

Appendice C. Scelta e dimensionamento delle canaline (cable trays)

Appendix C. Cable trays' selection and sizing

C.1 Introduzione

Introduction

Le canaline (cable trays) sono elementi o insieme di elementi e accessori che formano un sistema strutturale utilizzato per fissare in modo sicuro cavi e raceway. La scelta del tipo di canalina si deve basare sulle caratteristiche tecniche, l'applicazione e i requisiti di installazione richiesti. NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) e NEMA VE 1 rappresentano i documenti di riferimento per l'impiego delle canaline (cable trays); di seguito vengono esposte le linee guida essenziali per la scelta e il dimensionamento.

The cable tray is a unit or assembly of units or sections and associated fittings forming a structural system used to securely fasten or support cables and raceways. The cable tray's selection should be based on the characteristics, application and installation requirements. NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) and NEMA VE 1 are the reference documents for the use of cable trays; here below a guide line for the selection and the sizing of cable trays.

C.2 Dimensionamento delle canaline

Cable trays' sizing

La scelta della dimensione della canalina viene fatta sulla base dell'articolo 392.22 del NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) che in relazione alle diverse condizioni di installazione definisce i diversi criteri di calcolo. Negli schemi che seguono vengono riassunti tali criteri escludendo quelli che non sono di interesse per il presente documento.

The choice of the cable tray's size is made on the basis of Article 392.22 of NFPA 70 "National Electrical Code" (NEC) that, in relation to the different installation conditions, defines the different calculation criteria. The following schemes summarize these criteria excluding those that are not of interest for the scope of the present document.

Criteri di dimensionamento delle canaline ventilate, a scaletta o a filo per cavi multipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V

Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays' sizing criteria for multiconductor cables rated 2000 V or less

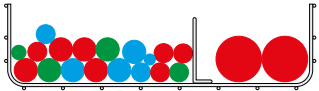
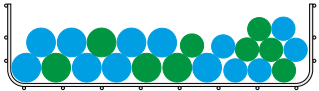
Canaline ventilate, a filo o a scaletta <i>Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays</i>			
Tipologia di cavi <i>Cable type</i>	Sezione dei cavi <i>Cables' size</i>	Criterio di dimensionamento <i>Sizing criteria</i>	Rif. NEC <i>NEC Reference</i>
Insieme misto di cavi multipolari di potenza, segnale e controllo <i>Power, signal and control multiconductor cables mixture</i>	$\geq 4/0$ AWG	La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore alla larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato. <i>The sum of the cables' diameters shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(a)
	$< 4/0$ AWG	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.1). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.1) for the appropriate cable tray width.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(b)
	Tutte <i>Any</i>	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiore a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.2) che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra. <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.2) that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them.</i> 	Art. 392.22(A)(1)(c)
Solo cavi multipolari di segnale e controllo <i>Signal and control multiconductor cables only</i>	Tutte <i>Any</i>	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 50% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6"). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 50% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6").</i> 	Art. 392.22(A)(2)

Tabella C.1. Massima area di riempimento della canalina a scaletta, a filo o ventilata - Art. 392.22(A)(1)(b)
Table C.1. Maximum allowable fill area for ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays - Art. 392.22(A)(1)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.500	2,5
100	4,0	3.000	4,5
150	6,0	4.500	7,0
200	8,0	6.000	9,5
225	9,0	6.800	10,5
300	12,0	9.000	14,0
400	16,0	12.000	18,5
450	18,0	13.500	21,0
500	20,0	15.000	23,5
600	24,0	18.000	28,0
750	30,0	22.500	35,0
900	36,0	27.000	42,0

Tabella C.2. Massima area di riempimento della canalina a scaletta, a filo o ventilata - Art. 392.22(A)(1)(c)
Table C.2. Maximum allowable fill area for ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays - Art. 392.22(A)(1)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.500 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	2,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
100	4,0	3.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	4,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
150	6,0	4.500 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	7,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
200	8,0	6.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	9,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
225	9,0	6.800 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	10,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
300	12,0	9.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	14,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
400	16,0	12.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	18,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
450	18,0	13.500 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	21,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
500	20,0	15.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	23,5 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
600	24,0	18.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	28,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
750	30,0	22.500 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	35,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
900	36,0	27.000 – 30 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	42,0 – 1,2 · $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 4/0 AWG in the same cable tray.

