



PROGETTO: Collegamento 220kV Italia - Malta
PROJECT: 220kV Malta - Italy link

TITOLO: DOCUMENTAZIONE DI OTTEMPERANZA
TITLE: ALLA PRESCRIZIONE N°29
del DVADEC - 2012 - 0000739 del 20/12/2012

Intervento di riqualificazione naturalistico e paesaggistico
dell'area di approdo del cavidotto Italia - Malta

PROVINCIA DI RAGUSA
COMUNE DI RAGUSA

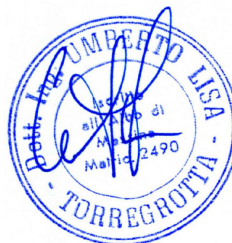
TITOLO: RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI

PROGETTISTA

DOTT. ING. Umberto Lisa

Collaboratore

DOTT. ARCH. Valerio Dimartino



VISTO

NOME DEL FILE FILE NAME	SCALA CAD CAD SCALE	FORMATO FORMAT	SCALA SCALE	ALLEGATO
				H

Questo documento contiene informazioni di proprietà Enemalta Corporation e deve essere utilizzato esclusivamente dal destinatario in relazione alle finalità per le quali è stato ricevuto. E' vietata qualsiasi forma di riproduzione o di divulgazione senza l'esplicito consenso di Enemalta Corporation

This document contains information proprietary to Enemalta Corporation and it will have to be used exclusively for the purposes for which it has been delivered. Whichever kind of spreading or reproduction without the written permission of Enemalta Corporation is prohibited.

RELAZIONE SPECIALISTICA

PREMESSA

La presente relazione tecnica si riferisce al progetto esecutivo per la realizzazione dell'impianto di pubblica illuminazione da realizzare nell'ambito dell'intervento di riqualificazione naturalistico e paesaggistico dell'area di approdo del cavidotto Italia – Malta, al fine della realizzazione dell'impianto elettrico conforme alle Norme vigenti ed in particolare al D.M. n.37/08.

Le disposizioni legislative che regolano l'esecuzione degli impianti elettrici e l'etica professionale degli interessati, impongono che la progettazione e l'installazione rispettino la "regola d'arte".

In pratica gli impianti devono essere progettati ed eseguiti in conformità alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Gli stessi devono essere in genere progettati e realizzati in modo da conseguire le possibili condizioni di sicurezza e funzionalità, compatibilmente all'esigenza di contenere ragionevolmente il costo dell'opera.

La realizzazione dell'impianto elettrico, in termini di progetto ed installazione, deve essere effettuata in modo da garantire l'incolumità di coloro che si trovano all'interno dei locali, e, nel caso specifico, degli occupanti, oltre a prevenire l'incendio eliminando tutte le possibili cause.

Al termine dei lavori l'impresa installatrice è tenuta a rilasciare al committente la "Dichiarazione di conformità" degli impianti realizzati secondo quanto previsto, in relazione alla regola dell'arte, dal **D.M. 37/08**.

DESCRIZIONE DEL LUOGO

L'intervento riguarda l'illuminazione dell'area esterna corrispondente all'approdo del cavidotto Italia-Malta, coincidente con l'intervento di riqualificazione naturalistica e paesaggistica

FORNITURA ENEL

L'immobile è alimentato da una fornitura ENEL in **BT** di **3,0 kW** monofase, si è pertanto attuata la protezione contro i contatti indiretti prevista per i sistemi **TT**.

Il sistema di distribuzione **TT**, le cui masse ed il neutro sono collegati a terra separatamente è specifico del tipo di fornitura di energia elettrica in bassa tensione.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La progettazione e la successiva realizzazione dell'impianto elettrico è stata eseguita valutando la specifica destinazione d'uso dell'area.

L'impianto ha origine a partire dal quadro elettrico dotato di vano per il contenimento del contatore ENEL, la linea di alimentazione generale si attesta all'interruttore generale dell'impianto posto all'interno del quadro stesso. Da questo si dipartono le linee di alimentazione in cavo interrato fino ai pali di illuminazione.

Tutti i circuiti in uscita sono protetti con interruttori automatici magnetotermici, l'interruttore generale sarà del tipo magnetotermico differenziale con corrente d'intervento pari a 0,03A al fine di effettuare la protezione dai contatti indiretti.

I vari circuiti sono realizzati con cavi di adeguata portata di corrente coordinata con l'assorbimento dell'apparecchio e protetti con interruttori automatici con portata di corrente inferiore alla portata nominale del cavo utilizzato per il circuito.

