

COMMITTENTE



**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**  
Porti di Palermo e Termini Imerese

## LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO DI SOPRAFLUTTO DEL PORTO DI TERMINI IMERESE

**PROGETTO DEFINITIVO  
PROGETTO GENERALE**

TITOLO

**PROGETTO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI  
IMPIANTI ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI  
RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

ELABORATO	SCALA	NS. RIF	RIF. ARC. - NA4
IE.01	-	IE_01.doc	AUTAPA11 - 21

DATA	REVISIONE	REDATTORE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
17 giugno 2013	emissione	AL	GI	EC



**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**  
Porti di Palermo e Termini Imerese

**PROGETTAZIONE IMPIANTI**

Ing. Salvatore Acquista  
Ing. Enrico Petralia

*Collaboratori per la progettazione  
degli impianti*

Geom. Vincenzo D'Amico  
Geom. Antonino Martorana

**IL RESPONSABILE  
DEL PROCEDIMENTO**  
Ing. Sergio La Barbera

**COORDINATORE PER  
LA SICUREZZA IN FASE  
DI PROGETTAZIONE**

Ing. Paolo Tusa



**IL PROGETTISTA**  
*Responsabile dell'integrazione  
tra le prestazioni specialistiche*  
Ing. Elio Ciralli

*Coordinamento*  
Ing. Giancarlo Inserra

*Collaboratori*  
Arch. Ivana Lorenzano  
Ing. Alfredo Lucarelli

**AUTORITA' PORTUALE DI PALERMO**

*Porti di Palermo e Termini Imerese*

**LAVORI DI COMPLETAMENTO DEL MOLO FORANEO  
DI SOPRAFLUTTO DEL PORTO DI TERMINI IMERESE**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PROGETTO GENERALE**

**IMPIANTI ELETTRICI, ILLUMINOTECNICI E SPECIALI  
RELAZIONE DESCRITTIVA E DI CALCOLO**

**GIUGNO 2013**

VERSIONE:	DESCRIZIONE:	PREPARATO:	CONTROLLO:	DATA:
01				17 GIU 2013
NOME FILE: IE_01.DOC			DISTRIBUZIONE: RISERVATA	

## INDICE

---

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI .....</b>	<b>1</b>
2.1 INTERVENTO 1: DALLA PROGR. 1.205,00 M ALLA PROGR. 1.455,00 M .....	1
2.2 INTERVENTO 2: DALLA PROGR. 695,50 M ALLA PROGR. 1.205,00 M .....	2
2.3 INTERVENTO 3: DALLA PROGR. 0,00 M ALLA PROGR. 695,50 M .....	2
2.4 INTERVENTO 4: DALLA PROGR. 695,50 M ALLA PROGR. 706,00 M .....	2
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>3</b>
<b>4. CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>4</b>
<b>5. RETE DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>4</b>
5.1 CAVI .....	4
<b>6. QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE E COMANDO .....</b>	<b>6</b>
6.1 PROTEZIONE DAI SOVRACCARICHI E DAI CORTOCIRCUITI.....	6
6.2 SELETTIVITÀ TRA INTERRUTTORI AUTOMATICI .....	8
6.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	8
6.4 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	8
6.4.1 <i>Scelta della corrente differenziale nominale di intervento <math>I_{dn}</math></i> .....	9
6.4.2 <i>Selettività tra interruttori differenziali</i> .....	9
<b>7. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE PRESE EI/FM E LUCE .....</b>	<b>9</b>
<b>8. ALCUNI OBBLIGHI DI LEGGE .....</b>	<b>10</b>
8.1 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ .....	10
8.2 DENUNCIA DI TERRA .....	10
<b>9. SCHEMA SINOTTICO DELLE POTENZE INSTALLATE.....</b>	<b>11</b>
<b>10. CALCOLO ILLUMINOTECNICO .....</b>	<b>11</b>
10.1 VERIFICHE ILLUMINOTECNICHE .....	12

## 1. PREMESSA

---

Il porto di Termini Imerese viene oggi dotato di tutti gli impianti necessari (elettrico, illuminotecnico, idrico, fognario, antincendio) grazie ai “Lavori di ripristino statico dei piazzali del porto commerciale e rifacimento degli impianti ed arredi”, già appaltati dall’Autorità portuale ed in corso di realizzazione.

Nell’ambito di tali lavori viene realizzato un nuovo impianto illuminotecnico a servizio della banchina della diga foranea e del massiccio limitrofo fino alla progressiva 695,00 m.

La presente relazione è relativa ai nuovi impianti elettrici, illuminotecnici e speciali a servizio del molo foraneo di sopraflutto dalla prog. 695,00 m fino alla nuova testata ed all’adeguamento di quelli della banchina secondo le nuove quote di calpestio.

Le nuove linee saranno allacciate alle reti previste nei lavori citati nei punti di consegna espressamente individuati.

Le caratteristiche dei suddetti impianti sono descritte in dettaglio nei successivi paragrafi.

## 2. DESCRIZIONE SOMMARIA DEGLI INTERVENTI

---

Di seguito si riporta la descrizione sommaria dei singoli interventi previsti.