Esempio 1. Determinare la larghezza della canalina a filo che deve accogliere i cavi di potenza indicati in tabella.

Example 1. Select the width of the wire mesh cable tray containing the power cables specified in the table below.

Sezione Size	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
3x4/0 AWG	51,8	5
3x350 kcmil	68,1	2
4x500 kcmil	86,4	2

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi di potenza di sezione maggiore o uguale a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(1)(a) del NEC: "La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore alla larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato."

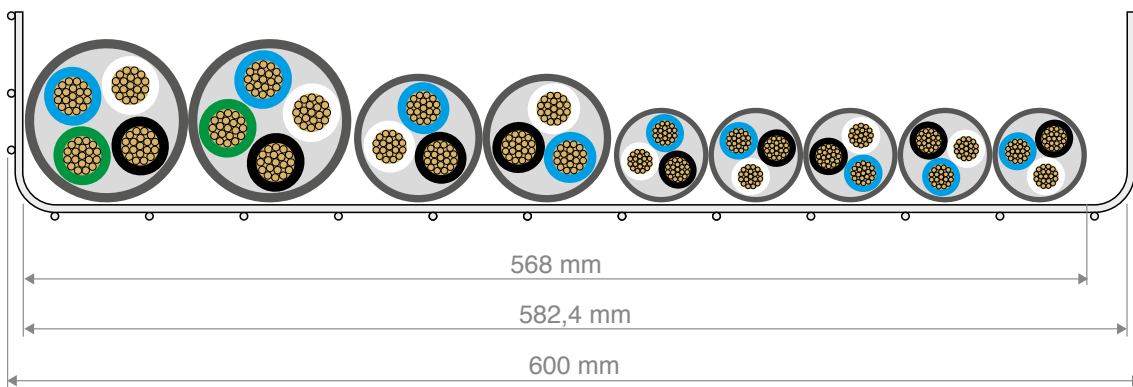
It is a wire mesh cable tray containing power cables with section greater than or equal to 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(1)(a) of NEC: "The sum of the cables' diameters shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer."

Si calcola pertanto la somma di tutti i diametri dei cavi.

The sum of the cables' diameters is calculated as follow.

Sezione Size	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D$ [mm]
3x4/0 AWG	51,8	5	51,8 · 5 = 259,0
3x350 kcmil	68,1	2	68,1 · 2 = 136,2
4x500 kcmil	86,4	2	86,4 · 2 = 172,8
			568,0

È necessaria una canalina a filo da 600 mm di larghezza esterna che con filo 4,4 mm ha una larghezza interna di 582,4 mm.
A 600 mm width wire mesh cable tray (4,4 mm thickness and 582,4 mm internal width) is required.



Esempio 2. Determinare la larghezza della canalina ventilata che deve accogliere i cavi (potenza e controllo) indicati in tabella.

Example 2. Select the width of the ventilated cable tray containing the (power and control) cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter	Numero di cavi Quantity of cables
	D [mm]	n
2x22 AWG	4,4	10
12x18 AWG	11,2	6
10x16 AWG	14	6
3x14 AWG	9	5
4x6 AWG	20,8	4

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi di potenza e controllo di sezione inferiore a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(1)(b) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina".

It is a ventilated cable tray containing power and control cables with section greater than or equal to 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(1)(b) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area for the appropriate cable tray width."

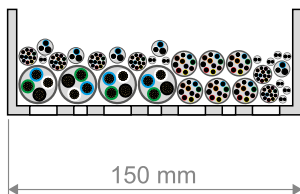
Si calcola pertanto la somma delle sezioni dei cavi.

The sum of the cables' cross-sectional area is calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter	Numero di cavi Quantity of cables	Sezione dei cavi Cross-sectional area	Somma delle sezioni Sum of cross-sectional area
	D [mm]	n	S [mm ²]	ΣS [mm ²]
2x22 AWG	4,4	10	15,2	15,2 · 10 = 152,1
12x18 AWG	11,2	6	98,5	98,5 · 6 = 591,1
10x16 AWG	14	6	153,9	153,9 · 6 = 923,6
3x14 AWG	9	5	63,6	63,6 · 5 = 318,1
4x6 AWG	20,8	4	339,8	339,8 · 4 = 1.359,2
				3.344

Utilizzando la tabella C.1 si ricerca la larghezza della canalina avente un'area di riempimento superiore o uguale a quella calcolata. Si rileva che la canalina più adatta deve avere una larghezza di 150 mm in quanto 4500 mm² > 3.344 mm².

