

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



**DIREZIONE TECNICA**

**U.O. TECNOLOGIE SUD**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**LINEA SALERNO – PONTECAGNANO AEROPORTO**

**TRATTI ARECHI – PONTECAGNANO AEROPORTO**

COMPLETAMENTO METROPOLITANA DI SALERNO TRATTA ARECHI –  
PONTECAGNANO AEROPORTO.

**LF16 - VIABILITA' NORD STAZIONE M12 - NV06A ed NV06B**

SCALA:

Relazione di calcolo di dimensionamento elettrico

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NN1X 00 D 67 CL LF1602 133 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F. Massari 	12/2020	S.M. Spadavecchia 	12/2020	M. D'Avino 	12/2020	A. Presta 



File: NN1X00D67CLLF1602133A.docx

n. Elab.:

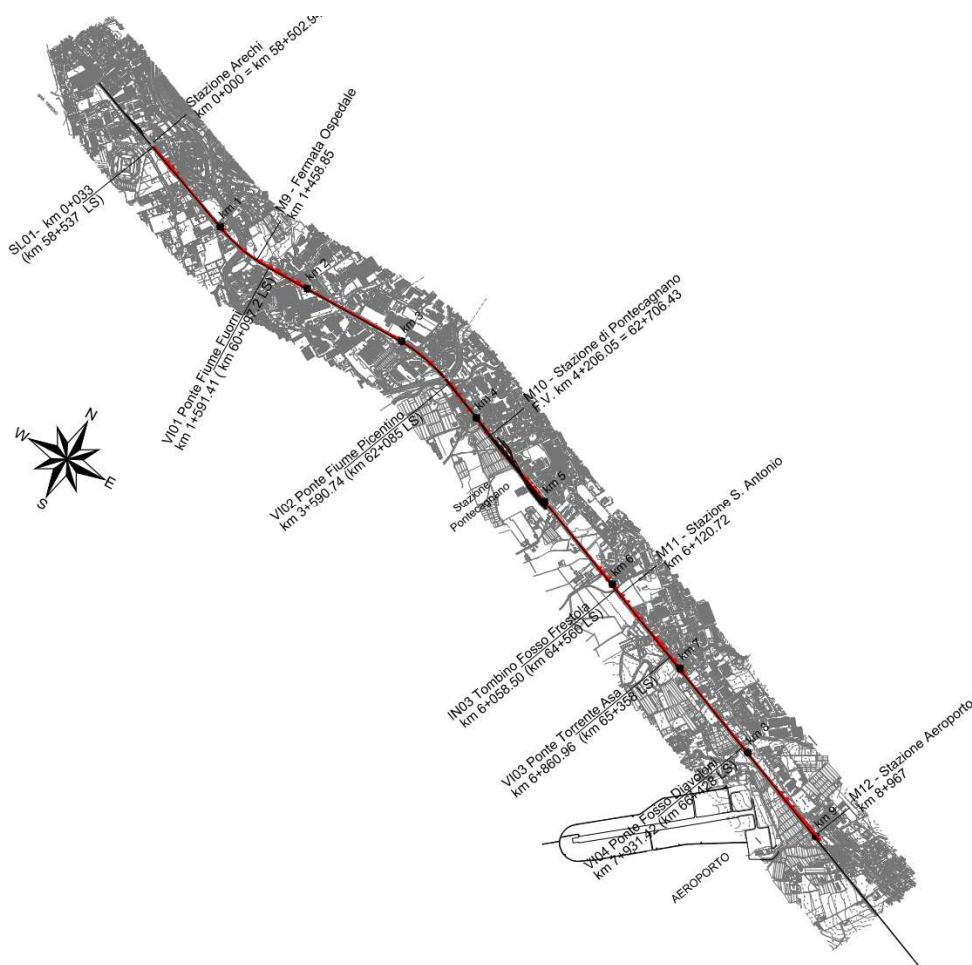
## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>3</b>
2.1 ELABORATI DI PROGETTO.....	3
2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
<b>3. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO.....</b>	<b>6</b>
<b>4. DIMENSIONAMENTO LINEE IN CAVO E VERIFICA DELLE PROTEZIONI.....</b>	<b>10</b>

## 1. INTRODUZIONE

Il presente documento è stato redatto nell'ambito dello sviluppo del Progetto definitivo del Completamento della Metropolitana di Salerno, tratta Arechi – Pontecagnano Aeroporto.

