

PROGETTO DEFINITIVO MARINA DI MARSALA FUTURO PIANO REGOLATORE PORTUALE



Tav.

Stato Progetto **DEFINITIVO**

Rev.

Data **Sett. 2011**

Scala

MM

Descrizione

RELAZIONE TECNICA

I.03

Committente

M.Y.R. Marsala Yachting Resort S.r.l.
Via Favara 452/c bis- T. +39 0923 722319

myR
Marsala Yachting Resort

Capo Progetto e Marina Designer

Ing. Massimo Ombra

Ordine degli Ing. della Provincia di Trapani n°1046

Timbro e Firma



Progettisti

Coordinamento gruppo di progettazione:

Ing. Francesco Di Noto

Progettazione Architettonica:

Arch. Stefania Bacci

Progettazione Architettonica:

Itinerlab Srl - Architetti Nuzzo

Ingegneria marittima / civile e studi ambientali:

Ing. Antonio D'Arrigo

Collaborazioni

Opere marittime:

Ing. Agostino La Rosa

Analisi strutturali e geotecniche:

Ing. Nicola Rustica

Impianti idrici:

Ing. Giovanni Berbiglia

Impianti elettrici e di illuminazione:

Ing. Pietro Inferrera / Ing. Massimo Brancatelli

Aspetti ambientali:

Ing. Domenico Mangano

Studi geologici e geotecnici:

Dott. Piero Merk Ricordi

A. Premessa

- A.1. Generalità
- A.2 Osservazione delle leggi vigenti
- A.3 Situazione esistente
- A.4 Dati tecnici di riferimento e criteri di progettazione

B. Descrizione degli impianti elettrici previsti

- B.1 Descrizione generale
- B.2 Cabina di trasformazione Mt
- B.3 Cabina di trasformazione Mt/bt
- B.4 Specifica Generale Quadro MT Cabina "T.01.00"
- B.5 Rifasamento automatico
- B.6 Altre fonti d'energia
- B.7 Distribuzione elettrica
- B.8 Cavi elettrici
- B.9 Prese di energia
- B.10 Impianto di terra ed equipotenziale

C. Dimensionamento dell'impianto

- C.1 Correnti di corto circuito
- C.2 Qualità della fornitura
- C.3 Protezioni da sovracorrente, corto circuito e protezione dai contatti indiretti

D. Impianto illuminazione

- D.1 Illuminazione di emergenza
- D.2. Illuminazione delle aree esterne
- D.3 Illuminazione degli ambienti

E. Tipologie materiali

- E.1 Tipologia dei materiali dei utilizzare

Relazione Tecnica

A. PREMESSA

A.1. GENERALITA'

La presente relazione tecnica riguarda la progettazione dell'impianto elettrico da realizzare nell'ambito del **progetto definitivo del Porto Turistico di Marsala (TP)**. In particolare modo l'intervento prevede la realizzazione degli impianti elettrici di forza motrice e d'illuminazione a servizio delle opere ricadenti nell'area di competenza dell'Autorità Portuale di Marsala e le opere di urbanizzazione dell'area destinata al trasferimento degli operatori insediati ad oggi sul luogo di nuova programmazione urbanistica oltre la nuova collocazione dell'ente Dogane. Tuttavia, sebbene tale area risulti esclusa dall'attuale ampliamento portuale, di fatto rappresenta il razionale e ragionevole elemento complementare del processo di potenziamento strategico che riguarda il porto di Marsala; pertanto si è ritenuto opportuno dimensionare e verificare l'intera rete, considerando in toto l'intera area di intervento. L'impianto oggetto dell'intervento avrà delle caratteristiche che sfruttano la migliore tecnologia a disposizione e permetterà di rifunzionalizzare l'intera area in considerazione del fatto che la stessa ad oggi è sprovvista di ogni tipo di prerogativa di Porto Turistico, l'intervento sarà realizzato a regola d'arte non solo per quanto riguarda le modalità di installazione, ma anche per la qualità e le caratteristiche delle apparecchiature e dei materiali. Pertanto saranno realizzati in modo tale da rispondere a tutte le norme CEI in vigore, indicando le modalità che verranno assunte per l'installazione dei materiali elettrici e le misure adottate per la protezione delle persone contro i contatti indiretti e per la protezione delle condutture contro le sovracorrenti. Allo stesso tempo tale relazione integra, con ulteriori precisazioni e descrizioni, quanto già indicato negli elaborati grafici. Fanno parte integrante del progetto le tavole allegate, nelle quali vengono riportati gli schemi di distribuzione con i calcoli di progetto, gli schemi unifilari del quadro elettrico, le planimetrie della distribuzione elettrica e dell'impianto di illuminazione (ordinaria e di emergenza).

L'intervento prevede la realizzazione dei seguenti impianti:

- a) Cabina di MT;
- b) Locali Tecnici di trasformazione MT/BT;
- c) Quadro elettrico generale di media tensione;
- d) Quadri elettrici generali di bassa tensione;
- e) Distribuzione f.m.;
- f) Prese per prelievo energia e prese nautiche;
- g) Illuminazione ordinaria e di sicurezza;
- h) Impianto di terra ed equipotenziale;

- i) Impianto di videosorveglianza;
- j) Impianto diffusione sonora;
- k) Impianto Wireless;

A.2. OSSERVANZA DELLE LEGGI VIGENTI

La realizzazione di tutti gli impianti, nel loro complesso, avverrà nel pieno rispetto delle Leggi e Normative tecniche vigenti. E' altresì chiaro che verranno rispettate ed applicate le eventuali nuove Normative o disposizioni di Legge che dovessero essere emanate nel corso dei lavori e la cui applicazione sia espressamente richiesta per i lavori in essere, nonché verranno effettuate eventuali modifiche o sistemazioni degli impianti realizzati sino alla piena loro collaudabilità da parte degli Enti preposti. Oltre a quanto contenuto nella presente relazione saranno rispettate tutte le Leggi, Norme e Regolamenti vigenti nel merito ed in particolare le norme riguardanti gli impianti emanate da VV.FF., I.N.A.I.L., CEI, UNI, UNEL.