### 2.1 INTERVENTO 1: DALLA PROGR. 1.205,00 m ALLA PROGR. 1.455,00 m

---

Lungo il nuovo prolungamento (intervento 1, dalla progr. 1.205,00 m alla progr. 1.455,00 m) è prevista:

- la collocazione di n. 11 proiettori a led del tipo DISANO Mini Stelvio Plus L Powerled da 51 W o similari, dotati delle seguenti caratteristiche:
  - corpo e telaio: in alluminio pressofuso e disegnati con una sezione a bassissima superficie di esposizione al vento; alette di raffreddamento integrate nella copertura;
  - attacco palo: in alluminio pressofuso, è provvisto di ganasce per il bloccaggio dell’armatura secondo diverse inclinazioni. Orientabile da 0° a 15° per applicazione a frusta e da 0° a 10° per applicazione a testa palo. Passo di inclinazione 5° idoneo per pali di diametro 63-60 mm;
  - diffusore: vetro trasparente sp. 4 mm temperato resistente agli shock termici e agli urti (UNI-EN 12150-1 : 2001);
  - verniciatura: a polvere con resina a base poliestere, resistente alla corrosione e alle nebbie saline;
  - dotazione: dispositivo automatico di controllo della temperatura. Nel caso di innalzamento imprevisto della temperatura del LED causata da particolari condizioni ambientali o ad un anomalo funzionamento del LED, il sistema abbassa il flusso luminoso per ridurre la temperatura di esercizio garantendo sempre il corretto funzionamento. Diodo di protezione contro i picchi di tensione;
  - equipaggiamento: completo di connettore stagno IP67 per il collegamento alla linea;
  - sezionatore di serie in doppio isolamento che interrompe l’alimentazione elettrica all’apertura della copertura;

- l'apparecchio deve essere realizzato in classe II in conformità alle vigenti norme EN60598 - CEI 34-21 e protetto con grado IP65IK08 secondo la norma EN60529.
- lo spostamento del fanale di segnalamento di colore verde esistente sull'attuale testata della diga foranea, compresi l'accatastamento del materiale e la successiva ricollocazione in nuova posizione come da progetto, con il cablaggio elettrico;
- l'installazione di una colonnina di distribuzione energia con presa interbloccata con 3P+N+T da 63 A nella testata del nuovo molo foraneo.

Inoltre è prevista la posa di cavidotti corrugati in PEAD  $\Phi 110$  (4 per la linea potenza + 2 per la linea segnali), la collocazione dei pozzetti di ispezione con chiusini in ghisa carrabili sul massiccio e il cablaggio dei cavi necessari per l'alimentazione elettrica, dal punto di consegna previsto nel progetto "Lavori di ripristino statico dei piazzali del porto commerciale e rifacimento degli impianti ed arredi" sulla banchina della diga foranea del porto di Termini Imerese.

## 2.2 INTERVENTO 2: DALLA PROGR. 695,50 m ALLA PROGR. 1.205,00 m

Lungo il massiccio del molo foraneo esistente (intervento 2, dalla progr. 695,00 m alla progr. 1.205,00 m, è prevista l'installazione di un apposito impianto di illuminazione composto da n. 21 apparecchi tipo DISANO Mini Stelvio Plus L Powerled da 51 W o similari aventi le medesime caratteristiche riportate al paragrafo precedente.

## 2.3 INTERVENTO 3: DALLA PROGR. 0,00 m ALLA PROGR. 695,50 m

Lungo la banchina del molo foraneo (intervento 3, dalla progr. 0,00 m alla progr. 695,00 m, è previsto l'adeguamento al presente progetto degli impianti già installati nell'ambito dei "Lavori di ripristino statico dei piazzali del porto commerciale e rifacimento degli impianti ed arredi", già appaltati dall'Autorità Portuale.

Detto impianto è stato realizzato tenendo conto dell'abbassamento della quota di calpestio prevista nel presente progetto. Quindi sia la quota dei cavidotti, dei pozzetti e delle fondazioni dei pali di illuminazione sono tali da garantire la compatibilità con il presente progetto.

L'intervento previsto in questa sede prevede solo la ricollocazione dei pali con i corpi illuminanti e dei chiusini dei pozzetti di derivazione e di ispezione.

## 2.4 INTERVENTO 4: DALLA PROGR. 695,50 m ALLA PROGR. 706,00 m

Sul nuovo molo martello (intervento 4, dalla progr. 695,50 m alla progr. 706,00 m) sono previsti:

- la fornitura e posa in opera di un fanale di segnalamento su palo, a LED, ad energia solare, a luce verde, visibilità fino a 3 miglia nautiche (5,4 km) costituito da:
  - corpo monoblocco completamente sigillato in alluminio, lente in policarbonato, 36 LED luce emessa colore verde, 208 lampeggi disponibili incluso luce fissa, pannello solare multicristallino ad elevata efficienza incapsulato in resina poliuretana resistente ai raggi UV, batteria interna 20 Ah, attivazione notturna automatica, telecomando ad infrarossi. Le caratteristiche dei colori e dei lampeggi rispettano le specifiche standard IALA;
  - palo (D=219 mm; h=6,00 m) a sezione circolare realizzato in acciaio inox AISI 316.
- impianto di protezione catodica a corrente impressa del palancolato, composto da:
  - alimentatore automatico erogante 400 A completo di armadio in acciaio;

- o dispersori anodici in titanio attivato 25x1000 completi di cavo di collegamento tipo FG7R/0.6-1KV, sezione 1x25 mmq, contenitore isolante forato, staffe e fascette di fissaggio;
- o sonde di riferimento in zinco ad elevata purezza (99,90%) complete di cavo di collegamento tipo FG7R/0.6-1KV, sezione 1x10 mmq, contenitore isolante forato, staffe e fascette di fissaggio;
- o cavi di collegamento dagli anodi e sonde all'alimentatore, giunzioni e cassette di derivazione.

Inoltre è previsto la posa di cavidotti corrugati (4 per la linea potenza + 2 per la linea segnali), la collocazione dei pozzetti di ispezione con chiusini in ghisa carrabili sul massiccio e il cablaggio dei cavi necessari per l'alimentazione elettrica dell'impianto di protezione catodica.

Il dimensionamento dell'impianto di protezione catodica andrà verificato e dettagliato in fase esecutiva in funzione delle caratteristiche degli elementi del palancolato posto in opera.