Distribuzione Elettrica

Il sistema di distribuzione comprende il complesso delle linee, dorsali e principale, destinate a collegare i singoli gruppi di circuiti al punto di fornitura dell'energia.

Il sistema di distribuzione adottato è del tipo radiale, il quale consente un migliore sfruttamento dei materiali, una buona selettività ed infine un facile ampliamento futuro.

La distribuzione principale dell'impianto elettrico all'interno degli ambienti avviene tramite tubazione corrugata doppia parete posata interrata..

Caratteristiche del quadro elettrico

Il quadro elettrico principale sarà del tipo **ANS**, cioè non costruito in serie quindi parzialmente provato al tipo e deve rispondere alle prescrizioni della **Norma CEI 23-51** redatta con lo scopo di semplificare le operazioni di verifica e certificazione richieste dalla norma CEI 17-13 quando la corrente nominale del quadro non è superiore a 125A .

Sui quadri ANS, per i quali il montaggio sia realizzato secondo le istruzioni del costruttore e per i quali siano eseguiti i controlli prescritti dalla suddetta norma, devono essere eseguite le seguenti verifiche:

- Verifica della costruzione e dell'identificazione - il quadro deve avere la targa e deve essere conforme agli schemi circuitali ed ai dati tecnici allegati;

- Verifica dei limiti di sovratemperatura - verifica che la potenza totale dissipata dal quadro (P_{tot}) sia inferiore alla potenza massima dissipabile dall'involucro (P_{inv});
- Verifica del cablaggio, del funzionamento meccanico ed eventualmente del funzionamento elettrico - Controllo del corretto collegamento dei cavi e degli apparecchi;
- Verifica dell'efficienza del circuito di protezione - Nei quadri metallici controllare a vista o se necessario con prove strumentali il buon collegamento delle masse al conduttore di protezione;
- Prova della resistenza di isolamento - La norma 64-8 stabilisce per ogni circuito (quadri più impianto) che la resistenza di isolamento minima sia 500 k Ω .

Interruttori

Gli interruttori automatici avranno un potere di interruzione maggiore al massimo valore di corrente di cortocircuito che potrà stabilire nel punto stesso.

Gli interruttori automatici generali e divisionali saranno a dimensioni modulari le cui caratteristiche più importanti sono del tipo magnetotermico differenziale, sensibilità di intervento differenziale alta (30mA), con meccanismi d'intervento automatico segnalato dalla posizione della leva di comando.

Caratteristiche dei conduttori

I cavi utilizzati sono tutti del tipo rispondente alle **Norme CEI 20-20, 20-22, 20-29, 20-34, 20-35**. In particolare, i conduttori multipolari saranno in rame isolati in gomma EPR tipo **FG7(O)R**.

Tutte le condutture sono dimensionate in modo da garantire, in qualsiasi punto dell'impianto, una caduta di tensione sempre inferiore al **4%** della tensione nominale.

Per tale dimensionamento si sono presi in considerazione i seguenti riferimenti normativi:

- I tipi di posa delle condutture in funzione dei tipi di cavi utilizzati devono essere in accordo con la **Norma CEI 64-8 Tab. 52A**.
- I tipi di posa delle condutture in funzione delle varie situazioni devono essere in accordo con la **Norma CEI 64-8 Tab. 52B**.
- Sezione minima ammessa per i conduttori di fase pari a 1.5 mm² come prescritto dalla **Norma CEI 64-8 Tab.52E**.
- Sezioni per i conduttori tali da garantire il soddisfacimento della relazione imposta dalla **Norma CEI 64-8/4 Art.433.2**: $I_B \leq I_n \leq I_Z$, con I_B corrente d'impiego del circuito, I_n massima corrente nominale dell'interruttore automatico atto a proteggere il circuito dalle sovracorrenti e I_Z portata del cavo in funzione delle condizioni di posa.

- Sezione del conduttore di protezione pari a quella dei conduttori di fase per sezioni fino a 16 mm², e sezioni pari alla metà della sezione dei conduttori di fase per sezioni superiori ai 16 mm² come previsto dalla **Norma CEI 64-8 Tab.54F**.

Inoltre, per i conduttori di protezione si utilizza sempre il colore giallo-verde, per i conduttori di neutro si fa sempre uso del colore blu chiaro, mentre per i conduttori di fase non si ha alcuna limitazione di colore purché non siano utilizzati i colori destinati ai conduttori di neutro e protezione.