NORME CEI ed EN

- **Norma CEI 11-1** – Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata.
- **Norma CEI 11-21** – Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.
- **Norma CEI 17-13** – Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt) – Parte 1 – Parte 2 – Parte 3.
- **Norma CEI 17-4** – Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri bt) non di serie (ANS).
- **Norma CEI 23-51** – Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similari.
- **Norma CEI 64-8/1/2/3/4/5/6/7 e successive varianti** – Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua.
- **Norma CEI 64-12** – Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- **Norma CEI 64-14** – Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- **Norme CEI 103-1/1; CEI 103-1/13; CEI 103-1/14** – Impianti telefonici interni.
- **Norma EN 12464-1** – Illuminazione di luoghi di lavoro in ambienti interni.

LEGGI

- **Legge n. 186 del 01/03/1968** – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

- **Legge n. 791 del 18/10/1977** – Attuazione della direttiva del consiglio delle comunità Europee (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- **D.L. n. 626 del 25/11/1996** – Attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.
- **D.L. n. 277 del 31/07/1997** – Modificazioni al decreto legislativo 25 Novembre 1996, n. 626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione.
- **Legge n. 46 del 05/03/1990** – Norme per la sicurezza degli impianti, D.P.R. del 6 Giugno 2001, n. 380 – Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia. (Testo A).
- **D.P.R. n. 447 del 06/12/1991** – Regolamento di attuazione della Legge 05 Marzo 1990 n. 46 in materia di sicurezza degli impianti.
- **D.P.R. n. 547 del 27/03/1955** – Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro.
- **D.P.R. n. 164 del 07/01/1956** – Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro - G.U. n. 265 del 12 Novembre 1994.
- **D.Lgs. n. 626 del 19/09/1994 e successivo D.Lgs. 19/03/1996 n. 242** – Sicurezza e salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- **D.P.R. n. 384 del 27/03/1978** – Regolamento di attuazione dell'art. 27 della Legge n. 118 del 30/03/71 a favore dei mutilati e invalidi civili, in materia di barriere architettoniche e trasporti pubblici.
- **D.Lgs. n. 494 del 14/08/1996** – Attuazione della Direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
- **D.P.R. n. 303 del 19/03/1956** – Norme generali per l'igiene del lavoro.
- **D.Lgs. n. 475 del 04/12/1992** – Attuazione della Direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21/12/89, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli stati membri relative ai dispositivi di protezione individuali.
- **D.Lgs. n. 493 del 14/08/1996** – Attuazione della Direttiva 89/686/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro.
- **D.P.R. n. 462 del 22/10/2001** – Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra, di impianti elettrici ed impianti elettrici pericolosi.
- **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 2005, recante riordino

delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

- **ANCE** – Prontuario di manutenzione edilizia.

A.3. SITUAZIONE ESISTENTE

L'attuale distribuzione elettrica in bt del Porto di Marsala avviene attraverso due cabine di trasformazione alimentate dalla rete ENEL alla tensione di 20 kV, nelle quali sono ubicati i quadri di distribuzione in Media Tensione (MT) ed i quadri distribuzione in bassa tensione (bt). I quadri di distribuzione bt, alla tensione concatenata di 400 V, delle cabine sono alimentati dai rispettivi trasformatori. Ogni quadro bt è costituito da due sezioni, di cui la prima è la sezione "ordinaria" che viene alimentata dal trasformatore, mentre la seconda è quella delle utenze "privilegiate": esse sono connesse in parallelo alle utenze ordinarie ed alla rete elettrica.

A.4. DATI TECNICI DI RIFERIMENTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE

1. Alimentazione da rete ENEL a 20 kV, 50 Hz.
2. Impianti dimensionati per una potenza impegnata presunta pari a 1.500 kW.
3. Sistema di collegamento a terra TN-S.
4. Distribuzione principale con 4 conduttori + PE.
5. Impianto di illuminazione 230 / 400 V.
6. Impianto f.m. 230 V / 400 V.
7. Caduta di tensione massima ammissibile 4%.
8. Livello di illuminamento minimo in *black-out* pari a 5 lx.

B. DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI PREVISTI

B.1 DESCRIZIONE GENERALE

La necessità di alimentare nuovi carichi posti a distanza considerevole rispetto alle cabine ha motivato la scelta di prevedere l'installazione di una nuova cabina in posizione perimetrale rispetto alle nuove zone da servire (prese piazzole, prese nautiche, illuminazione stradale, torri faro ecc.), in modo da non essere d'impedimento alle normali funzioni che la nuova infrastruttura si propone. Per la realizzazione di tale cabina si è pensato ad inglobare la nuova consegna di Mt da parte dell'Ente Gestore (Enel) all'interno di un locale tecnico delle dimensioni opportune e corrispondente alle caratteristiche della normativa adottata da Enel stessa (DK5600), il quale si trova all'interno dell'area

denominata Servizi e più precisamente adiacente l'edificio destinato a Supermercato. Dal punto di consegna della Media Tensione si dirameranno dei cavidotti, di opportuno diametro, che alimenteranno quattro locali tecnici che serviranno per la trasformazione MT/bt che sono denominate in sequenza:

