



Società Autostrada Tirrenica p.A.

GRUPPO AUTOSTRADALE PER L'ITALIA S.p.A.

**AUTOSTRADA (A12) : ROSIGNANO – CIVITAVECCHIA**

**LOTTO 7**

**TRATTO: BRETELLA DI PIOMBINO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

INFRASTRUTTURA STRATEGICA DI PREMINENTE INTERESSE NAZIONALE LE CUI PROCEDURE DI APPROVAZIONE SONO REGolate DALL' ART. 161 DEL D.LGS. 163/2006

**AU-CORPO STRADALE**

**IMPIANTI Elettromeccanici**

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**DIMENSIONAMENTO CAVI ELETTRICI**

<b>IL RESPONSABILE PROGETTAZIONE SPECIALISTICA</b> Ing. Luigi Schiavetta Ord. Ingg. Pavia N. 1272 <b>RESPONSABILE UFFICIO IMP</b>	<b>IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE</b> Ing. Alessandro Alfì Ord. Ingg. Milano N. 20015 <b>COORDINATORE GENERALE APS</b>	<b>IL DIRETTORE TECNICO</b> Ing. Maurizio Torresi Ord. Ingg. Milano N. 16492 <b>RESPONSABILE DIREZIONE SVILUPPO INFRASTRUTTURE</b>
--	--	---

<b>RIFERIMENTO ELABORATO</b>				<b>DATA:</b> FEBBRAIO 2011		<b>REVISIONE</b>	
<b>DIRETTORIO</b>		<b>FILE</b>					
codice	commessa	N.Prog.	unita'	n. progressivo		n.	data
1	2	1	2	1	7	0	1
			<b>IMP003</b>				
				<b>SCALA:</b>			

<b>ingegneria europea</b>	ELABORAZIONE GRAFICA A CURA DI :	p.i.m. Massimiliano Tentori
	ELABORAZIONE PROGETTUALE A CURA DI :	p.i.m. Massimiliano Tentori
CONSULENZA A CURA DI :	IL RESPONSABILE UFFICIO/UNITA'	Ing. Luigi Schiavetta Ord. Ingg. Pavia N. 1272

<b>RESPONSABILE DI COMMESSA</b> Arch. Mario Canato Ord. Arch. Venezia N. 1294 <b>COORDINATORE OPERATIVO DI PROGETTO</b>	<b>VISTO DEL COMMITTENTE</b> 	<b>VISTO DEL CONCEDENTE</b> 
--	----------------------------------	---------------------------------

Progetto: Piombino rot.3

### Elenco Tratte

Tratta	Circ.	Lungh. (m)	Form.	Cod./Sigla comm.	Cavi / fase	Sez. (mm <sup>2</sup> )	Colori	Importo	
casella A1 palo A1-8	RSTN	155	4X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	6	BC-M-N-GR		S
casella A2 palo A2-8	RSTN	130	4X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	6	BC-M-N-GR		S
casella A3 palo A3-6	RSTN	130	4X	G-sette piu' - FG7(O)R	1	4	BC-M-N-GR		S

**Legenda:**

**Colori:** N: nero, M: marrone, GR: grigio, R: rosso, B: bianco, GV: giallo/verde, A: arancione, RO: rosa, BC: blu chiaro, BS: blu scuro, V: violetto

**Dimensionamento:** S : verifica positiva, N : verifica negativa, \* : non verificata

## Elenco Pezzature

Cod./Sigla comm.	Form.	Sez. (mm <sup>2</sup> )	Codice prod.	Colori	Qtà calc. (m)	Qtà in ord. (m)	Listino	Sconto (%)	Importo
G-sette piu' - FG7(O)R	4X	6	PIR 400000346	BC-M-N-G R	285	285		0	
G-sette piu' - FG7(O)R	4X	4	PIR 400000345	BC-M-N-G R	130	130		0	

Importo totale Non disponibile

**Legenda:**

**Colori:** N: nero, M: marrone, GR: grigio, R: rosso, B: bianco, GV: giallo/verde, A: arancione, RO: rosa, BC: blu chiaro, BS: blu scuro, V: violetto