### 3. RIFERIMENTI NORMATIVI

---

- Legge n. 186 dell'1/3/68	Disposizioni concernenti installazioni ed impianti elettrici
- Legge n. 791 del 18/10/77	Garanzia di sicurezza del materiale elettrico
- D.M. n. 37 del 22/01/2008	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- Norma CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- Norma CEI 3-23	Segni grafici per schemi parte II: schemi e piani d'installazione architettonici e topografici
- Norma CEI 17-13/1	Quadri per B.T.: parte 1: prescrizioni per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)
- Norma CEI 17-13/3	Quadri per B.T.: parte 1: prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)
- Norma CEI 23-3	Interruttori per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norma CEI 23-5	Prese a spina per usi domestici e similari
- Norma CEI 34-21 e 34-22	Apparecchi di illuminazione, parte 1 e parte 2
- Norma CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- Norma CEI 64-50	Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici
- Norma CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)

## 4. CARATTERISTICHE DELL'ALIMENTAZIONE ELETTRICA

---

L'alimentazione dell'impianto consiste in un sistema di distribuzione trifase, alla tensione nominale di 380 V (tensione concatenata), 50 Hz, con nodo di collegamento a terra di tipo TN.

## 5. RETE DI DISTRIBUZIONE ELETTRICA

---

### 5.1 Cavi

---

Nei tratti interrati, le linee alimentatrici devono essere poste entro un cavidotto di protezione in polietilene strutturato ad alta densità, corrugato esternamente e con parete interna liscia, costruito con processo di coestrusione, conforme alle norme vigenti.

Le derivazioni devono essere realizzate entro appositi pozzetti prefabbricati in calcestruzzo con chiusino di ispezione per carreggiata stradale in ghisa lamellare UNI ISO 185, costruito secondo le norme UNI EN 124 classe D 400. La distanza tra due pozzetti successivi non dovrà superare i 20 m in modo da facilitare la posa, rendere l'impianto sfilabile e accessibile per le riparazioni.

In corrispondenza delle derivazioni si dovranno prevedere idonee cassette metalliche a tenuta stagna adatte per ambienti aggressivi.

I cavi da impiegare per la realizzazione degli impianti elettrici, generalmente rispondenti alle Norme CEI 20-22 II/III (non propagazione d'incendio), CEI 20-35 (non propagazione della fiamma), dovranno essere dei tipi:

- *per la posa all'interno o all'esterno (non interrato), p.es. entro tubazioni o canaline in PVC a vista:*

H07V-K unipolare isolato in PVC (non propagante la fiamma);

N07V-K unipolare con conduttori a corda flessibile in rame ricotto, con isolamento in PVC di qualità R2, tensione nominale 450/750 V (non propagante l'incendio);

FROR 450/750V cavo multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l'incendio);

- *per la posa all'interno o all'esterno (anche interrato), p. es. in cavidotto o in canale metallico;*

N1VV-K unipolare o multipolare con conduttori a corda flessibile in rame ricotto, con isolamento in PVC di qualità R2 e guaina di protezione in PVC qualità R2, rispondenti alle Norme CEI 20-37 I (non propagante l'incendio);

FG7R 0,6/1 kV multipolari con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G7 e guaina in PVC di qualità R2, con conduttori a corda flessibile in rame ricotto, rispondenti alle Norme CEI 20-37 I, 20-11 e 20-34 (non propagante l'incendio);

FG7OR 0,6/1 kV unipolari e multipolari con isolamento in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G7 e guaina in PVC di qualità R2, con conduttori a corda flessibile in rame ricotto, rispondenti alle Norme CEI 20-37 I, 20-11 e 20-34 (non propagante l'incendio);

- *per i cablaggi interni dei quadri elettrici:*

N07G9-K unipolare con conduttori a corda flessibile in rame ricotto stagnato, con isolamento a base di miscela elastometrica speciale, qualità G9, tensione nominale 450/750 V;

- *per i circuiti di comando e segnalazione, oltre che fra quelli indicati idonei per i circuiti di energia (conduttori in rame):*

H05V-K: cavo unipolare isolato in PVC (CEI 20-20,20-35);

H05RN-F: cavo multipolare flessibile isolato in gomma, con guaina in policloroprene (CEI 20-19,20-35).

FROR 300/500V: cavo multipolare flessibile isolato in PVC con guaina in PVC.

Per tutti i cavi dovrà essere rispettata la seguente colorazione:

- bicolore, giallo-verde, per il conduttore di terra, per i conduttori di protezione e di equipotenzialità;
- colore blu per il conduttore di neutro.

Il dimensionamento dei cavi si è effettuato tenendo conto:

- della corrente di impiego,  $I_b$ ;
- della corrente nominale del dispositivo di protezione,  $I_n$ ;
- della corrente massima di portata in funzione delle condizioni di impiego, di posa e del tipo di cavo,  $I_z$ ;
- della corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione,  $I_f$ ;
- della massima caduta di tensione ammessa, pari al 3%.

Al fine di determinare la corrente d'impiego si è operato nel modo seguente:

a) linee terminali

In base ai dati caratteristici dei carichi collegati al tratto di linea di cui si vuole dimensionare il conduttore:

- potenza del carico in kW o kVAR [ $P_c$ ], oppure corrente d'impiego in A [ $I_b$ ]
- fattore di potenza del carico [ $\cos \Phi$ ]
- coefficiente di utilizzazione [ $K_u$ ]

La formula che lega le grandezze elettriche è la seguente:

$$\text{per } P_c \text{ in kW: } I_b = \frac{K_u \cdot P_c \cdot 1000}{c \cdot V_n \cdot \cos \phi}$$

$$\text{per } P_c \text{ in KVAR: } I_b = \frac{K_u \cdot P_c \cdot 1000}{c \cdot V_n}$$

$c = \sqrt{3}$  per sistemi trifase

$c = 1$  per sistemi monofase

b) linee di distribuzione

In questo caso il valore di corrente circolante in ciascuna fase e nel neutro viene calcolata come somma vettoriale delle correnti circolanti nelle linee derivate da quella in esame (si procede cioè da valle verso monte); si può introdurre un determinato coefficiente di contemporaneità ed in base ad esso la corrente circolante in ciascuna fase (e nell'eventuale neutro) di ogni linea viene ricavata mediante la formula:

$$\vec{I}_{fase} = K_c \cdot \sum [\vec{I}_{fase\_linee\_derivate}]$$

Le sezioni minime da impiegare per le derivazioni terminali sono:

- 1,5 mmq per apparecchiature illuminanti,
- 2,5 mmq per alimentazione di utilizzatori elettrici e prese.