- Ø T.01.00 (Area servizi)
- Ø T.01.01 (Area Molo Colombo 01)
- Ø T.01.02 (Area Molo Colombo 02)
- Ø T.01.03 (Area Club House)
- Ø T.02.01 (Area Cantieri)

Tali cabine sono utilizzate per alimentare le varie utenze dei pontili e banchine da diporto nautico, alcuni edifici che si trovano localizzati lungo l'area oggetto di concessione demaniale, l'impianto d'illuminazione, l'impianti ausiliari ecc.. La progettazione dei nuovi impianti elettrici, è stata prevista nel rispetto dell'impianto esistente ed in modo tale da garantire la totale compatibilità di quanto è già in funzione con tutto ciò che verrà realizzato in futuro. Gli impianti elettrici in progetto sono stati concepiti nel pieno rispetto degli attuali standard normativi e qualitativi.

B.2. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT

L'analisi dei carichi previsti in progetto, sviluppata sulla base delle potenze degli impianti utilizzatori, indica, come accennato in precedenza, un carico effettivo di circa 1.500 kW che corrisponderà poi alla potenza contrattuale. Il locale tecnico denominato "T.01.00" sarà costituita principalmente da tre scomparti realizzati in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 11-35. La cabina di trasformazione è costituita da tre locali:

- Locale di consegna
- Locale di misura
- Locale utente

Il locale di consegna di energia e il locale di misura saranno costruiti secondo le prescrizioni dell'ENEL. A tali locali hanno accesso gli operatori dell'Ente distributrice di energia direttamente dal suolo pubblico, tramite porte di tipo unificato ENEL, fornita e installata dall'utente con una serratura fornita dell'Ente distributore di energia e installata dall'utente. Il locale di consegna dell'energia sarà uso esclusivo dell'ENEL che allestirà le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento. Il locale di misura dell'energia è il locale in cui l'Ente distributore di energia installerà il gruppo di misura. A tale locale avrà accesso pure l'utente tramite una propria entrata di servizio. Il locale utente sarà completamente allestito dall'utente, compreso il cavo di collegamento fra il dispositivo di

protezione generale (che deve avere caratteristiche conformi alle richieste dell'ENEL) e il punto di consegna dell'energia posto nel locale di consegna. Di seguito sono riportati: le caratteristiche tecniche dell'impianto in MT.

Caratteristiche dell'impianto di MT

L'alimentazione è fornita in media tensione, con queste caratteristiche:

- Tensione: 20 kV
 - Corrente di cortocircuito nel punto di consegna: 20 kA
 - Corrente massima di terra: 250 A
 - Tempo di intervento delle protezioni: 0,6 s
- Fornitura: in cavo in un locale adiacente a quello di trasformazione

L'impianto a MT dell'utente è costituito dai seguenti elementi:

- Condotto di collegamento: punto di consegna – cella di arrivo
- Scomparto di arrivo
- Scomparto di protezione generale
- Condotto di collegamento: protezione generale

Il sistema che s'intende adottare favorisce la distribuzione della potenza in gioco in quanto le cabine Mt/bt che si intende utilizzare hanno delle dislocazioni così ampie che trasformare in bassa tensione per poi alimentare i vari quadri sarebbe stato improponibile oltre che non opportuno. Partendo da queste considerazioni ci siamo proposti l'obiettivo di dislocare i locali tecnici di trasformazione di proprietà dell'utente in vari punti dell'area concessa ai fini della costruzione del nuovo porto turistico di Marsala. I locali tecnici di trasformazione Mt/bt troveranno ubicazione all'interno di edifici, i quali a loro volta saranno dotati di locali tecnici idonei per la trasformazione in bassa tensione, così da alimentare le varie utenze presenti nell'area di pertinenza.

B.3. CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/bt

Le cabine denominate "T.xx.nn" saranno costituite principalmente da due scomparti realizzate in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 11-35. Il primo conterrà il quadro MT ed il trasformatore; il secondo blocco il quadro bt. Esso sarà alimentata da una linea MT in partenza dalla Cabina "T.01.00" di nuova costruzione. Date le distanze di

- Ø **1400 m**
- Ø **1100 m**
- Ø **900 m**
- Ø **1200 m**

che intercorrono tra la cabina elettrica “T.01.00” e le tre cabine “T.01.01”-“T.01.02”-“T.01.03” e “T.02.01” considerati i parametri caratteristici di resistenza e reattanza chilometrica del cavo in Media Tensione, si effettuano i calcoli di dimensionamento, verificando le portate e valutando la scelta operata in base al criterio della massima caduta di tensione. A tal fine si tengano in considerazione i dati riportati in Tabella 1, che mostra in sintesi le caratteristiche elettriche del cavo in esame, nonché il calcolo della caduta di tensione per la specifiche lunghezze dei cavi stessi.

Tabella 1. Caratteristiche e parametri elettrici del cavo per applicazioni in media tensione tipo RG7H10R - 15/20 kV, nonché calcolo della caduta di tensione per la specifica lunghezza dei cavi.

