

CALCULO DEL ANCHO DE LA BANDEJA PORTACABLES.

PARTE 3

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.

Para comprender mejor el tema del cálculo del ancho de las bandejas portacables, es recomendable haber visto previamente el Boletín Técnico N° 69 PARTE 1 y el Boletín Técnico N° 70 PARTE 2 donde partimos abordamos los casos que aplican para bandejas portacables de fondo tipo ventilado y no ventilados para cables multiconductores.

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 monopares para tensiones menores a los 2000 voltios de acuerdo a lo establecido en el CEN en la sección 392.10.

**TABLA DE CLASIFICACION "C"
CABLES MONOPOLARES**

Caso	Tamaños de Cables	Artículo C.E.N.
1	Cables 1000 Kcmil o mayores	392-10 (a) (1)
2	Cables 250 Kcmil a 1000 Kcmil	392-10 (a) (2)
3	Cables mayores a 1000 Kcmil con menores a 1000 Kcmil	392-10 (a) (3)
4	Con algún cable instalado entre 1/0 y 4/0	392-10 (a) (4)

3. Ejemplos de aplicación por caso:

3.1 Ejemplo de aplicación N° 1.

Se requiere soportar cables monopares del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC, en calibres 1000 KCMIL 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
9	1	1.000KCMIL

Solución:

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

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-10(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 1 referida a características de cables monopares 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-1.

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° 1 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

CABLE MONOPOLAR TTU 90°				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
1000	37,20	1.057,85	5059	183

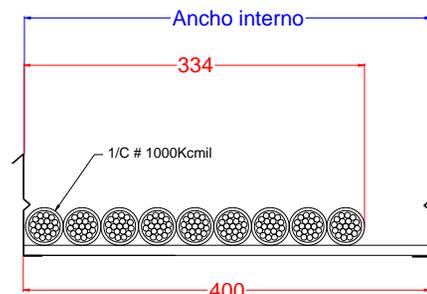
Es importante resaltar que a pesar de que el CEN indica que se deben instalar los conductores en una sola capa, igualmente establece, que cuando

los conductores estén atados juntos formando grupos de circuitos, se permitirá instalarlos en más de una capa.

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

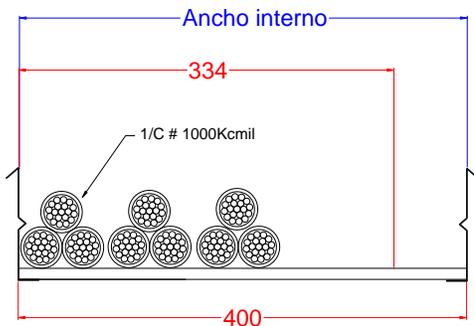
No. Cables	Tipo de Conductor	Diámetro mm	Cálculos	Ancho de la bandeja centímetros
9	1000KCMIL	37,20	9*3,72	= 33,48
...	...	...	...	Ancho mínimo = 33,48
...	...	...	...	20 % de espacio de reserva = 6,70
...	...	...	...	Ancho calculado = 40,18 cm
Observaciones				
El espacio de reserva disponible es una 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. No obstante, cuando los conductores estén atados juntos formando grupos de circuitos, se permitirá instalarlos en más de una 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.



Cables mayores o iguales al calibre 1000Kcmil
Figura 1

En la figura 1 anterior se puede observar una disposición de los cables en el interior de la bandeja portacables, fíjese que están dispuestos en una sola capa, no obstante, en la figura 2 se aprecia la misma bandeja portacables con los cables colocados en arreglo triangular, como se puede apreciar al realizar este tipo de arreglo o configuración se logra una disminución del ancho de la bandeja portacables, téngalo presente si su proyecto así se lo permite.



Cables mayores o iguales al calibre 1000Kcmil
Figura 2

En el boletín técnico 25 parte 1 y boletín técnico 26 parte 2 podrá tener información mas detallada de los arreglos de cableados en paralelos sobre bandejas portacables, no deje de consultarlos es muy recomendable.