Tutte le derivazioni o giunzioni dovranno essere realizzate con apposite cassette di giunzione e/o derivazione.

Le derivazioni dal canale di dorsale avverranno in cassette apposite, anche a più servizi, dotate di setti separatori e fianchetti idonei all'aggancio di canali e/o tubi flessibili.

Nei coperchi delle suddette cassette deve essere indicata in modo indelebile la sigla del circuito di cui avviene la derivazione e/o giunzione.

## **6. QUADRI ELETTRICI DI DISTRIBUZIONE E COMANDO**

---

Il quadro deve essere dotato di una targhetta, obbligatoria, visibile, leggibile ed indelebile, che individua il costruttore il quale è responsabile della conformità alla norma del quadro stesso e che riporti almeno:

- la ragione sociale del costruttore;
- le norme di riferimento;
- l'identificazione del quadro (matricola da cui si possa risalire al dossier relativo);
- la tensione nominale;
- la frequenza;
- la tensione di isolamento;
- il grado di protezione;
- le correnti nominali dei circuiti.

Le dimensioni del quadro devono essere sovrabbondanti rispetto alle necessità impiantistiche al momento della costruzione dell'impianto.

Ogni circuito sarà protetto come indicato negli allegati e sarà realizzato con conduttori di rame elettrolitico di sezione minima tale da contenere le cadute di tensione entro il valore massimo progettuale del 3%.

In ogni caso i quadri elettrici devono essere dichiarati dal costruttore conformi alle Norme CEI 17-13/1 e CEI 17-13/3, ed in particolare devono aver superato le prove e possedere le certificazioni previste, compresa la dichiarazione di conformità, ex legge 46/90.

Per la gerarchia dei quadri impiegati e per i vari livelli di corto circuito si vedano l'apposito "Schema a blocchi" e gli schemi di calcolo allegati al progetto "Lavori di ripristino statico dei piazzali del porto commerciale e rifacimento degli impianti ed arredi".

In particolare, nelle tavole rappresentanti gli schemi elettrici ed in quelle rappresentanti gli schemi unifilari dei quadri sono riportati gli elementi per individuare gli interruttori (corrente nominale, potere di interruzione, corrente differenziale, numero di poli protetti, accessori) la sezione ed il tipo dei cavi ed i circuiti protetti da ciascun interruttore.

### **6.1 Protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti**

---

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta tramite interruttori magnetotermici tarati in modo da soddisfare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (2)$$

Questa seconda relazione è automaticamente soddisfatta con l'uso di interruttori magnetotermici a Norme CEI 23.3 o CEI 17.5.

La protezione dai cortocircuiti è garantita se l'energia specifica, lasciata passare dall'interruttore durante il suo intervento, non supera quella sopportabile dal cavo.

I dispositivi idonei alla protezione contro i cortocircuiti devono quindi rispondere alle seguenti condizioni (CEI 64-8 art. 434.2):

$$I_{cc \max} \leq P_i$$
$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2 \quad (3)$$

dove:

$P_i$  : potere di interruzione

$I^2 \cdot t$ : energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il cortocircuito;

K: coefficiente dipendente dal tipo di conduttore e dal suo isolamento;

S: sezione del conduttore da proteggere in mmq;

t : tempo di intervento del dispositivo di protezione.

La (3) deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato dal cortocircuito. In pratica è sufficiente la verifica immediatamente a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima ( $I_{cc \max}$ ), e nel punto terminale del circuito dove si ha la corrente di cortocircuito minima ( $I_{cc \min}$ ).

Questa seconda verifica diviene importante per provare che la lunghezza del conduttore permetta, in caso di guasto, lo stabilirsi di una corrente di cortocircuito sufficiente a fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore. La corrente di cortocircuito minima è stimabile con la formula semplificata:

$$I_{cc} = (0.8 \times V \times S) / (2 \times r \times L) \quad (4)$$

Ponendo  $I_{cc}$  pari al valore di taratura  $I_m$  dello sganciatore magnetico e ricavando L si ottiene la lunghezza massima di cavo protetta dall'interruttore scelto:

$$L_{\max} = (0.8 \times V \times S) / (2 \times r \times I_m) \quad (5)$$

dove:

V : tensione nominale in volt;

0.8 : fattore di abbassamento di V in cortocircuito;

S : sezione del conduttore in mmq;

r : resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito  
(0.027  $\Omega$  mm<sup>2</sup>/m per il rame)

2xL : il c.c. interessa un conduttore lungo 2L (m)

$I_m$  : corrente di c.c. minima che provoca lo sgancio dell'interruttore

Le norme prevedono una tolleranza del 20% sul valore reale di  $I_m$ .

Risultando i conduttori protetti dal sovraccarico in base alla (1), ed essendo previsto l'uso di interruttori a Norme CEI 23.3 o CEI 17.5, con curva caratteristica "L" o "C", e caratterizzati da soglia di intervento degli sganciatori magnetici inferiore a  $10 I_n$ , è sufficiente la verifica della massima corrente di cortocircuito calcolata ai morsetti dell'interruttore.