Tensione Voltage	Sez. nominale Nom. cross-sect.	Ø conduttore Ø of conductor	Spessore isolante Insul. thickness	Sez. schermo c.a. Approx screen sect.	Ø esterno massimo Max overall Ø	Peso del cavo c.a. Approx cable weight	R min. curvatura Minimum bending R	Portata di corrente - Current carrying		Resist. appar. cond. 50 Hz-90°C Cond. appar. res. 50 Hz-90°C	Cap. 50Hz c.a. App. capacit. 50 Hz	Reattanza di fase 50 Hz Phase reactance 50 Hz	Sez. nominale Nom. cross-sect.
kV	mm ²	mm	mm	mm ²	mm	kg/km	mm	ampere	ampere	ohm/km	µF/km	ohm/km	mm ²
3,6/6	3 x 25	6,0	3,0	7	40,5	2.680	460	145	150	0,935	0,20	0,110	3 x 25
3,6/6	3 x 35	7,0	3,0	7	43,0	3.150	500	75	185	0,674	0,23	0,100	3 x 35
3,6/6	3 x 50	8,2	3,0	8	46,0	3.810	530	210	215	0,498	0,26	0,097	3 x 50
3,6/6	3 x 70	9,8	3,0	8	49,5	4.660	590	260	265	0,344	0,30	0,092	3 x 70
3,6/6	3 x 95	11,4	3,0	8	53,5	5.700	650	320	315	0,248	0,33	0,089	3 x 95
3,6/6	3 x 120	13,0	3,0	10	57,0	6.770	690	370	360	0,196	0,37	0,086	3 x 120
3,6/6	3 x 150	14,3	3,0	10	60,0	7.860	740	415	400	0,160	0,40	0,084	3 x 150
3,6/6	3 x 185	16,0	3,0	13	64,0	9.300	790	475	450	0,127	0,44	0,082	3 x 185
3,6/6	3 x 240	18,4	3,0	13	69,5	11.400	870	555	515	0,0971	0,49	0,079	3 x 240
3,6/6	3 x 300	20,7	3,0	13	76,0	13.860	940	635	580	0,0773	0,54	0,077	3 x 300
6/10	3 x 25	6,0	3,4	8	42,5	2.890	550	145	150	0,935	0,21	0,120	3 x 25
6/10	3 x 35	7,0	3,4	8	44,0	3.320	590	175	175	0,674	0,23	0,110	3 x 35
6/10	3 x 50	8,2	3,4	8	47,0	4.000	630	210	210	0,498	0,26	0,110	3 x 50
6/10	3 x 70	9,8	3,4	10	51,5	4.950	680	260	255	0,344	0,29	0,100	3 x 70
6/10	3 x 95	11,4	3,4	10	55,5	6.010	730	315	305	0,248	0,32	0,097	3 x 95
6/10	3 x 120	13,0	3,4	10	59,0	7.050	780	365	350	0,196	0,36	0,094	3 x 120
6/10	3 x 150	14,3	3,4	10	62,0	8.150	830	405	390	0,160	0,38	0,091	3 x 150
6/10	3 x 185	16,0	3,4	13	66,0	9.610	890	470	440	0,127	0,42	0,088	3 x 185
6/10	3 x 240	18,4	3,4	13	71,5	11.740	960	550	510	0,0971	0,47	0,085	3 x 240
8,7/15	3 x 25	6,0	4,5	8	47,5	3.420	620	145	145	0,935	0,18	0,130	3 x 25
8,7/15	3 x 35	7,0	4,5	8	49,5	3.880	660	175	175	0,674	0,19	0,120	3 x 35
8,7/15	3 x 50	8,2	4,5	8	52,5	4.580	710	210	205	0,498	0,21	0,120	3 x 50
8,7/15	3 x 70	9,8	4,5	10	56,5	5.580	760	260	250	0,344	0,24	0,110	3 x 70
8,7/15	3 x 95	11,4	4,5	10	60,5	6.690	800	315	300	0,248	0,26	0,100	3 x 95
8,7/15	3 x 120	13,0	4,5	12	64,0	7.820	860	360	340	0,196	0,29	0,100	3 x 120
8,7/15	3 x 150	14,3	4,5	12	67,0	8.960	900	405	380	0,160	0,31	0,097	3 x 150
8,7/15	3 x 185	16,0	4,5	12	71,0	10.400	960	470	430	0,127	0,34	0,094	3 x 185
12/20	3 x 25	6,0	5,5	10	52,0	4.000	720	145	150	0,935	0,17	0,140	3 x 25
12/20	3 x 35	7,0	5,5	10	54,5	4.530	730	175	175	0,674	0,17	0,130	3 x 35
12/20	3 x 50	8,2	5,5	10	57,5	5.270	760	210	205	0,498	0,18	0,120	3 x 50
12/20	3 x 70	9,8	5,5	12	61,0	6.250	830	260	255	0,344	0,21	0,110	3 x 70
12/20	3 x 95	11,4	5,5	12	65,0	7.400	870	315	300	0,248	0,23	0,100	3 x 95
12/20	3 x 120	13,0	5,5	12	68,5	8.510	920	360	340	0,196	0,25	0,100	3 x 120
12/20	3 x 150	14,3	5,5	14	71,5	9.730	960	410	380	0,160	0,27	0,100	3 x 150
12/20	3 x 185	16,0	5,5	14	76,0	11.300	1.030	470	430	0,127	0,29	0,098	3 x 185
18/30	3 x 35	7,0	8,0	12	66,0	6.200	920	175	175	0,674	0,14	0,140	3 x 35
18/30	3 x 50	8,2	8,0	12	69,0	7.020	940	210	205	0,498	0,15	0,130	3 x 50
18/30	3 x 70	9,8	8,0	13	72,5	8.070	990	260	250	0,344	0,16	0,130	3 x 70
18/30	3 x 95	11,4	8,0	13	76,5	9.350	1.040	315	300	0,248	0,18	0,120	3 x 95