Verifica delle cadute di tensione

La sezione dei conduttori delle linee elettriche sarà in generale soddisfacente alle seguenti condizioni:

- la messa in opera del conduttore sarà facile e la sua resistenza meccanica sufficiente ad evitare interruzioni;
- la densità di corrente nel conduttore sarà tale da non compromettere, per eccessivo riscaldamento, la solidità del conduttore stesso;
- la sezione sarà tale da mantenere in limiti tollerabili gli scarti di tensione fra punti diversi del circuito;

Per il calcolo di verifica della caduta di tensione si applica la seguente formula :

$$V/V_u\% = 100 \times 1,73 \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi) \times (L \times I) / V$$

ossia

$$V/V_u\% = [100 \times 1,73 \times (R \cos\varphi + X \sin\varphi)] \times \frac{L \times P}{V^2 \cos\varphi}$$

dove:

V/V _u %	caduta di tensione percentuale;
R	resistenza per fase/chilometro del conduttore (ohm/Km);
X	reattanza per fase/chilometro del conduttore (ohm/Km);
L	lunghezza linea in Km;
V	tensione concatenata;
I	corrente (A);
cosφ	fattore di potenza (0,9);



P potenza (W).

Dalla elaborazione della formula sopra esposta è possibile a delle relazioni abbastanza semplici fra grandezze che caratterizzano il comportamento elettrico delle linee; relazioni che si riportano in tabella.

Il valore assoluto della caduta di tensione in volt, si può ottenere dai valori "mV/Am" riportati in tabella.

Il valore "mV/Am" è stato calcolato con la seguente formula :

- circuiti trifasi $mV/Am = 1,73 (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$

- circuiti monofasi $mV/Am = 2 (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$

I coefficienti riportati nella tabella che segue permettono di calcolare la caduta di tensione tra fase e fase che si può verificare in una linea, con la seguente formula:

$$V = (K I L) / 1000$$

dove:

V Caduta di tensione in volt;

K Coefficiente (mV/Am) della tabella in corrispondenza della sezione e del cavo prescelto;

I Corrente effettiva che percorre il cavo in ampere;

L Lunghezza della linea in metri.

Valori mV/Am

SEZIONE	RESISTENZA	REATTANZA	CIRCUITO	CIRCUITO
mmq	Ohm/Km	Ohm/Km	monofase	trifase
1	22,00	0,1760	39,90026	34,55
1,5	14,80	0,1680	26,800	23,2
2,5	8,91	0,1550	16,100	13,95
4	5,57	0,1430	10,090	8,75
6	3,71	0,1350	6,750	5,84
10	2,24	0,1190	4,050	3,51
16	1,41	0,1120	2,600	2,25
25	0,889	0,1060	1,660	1,44

35	0,641	0,1010	1,210	1,05
50	0,473	0,1010	0,912	0,789
70	0,328	0,0965	0,647	0,560
95	0,236	0,0950	0,482	0,415
120	0,188	0,0939	0,392	0,339
150	0,153	0,0928	0,329	0,285
185	0,123	0,0908	0,273	0,236
240	0,0943	0,0902	0,220	0,190

Impianto di Terra

L' impianto di messa a terra è stato progettato in conformità alle normative CEI 64-8 e 64/12.

Il suo valore di resistenza risulterà ampiamente coordinato con le protezioni di massima corrente d'intervento degli interruttori differenziali.

$$R_t * I_{dn} < 50$$

dove:

R_t è la resistenza di terra del dispersore;

I_{dn} è la più elevata tra le correnti differenziali nominali d'intervento degli interruttori differenziali installati;

che per questo impianto specifico la resistenza di terra dovrà essere uguale o inferiore:

$$R_t \leq 50V/1 A \leq 50 \text{ ohm}$$

Sarà realizzato un connessione di terra in corrispondenza del quadro elettrico.

Tutte le apparecchiature che compongono l'impianto saranno di classe II, a partire dai corpi illuminanti, il quadro elettrico e compreso le morsettiere sui pali di illuminazione quindi è vietata la messa a terra.

Dimensionamento cavi

Si è proceduto al dimensionamento dei conduttori, degli interruttori di protezione in relazione al carico derivato ed alla capacità di rottura degli stessi ad interrompere le correnti di guasto nei vari punti dell'impianto.

Inoltre si è proceduto al fine di ottenere una c.d.t tra l'origine dell'impianto e qualunque apparecchio utilizzatore non superiore al 4% della tensione nominale dell'impianto.

Dimensionamento termico

Per il dimensionamento della sezione dei conduttori, si è verificato che la massima corrente d'impiego I_b prevista per la linea, è minore o uguale alla corrente di portata I_z del conduttore nelle peggiori condizioni d'impiego (criterio termico), tale da soddisfare la seguente relazione:

$$I_b < I_z$$

dove:

I_b si ricava dalla formula $I_b = P/V \cdot \cos\varphi$

P = potenza unitaria (W) del carico assorbito dalle utenze

V = tensione di fase (V)

$\cos\varphi$ = fattore di potenza.