Il potere di cortocircuito degli interruttori automatici, se installati in prossimità del gruppo di misura, deve essere almeno pari a quello del limitatore del Distributore (CEI 64-50 art.3.1.1.3).

L'ENEL ha normalizzato i seguenti poteri di cortocircuito per i propri limitatori: 4.5 kA per gli interruttori bipolari e 6 kA per quelli quadripolari.

Si rimanda alle tabelle di calcolo allegate per i risultati in merito all'impianto in questione.

---

## 6.2 Selettività tra interruttori automatici

---

Quando si installano due o più interruttori automatici in serie, si pone il problema di garantire la selettività.

Due interruttori sono tra loro selettivi quando l'interruttore a valle interrompe la corrente prima che l'interruttore a monte inizi la manovra di apertura, e ciò avviene per tutti i possibili valori di corrente. A tal fine, la caratteristica (o zona) d'intervento dell'interruttore a valle deve trovarsi completamente al di sotto di quella dell'interruttore a monte.

Ciò può avvenire se l'interruttore a monte ha una corrente nominale  $I_n$  adeguatamente più elevata di quella dell'interruttore a valle; ma questo non basta, occorre anche che l'interruttore a monte, avendo tempi d'intervento istantaneo simili a quelli dell'interruttore a valle, sia ritardato.

Se l'interruttore a monte non è ritardato non si ha più selettività per correnti elevate.

---

## 6.3 Protezione contro i contatti diretti

---

Si intende per contatto diretto il contatto con una parte attiva dell'impianto, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i contatti diretti è ottenuta mediante le seguenti misure di protezione totale:

- isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio;

- adozione di involucri aventi grado minimo di protezione pari ad IP 2X per le pareti verticali, e non inferiore ad IP 4X per le superfici orizzontali superiori.

L'isolamento delle apparecchiature costruite in fabbrica deve soddisfare le relative norme.

---

## 6.4 Protezione contro i contatti indiretti

---

Si definisce contatto indiretto il contatto con una massa, o con una parete conduttrice connessa con la massa, durante un guasto di isolamento.

Il sistema di distribuzione adottato è del tipo TN.

In questo caso la protezione contro i contatti indiretti è realizzata secondo le seguenti modalità:

- al conduttore di protezione sono collegati tutti i conduttori equipotenziali di tutte le masse e le masse estranee;
- tutte le prese a spina sono dotate del contatto di terra collegato al conduttore di protezione;
- i dispositivi di protezione garantiscono l'interruzione del guasto a terra (conduttore di fase in contatto con il conduttore di protezione) entro 5 s.

Quest'ultima prescrizione è rispettata in quanto risulta verificato:

$$R_t = 50 / I_d \quad (6)$$

dove:

$I_d$  : valore in ampere della corrente differenziale di intervento del dispositivo di protezione.

50 : valore in volt della tensione nominale di sicurezza verso terra.

$R_t$  : valore in ohm della resistenza totale di terra.

#### 6.4.1 Scelta della corrente differenziale nominale di intervento $I_{dn}$

---

Sono preferibili in genere interruttori differenziali con  $I_{dn}=30$  mA, in quanto garantiscono anche una protezione addizionale contro i contatti diretti (CEI 64-8/4 art.412.5.1).

Si possono tuttavia utilizzare interruttori con  $I_{dn}=300$  mA o  $I_{dn}=500$  mA, per evitare interventi intempestivi.

#### 6.4.2 Selettività tra interruttori differenziali

---

Quando si impiegano interruttori differenziali in serie è preferibile che siano selettivi.

Le norme considerano due tipi di interruttori differenziali: il tipo generale e il tipo S (selettivo) (IEC 1008-1, IEC 1009-1).

Gli interruttori di tipo S hanno una corrente differenziale nominale di intervento  $I_{dn}$  di 30 mA e una corrente nominale maggiore di 25 A e sono ritardati.

Due interruttori differenziali, uno di tipo S a monte ed uno di tipo generale a valle, sono completamente selettivi se la corrente  $I_{dn}$  dell'interruttore di tipo S è almeno tre volte quella dell'interruttore di tipo generale (CEI 64-8/5 art.536.3).

Due interruttori differenziali di tipo generale non sono completamente selettivi; infatti, anche se la corrente differenziale dell'interruttore a monte è più elevata della corrente nominale differenziale dell'interruttore a valle, si ottiene una selettività solo ai bassi valori di corrente verso terra (selettività parziale).

Non si ha alcuna selettività tra interruttori differenziali di tipo generale, di pari corrente nominale  $I_{dn}$ .

## 7. IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE PRESE EI/FM E LUCE

---

Quando le prese vengono installate in ambienti soggetti a spruzzi d'acqua è necessario che abbiano almeno un grado di protezione IP44.

Se gli ambienti sono soggetti a getti d'acqua (ad esempio per eseguire le pulizie) occorre installare prese a spina con grado di protezione IP55, in genere di tipo industriale (CEI 23-12).

Prese a spina di tipo industriale (prese CEE) possono essere previste:

- per prese a spina monofase 2P+T con corrente nominale superiore a 16A;
- per prese a spina trifase;
- quando è previsto un utilizzo gravoso (urti e vibrazioni).

L'asse di inserzione delle prese a spina deve essere posto ad un'altezza dal piano di calpestio di almeno 175 mm se a parete, con montaggio incassato o sporgente, di almeno 70 mm se da canalizzazione o zoccoli e di almeno 40 mm se da torrette o calotte sporgenti dal pavimento.

In quest'ultimo caso è necessario che il fissaggio delle torrette al pavimento assicuri almeno il grado di protezione IP52 (CEI 64-8/5 art.537.5.2).

Le prese a spina con corrente nominale superiore a 16 A devono essere abbinata ad un interruttore, preferibilmente interbloccato con la presa a spina (CEI 64-8/5 art.537.5.2).