I trasformatori possono fornire una potenza apparente nominale

- $A_n = 630 \text{ kVA}$ (T.01.00)
- $A_n = 500 \text{ kVA}$ (T.01.01)
- $A_n = 630 \text{ kVA}$ (T.01.02)
- $A_n = 630 \text{ kVA}$ (T.01.03)
- $A_n = 630 \text{ kVA}$ (T.02.01)

alla tensione nominale $U_n = 20 \text{ kV}$, di conseguenza i cavi saranno attraversati dalle correnti:

$I_n = 18,19 \text{ A}$	(T.01.00)
$I_n = 14,43 \text{ A}$	(T.01.01)
$I_n = 18,19 \text{ A}$	(T.01.02)
$I_n = 18,19 \text{ A}$	(T.01.03)
$I_n = 18,19 \text{ A}$	(T.01.03)

Si sceglierà pertanto un cavo tripolare di sezione 95 mm^2 , cui corrisponde una caduta di tensione percentuale pari a $\bullet V\% = 0,0585$. Il cavo utilizzato di tipo **RG7H10R**, tripolare per Media Tensione (mostrato in Fig. 1) presenta le seguenti caratteristiche:

- tensione di isolamento $U_0/U = 15/20 \text{ kV}$;
- l'isolamento è costituito da una miscela elastomerica reticolata (HEPR) di qualità G7 corrispondente alle norme CEI 20-11;
- gli spessori isolanti sono in accordo alle norme CEI 20-13 ed. 1992, la guaina esterna è costituita da una miscela termoplastica in PVC qualità RZ di
- colore rosso corrispondente alle norme CEI 20-11.



Fig. 1: Cavo tripolare di Media Tensione tipo RG7H10R.

Tale cavo sarà disposto in posa interrata entro tubo protettivo in PVC, posato in canalizzazione. La profondità di posa consigliata dalle Norme per tensioni da 15 a 30 kV è di 1 m. L'intero impianto assorbe, come detto in precedenza, una potenza attiva di 1.500 kW, che rappresenta la potenza contrattuale. L'intero impianto assorbe, come detto in precedenza, una potenza attiva di 1.500 kW, che rappresenta la potenza contrattuale. Per valutare la potenza apparente di progetto del trasformatore, si può considerare un fattore di potenza di $\cos\phi = 0,9$ in quanto è prevista l'installazione di una batteria di rifasamento automatica; al valore di potenza contrattuale ottenuto occorre aggiungere un margine del 20% per future richieste di potenza. Si ottiene:

$$P_{cont.} = 470 \text{ kW}$$

$$P_{\text{max}} = 0,2 * 470 = 94 \text{ kW}$$

$$A_{\text{ns}} = \frac{470 + 94}{0,9} = 626,67 \text{ kVA}$$

che giustifica la scelta di trasformatori in resina aventi i seguenti dati di targa:

- $A_n = 630/500 \text{ kVA}$;
- $V_{1n} = 20 \text{ kV}$;
- $V_{20} = 400 \text{ V}$;
- $V_{cc}\% = 6\%$;
- $P_{jn} = 6.800 \text{ W a } 75^\circ\text{C}$.

B.4. Specifica Generale Quadro MT Cabina "T.01.00"

Nella cabina "T.01.00" verrà installato uno scomparto di arrivo MT, con interruttore in esafloruro di zolfo (SF6). Tale quadro MT sarà composto dalle seguenti celle:

- Cella "RISALITA CAVI".
- Cella "INTERRUTTORE GENERALE", equipaggiata con interruttore in "SF6" con protezioni differenziali e di massima corrente di tipo elettronico, regolabili in funzione delle caratteristiche della rete di alimentazione e degli impianti elementari.
- Comparto "MISURE"

La cella "interruttore generale" avrà inoltre il dispositivo di sezionamento e messa a terra sul sezionatore di arrivo linea, l'oblò d'ispezione, le lampade di presenza tensione (tipo "capacitivo") e l'impianto di illuminazione interna. Nella parte superiore della cella dovrà essere realizzato il vano porta strumenti, con all'interno le morsettiere necessarie all'allacciamento dei cavetti ausiliari provenienti dall'esterno e di tutte le apparecchiature di comando, segnalazione e misura contrassegnate con opportune targhette indicatrici. L'alimentazione delle protezioni nelle varie celle, così come le segnalazioni e l'illuminazione interna, saranno da realizzare in corrente alternata a 230 V. Il collegamento tra i sezionatori lato Cabine "T.xx.nn" e il quadro MT sarà realizzato mediante cavo tripolare isolato di sezione 95 mmq, posato entro apposito cavedio realizzato sul basamento della cabina stessa. Dal quadro MT, saranno disposti, entro apposito cavedio realizzato su basamento della cabina i cavi di MT fino al trasformatore. Tale collegamento

tra il quadro MT e il trasformatore sarà da realizzare con tre cavi unipolari di sezione pari a 95 mmq. I cavi dovranno possedere conduttori in rame, isolamento in gomma e guaina in resina, essere schermati, ma non armati, e possedere un grado di isolamento 20/24 kV; sarà da precedere l'impiego di terminali nastrati per interno di classe 30kV per l'allacciamento in partenza e arrivo dei cavi. I locali tecnici saranno attrezzati con trasformatori da 630/500 kVA n appositi scomparti. Dovranno essere previsti blocchi a chiave che impediscano l'accesso al box trasformatore prima di aver tolto la tensione e messo a terra la rispettiva linea di alimentazione. Nei locali della cabina di trasformazione e ricezione dovranno essere poste le dotazioni antinfortunistiche di legge, cioè:

- cartelli ammonitori;
- cartelli con istruzioni per il soccorso;
- schemi unifilari sottovetro;
- tappeto isolante 30 kV;
- lampada di sicurezza a batterie ricaricabile con relativa presa di ricarica e gancio di sospensione;
- estintore a polvere da 8 ÷ 10 kg e relativo gancio di sospensione

Controllo e comunicazione

- Controllo e segnalazione di pannello: REF 542 plus/REM 54X
- Protocollo di comunicazione: Nessuno
- Tipo di connessione: Nessuna

Unità REF542 PLUS

Le unità REF542 Plus sono dispositivi integrati con microprocessori in grado di eseguire funzioni di comunicazione, controllo, misura e protezione. Ogni unità funzionale provvista di REF542 Plus può formare un modulo in grado di gestire ed eseguire indipendentemente e con grande flessibilità le principali funzioni di protezione, misura, diagnosi, monitoraggio, comunicazione e automazione, consentendo la gestione centralizzata del quadro. Le diverse unità REF542 Plus presenti nel quadro presentano lo stesso tipo di hardware base. Questo hardware è costituito da un'unità centrale alloggiata all'interno dell'unità funzionale e da un'interfaccia uomo-macchina posizionata sulla porta dell'unità stessa. Le due parti dell'apparecchiatura sono collegate fra loro mediante un cavo di comunicazione. L'interfaccia è inoltre dotata di un LED ausiliario in grado di segnalare allarmi riguardanti le protezioni, la diagnostica e, in termini più generali, lo stato di eventuali unità esterne collegate all'unità REF542 Plus. L'interfaccia deve essere in grado in particolare di

visualizzare sul *display* alfanumerico sia informazioni (stato delle unità esterne, allarmi, protezioni, autodiagnostica, ecc.) sia lo schema unifilare della parte dell'impianto in cui è inserita l'unità, indicando la posizione degli apparecchi di manovra dell'unità in tempo reale. L'unità REF542 Plus deve essere in grado di eseguire le seguenti funzioni di protezione, adeguatamente combinate secondo i requisiti dell'impianto (codici di identificazione in conformità con quanto è specificato nelle norme IEEE C37.2-1996):

- Ø **21** (distanziometrica);
- Ø **25** (controllo sincronismo);
- Ø **27** (minima tensione);
- Ø **32P** (direzione della potenza attiva);
- Ø **37** (basso carico);
- Ø **46** (carico squilibrato);
- Ø **49** (sovraccarico termico);
- Ø **50** (massima corrente istantanea);
- Ø **50N** (guasto a terra istantaneo);
- Ø **51** (massima corrente con curva a tempo indipendente);
- Ø **51IDMT** (massima corrente con curva a tempo inverso);
- Ø **51START** (avviamento motore);
- Ø **51LR** (blocco del rotore);
- Ø **51N** (guasto a terra con curva a tempo indipendente);
- Ø **51NIDMT** (guasto a terra con curva a tempo inverso);
- Ø **59** (massima tensione istantanea);
- Ø **59** (massima tensione con curva a tempo indipendente, due soglie);
- Ø **59N** (tensione residua con curva a tempo indipendente, due soglie);
- Ø **66** (numero di avviamenti);
- Ø **67** (massima tensione con curva a tempo indipendente direzionale, due soglie);
- Ø **67N** (guasto a terra con curva a tempo indipendente direzionale, due soglie);
- Ø **68** (collegamento del trasformatore);
- Ø **79** (richiusura automatica);
- Ø **81** (frequenza di monitoraggio);
- Ø **87** (differenziale macchina).

L'unità REF542 Plus, come specificato di seguito nella descrizione delle singole unità che costituiscono il quadro, deve essere in grado di eseguire le seguenti funzioni di misura, adeguatamente combinate secondo i requisiti di installazione:

- Ø correnti di fase;
- Ø correnti di guasto a terra;
- Ø tensione di fase;
- Ø tensioni fase-fase;
- Ø tensione residua;

- Ø valori medi della corrente trifase (calcolati in un intervallo temporale regolabile fra 1 e 30 minuti);
- Ø valore massimo registrato;
- Ø potenza attiva;
- Ø potenza reattiva;
- Ø fattore di potenza;
- Ø frequenza;
- Ø energia attiva;
- Ø energia reattiva;
- Ø energia calcolata mediante impulsi esterni (max. 15);
- Ø ore d'esercizio;
- Ø cicli di manovra;
- Ø sommatoria delle correnti interrotte.

L'unità **REF542 Plus** è in grado di eseguire, inoltre, eseguire importanti funzioni di automazione delle unità funzionali del quadro, in modo da consentire all'utilizzatore di effettuare operazioni di manutenzione, come il collegamento a terra di un tratto di linea oppure lo scollegamento di una data utenza, in condizioni di massima sicurezza. L'unità è soprattutto essere in grado di controllare gli interblocchi fra i diversi apparecchi di manovra, manovrabili elettricamente, per impedire manovre non ammesse dalla tipologia dell'impianto. La definizione della logica di interblocco può essere modificata secondo i requisiti dell'utilizzatore semplicemente variando il *software* di configurazione. Si possono utilizzare unità REF542 Plus anche qualora si renda necessaria la commutazione automatica e manuale fra due diverse unità arrivo. Il tempo necessario per la commutazione può variare fra 190 e 300 millisecondi (inclusi i tempi d'esercizio degli interruttori). In seguito a interruzione dell'alimentazione o a caduta provvisoria della tensione di rete, l'unità REF542 Plus è in grado di supervisionare autonomamente lo scollegamento dei motori e, se necessario, eseguire controlli tesi ad effettuare un ri-collegamento automatico. L'unità REF542 Plus può essere inoltre impiegata per realizzare protezioni di tipo logico in grado di differenziare il guasto, localizzandolo e isolandolo mediante apertura del minor numero possibile di interruttori. Gli eventi acquisiti e i relativi dati devono poter essere trasferiti ad un sistema di controllo centralizzato. Nello specifico, gli eventi memorizzati possono essere:

- Ø attivazione ed eventuale sgancio delle funzioni di protezione;
- Ø modifica dello stato delle uscite e degli ingressi binari;
- Ø controllo locale e remoto;
- Ø modifica dello stato degli interruttori e dei sezionatori;
- Ø accensione e spegnimento dell'unità centrale;
- Ø eventuali tentativi di impartire un comando non ammesso dagli interblocchi;
- Ø allarmi trasmessi dalla diagnostica;

- Ø valore effettivo delle correnti di fase e delle correnti di terra omopolari (in caso di guasto);
- Ø tensione di fase e di linea (in caso di guasto).

L'unità REF542 Plus integrata è inoltre in grado di monitorare ed elaborare i seguenti parametri:

- Ø unità di autodiagnostica;
- Ø continuità dell'avvolgimento della bobina di apertura;
- Ø stato di carica delle molle di chiusura/apertura dell'interruttore;
- Ø numero di cicli di manovra;
- Ø pressione del gas (per gli interruttori in SF6).

La comunicazione con eventuali sistemi di controllo centrali può essere realizzata utilizzando uno dei seguenti protocolli:

- Ø ABB SPA-bus;
- Ø LON-bus secondo la *Lon Application Guide* (LAG 1.4) di ABB;
- Ø IEC 60870-5-103 (in conformità con le specifiche VDEW);
- Ø MODBUS RTU.

L'alimentazione ausiliaria può essere selezionata fra 48 e 220 V_{dc} e il consumo di corrente non deve essere superiore a 40 W.

B.5. RIFASAMENTO AUTOMATICO

La maggior parte dei carichi funzionanti in c.a. assorbe dalla rete elettrica di alimentazione, oltre alla potenza attiva, anche una quota parte di potenza reattiva di tipo induttivo, che determina uno sfasamento in ritardo della corrente rispetto alla tensione. Tanto maggiore sarà lo sfasamento e tanto minore risulterà il fattore di potenza di funzionamento delle apparecchiature. Di conseguenza si avranno maggiori perdite nelle linee, aumento della caduta di tensione, limitazioni delle capacità di produzione dei generatori e delle capacità di trasporto delle linee; inoltre le disposizioni del Comitato Interministeriale Prezzi prevedono l'obbligo al rifasamento affinché il fattore di potenza non sia minore di 0,9. Per tali motivi, è prevista l'installazione di un quadro di rifasamento centralizzato automatico all'interno dei locali tecnici "bt" delle Cabine T.xx.nn. Considerando che la potenza attiva effettivamente assorbita dall'impianto sarà di 1.500 kW, ed ipotizzando un $\cos\phi = 0,7$, per effettuare un rifasamento dell'impianto a $\cos\phi = 0,9$, occorre che il quadro in oggetto abbia una potenza reattiva pari a:

$$Q_b = P \cdot (\tan \phi_1 - \tan \phi_2)$$

Si utilizzerà un rifasatore automatico della potenza nominale $Q = 820 \text{ kvar}$.

B.6. ALTRE FONTI D'ENERGIA

L'impianto sarà dotato di G.E. di soccorso di potenza $P_n = 100 \text{ kW}$ per alimentare i carichi elettrici definiti privilegiati. Il G.E. sarà ubicato nell'apposito vano limitrofo alla cabina di trasformazione MT/bt. Il G.E. sarà provvisto di quadro di scambio automatico con apparecchi di commutazione, adeguatamente interbloccati, per impedire paralleli, anche accidentali, fra il sistema di alimentazione dell'utente e la rete ENEL.

B.7. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

Il primario dei trasformatori MT/bt da $630/500 \text{ kVA}$ riceveranno l'alimentazione dalla linea elettrica in uscita dallo scomparto 2 della cabina MT, ed avranno una lunghezza di

- 5 m
- 5 m
- 5 m
- 5 m

Si adotterà per tale linea un cavo MT tripolare del tipo **RG7H10R 15/20 kV**, dalle medesime caratteristiche elettriche e costruttive di quello precedentemente descritto per la linea in ingresso alla cabina MT. Considerando i valori caratteristici di tale cavo, si ricava la sezione che soddisfa i criteri di portata e che rende minima la caduta di tensione percentuale sulle tratte in esame. Si adotterà un cavo di sezione $3 \times 95 \text{ mm}^2$ con un effetto trascurabile sulla caduta di tensione. I circuiti in bt degli impianti di illuminazione e prese situati all'interno della cabina saranno di tipo trifase+N+PE, secondo lo schema elettrico TN-S, in cui il conduttore di neutro e quello di protezione sono separati, le masse sono collegate alla terra della cabina attraverso il conduttore PE. La rappresentazione della distribuzione elettrica secondaria è riportata sulla specifica planimetria allegata, con dettaglio del passaggio cavi e delle sezioni progettuali.