## Report Tratta

Tratta	cassetta A1 palo A1-8
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	155 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	6 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,91 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	39,99 A (39,99 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,65 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	2,9 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,81 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	17,5 mm

# CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

**TRATTA cassetta A1 palo A1-8**

## 1. DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	155 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	6 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,91 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Portata Nominale (Iz)	39,99 A (39,99 A x 1)
Corrente	4,65 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

## 2. CALCOLO DELLA SEZIONE

### 2.1 Criterio termico

#### 2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento

$$I_0 = 20 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento  $k_1 = 0,93$  p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati  $k_2 = 1$  p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento  $k_3 = 1$  p.u.
- fattore libero di correzione (KFR)  $k_4 = 1$  p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro)  $k_5 = 1$  p.u.

La portata  $I_z$  del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove  $I_b$  è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

### 2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

#### 2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

dove:

- $\Delta V$  è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- $R$  è la resistenza della linea, espressa in ohm
- $I$  è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- $X$  è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$  è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

### 3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 6 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

### 4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

*I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.*

*I Risultati dei calcoli sono validi solo:*

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

*Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule ( $I^2t$ ) è stato calcolato assumendo per  $I$  il valore efficace della corrente di cortocircuito e per  $t$  la durata del cortocircuito stesso.*

*Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ( $<0,1$  s) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule ( $I^2t$ ) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.*

*Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.*

*I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.*

## Report Tratta

Tratta	cassetta A2 palo A2-8
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	130 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	6 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,77 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	39,99 A (39,99 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	4,65 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	2,9 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,81 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	17,5 mm



# CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

**TRATTA cassetta A2 palo A2-8**

## 1. DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	130 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	6 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,77 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Portata Nominale (Iz)	39,99 A (39,99 A x 1)
Corrente	4,65 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

## 2. CALCOLO DELLA SEZIONE

### 2.1 Criterio termico

#### 2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento

$$I_0 = 20 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento  $k_1 = 0,93$  p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati  $k_2 = 1$  p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento  $k_3 = 1$  p.u.
- fattore libero di correzione (KFR)  $k_4 = 1$  p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro)  $k_5 = 1$  p.u.

La portata  $I_z$  del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove  $I_b$  è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

### 2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

#### 2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

dove:

- $\Delta V$  è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- $R$  è la resistenza della linea, espressa in ohm
- $I$  è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- $X$  è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$  è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 6 \text{ mm}^2$$

### 3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 6 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

### 4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

*I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.*

*I Risultati dei calcoli sono validi solo:*

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

*Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule ( $I^2t$ ) è stato calcolato assumendo per  $I$  il valore efficace della corrente di cortocircuito e per  $t$  la durata del cortocircuito stesso.*

*Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ( $<0,1 \text{ s}$ ) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule ( $I^2t$ ) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.*

*Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.*

*I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.*

## Report Tratta

Tratta	cassetta A3 palo A3-6
Tensione Esercizio	400 V
cosphi	0,9
Numero di cavi per fase	1
Frequenza	50Hz
Lunghezza	130 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,71 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Tensione Nominale	0.6/1 kV
Portata Nominale (Iz)	30,69 A (30,69 A x 1)
Temperatura Max Esercizio	90 ° Celsius
Temperatura Max Corto Circuito	250 ° Celsius
Corrente	2,89 A
Fattore di correzione libero	1
Potenza Attiva	1,8 kW
Temperatura in Esercizio Conduttore	30,53 ° Celsius
Verifica di JDC	Positiva
Diametro Esterno	16,1 mm