I_z si ottiene dalle tabelle UNEL 35024

Protezioni dalle sovracorrenti

Il potere di interruzione degli interruttori è adeguato alla massima corrente di corto circuito calcolata nel punto in cui verranno installati.

La corrente nominale I_n degli interruttori è stata scelta in modo tale da soddisfare la seguente relazione:

$$I_n < I_z$$

Protezione dai sovraccarichi

Per quanto riguarda la protezione dei sovraccarichi, visto che la corrente I_b di un cavo è quella che in regime permanente corrisponde alla massima potenza da trasmettere (in regime variabile si considera la corrente "termicamente" equivalente che in regime permanente porterebbe il cavo alla stessa temperatura) occorre che sia verificata la seguente relazione:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

dove:

I_b è la corrente d'impiego;

I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione;

I_z è la portata del conduttore;

I_f è la corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico.

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

Nelle variazioni di sezione dei conduttori verranno omessi i dispositivi di protezione contro i sovraccarichi secondo quanto previsto nella Parte 4 par. 473.1.2 della CEI 64/8, in quanto le prese a spina a valle, sono dotate singolarmente di dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.

Protezioni dai cortocircuiti

Per le protezioni dei conduttori dai cortocircuiti è stata verificata che l'energia specificata $I^2 t$, che l'interruttore posto a protezione lascia passare durante il suo tempo d'intervento, non superi quella che il cavo può sopportare.

Quindi occorre che la sezione del conduttore soddisfi la seguente relazione.

$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

$I^2 t$ è l'energia specificata che passa nel cavo durante il cortocircuito, in $A^2 s$;

t è il tempo d'intervento del dispositivo di protezione ($< 5 s$);

S è la sezione del conduttore o dei conduttori da proteggere in mm^2 ;

K è il coefficiente relativo al conduttore da proteggere, uguale a 115 per cavi

in Cu isolati in PVC, a 135 per cavi in Cu isolati in gomma ordinaria o butilica, ed a

143 per cavi in Cu isolati in gomma etilenpropilenico (EPR) e propilene reticolato (XLPE);

$K^2 S^2$ è l'energia specifica sopportabile dal conduttore.

Per i corto circuiti di durata superiore ad alcuni periodi il valore di $I^2 t$ si può ottenere assumendo per I il valore efficace in ampere della corrente di corto circuito e per t la durata in secondi del corto circuito stesso.

Quest'ultima relazione deve essere soddisfatta qualunque sia il punto della condotta interessato al cortocircuito. In pratica è sufficiente la verifica immediata a valle degli organi di protezione, dove si ha la corrente di cortocircuito massima, e nel punto terminale del circuito, dove si ha la corrente di cortocircuito minima.

Questa seconda verifica è necessaria per stabilire che la lunghezza del conduttore permetta di stabilirsi una corrente di corto circuito tale da fare intervenire lo sganciatore elettromagnetico dell'interruttore.

Tale corrente di cortocircuito minima è calcolabile mediante la formula semplificata:

$$I_{cc} = \frac{0,8 U S}{1,5 \rho \sqrt{2 L}}$$

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

$$L_{max} = \frac{0,8 U_0 S}{1,5 \rho \sqrt{2 I_m}}$$

dove:

U_0 tensione di fase di alimentazione in volt;

0,8 fattore che tiene conto dell'abbassamento di V durante il cortocircuito;

S sezione del conduttore in mm^2 ;

1,5 fattore di maggiorazione della resistenza della condotta a $20^\circ C$ per effetto dell'aumento di temperatura durante il cortocircuito;

ρ resistività del conduttore alla temperatura media del cortocircuito, assunta pari a 0,0018 (ohm x mm^2 / m) per il rame;

- 2 fattore che tiene conto del fatto che la corrente di cortocircuito interessa il conduttore per una lunghezza $2L$;
- Im corrente di cortocircuito minima che provoca l'apertura dell'interruttore automatico.

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

Protezioni contro i contatti diretti

Per contatto diretto si intende il contatto con una parte dell'impianto normalmente in tensione, compreso il conduttore di neutro.

La protezione contro i **contatti diretti** dovrà essere ottenuta dall'utilizzo di conduttori convenientemente isolati e con la segnalazione delle parti attive entro gli involucri IP<40 ed apribili a mezzo di chiave o attrezzo con tutti i vincoli imposte dalle Norme.