Tale soluzione è consigliata anche quando la corrente di cortocircuito a livello della presa supera i 5 kA, indipendentemente dalla corrente nominale della presa a spina.

La corrente nominale  $I_n$  dell'interruttore automatico posto a protezione del circuito prese non dovrebbe superare la corrente nominale delle prese alimentate. Per le prese a spina bipasso da 10/16 A, l'interruttore di protezione dovrebbe avere una corrente  $I_n$  non superiore a 16 A, poiché la presa può sopportare continuamente una corrente di 16 A.

Ciò significa che la corrente di impiego del circuito non può superare  $I_n$ , deve essere infatti verificata la relazione  $I_B \leq I_n$ . In altri termini, in un circuito siffatto si può utilizzare una sola presa alla corrente nominale, altrimenti si rischia l'intervento dell'interruttore automatico.

Se si vuole che più prese funzionino contemporaneamente, tanto che la corrente di impiego  $I_B$  del circuito superi la corrente di una presa a spina, occorre suddividere le prese su più circuiti, oppure proteggere singolarmente ogni presa con interruttore automatico di pari corrente nominale.

L'impianto di alimentazione dei circuiti terminali sarà realizzato in conformità con quanto sopra descritto. Negli elaborati grafici è indicata l'ubicazione delle prese, degli apparecchi illuminanti, degli utilizzatori elettrici e dei relativi apparecchi di comando previsti.

## 8. ALCUNI OBBLIGHI DI LEGGE

---

### 8.1 Dichiarazione di conformità

---

Al termine dei lavori è compito dell'impresa installatrice rilasciare la dichiarazione di conformità, come richiesto dall'art. 7 del DM 37/08, redatta conformemente al modello di cui all'allegato I dello stesso decreto. La dichiarazione viene redatta in quattro copie di cui tre da distribuire agli Enti interessati.

Alla dichiarazione di conformità devono essere allegati i seguenti documenti:

- 1) relazione con la tipologia dei materiali utilizzati redatta dall'installatore;
- 2) progetto dell'impianto;
- 3) copia del certificato di riconoscimento dei requisiti tecnico-professionali dell'impresa installatrice.

### 8.2 Denuncia di terra

---

Con l'entrata in vigore del DPR 462/01 sono stati abrogati i modelli di denuncia introdotti con il DM 12/09/59 (modelli A, B e C).

Attualmente la denuncia si effettua trasmettendo copia della dichiarazione di conformità rilasciata dall'installatore entro trenta giorni dalla messa in esercizio dell'impianto.

La denuncia deve essere inviata in due copie agli uffici competenti territorialmente:

- ISPESL – Istituto Superiore per la Prevenzione E la Sicurezza sul Lavoro;
- ASL o ARPA competenti.

La denuncia può essere consegnata direttamente agli uffici (che rilasciano una ricevuta) o trasmessa per lettera raccomandata con ricevuta di ritorno. E' importante conservare copia di ciò che si è inviato e tutte le ricevute che saranno restituite.

L'ISPESL effettua a campione la prima verifica sulla conformità alla normativa vigente degli impianti di protezione contro le scariche atmosferiche ed i dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e trasmette le relative risultanze all'ASL o all'ARPA.

L'impianto inoltre deve essere sottoposto a verifica con periodicità biennale rivolgendosi all'ASL o ad eventuali organismi individuati dal Ministero delle Attività Produttive. Il relativo verbale deve essere conservato ed esibito a richiesta degli organi di vigilanza.

## 9. SCHEMA SINOTTICO DELLE POTENZE INSTALLATE

Illuminazione diga foranea	380 V – 50 Hz	2 kW
Terminale servizi	380 V – 50 Hz	40 kW
Impianto protezione catodica	380 V – 50 Hz	5 kW

## 10. CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Il progetto illuminotecnico è relativo al nuovo impianto da realizzare dalla progr. 695,50 m alla progr. 1455,00 m.

Esso è stato sviluppato in modo da garantire i seguenti obiettivi:

- Sicurezza degli utenti. Non esistono norme illuminotecniche specifiche. Tuttavia, dato che tutta l'area portuale, salvo camminamenti e pontili, si può configurare come zona conflittuale per la presenza contemporanea di pedoni e mezzi, sia pure a velocità ridotta, ci si è attenuti alle norme in materia:
  - CIE 115 "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic", 1995;
  - CIE DS 015 "Lighting of work places - outdoor work places", 2004;
  - CIE 150 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations", 2003;
  - UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna - requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso", 1999.
- Fruizione delle aree portuali. Obiettivo primario dell'illuminazione è stata la fruizione notturna delle aree. In particolare, l'impiego per l'illuminazione di LED garantisce un'ottima resa dei colori e riduce l'affaticamento visivo.
- Compatibilità ambientale diurna e notturna. Si è curata sia la posizione sia il tipo degli apparecchi di illuminazione per ottenere un impianto non invasivo durante il giorno. Di notte, i livelli di illuminazione sono stati contenuti al minimo necessario e si è limitata l'emissione di luce molesta conformemente alle norme internazionali in merito, limitando, in particolare, il flusso luminoso emesso verso l'alto.
- Risparmio energetico. L'adozione di corpi illuminanti a LED ha permesso di ottimizzare i consumi energetici.