3.2 Ejemplo de aplicación N° 2.

Se requiere soportar cables monopares del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC, en calibres comprendidos entre 250 Kcmil inclusive y 1000 Kcmil 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	1	250 Kcmil
3	1	500 Kcmil
3	1	750 Kcmil

Solución:

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

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-10(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 392-10, 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 0,36. Esto se puede comprobar fácilmente haciendo la relación entre 15/42; 30/84 y así sucesivamente, obteniendo como cociente 0,36.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 1 referida a características de cables monopares 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-1 y el factor de proporcionalidad de 0,36 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° 1 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

CABLE MONOPOLAR TTU 90°				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
250	21,27	355,33	1388	85
500	27,60	598,29	2.622	137
750	32,73	841,36	3.881	164

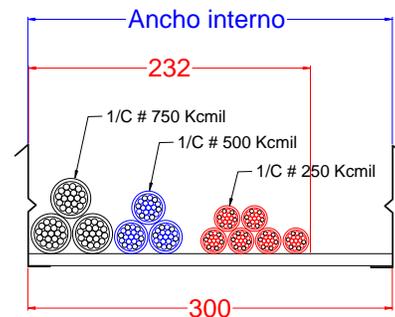
Posteriormente se colocan los datos y cálculos en la siguiente tabla de operaciones:

No. Cables	Tipo de Conductor	Área mm ²	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
6	1C#250	355	$6 \times 3,55 \times 0,36 = 7,67$	
3	1C#500	598	$3 \times 5,98 \times 0,36 = 6,46$	
3	1C#750	841	$3 \times 8,41 \times 0,36 = 9,08$	
...	...	...	...	Ancho mínimo = 23,21
...	...	...	...	20 % de espacio de reserva = 4,64
...	...	...	...	Ancho calculado = 27,85
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 392-10 del C.E.N.				
Ancho de Bandeja recomendado: 30 cm tipo fondo escalera modelo GEDISA HCLN 1030				

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 3 se puede observar una disposición de los cables en el interior de la bandeja portacables. Tenga presente que el CEN no establece ningún requerimiento de cómo deben

ir colocados los cables en esta aplicación, por tal motivo queda a juicio del proyectista.



Cables de calibres comprendidos entre 250 Kcmil inclusive y 1000 Kcmil
Figura 3

En la figura 3 se puede observar una disposición de los cables en el interior de la bandeja portacables dispuestos en arreglo triangular, como se puede apreciar al realizar este tipo de arreglo o configuración se logra una disminución del ancho de la bandeja portacables, téngalo presente si su proyecto así se lo permite.

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 monopolares del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC, en calibres 1000 Kcmil o superiores conjuntamente con cables más pequeños que el calibre 1000 Kcmil 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
9	1	1000Kcmil
3	1	750 kcmil
3	1	500 Kcmil
6	1	250 Kcmil

Solución:

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

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-10 (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 portables.

Tal como lo establece el CEN, se debe cumplir que la suma de las secciones transversales de todos los cables inferiores al calibre 1000 Kcmil no superarán la sección máxima permisible de la columna 2 indicadas en la tabla 392-10 para el correspondiente ancho de la bandeja portables.

Asimismo, para los cables mayores o igual al calibre 1000 Kcmil se opera en forma análoga al caso 1, es decir, la suma de los diámetros de los cables con calibre 1000 Kcmil o mayores a ser instalados, no debe superar el ancho de la bandeja portables.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 1 referida a características de cables multiconductores 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portables en la página apéndice E-1 y el factor de proporcionalidad de 0,36 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.

Ing. Gregor Rojas

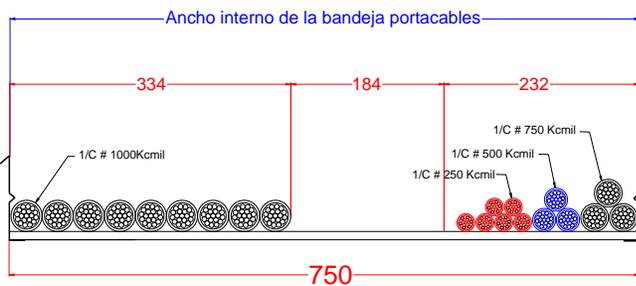
A continuación un extracto de dicha tabla N° 1 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

CABLE MONOPOLAR TTU 90°				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
250	21,27	355,33	1388	85
500	27,60	598,29	2.622	137
750	32,73	841,36	3.881	164
1000	37,20	1.057,85	5059	183

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

No. Cables	Tipo de Conductor	Diámetro	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
9	1000 Kcmil	37,20	1*3,72	= 33,48
Cables 1000 Kcmil y mayores				Ancho mínimo = 33,48
		Área		
6	250 Kcmil	355,33	6*3,55*0,36	= 7,67
3	500 Kcmil	598,29	3*5,98*0,36	= 6,46
3	750 Kcmil	841,36	3*8,41*0,36	= 9,08
Cables menores a 4/0				Ancho mínimo = 23,21
				Ancho mínimo bandeja = 56,69
				20 % de espacio de reserva = 11,34
				Ancho calculado = 68,03
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 deben ser instalados en una sola capa. No obstante, cuando los conductores estén atados juntos formando grupos de circuitos, se permitirá instalarlos en más de una capa.				
Ancho de Bandeja recomendado:				
75 cm				
tipo fondo escalera				
Modelo GEDISA HCLN 1075				

En la figura 4 a continuación se puede observar como estarían dispuestos los conductores.