# CALCOLI GIUSTIFICATIVI DEL DIMENSIONAMENTO O DELLA VERIFICA

**TRATTA cassetta A3 palo A3-6**

## 1. DATI DI PROGETTO

Numero di cavi per fase	1
Lunghezza	130 m
Tipo di Cavo	G-sette piu' - FG7(O)R
Sezione	4 mm <sup>2</sup>
Formazione	4X
Massima caduta di tensione ammissibile	1 %
Caduta di tensione operativa	0,71 %
Tipo di posa	interrato in tubo in terra umida
Temperatura ambiente	30 ° Celsius
Nr circuiti adiacenti	1
Profondità	0,8 m
Distanza	0 m
Circuito	RSTN
Portata Nominale (Iz)	30,69 A (30,69 A x 1)
Corrente	2,89 A
Fattore di correzione libero	1
Verifica di JDC	Positiva

## 2. CALCOLO DELLA SEZIONE

### 2.1 Criterio termico

#### 2.1.1 Massima corrente ammissibile

In relazione ai dati progettuali, per il tipo di cavo scelto, è stata assunta la seguente portata di riferimento

$$I_0 = 20 \text{ A}$$

In funzione della temperatura ambiente e della modalità di posa di progetto sono stati assunti i seguenti fattori di correzione:

- per temperatura ambiente diversa da quella di riferimento  $k_1 = 0,93$  p.u.
- per circuiti adiacenti e/o numero di strati  $k_2 = 1$  p.u.
- per profondità di posa diversa da quella di riferimento  $k_3 = 1$  p.u.
- fattore libero di correzione (KFR)  $k_4 = 1$  p.u.
- per contributo di terza armonica (fase o neutro)  $k_5 = 1$  p.u.

La portata  $I_z$  del cavo scelto, nelle condizioni di installazione previste è stata quindi determinata verificando il criterio seguente:

$$I_z \geq I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \geq I_b$$

dove  $I_b$  è la corrente di impiego del circuito calcolata in base ai dati di progetto, comprese le eventuali armoniche.

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 1,5 \text{ mm}^2$$

### 2.2 Criterio della massima caduta di tensione ammissibile

#### 2.2.1 Regime

La formula assunta per il calcolo delle cadute di tensione a regime è stata la seguente:

$$\Delta V = \sqrt{3}(R_i \cos \phi + X_i \sin \phi)$$

dove:

- $\Delta V$  è la caduta di tensione lungo la linea espressa in volt;
- $R$  è la resistenza della linea, espressa in ohm
- $I$  è la corrente di impiego della linea, espressa in ampere
- $X$  è la reattanza della linea, espressa in ohm
- $\cos \phi$  è il fattore di potenza del carico alimentato dalla linea.

La sezione del cavo è stata scelta in modo da soddisfare il vincolo imposto:

$$\Delta V \leq \Delta V_{\max}$$

La sezione minima, normalizzata che soddisfa questo criterio è pari a:

$$S = 4 \text{ mm}^2$$

### 3. Scelta/Verifica della sezione

La sezione scelta è:

$$S \geq 4 \text{ mm}^2$$

Pertanto in base ai calcoli effettuati può essere considerata corretta

### 4. CONDIZIONI DI VALIDITA'

*I Risultati ottenuti derivano da calcoli analitici la cui affidabilità è stata verificata ma che dipendono dai dati di base introdotti.*

*I Risultati dei calcoli sono validi solo:*

- per carichi lineari
- per i cavi Prysmian

*Nella realizzazione impiegata per il dimensionamento della sezione del cavo in relazione al cortocircuito il valore dell' integrale di Joule ( $I^2t$ ) è stato calcolato assumendo per  $I$  il valore efficace della corrente di cortocircuito e per  $t$  la durata del cortocircuito stesso.*

*Quest' approssimazione è valida per cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi. Nel caso di durate brevi ( $<0,1$  s) e di impegno di dispositivi di protezione del tipo limitatore il valore dell'integrale di Joule ( $I^2t$ ) deve essere fornito dal costruttore del dispositivo di protezione.*

*Le formule impiegate per il calcolo delle cadute di tensione sono valide nell'ipotesi di carichi induttivi, caratterizzati da un fattore di potenza compreso tra 0,9 e 0,5.*

*I valori di resistenza impiegati per il calcolo delle cadute di tensione sono riferiti alla massima temperatura di funzionamento del cavo scelto.*