Il suddetto Progetto è finalizzato al potenziamento dei sistemi di trasporto nell'ambito dell'area urbana di Salerno, nell'ottica dell'aumento dell'offerta di servizi ferroviari metropolitani per il collegamento con i comuni dell'hinterland meridionale, migliorando i collegamenti con l'Ospedale, l'Università, l'Aeroporto (inserito nel nuovo piano industriale delle Rete Aeroportuale Campana tra gli aeroporti di interesse nazionale per i quali è necessario adeguare l'accessibilità stradale e ferroviaria) e l'Area Industriale.



La realizzazione del nuovo tracciato metropolitano prevede, tra l'altro, importanti opere di urbanizzazione e di modifica alla viabilità. Il presente documento descrive in dettaglio le scelte tecniche, i criteri e le soluzioni adottate nella progettazione degli impianti di alimentazione elettrica e illuminazione della nuova viabilità NV06A e NV06B – Viabilità NORD Stazione M12.

## 2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 ELABORATI DI PROGETTO

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo riportati nell'elenco elaborati al capitolo "LF16 - VIABILITA' NORD STAZIONE M12 - NV06A ed NV06B", ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel prosieguo del presente documento.

### 2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi di cui si è tenuto conto nello sviluppo della progettazione sono, in linea indicativa ma non esaustiva, i seguenti:

#### **Leggi, Decreti e Circolari:**

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 "Testo Unico sulla sicurezza"
- DM. 37 del 22/01/08 "Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali"
- L.186 del 1.3.1968 "Realizzazioni e costruzioni a regola d'arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici"
- LEGGE REGIONALE CAMPANIA n. 12 del 25 luglio 2002 - "Norme per il contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico da illuminazione esterna pubblica e privata a tutela dell'ambiente, per la tutela dell'attività svolta dagli osservatori astronomici professionali e non professionali e per la corretta valorizzazione dei centri storici".

#### **Normative Tecniche:**

- Nota tecnica RFI.DTC.DNS\A0011\P\2007\715 "Disposizioni integrative per la protezione contro le sovratensioni di apparati e impianti"
- Nota tecnica RFI-DMA\A0011\P\2007\3553. "Sistemi integrati di alimentazione e protezione"
- Linea Guida RFI DMA IM LA LG IFS 300 A "Quadri elettrici di M.T. di tipo modulare prefabbricato"
- Linea Guida RFI DMA IM LA LG IFS 500 A "Sistemi di governo per impianti di trasformazione e di distribuzione energia elettrica"
- Linea Guida RFI DPR TES LG IFS 002 A - Illuminazione nelle stazioni con tecnologia LED
- STI PRN 2007 - Decisione della Commissione del 21 dicembre 2007 relativa ad una specifica tecnica di interoperabilità concernente le «persone a mobilità ridotta» nel sistema ferroviario transeuropeo convenzionale e ad alta velocità.

**Relazione di dimensionamento elettrico**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00 D 67	CL	LF1602 133	A	4 di 11

- IS 728 “Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra negli impianti di categoria 0 (zero) ed I (prima) su linee di trazione elettrica a corrente continua a 3000 V e linee ferroviarie non elettrificate”
- IS 732 rev. D “Sistema integrato di alimentazione e protezione per impianti di sicurezza e segnalamento”
- Nota tecnica RFI/TC.SS/009/523 “Protezione contro le sovratensioni dell’alimentazione degli impianti di sicurezza e segnalamento”
- Nota tecnica RFI /TC.SS.TB /009/318 “Protezione contro le sovratensioni dei sistemi di controllo e di distanziamento dei treni;
- Norma tecnica TE 666 “Norma Tecnica per la fornitura di “Trasformatori di potenza MT/BT”
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma CEI EN 50122-1:2011 “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi – Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno. Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico”;
- Norma CEI EN 50122-2:1998/A1:2002 (CEI 9-6/2) “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi. Parte 2: Protezione contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica, linee in cavo”
- CEI 11-25 “Calcolo di correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 17-5 “Apparecchiature a bassa tensione: Interruttori automatici”
- CEI 34-21 “Apparecchi d’illuminazione: prescrizioni generali e prove”
- CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione - Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale 1000Vca e a 1500Vcc”
- UNI EN 12464-1:2011 “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni”
- UNI EN 12464-2:2014 “Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 2: Posti di lavoro in esterno”
- UNI EN 1838:2013 – Illuminazione di emergenza;
- UNI 11095:2011 “Luce e illuminazione – Illuminazione delle gallerie stradali”
- UNI 11222:2006 – “Illuminazione di interni – Valutazione dell’abbagliamentamento molesto con il metodo URG”;
- UNI 11248:2016 - Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche;
- UNI 11165:2005 – Illuminazione di sicurezza negli edifici – Procedure per la verifica periodica, la manutenzione la revisione e il collaudo;
- UNI EN 13201-2:2016- Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali;