Sarà installato l'interruttore generale, posto in posizione segnalata, che permette di staccare l'intero impianto elettrico dell'attività; tale interruttore è munito di comando di sgancio a distanza, posto nelle vicinanze dell'ingresso o in posizione presidiata.

Inoltre l'isolamento delle parti attive con materiale adeguato alla tensione nominale e verso terra e resistente alle sollecitazioni meccaniche, agli sforzi elettrodinamici e termici ed alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante l'esercizio. L'isolante deve poter essere rimosso solo mediante la distruzione dello stesso.

Protezioni contro i contatti indiretti

Per contatto indiretto si intende il contatto di persone con una massa, o con una parte conduttrice in contatto con la massa, in tensione per un guasto di isolamento.

La protezione contro i **contatti indiretti**, trattandosi di un sistema TT può essere assicurata dall'impianto di messa terra opportunamente coordinato con adeguati dispositivi di protezioni, come detto precedentemente.

Tutte le prese a spina devono essere dotate del contatto di terra che dovrà essere collegato al conduttore di protezione (PE).

I dispositivi di protezione devono essere coordinati con l'impianto di terra in modo tale da intervenire tempestivamente per assicurare l'interruzione automatica del circuito guasto ed evitare che le tensioni di contatto assumano valori ai 50V per un tempo superiore a 5 secondi.

La protezione può essere realizzata sia con l'impiego di dispositivi di massima corrente a tempo inverso (fusibili o interruttori automatici magnetotermici) sia per mezzo di interruttori differenziali. In ogni caso deve essere verificata la relazione:

$$I_5 \leq \frac{U_0}{Z_s}$$

Z s

dove :

- I₅ è il valore della corrente ampere di intervento in 5 secondi del dispositivo di protezione;
- U₀ è la tensione nominale verso terra dell'impianto in volt;
- Z_s è l'impedenza totale del circuito di guasto, per guasto franco a massa , in ohm.

Illuminazione artificiale

Il livello di illuminamento di esercizio, raccomandato dalla Norma UNI per i locali varia in funzione del tipo di locale e/o del tipo di attività svolta.

L'impianto sarà caratterizzato da pali in acciaio di altezza 4m f.t. dotati di apparecchi illuminanti del tipo stradale con lampade a led da 80W, opportunamente posizionati in modo da rispettare i parametri di uniformità ed illuminamento suggeriti dalla norma UNI 11264.

RISPONDEZZA DEI MATERIALI

Tutte le apparecchiature da installare devono essere muniti di marchio **CE (Conformità europea)** e **IMQ Marchio Italiano di Qualità** (oppure di certificato di rispondenza come prescritto dalla **Norma CEI 64-8 Sez. 422**).

VERIFICHE

Prima della consegna e della messa in esercizio dell'impianto elettrico, l'installatore deve eseguire le verifiche necessarie ad accertare la rispondenza alle Norme stesse.

Le verifiche che l'installatore è tenuto ad effettuare devono essere eseguite secondo le indicazioni contenute nella Norma CEI 64-8 si suddividono in:



- ⇒ Esame a vista, al fine di accertare che l'impianto elettrico sia stato realizzato correttamente senza l'effettuazione di prove strumentali;
- ⇒ Prove effettuate secondo le metodologie e con la strumentazione indicate dalla Norma CEI 64-8 con la compilazione del rapporto di verifica, come richiesta nella compilazione della "**dichiarazione di conformità**".

RIFERIMENTI LEGISLATIVI

LEGGI	DESCRIZIONE
Decreto Ministeriale 37/08	Norme per la sicurezza degli impianti
D.LGS. 9 Aprile 2008 N.81	Attuazione dell'art. 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
Norma CEI 12-13	Apparecchi elettronici e loro accessori, collegati alla rete, per uso domestico o analogo uso generale. Norme di sicurezza.
Norma CEI 17-13	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
Norma CEI 23-51	Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
Norma CEI 23-18	Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari
Norma CEI 64-8/1 V2	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua
Norma CEI 64-8/2 V2	Definizioni
Norma CEI 64-8/3 V2	Caratteristiche generali
Norma CEI 64-8/4 V2	Prescrizioni per la sicurezza
Norma CEI 64-8/5 V2	Scelta e installazione dei componenti elettrici
Norma CEI 64-8/6 V2	Verifiche
Norma CEI 64-8/7 V2	Ambienti ed applicazioni particolari
Norma UNI 11248	Illuminazione stradale- Selezione delle categorie illuminotecniche"
Norma UNI 10819	Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna