portacables no debe superar el ancho de la misma y los cables estarán dispuestos en una sola capa.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 2 referida a características de cables multiconductores 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-2.

Para mayor precisión recomendamos solicitar la tabla de características dimensionales de los cables a ser instalados suministrada por el fabricante de cables a quien se les adquirirá los mismos.

De estas tablas se toman los diámetros que están expresados en milímetros y se convierten en centímetros, de forma de operar en las mismas unidades que emplea el C.E.N.

A continuación un extracto de dicha tabla N° 2 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

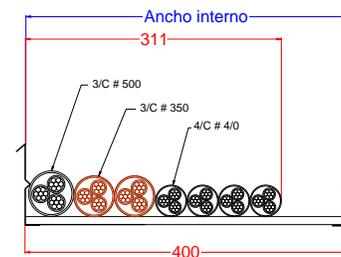
TRES CONDUCTORES				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
4/0	38,50	1.164,16	4.007	193
350	49,10	1.893,45	6.566	246
500	55,90	2.454,23	9.075	280

Posteriormente se colocan los datos y cálculos en la siguiente tabla de operaciones:

No. Cables	Tipo de Conductor	Diámetro mm	Cálculos	Ancho de la bandeja centímetros
4	3C#4/0	38,50	4*3,85	= 15,4
2	3C#350	49,10	2*4,91	= 9,82
1	3C#500	55,90	1*5,90	= 5,90
...	...	...	...	Ancho mínimo = 31,12
...	...	...	...	20 % de espacio de reserva = 6,22
...	...	...	...	Ancho calculado = 37,34 cm
Observaciones				
El espacio de reserva disponible es una opción a ser determinada por el diseñador.				
En los cálculos son convertidos los diámetros de los cables de milímetros a centímetros.				
Todos los cables deben ser instalados en una sola capa.				
Ancho de Bandeja recomendado:				
40 cm				
tipo fondo escalera				
modelo GEDISA HCLN 1040				

Esta tabla de operaciones está ubicada en el apéndice "I" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice I-1, en ella se pueden realizar los cálculos y llevar el registro.

A continuación en la figura 1 se puede observar una disposición de los cables en el interior de la bandeja portacables.



Cables mayores o iguales al calibre 4/0 AWG

Figura 1

3.2 Ejemplo de aplicación N° 2.

Se requiere soportar cables multiconductores del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC con o sin conductor

de puesta a tierra, en calibres inferiores 4/0 AWG de fuerza en un sistema de bandejas portacables con fondo tipo escalera para un voltaje menor a 2000 voltios, con cables en las siguientes cantidades y calibres:

Cantidad Cables	Conductores por cable	Calibre del Conductor
6	3	1/0 AWG
3	3	2/0 AWG
2	3	3/0 AWG

Solución:

Se trata de una aplicación designada como caso 2 en la tabla de clasificación "A" para bandejas portacables de fondo escalera o ventilado.

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-9(a)(2). Para mayores detalles puede consultarlo en la sección 392 del CEN o en el apéndice "A" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables.

Tal como lo establece el CEN, se debe cumplir que la suma de las secciones transversales de todos los cables no superará la superficie máxima permisible de la columna 1 de la tabla 392-9, para el correspondiente ancho de la bandeja portacables.

De esta tabla podemos observar que la proporción entre el ancho de las bandejas portacables y sus áreas de ocupación máxima permisible indicadas en la columna 1 mantienen una proporción de 0,33. Esto se puede comprobar fácilmente haciendo la relación entre 15/45; 30/90 y así sucesivamente, obteniendo como cociente 0,33.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 2 referida a características de cables multiconductores 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-2 y el factor de proporcionalidad de 0,33 explicado anteriormente.

Para mayor precisión recomendamos solicitar la tabla de características dimensionales de los cables a ser instalados suministrada por el fabricante de cables a quien se les adquirirá los mismos.

De estas tablas se toman las secciones expresadas en milímetros cuadrados y se convierten en centímetros cuadrados de forma de operar en las mismas unidades que emplea el código eléctrico nacional.