**Relazione di dimensionamento elettrico**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
NN1X	00 D 67	CL	LF1602 133	A	5 di 11

- UNI EN 13201-3:2016 - Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni;
- UNI EN 13201-4:2016 - Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche;
- UNI 10819:1999 - Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- UNI EN 40 - “Pali per illuminazione”;
- RFI DPR DAMCG LG SVI 008B - “Linee guida per illuminazione nelle stazioni e fermate medio/piccole”, anno 2017
- Regolamento Europeo 305/2011, fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
- Norma CEI EN 50575:2014 e CEI EN 50571-A1:2016.
- Variante V4 alla Norma CEI 64-8 ed. 31.05.2017
- Decreto legislativo 16 giugno 2017 n.106

### 3. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO

La progettazione del sistema elettrico oggetto della presente relazione sarà sviluppata in modo da rispondere alle correnti regole dell'arte sull'argomento ed alle richieste dalle vigenti norme.

La progettazione è stata sviluppata considerando sia l'esigenza di continuità dell'esercizio degli impianti alimentati, sia l'affidabilità degli impianti stessi.

Le caratteristiche base a cui risponde l'impostazione progettuale sono in ordine di importanza:

- sicurezza per le persone e le installazioni;
- semplicità di esercizio e facilità di manutenzione;
- semplicità degli schemi;
- economicità e capacità di ampliamento;
- uniformità con gli impianti di tratta.

Per la progettazione il punto di partenza è stato l'analisi (ubicazione, potenza, specifiche esigenze ecc.) dei carichi; una volta individuati i principali fattori dal punto di vista impiantistico le fasi progettuali sono state sviluppate secondo le seguenti fasi di definizione:

- la definizione dell'architettura più idonea per i quadri di alimentazione;
- il dimensionamento dei componenti;
- il coordinamento della protezione e la loro selettività di intervento per assicurare una adeguata continuità di servizio.

Per quanto riguarda il dimensionamento dei cavi di alimentazione ed il loro coordinamento con gli interruttori, sia in termini di corrente nominale che di corrente di taratura è stato tenuto conto dei seguenti aspetti:

- Dimensionamento del cavo in relazione alla portata di corrente in regime permanente;
- Dimensionamento in relazione alla caduta di tensione ammessa inferiore al 4% per i cavi bt;
- Verifica che l'energia specifica passante  $I^2 \cdot t$  sia inferiore a quella ammissibile dal cavo.

La scelta degli interruttori soddisfa le seguenti condizioni:

- La tensione nominale dell'interruttore deve essere  $\geq$  della tensione concatenata della rete;
- La frequenza nominale dell'interruttore deve essere quella di rete;
- La portata deve essere determinata attraverso l'analisi dei carichi considerando il valore di corrente nominale  $I_i$  assorbito dal carico  $i$ -esimo ed il coefficiente di contemporaneità  $\mu_i$  dello stesso per cui la portata è definita da:

$$P \cong 1,1 \div 1,2 \sum_1^u \mu_i \cdot I_i$$

- Il potere di interruzione dell'interruttore deve essere  $\geq$  della corrente di corto circuito trifase permanente nel punto di installazione dell'interruttore.

Lo studio del coordinamento delle protezioni e della loro selettività di intervento è stato correlato adeguatamente alla qualità del servizio.

I tipi di protezione che sono stati considerati nella fase progettuale sono:

- protezione contro sovraccarichi;
- protezione contro i cortocircuiti.

Per il sovraccarico, la taratura dell'interruttore è stata scelta in modo che la corrente nominale sia maggiore della corrente costante che passa in linea ma minore della corrente ammissibile per detta linea e cioè:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

Dove:

$I_b$  è la corrente di impiego della conduttura

$I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore

$I_z$  è la portata nominale della conduttura

Per lo sfruttamento del cavo in sovraccarico temporaneo, si è inoltre verificato che sia soddisfatta la relazione:

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove:

$I_f$  è la corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

La corrente di impiego ( $I_b$ ) è stata determinata in funzione della potenza attiva installata [W], dei coefficienti di contemporaneità ( $K_c$ ) e di utilizzazione ( $K_u$ ) e della tensione di alimentazione, secondo la relazione:

$$I_b = K_c \cdot K_u \cdot \frac{P}{k \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$



Dove:

$k = 1,73$  per circuiti trifase;

$k = 1$  per circuiti monofase.

La protezione delle persone dai contatti indiretti è assicurata dall'utilizzo del sistema di distribuzione.

Si definisce contatto indiretto il contatto di persone con una parte conduttrice di un componente elettrico, che non è in tensione in condizioni ordinarie (massa), ma che può andare in tensione in conseguenza di un guasto dell'isolamento.

I provvedimenti contro questi contatti possono essere:

- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente.

Nel caso in esame è stato adottato il primo provvedimento, per mezzo di interruzione automatica dell'alimentazione con l'impiego di dispositivi a massima corrente, per i circuiti di distribuzione principale e con dispositivi differenziali per i circuiti di distribuzione terminale. Laddove disponibili corpi illuminanti di classe II aventi caratteristiche idonee al progetto in esame, sono state previsti tali dispositivi.

Il dispositivo di protezione dovrà, in caso di guasto fra un conduttore e la massa o il conduttore di protezione, intervenire in un tempo sufficiente a scongiurare rischi di effetti patofisiologici alla persona entrata in contatto con parti accessibili in tensione a causa del guasto stesso.

Per quanto riguarda la protezione del cavo, l'interruttore deve assicurare l'eliminazione della corrente di cortocircuito in un tempo  $t_c$  compatibile con il limite di energia specifica passante, cioè deve risultare:

$$I_{cc}^2 \cdot t_c \leq k^2 \cdot S^2$$

Per il corto circuito minimo deve risultare:

$$I_{cc \min} > I_{magn}$$

In tale situazione la  $I_{cc \min}$  corrisponde ad un cortocircuito all'estremità della linea di tipo:

- fase-fase per circuiti senza neutro;
- fase-neutro per circuiti con neutro.

Il valore della corrente di corto circuito minimo da considerare per la verifica della precedente relazione è dato da:

$$I_{cc \min} = \frac{15 \cdot V \cdot S}{L}$$

Dove:

L = lunghezza massima della conduttura

15 = fattore che tiene conto dell'aumento di resistenza con la temperatura

V = tensione in volt (tensione concatenata per i circuiti trifase senza neutro e tensione di fase per i circuiti trifase con neutro o monofase)

S = sezione della conduttura in mm<sup>2</sup>

$I_{cc\ min}$  = corrente di cortocircuito minima all'estremità della conduttura

In riferimento al valore del corto circuito nel punto di installazione degli interruttori e al loro potere di interruzione, tutti gli interruttori devono soddisfare la seguente relazione:

$$P_i > I_{cc}$$

Dove:

$P_i$  = potere di interruzione dell'interruttore in kA

$I_{cc}$  = valore presunto della corrente di cortocircuito massimo nel punto di installazione

La caduta di tensione, in riferimento alla sezione, al tipo di conduttore scelto, alle tabelle CEI-UNEL e alla lunghezza della linea di alimentazione deve in genere essere sempre contenuta entro un limite massimo pari al 4%.

Per i calcoli si è applicata la seguente formula:

$$\Delta V = k \cdot I_b \cdot l \cdot (r \cos \varphi + x \sin \varphi)$$

Dove:

$k = \sqrt{3}$  per linee trifasi

$k=2$  per linee monofasi;

$I_b$  = corrente di impiego della linea;

l = lunghezza della linea;

r = resistenza specifica della conduttura;

x = reattanza specifica della conduttura;

$\varphi$  = angolo di sfasamento tra la tensione e la corrente

Il valore percentuale della caduta di tensione si ricava da:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V} \cdot 100$$

#### **4. DIMENSIONAMENTO LINEE IN CAVO E VERIFICA DELLE PROTEZIONI**

Il dimensionamento delle linee in cavo e relativa verifica della protezione dalle sovracorrenti e dai contatti diretti – indiretti del quadro QBT è stato eseguito in base alle seguenti ipotesi di calcolo:

- Tensione BT nominale di esercizio 230V/400V trifase con neutro;
- Frequenza di esercizio 50 Hz;
- Temperatura massima ambiente 30°C;
- Modalità di posa dei conduttori:
- numero 61 prevista dalla Norma CEI 64-8 “Cavi unipolari con guaina e multipolari in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati”, per le utenze esterne al fabbricato;

Si sottolinea che in tale fase progettuale il calcolo sulla selettività ed il coordinamento è stato eseguito utilizzando apparecchiature standard disponibili sul mercato. A valle dell’emissione del progetto di dettaglio e della scelta specifica del tipo di apparecchiatura (marca e modello), il presente dimensionamento andrà riverificato.

Con tali ipotesi di calcolo sono stati prodotti, con l’ausilio di strumenti software di mercato, i report riportati nel:

- Allegato 1 – Tabelle 64-8

Quadro: <b>QENV06</b>					Tavola: <b>1</b>					Impianto: <b>Progetto Impianto Elettrico</b>																
Sigla Arrivo: <b>QNO</b>					Cliente:					Descrizione Quadro:																
Sistema di distribuzione: <b>TT</b>					Resistenza di terra: <b>10 [Ω]</b>					C.d.t. % Max ammessa: <b>4 %</b>				Icc di barratura: <b>4,418 [kA]</b>				Tensione: <b>400 [V]</b>								
<b>Circuito</b>					<b>Apparecchiatura</b>					<b>Corto circuito</b>								<b>Sovraccarico</b>			<b>Test</b>					
Lunghezza ≤ Lunghezza max C.d.t. % con I <sub>b</sub> ≤ C.d.t. max										Icc max ≤ P.d.I.					I <sup>2</sup> t ≤ K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>						I <sub>b</sub> ≤ I <sub>n</sub> ≤ I <sub>z</sub>			I <sub>f</sub> ≤ 1,45 I <sub>z</sub>		
															FASE		NEUTRO		PROTEZIONE							
Sigla utenza	Sezione	L	L max	C.d.t.% con I <sub>b</sub>	Tipo	Distribuzione	I <sub>d</sub>	P.d.I.	Icc max	I di Int. Prot.	I <sub>gt</sub> Fondo Linea	I <sup>2</sup> t max Inizio Linea	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	I <sup>2</sup> t max Inizio Linea	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	I <sup>2</sup> t max Inizio Linea	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup>	I <sub>b</sub>	I <sub>n</sub>	I <sub>z</sub>	I <sub>f</sub>	1,45 I <sub>z</sub>				
	[ mm <sup>2</sup> ]	[ m ]	[ m ]	[ % ]			[ A ]	[ kA ]	[ kA ]	[ A ]	[ A ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A <sup>2</sup> S ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]	[ A ]				
QN0	---	---	---	0,14	---	Quadripolare	0,03	0	4,42	0,03	4,98	---	---	---	---	---	---	9,313	10	---	13	---	SI			
LS	---	---	---	0,14	---	Monofase L2+N	0,03	50	2,33	0,03	4,98	---	---	---	---	---	---	0	2	---	4,2	---	SI			
SPD	---	---	---	0,14	---	Quadripolare	0,03	---	4,39	0,03	4,98	---	---	---	---	---	---	0	10	---	13	---	SI			
QN3	1(2x2,5)	1	611	0,22	---	Monofase L1+N	0,03 - Cl. A	10	2,33	0,03	4,98	635	127.806	635	127.806	0	193.600	0,962	4	29	5,2	42	SI			
CC	---	---	---	0,14	---	Monofase L2+N	0,03	---	2,33	0,03	4,98	---	---	---	---	---	---	0	10	---	13	---	SI			
QN5	---	---	---	0,16	---	Quadripolare	0,5 - Cl. A	10	4,39	0,03	4,98	---	---	---	---	---	---	8,351	25	---	33	---	SI			
QN5.1	1(4x4)	540	940	1,37	---	Quadripolare	---	10	3,96	---	---	11.267	327.184	5.995	327.184	---	---	2,037	10	24	13	35	SI			
QN5.2	1(4x4)	550	854	1,53	---	Quadripolare	---	10	3,96	---	---	11.267	327.184	5.995	327.184	---	---	2,24	10	24	13	35	SI			
QN5.3	1(4x4)	760	940	1,81	---	Quadripolare	---	10	3,96	---	---	11.267	327.184	5.995	327.184	---	---	2,037	10	24	13	35	SI			