Using the table C.1, the appropriate cable tray's width can be found comparing the allowable fill area that must equal or greater than the calculated one. The most suitable cable tray must have a width of 150 mm as 4500 mm² > 3.344 mm².



Criteria di dimensionamento delle canaline non ventilate per cavi multipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V **Solid bottom cable trays' sizing criteria for multiconductor cables rated 2000 V or less**

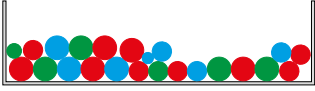
Canaline non ventilate Solid bottom cable trays			
Tipologia di cavi Cable type	Sezione dei cavi Cables' size	Criterio di dimensionamento Sizing criteria	Norma Standard
Insieme misto di cavi multipolari di potenza, segnale e controllo Power, signal and control multiconductor cables mixture	$\geq 4/0$ AWG	La somma dei diametri dei cavi deve essere inferiore al 90% della larghezza della canalina e i cavi devono essere installati su singolo strato. <i>The sum of the diameters of all cables shall not exceed 90% of the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(a)
	$< 4/0$ AWG	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.3). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.3) for the appropriate cable tray width.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(b)
	Tutte Any	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.4) che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra. <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.4) that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them.</i> 	Art. 392.22(A)(3)(c)
Solo cavi multipolari di segnale e controllo Signal and control multiconductor cables only	Tutte Any	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 40% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6"). <i>The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 40% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6").</i> 	Art. 392.22(A)(4)

Tabella C.3. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(A)(3)(b)

Table C.3. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(A)(3)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.200	2,0
100	4,0	2.300	3,5
150	6,0	3.500	5,5
200	8,0	4.500	7,0
225	9,0	5.100	8,0
300	12,0	7.100	11,0
400	16,0	9.400	14,5
450	18,0	10.600	16,5
500	20,0	11.800	18,5
600	24,0	14.200	22,0
750	30,0	17.700	27,5
900	36,0	21.300	33,0

Tabella C.4. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(A)(3)(c)

Table C.4. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(A)(3)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	$1.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$2,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
100	4,0	$2.300 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$3,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
150	6,0	$3.500 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$5,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
200	8,0	$4.500 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$7,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
225	9,0	$5.100 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$8,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
300	12,0	$7.100 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$11,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
400	16,0	$9.400 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$14,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
450	18,0	$10.600 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$16,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
500	20,0	$11.800 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$18,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
600	24,0	$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$22,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
750	30,0	$17.700 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$27,5 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$
900	36,0	$21.300 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$	$33,0 - \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 4/0 AWG in the same cable tray.

Esempio 3. Determinare la larghezza della canalina non ventilata che deve accogliere i cavi (potenza e controllo) indicati in tabella.

Example 3. Select the width of the solid bottom cable tray containing the (power and control) cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
3x350 kcmil	68,1	2
4x500 kcmil	86,4	1
3x14 AWG	9	20
4x6 AWG	20,8	16

Si tratta di una canalina non ventilata contenente cavi di potenza e controllo di sezione sia superiore che inferiore a 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(3)(c) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 4/0 AWG non deve superare la massima area di riempimento della canalina che viene calcolata sulla base delle aree occupate dai cavi di sezione uguale o superiore a 4/0 AWG. I cavi di sezione uguale o maggiore a 4/0 AWG devono essere installati su singolo strato e nessun altro cavo deve essere posato al di sopra".

It is a solid bottom cable tray containing power and control cables with section greater than, equal and lower than 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(3)(c) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area that is based on the cross-sectional areas of the cables equal or larger than 4/0 AWG. The 4/0 AWG and larger cables shall be installed in a single layer, and no other cables shall be placed on them".

Si calcola pertanto la somma dei diametri e delle sezioni dei cavi.

The sum of the cables' diameters and cables' cross-sectional area are calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ [mm]	Sezione dei cavi Cross-sectional area S [mm ²]	Somma delle sezioni Sum of cross-sectional area $\sum S_{\geq 4/0 \text{ AWG}}$ [mm ²]
3x350 kcmil	68,1	2	$68,1 \cdot 2 = 136,2$		
4x500 kcmil	86,4	1	$86,4 \cdot 1 = 86,4$		
3x14 AWG	9	20		63,6	1.272
4x6 AWG	20,8	16		339,8	5.436,8
			222,6		6.708,8

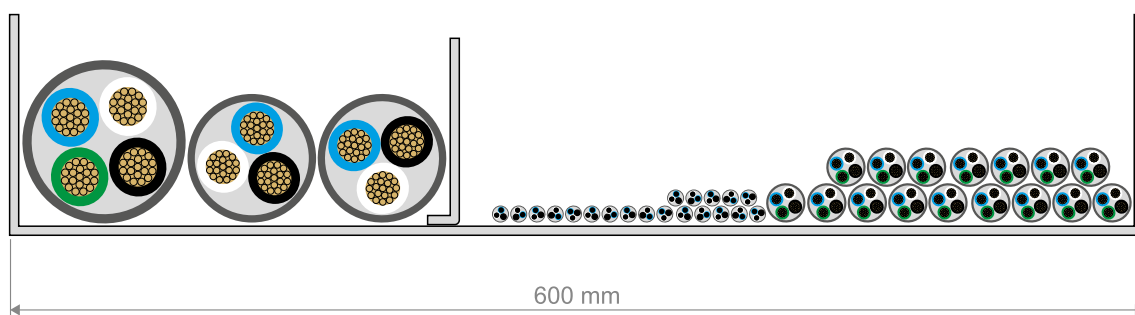
Elaborando la tabella C.4, si calcolano le massime aree di riempimento mediante la formula indicata utilizzando la somma dei diametri esterni dei cavi aventi sezione maggiore o uguale a 4/0 AWG e quindi $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 222,6 \text{ mm}$ (e analogamente $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 8,76 \text{ inch}$).

The maximum allowable fill areas of table C.4 can be calculated by the shown formula using the sum of external diameters of the cables having the size larger or equal than 4/0 AWG, that is $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 222,6 \text{ mm}$ (and, similarly, $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 8,76 \text{ inch}$).

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	-4.365	-7
100	4,0	-3.265	-5
150	6,0	-2.065	-3
200	8,0	-1.065	-2
225	9,0	-465	-1
300	12,0	1.535	2
400	16,0	3.835	6
450	18,0	5.035	8
500	20,0	6.235	10
600	24,0	8.635	13
750	30,0	12.135	19
900	36,0	15.735	24

Si ricerca quindi la larghezza della canalina avente un'area di riempimento superiore o uguale a quella calcolata sommando le sezioni dei cavi aventi sezione inferiore a 4/0 AWG. Si rileva che la canalina più adatta deve avere una larghezza di 600 mm in quanto $8.635 \text{ mm}^2 > 6.708 \text{ mm}^2$.

The cable tray's width must be the one having a fill area greater than or equal to the sum of the cross-sectional areas of all cables smaller than 4/0 AWG. The most suitable cable tray has a width of 600 mm as $8.635 \text{ mm}^2 > 6.708 \text{ mm}^2$.



È possibile valutare la capacità residua che la canalina può gestire nel caso in cui fosse necessario aggiungere ulteriori cavi in futuro.

Tale capacità si calcola in modi diversi a seconda che l'aggiunta sia di cavi aventi sezioni maggiori o minori di 4/0 AWG.

Per valutare la capacità di ampliamento per cavi aventi sezioni maggiori di 4/0 AWG è necessario calcolare a ritroso la somma dei diametri dei cavi considerando un'area di riempimento pari alla somma delle sezioni dei cavi aventi sezione inferiore a 4/0 AWG:

$$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 6.708,8 \text{ mm}^2$$

da cui si ricava $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 299,6 \text{ mm}$ che corrisponde ad una capacità di ampliamento del 34% (data dal rapporto $299,6 / 222,6 = 1,346$).

Al contrario, per calcolare la capacità di riempimento per cavi aventi sezioni inferiori di 4/0 AWG è sufficiente eseguire il rapporto fra l'area di riempimento massima disponibile e l'area di riempimento attuale ($8.635 / 6.708,8 = 1,287$) ottenendo una capacità di ampliamento pari al 28%.