A continuación un extracto de dicha tabla N° 2 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

TRES CONDUCTORES				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
1/0	30,4	725,84	2.177	152
2/0	32,8	844,53	2.656	164
3/0	35,5	989,80	3.256	178

Posteriormente se colocan los datos y cálculos en la siguiente tabla de operaciones:

No. Cables	Tipo de Conductor	Área mm ²	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
6	3C#1/0	725,84	6*7,26*0,33	= 14,37
3	3C#2/0	844,53	3*8,45*0,33	= 8,37
2	3C#3/0	989,80	2*9,90*0,33	= 6,53
...	...	...	...	Ancho mínimo = 29,27
...	...	...	...	20 % de espacio de reserva = 5,85
...	...	...	...	Ancho calculado = 35,13

Observaciones

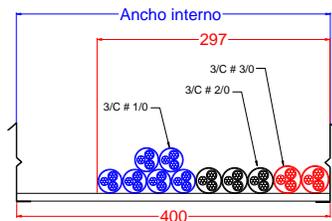
El espacio de reserva disponible es una opción a ser determinada por el diseñador.
En los cálculos son convertidas las áreas de los cables de milímetros cuadrados a centímetros cuadrados y se multiplican por el factor de proporcionalidad determinado de la tabla 392-9 del C.E.N.

Ancho de Bandeja recomendado:

40 cm
tipo fondo escalera
modelo GEDISA **HCLN 1040**

Esta tabla de operaciones está ubicada en el apéndice "I" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice I-1, en ella se pueden realizar los cálculos y llevar el registro.

A continuación en la figura 2 se puede observar una disposición de los cables en el interior de la bandeja portacables.



Cables mayores o iguales al calibre 4/0 AWG
Figura 2

3.3 Ejemplo de aplicación N° 3.

Este ejemplo es una combinación de los dos casos anteriores 1 y 2, permitiendo asentar lo realizado anteriormente obteniendo un ejemplo muy frecuente de estas canalizaciones. Para este caso se requiere soportar sobre una misma bandeja portacables, cables multiconductores del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC con o sin conductor de puesta a tierra, en calibres 4/0 AWG o superiores conjuntamente con cables más pequeños que el calibre 4/0 de fuerza en un sistema de bandejas portacables con fondo tipo escalera para un voltaje menor a 2000 voltios, los cables son de las siguientes cantidades y calibres:

Cantidad Cables	Conductores por cable	Calibre del Conductor
6	3	1/0 AWG
3	3	2/0 AWG
2	3	3/0 AWG
2	3	4/0 AWG
2	3	350 MCM
1	3	500 MCM

Solución:

Ing. Gregor Rojas

Se trata de una aplicación designada como caso 3 en la tabla de clasificación "A" para bandejas portacables de fondo escalera o ventilado.

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-9 (a)(3). Para mayores detalles puede consultarlo en la sección 392 del CEN o en el apéndice "A" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables.

Tal como lo establece el CEN, se debe cumplir que la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores al calibre 4/0 no superarán la sección máxima permisible de la columna 2 indicadas en la tabla 392-9 para el correspondiente ancho de la bandeja portacables.

Asimismo, para los cables mayores o igual al calibre 4/0 se opera en forma análoga al caso 1, es decir, la suma de los diámetros de los cables con calibre 4/0 o mayores a ser instalados, no debe superar el ancho de la bandeja portacables. Estos cables estarán dispuestos en una sola capa y no podrán ser colocados otros cables sobre ellos.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 2 referida a características de cables multiconductores 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-2 y el factor de proporcionalidad de 0,33 explicado anteriormente.

Para mayor precisión recomendamos solicitar la tabla de características dimensionales de los cables a ser instalados suministrada por el fabricante de cables a quien se les adquirirá los mismos.

De estas tablas se toman las secciones en milímetros cuadrados y se convierten en centímetros cuadrados de forma de operar en las mismas unidades que emplea el CEN. De forma

análoga, se tomarán los diámetros en milímetros y se convertirán a centímetros.