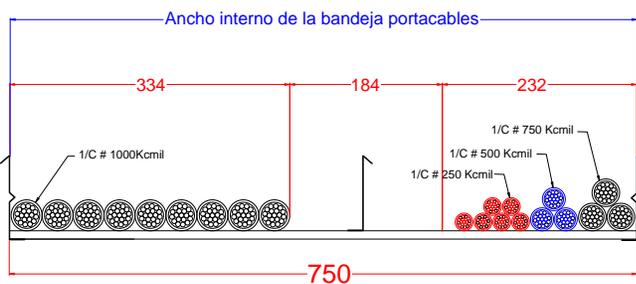


**Cables monopolares
menores y mayores a 1000 Kcmil**

Figura 4

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 1000 Kcmil 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 respecto al calibre de cable que contiene.

En la figura 5 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 más 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.

Se requiere soportar cables monopolares del tipo TTU 90° de cobre con aislamiento de polietileno y chaqueta de PVC, en calibres comprendidos entre

1/0 AWG hasta 4/0 AWG inclusivos 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	1	1/0 AWG
6	1	2/0 AWG
6	1	4/0 AWG

Solución:

Se trata de una aplicación designada como caso 4 en la tabla de clasificación "C" para bandejas de fondo escalera o ventilado.

Procediendo de acuerdo a lo establecido en el CEN sección 392-10(a)(4). 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 monopolares a ser instalados dentro de la bandeja portacables no debe superar el ancho de la misma.

Para la resolución de este ejemplo emplearemos los datos de la tabla 1 referida a características de cables monopolares 600 voltios ubicada en el apéndice "E" del manual de canalizaciones por sistemas de bandejas portacables en la página apéndice E-1.

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.

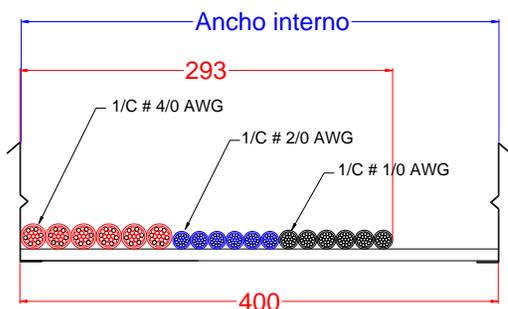
A continuación un extracto de dicha tabla N° 1 del apéndice "E" para facilitar los cálculos:

CABLE MONOPOLAR TTU 90°				
Tamaño	Diámetro mm	Área mm ²	Peso Kgs/Km	Radio curvatura mm
1/0	14,54	166,04	613	58
2/0	15,68	193,10	752	63
4/0	18,55	270,26	1147	74

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

No. Cables	Tipo de Conductor	Diámetro	Cálculos	Ancho bandeja centímetros
6	1/0	14,54	6*1,45	= 8,70
6	2/0	15,68	6*1,57	= 9,42
6	4/0	18,55	6*1,86	= 11,16
Cables entre 1/0 a 4/0 Ancho mínimo				= 29,28
20 % de espacio de reserva				= 5,86
Ancho calculado				= 35,14
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.				
Todos los cables deben ser instalados en una sola capa. No obstante, cuando los conductores estén atados juntos formando grupos de circuitos, se permitirá instalarlos en más de una capa.				
Ancho de Bandeja recomendado:				
40 cm				
tipo fondo escalera				
Modelo GEDISA HCLN 1040				

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



Cables monopolares

Comprendidos ente 1/0 y 4/0 AWG

Figura 5

El CEN no establece que se deban colocar los cables en una sola capa, solo indica que la suma de los diámetros no supere el ancho de la bandeja, sobre este enunciado podemos disponer los cables unos encima de otros.

Próximamente veremos el dimensionamiento de bandejas portacables que soportan cables tipo MV y MC de voltajes nominales superiores a los 2000 voltios, para el cual nos regiremos por el artículo 392.12 del C.E.N. En el cual se establece que se debe cumplir que la suma de los diámetros de todos los cables a ser instalados multiconductores o monopolares no superara el ancho de la bandeja portacables y estarán dispuestos en una sola capa.