It is possible to estimate the residual fill area that the cable tray can handle in case it is necessary to add additional cables in the future. This capacity is calculated in different ways depending on whether the sections of cables that are required to add (larger or smaller than 4/0 AWG).

To evaluate the expansion capacity for cables having sections equal or larger than 4/0 AWG it is necessary to calculate backwards the sum of the diameters of the cables whereas the fill area is the one previously calculated:

$$14.200 - 25 \cdot \sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 6.708,8 \text{ mm}^2$$

then $\sum D_{\geq 4/0 \text{ AWG}} = 299,6 \text{ mm}$ which corresponds to a capacity of expansion of 34% (given by the ratio $299,6 / 222,6 = 1.346$).

On the contrary, in order to calculate the fill area for cables having sections smaller than 4/0 AWG just run the ratio of the maximum allowable fill area and the previously calculated fill area ($8.635 / 6.708,8 = 1,287$) to obtain a capacity expansion of 28%.

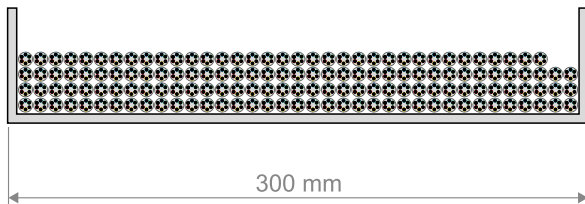
Esempio 4. Determinare il numero massimo di cavi di segnale 6x21 AWG (D = 7,9 mm) che possono essere posati in una canalina non ventilata di 300 mm di larghezza e 60 mm di profondità.
Example 4. Calculate the maximum number of signal cables 6x21 AWG (D = 7,9 mm) which can be laid in a 300 mm width and 60 mm deep solid bottom cable tray.

Si tratta di una canalina non ventilata contenente solo cavi di segnale e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(A)(4) del NEC: "La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare il 40% della sezione interna della canalina. La profondità di 150 mm (6") deve essere utilizzata per calcolare la sezione interna di tutte le canaline aventi una profondità superiore a 150 mm (6")."

It is a solid bottom cable tray containing control cables, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(A)(4) of NEC: "The sum of the cross-sectional areas of all cables shall not exceed 40% of the interior cross-sectional area of the cable tray. A depth of 150 mm (6") shall be used to calculate the allowable interior cross-sectional area of any cable tray that has a usable inside depth of more than 150 mm (6")."

La sezione di un cavo è pari a 49 mm² mentre la sezione interna della canalina è pari a 300-60 = 18.000 mm², di questa si deve considerare il 40% da cui si ricava il numero massimo di cavi che si possono posare 18.000-0,40/49 = 146 cavi in fasci da 300/7,9 = 37 cavi.

The cross-sectional of a cable is equal to 49 mm² while the section of the cable tray is equal to 300-60 = 18.000 mm², considering the 40% of the cable tray's section the maximum number of cables can be calculated as 18.000-0,40/49 = 146 cables in layers of 300/7,9 = 37 cables.



Criteri di dimensionamento delle canaline ventilate, a filo o a scaletta per cavi unipolari con tensioni uguali o inferiori a 2000 V Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays' sizing criteria for single-conductor cables rated 2000 V or less

Canaline ventilate, a filo o a scaletta Ladder, wire mesh or ventilated trough cable trays			
Tipologia di cavi Cable type	Sezione dei cavi Cables' size	Criterio di dimensionamento Sizing criteria	Norma Standard
	< 1/0 AWG	Non consentito. Not allow.	Art. 392.10
Insieme di cavi unipolari Single-conductor cables	≥ 1000 kcmil	La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina ed i cavi devono essere installati in un unico strato. I cavi che sono raccolti insieme e che identificano un singolo circuito possono essere installati su più di uno strato. <i>The sum of the diameters of all single-conductor cables shall not exceed the cable tray width, and the cables shall be installed in a single layer. Conductors that are bound together to comprise each circuit group shall be permitted to be installed in other than a single layer.</i>	Art. 392.22(B)(1)(a)
	250÷900 kcmil	La somma delle sezioni di tutti i cavi non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.5). <i>The sum of the cross-sectional areas of all single-conductor cables shall not exceed the maximum allowable cable tray fill area (Table C.5) for the appropriate cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(b)
	≥ 1000 kcmil e/and 250÷900 kcmil	La somma delle sezioni di tutti i cavi di sezione inferiori a 1000 kcmil non deve superare la massima area di riempimento della canalina (Tabella C.6). <i>The sum of the cross sectional areas of all cables smaller than 1000 kcmil shall not exceed the maximum allowable fill cable tray area (Table C.6) for the appropriate cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(c)
	Se uno è If any are 1/0÷4/0 AWG	La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina. <i>The sum of the diameters of all single conductor cables shall not exceed the cable tray width.</i>	Art. 392.22(B)(1)(d)

Tabella C.5. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(B)(1)(b)

Table C.5. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(B)(1)(b)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	1.400	2,0
100	4,0	2.800	4,5
150	6,0	4.200	6,5
200	8,0	5.600	8,5
225	9,0	6.100	9,5
300	12,0	8.400	13,0
400	16,0	11.200	17,5
450	18,0	12.600	19,5
500	20,0	14.000	21,5
600	24,0	16.800	26,0
750	30,0	21.000	32,5
900	36,0	25.200	39,0

Tabella C.6. Massima area di riempimento della canalina non ventilata - Art. 392.22(B)(1)(c)

Table C.6. Maximum allowable fill area for solid bottom cable trays - Art. 392.22(B)(1)(c)

Larghezza della canalina Width of cable tray		Massima area di riempimento Maximum allowable fill area	
[mm]	[inch]	[mm ²]	[inch ²]
50	2,0	$1.400 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$2,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
100	4,0	$2.800 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$4,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
150	6,0	$4.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$6,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
200	8,0	$5.600 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$8,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
225	9,0	$6.100 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$9,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
300	12,0	$8.400 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$13,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
400	16,0	$11.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$17,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
450	18,0	$12.600 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$19,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
500	20,0	$14.000 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$21,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
600	24,0	$16.800 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$26,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
750	30,0	$21.000 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$32,5 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$
900	36,0	$25.200 - 28 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$	$39,0 - 1,1 \cdot \sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$

Nota. $\sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$ è la somma di tutti i diametri dei cavi di sezione uguale o superiore a 1000 kcmil posati nella stessa canalina.

Nota. $\sum D_{\geq 1000} \text{ kcmil}$ is the sum of the diameters of all cables equal or larger than 1000 kcmil in the same cable tray.

Esempio 5. Determinare la larghezza della canalina a filo che deve accogliere i cavi unipolari indicati in tabella.

Example 5. Select the width of the wire mesh cable tray containing the single conductor cables specified in the table below.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n
1x4/0 AWG	16	10
1x500 kcmil	26	5
1x1000 kcmil	34	5

Si tratta di una canalina aperta contenente cavi unipolari di varie sezioni tra cui quelle comprese tra 1/0 AWG e 4/0 AWG e quindi il criterio di calcolo è quello specificato nell'articolo Art. 392.22(B)(1)(d) del NEC: "La somma dei diametri di tutti i cavi unipolari deve essere inferiore alla larghezza della canalina."

It is a wire mesh cable tray containing single conductor cables with different sections including those between 1/0 AWG and 4/0 AWG, the sizing criteria is the one specified in Art. 392.22(B)(1)(d) of NEC: "The sum of the diameters of all single conductor cables shall not exceed the cable tray width."

Si calcola pertanto la somma di tutti i diametri dei cavi.

The sum of the cables' diameters is calculated as follow.

Cavo Cable	Diametro esterno Outer diameter D [mm]	Numero di cavi Quantity of cables n	Somma dei diametri esterni Sum of external diameters $\sum D$ [mm]
1x4/0 AWG	16	10	$16 \cdot 10 = 160$
1x500 kcmil	26	5	$26 \cdot 5 = 130$
1x1000 kcmil	34	5	$34 \cdot 5 = 170$
			460

È necessaria una canalina a filo da 500 mm di larghezza esterna che con filo 4,4 mm ha una larghezza interna di 482,4 mm.
A 500 mm width wire mesh cable tray (4,4 mm thickness and 482,4 mm internal width) is required.