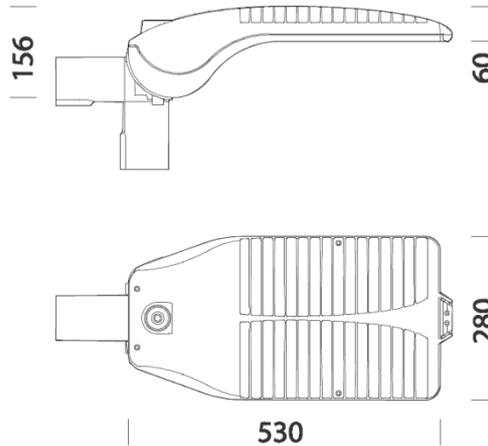
**Tabella 1 – Prescrizioni illuminotecniche secondo la CIE [4]**

Zona	Utenti	Attività	Illumin. [lx]	U <sub>o</sub> [%]
Strada superiore	Pubblico con auto	Ingresso al porto	10-20	40
Strada inferiore	Dipartisti con auto			
Aree parcheggio	Auto a bassa velocità	Parcheggio	5	25
Banchina frontale	Pedoni, auto elettriche	Passeggio, shopping, ricreazione	20	
Moli		Diporto	10	
Pontili	Dipartisti a piedi	Passeggio	5	-
Giardini	Pedoni			

Per quanto riguarda i livelli di illuminazione, il riferimento è stato alle prescrizioni della CIE in quanto applicabili (tabella 1), sia pure migliorandole, specialmente per quanto riguarda l'uniformità, in relazione alla valenza ambientale del luogo.

### 10.1 Verifiche illuminotecniche

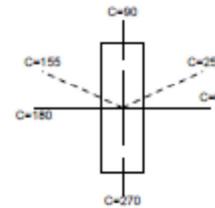
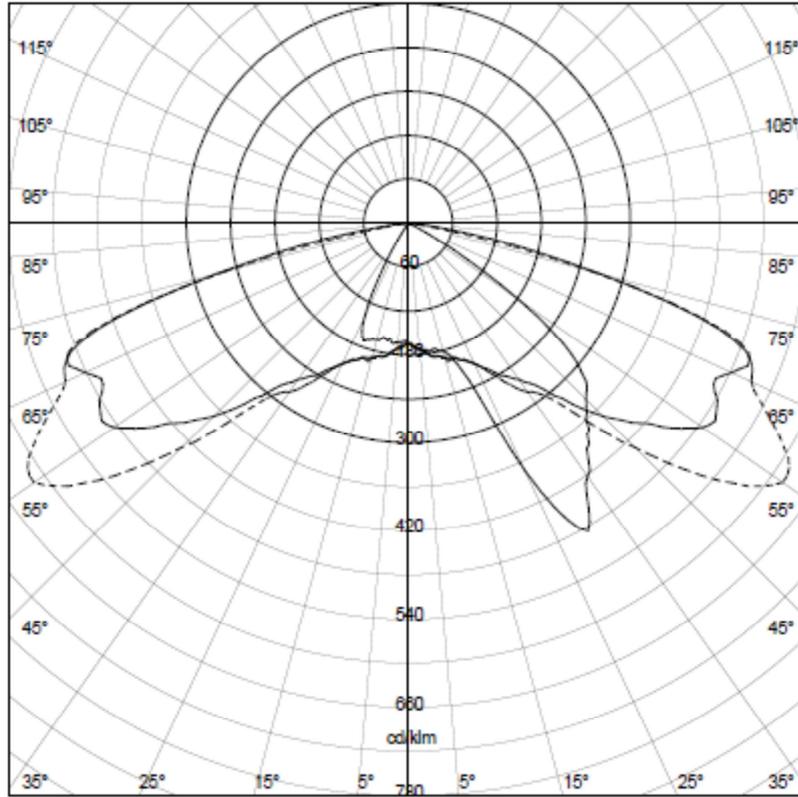
#### CORPO ILLUMINANTE A LED – 51W



#### Scheda tecnica apparecchio + lampada

Codice : 3275 24 led Descrizione : 3275 Mini Stelvio - Plus L - P Costruttore : Disano N° Lampade : 1		
<b>Dimensioni apparecchio [mm]</b> Lunghezza : 280,0 Larghezza : 530,0 Altezza : 156,0		<b>Dati vari apparecchio</b> Area abbagliante [m <sup>2</sup> ] : 0,0 Sup. esposta al vento [cm <sup>2</sup> ] : 0,0
<b>Lampada : RebEs-24led/700 3275</b> Costruttore : Codice ILCOS : Flusso [lumen] : 3734 Temperatura colore [°K] : 4100 Indice resa colore : 65 Potenza [Watt] : 51,00 Perdite [Watt] : 0,00 Dimensione massima [mm] : 0 Durata [h] : 50000 Attacco :		
<b>Codici listino</b>		
Codice	Colore	Cablaggio
330360-00	antracite	antracite

**Diagramma polare 3275 24 led**



### Parametri di progetto

<b>Dimensioni dell' ambiente</b> X [m] : 80,00 Y [m] : 6,00 Z [m] : 0,00	<b>Parametri di calcolo</b> H piano lavoro [m] : 0,00 Larghezza fascia [m] : 0,00 C. manutenzione : 0,90	<b>Reticolo di calcolo</b> X : 40 Y : 5 Z : 1
<b>Coeff. Riflessione (%)</b> Piano di lavoro : 0 Soffitto : 0 Parete Est : 0 Parete Nord : 0 Parete Ovest : 0 Parete Sud : 0	<b>Illuminamenti medi [lux]</b> Piano di lavoro : 14 Soffitto : 0 Parete Est : 0 Parete Nord : 0 Parete Ovest : 0 Parete Sud : 0	<b>Valori sul piano di lavoro</b> Lumen per m <sup>2</sup> : 31,12 Watt per m <sup>2</sup> : 0,43 UGR Trasvers. : N.C. UGR Longitud. : N.C.