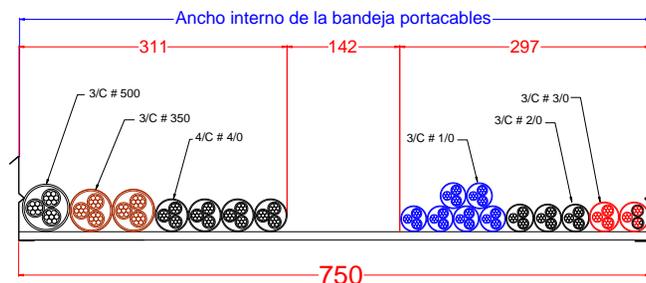
A continuación un extracto de dicha tabla N° 2 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

TRES CONDUCTORES				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
1/0	30,4	725,84	2.177	152
2/0	32,8	844,53	2.656	164
3/0	35,5	989,80	3.256	178
4/0	38,50	1.164,16	4.007	193
350	49,10	1.893,45	6.566	246
500	55,90	2.454,23	9.075	280

Posteriormente se colocan los datos y cálculos en la siguiente tabla de operaciones:

No. Cables	Tipo de Conductor	Diámetro	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
4	3C#4/0	38,50	4*3,85	= 15,4
2	3C#350	49,10	2*4,91	= 9,82
1	3C#500	55,90	1*5,90	= 5,90
Cables 4/0 y mayores Ancho mínimo				= 31,12
		Area		
6	3C#1/0	725,84	6*7,26*0,33	= 14,37
3	3C#2/0	844,53	3*8,45*0,33	= 8,37
2	3C#3/0	989,80	2*9,90*0,33	= 6,53
Cables menores a 4/0 Ancho mínimo				= 29,70
Ancho mínimo bandeja				= 60,39
20 % de espacio de reserva				= 12,08
Ancho calculado				= 72,47
Observaciones				
El espacio de reserva disponible es una opción a ser determinada por el diseñador.				
Los diámetros de los cables son convertidos de milímetros a centímetros en los cálculos.				
Las áreas de los cables son convertidas de milímetros cuadrados a centímetros cuadrados en los cálculos y se dividen por el factor de proporcionalidad calculado del C.E.N.				
Todos los cables 4/0 y mayores deben ser instalados en una sola capa y no se colocarán otros cables sobre ellos.				
Ancho de Bandeja recomendado:				
75 cm				
tipo fondo escalera				
Modelo GEDISA HCLN 1075				

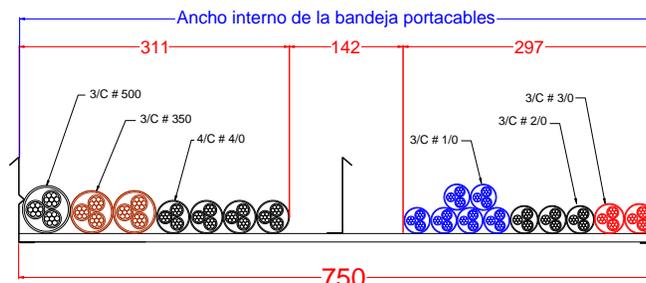
En la figura 3 a continuación se puede observar como estarían dispuestos los conductores.



Cables menores y mayores a 4/0 AWG colocados en la bandeja portacables
Figura 3

El CEN no establece que se deba colocar ninguna barrera entre los cables contenidos en este arreglo dentro de la bandeja, únicamente se deben colocar los conductores de calibre 4/0 AWG o mayores en una sola capa, no obstante es una buena práctica colocar una barrera para separar ambas aplicaciones, sobre todo para establecer el espacio de reserva que le corresponderá a cada lado.

En la figura 4 se puede observar al arreglo anterior con la barrera divisora para segregar los circuitos. Se debe resaltar que la colocación de esta barrera debe realizar tomando en cuenta cual de las dos secciones tendrá mas necesidad de espacio de reserva a futuro, en tal sentido la misma dejara más espacio de reserva al lado más conveniente.



Barrera divisora
Figura 4

3.4 Ejemplo de aplicación N° 4.

En este último ejemplo de este boletín técnico abordaremos la aplicación designada como caso 4 de la tabla de clasificación "A" para bandejas portacables de fondo escalera o ventilado.

Para este caso imaginemos que se requiere soportar sobre una bandeja portacables de altura 10 cm, únicamente cables multiconductores de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC de control y/o señalización en un sistema de bandejas portacables de fondo tipo escalera o ventilado, para un voltaje menor a 2000 voltios, en la bandeja portacables se instalarán los siguientes cables de control y/o señalización en las cantidades y calibres descritos en la tabla:

Cantidad Cables	Conductores por cable	Calibre del Conductor
8	14	14 AWG
6	14	12 AWG
5	14	10 AWG
4	30	14 AWG
2	30	12 AWG
1	10	10 AWG

Solución:

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-9(b). Para mayores detalles puede consultarlo en la sección 392 del CEN o en el apéndice "A" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables.