Totale apparecchi installati 4 con 4 lampade ( Flusso totale [Klm] 14,94 [klm] )						
N°	Apparecchio	N°	Lampada	Flusso	N°	Flusso
4	3275 24 led	4	RebEs-24led/700 3275	14,94	0	0,00

### Dettaglio apparecchi installati

N°	Apparecchio	Lampada	Flusso	Lampada	Flusso	X [m]	Y [m]	Z [m]	LN8°	LEO°	Rot.°	Stato	Dimmer
1	3275 24 led	RebEs-24led/700 327	3734		0	10,00	-0,50	4,50	25	0	359	On	100%
2	3275 24 led	RebEs-24led/700 327	3734		0	30,00	-0,50	4,50	25	0	359	On	100%
3	3275 24 led	RebEs-24led/700 327	3734		0	50,00	-0,50	4,50	25	0	359	On	100%
4	3275 24 led	RebEs-24led/700 327	3734		0	70,00	-0,50	4,50	25	0	359	On	100%

#### 3275 Mini Stelvio - Plus L - POWERLED

Cablaggio	Kg	Colore	Wtot	Potenza totale	Inq. Luminoso
47	8,00	antracite	51	54,4	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20
47	8,20	antracite	76	81,6	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20
47	8,40	antracite	101	108,9	

### Tabella lux Piano di lavoro

5,40	6	8	10	14	17	17	15	12	10	9	9	11	12	15
4,20	6	8	11	13	13	13	14	12	11	9	9	11	12	14
3,00	6	9	12	14	16	16	15	14	12	10	10	12	14	15
1,80	7	11	16	18	21	21	19	17	14	11	11	14	18	19
0,60	6	12	19	22	26	26	22	20	14	11	11	14	20	23
[m]	1,00	3,00	5,00	7,00	9,00	11,00	13,00	15,00	17,00	19,00	21,00	23,00	25,00	27,00

<b>Valori caratteristici</b> Emed [lux] : 14 Emax [lux] : 26 Emin [lux] : 6	<b>Valori di uniformità</b> Emin/Emed : 0,43 Emin/Emax : 0,23 Emax/Emed : 1,86	<b>Valori vari</b> C. utilizzazione : 0,50
--	---	---

### Tabella lux Piano di lavoro

5,40	10	9	9	10	12	15	17	17	14	10	8	6
4,20	11	9	9	11	12	14	13	13	13	11	8	6
3,00	12	10	10	12	14	15	16	16	14	12	9	6
1,80	14	11	11	14	17	19	21	21	18	15	11	7
0,60	14	11	11	14	20	23	26	26	22	19	12	7
[m]	57,00	59,00	61,00	63,00	65,00	67,00	69,00	71,00	73,00	75,00	77,00	79,00

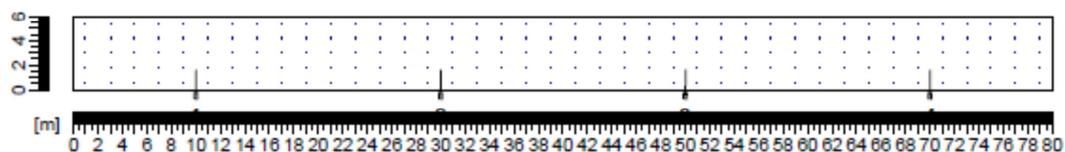
Valori caratteristici	Valori di uniformità	Valori vari
Emed [lux] : 14	Emin/Emed : 0,43	C. utilizzazione : 0,50
E <sub>max</sub> [lux] : 26	Emin/E <sub>max</sub> : 0,23	
Emin [lux] : 6	E <sub>max</sub> /Emed : 1,86	

### Tabella lux Piano di lavoro

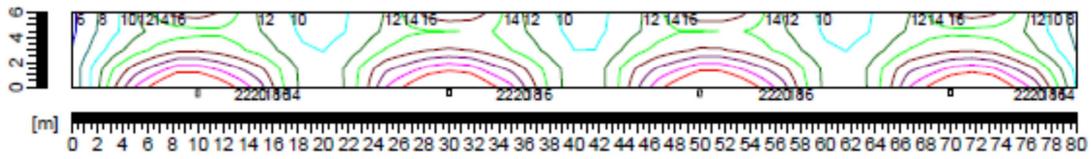
5,40	18	18	16	12	11	9	9	11	12	15	18	18	16	12
4,20	14	14	14	13	11	9	9	11	12	14	14	14	14	13
3,00	16	16	15	14	12	10	10	12	14	15	16	16	15	14
1,80	21	21	19	17	14	11	11	14	18	19	21	21	19	17
0,60	26	26	23	20	14	11	11	14	20	23	26	26	23	20
[m]	29,00	31,00	33,00	35,00	37,00	39,00	41,00	43,00	45,00	47,00	49,00	51,00	53,00	55,00

Valori caratteristici	Valori di uniformità	Valori vari
Emed [lux] : 14	Emin/Emed : 0,43	C. utilizzazione : 0,50
E <sub>max</sub> [lux] : 26	Emin/E <sub>max</sub> : 0,23	
Emin [lux] : 6	E <sub>max</sub> /Emed : 1,86	

## Layout Piano di lavoro

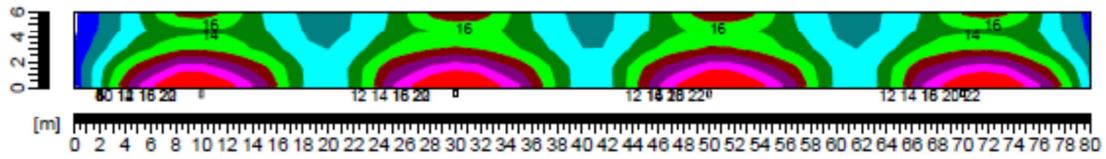


### Isolux Piano di lavoro



Valori delle sezioni [lux]					
	6,0		12,0		18,0
	8,0		14,0		20,0
	10,0		16,0		22,0

### Isolux Piano di lavoro



Valori delle sezioni [lux]					
—	6,0	—	12,0	—	18,0
—	8,0	—	14,0	—	20,0
—	10,0	—	16,0	—	22,0