Tal como lo establece el CEN, para una bandeja portacables de profundidad interior útil de 150 milímetros o menor, que contenga sólo cables multiconductores de control y/o señales, se debe cumplir que la suma de las secciones transversales de todos los cables en cualquier tramo de la bandeja portacables no superará el 50% de la sección transversal interna de dicha bandeja.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 4 referida a características de

cables de control PVC-PVC 75° ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-4.

Para mayor precisión recomendamos solicitar la tabla de características dimensionales de los cables a ser instalados suministrada por el fabricante. De estas tablas se toman las secciones expresadas en milímetros cuadrados y se convierten en centímetros cuadrados de forma de operar en las mismas unidades del C.E.N.

Para garantizar que la suma de las secciones transversales de todos los cables a ser soportados por la bandeja portacables no exceda el 50% de la sección interna de la misma, basta con duplicar las cantidades totales de cables a ser instaladas, es decir, se emplea como factor de multiplicación a 2.

A continuación emplearemos tres extractos de dicha tabla N° 4 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

Calibre 14 AWG			
No. conductores	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km
14	23,4	430,05	726
30	32,1	809,28	1418

Calibre 12 AWG			
No. conductores	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km
14	25,5	498,76	915
30	34,7	945,69	1809

Calibre 10 AWG			
No. conductores	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km
14	27,9	611,36	1271
10	25,6	514,72	962

Posteriormente se colocan los datos y cálculos en la siguiente tabla de operaciones:

No. Cables	Tipo de Conductor	Área mm ²	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
8	14C#14	430,05	$2 \cdot 8 \cdot 4,3/10$	= 6,88
6	14C#12	498,76	$2 \cdot 6 \cdot 4,99/10$	= 5,99
5	14C#10	611,36	$2 \cdot 5 \cdot 6,11/10$	= 6,11
4	30C#14	809,28	$2 \cdot 4 \cdot 8,9/10$	= 7,12
2	30C#12	945,69	$2 \cdot 2 \cdot 9,46/10$	= 3,78
1	10C#10	514,72	$2 \cdot 1 \cdot 5,15/10$	= 1,03
...	...	...	...	Ancho mínimo = 30,91
...	...	...	...	20 % de espacio de reserva = 6,18
...	...	...	...	Ancho calculado = 37,09

Observaciones

El espacio de reserva disponible es una opción a ser determinada por el diseñador.

La altura de la bandeja empleada para efectos de este ejemplo es de 10 centímetros.

Para otras aplicaciones es importante tener en cuenta que al aumentar la altura del riel lateral se obtiene que el ancho de la bandeja disminuya.

Las áreas de los cables son convertidas de milímetros cuadrados a centímetros cuadrados en los cálculos y se dividen por el factor de proporcionalidad calculado del C.E.N.

Ancho de Bandeja recomendado:

40 cm

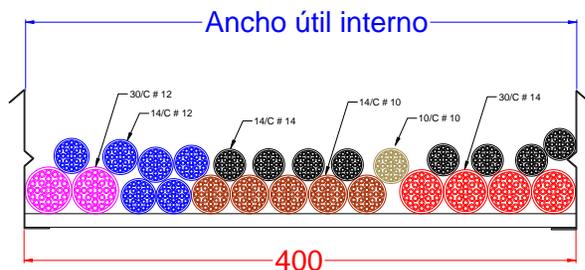
tipo fondo escalera

modelo GEDISA **HCLN 1040**

la parte baja, de esta forma, evitamos sobrecargar el centro de la bandeja portacables así como el no colocar peso sobre los cables más pequeños.

En el próximo boletín técnico veremos todo lo referente al cálculo del ancho de las bandejas portacables pero para bandejas de fondo solido o no ventiladas.

En la figura 5 a continuación se puede observar como estarían dispuestos los conductores.



Cables menores y mayores a N° 4/0 a colocar en bandeja

Figura 5

Es una buena práctica colocar los cables de mayor diámetro más cerca de los laterales y siempre en