B.8. CAVI ELETTRICI

I carichi saranno alimentati tramite cavi di tipo FG7(O)R unipolari e multipolari a 4 conduttori + PE (R, S, T + N + PE – giallo-verde) a doppio isolamento: isolante in gomma HEPR ad alto modulo, che conferisce al cavo **Cavo RG7H10R - 15/20 kV** elevate caratteristiche elettriche, meccaniche e termiche (norme CEI 11-20 – CEI 20-34), non propagante l'incendio (CEI 20-22) e a bassa emissione di fumi, dotato di guaina PVC; tensione nominale di isolamento $U_0/U=0,6/1 \text{ kV}$; temperatura di funzionamento 90°C . I

cavi saranno posati entro cavidotti costituiti da tubi PVC posti in cunicoli interrati, con profondità di interramento di circa 1 m. Sono previsti pozzetti di infilaggio ed ispezione ogni 30 m nei tratti rettilinei lunghi e ad ogni cambiamento di direzione.

B.9. PRESE DI ENERGIA

E' prevista la consegna di energia elettrica nelle piazzole e sulle banchine (prese nautiche) tramite prese protette ed alloggiare entro appositi terminali protettivi di distribuzione.

Tali terminali saranno costituiti da colonnine di tipo equivalente a:

EROGATORE MODELLO DOMYNA



Descrizione struttura:

- Semiscocche, testata e struttura portante interna stampate a pressione in poliestereSMC e BMC termoindurente, autoestinguente secondo UL94 classe V0 adatto in ambienti marini, con elevata resistenza ai raggi UV, agli urti accidentali e agli agenti atmosferici e chimici;
- Qualsiasi colore RAL.
- Dimensioni: 455x1190x350mm
- Portello IP44 trasparente in policarbonato antiurto a protezione delle prese contro pioggia, intemperie, invecchiamento e manovre incaute. Apribile dal basso verso l'alto, dotato di asole uscita cavi utenti con spazzole antinsetto e di serratura a chiave.
- Pistone a gas di sostegno portello lato prese.
- Sistema di bloccaggio portello semi-aperto con spina 125A inserita).

- Portello IP66 trasparente in policarbonato antiurto a protezione degli interruttori completo di serratura a chiave.
- piastra di separazione parte elettrica/parte idrica
- piastre porta apparecchiature e copri modulo in policarbonato PC-FV20
- Kit con lampada 20W basso consumo per l'illuminazione del piano di calpestio circostante.
- Kit di segnalazione guasto locale composto da lampade LED e kit contatti per segnalatore di guasto. In caso di intervento di un interruttore M.T.D. le lampade a LED lampeggia permettendo l'immediata individuazione della colonnina ove si è verificato il guasto.
- prese di sicurezza interbloccate fino a 32A o prese 63A e 125A con micro per interblocco elettrico
- centralina elettronica "Easy system" IP55 con display alfanumerico modulo
- spie presenza tensione.
- interruttori differenziali magnetotermici a protezione di ogni presa.
- interruttore differenziale magnetotermico a protezione degli ausiliari.
- contatori elettronici di energia attiva con visualizzatore per lettura diretta e con uscita impulsi. **I contatori qui descritti sono conformi alla Direttiva M.I.D. (Measuring Instruments Directive) (D.Lgs. n. 22 del 2007 di attuazione della Direttiva 2004/22/CE relativa agli strumenti di misura) e muniti di marcatura CE e della marcatura metrologica supplementare M, numero di certificazione.**
- Presa USB per eventuale aggiornamento software.
- Vano morsettiera **(per morsettiera fino a 185/240mmq – quotate a parte)**
- gruppo idrico **acqua potabile** completo di:
- rubinetti ½" (3/4" nella versione con prese 125A) in ottone nichelato lucchettabili con maniglia **BLU** in nylon rinforzato.
- contatori idrici volumetrici **classe B-H/A-V** in ottone nichelato con numeratore per lettura diretta e uscita impulsi **(N.B. : Contatori provvisti di bollo metrico Verifica Prima CEE in ottemperanza della Direttiva 2004/22/CE e al D.Lgs. n.22/07 relativi agli strumenti di misura).**
- elettrovalvole in ottone con bobina rinforzata.

All'interno delle colonnine sono presenti i dispositivi automatici di protezione delle prese, costituiti da interruttori magnetotermici + modulo differenziale.

B.10. IMPIANTO DI TERRA ED EQUIPOTENZIALE

L'impianto di terra sarà unico con quello delle cabine elettriche. Le masse dell'impianto utilizzatore verranno messe a terra collegandole all'impianto disperdente tramite conduttori equipotenziali principali, supplementari e collettori di terra. L'uso generalizzato, nell'impianto in esame, di protezioni effettuate tramite interruttori differenziali favorirà l'ottenimento del valore richiesto per la resistenza di terra. Le norme CEI 64-8 che tutte le parti metalliche accessibili normalmente non in tensione, ma che per difetto di isolamento o per altre cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione, macchine e apparecchi alimentati da sistemi di prima categoria con tensione nominale •125V, devono essere protette contro le tensioni di contatto. All'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso. Inoltre tutte le prese a spina degli impianti utilizzatori devono essere munite di contatto di terra, connesso

permanentemente ad apposito conduttore di protezione collegato allo stesso impianto di terra. La protezione contro le tensioni di contatto deve essere integrata con l'adozione dei dispositivi automatici differenziali descritti precedentemente. Esistono dei limiti restrittivi sul valore della resistenza di terra complessiva dell'impianto imposti dall'art. 271 del DPR 547/1955 che impone un valore di resistenza massima di 20 Hom. L'impianto di terra sarà costituito da n. 31 **picchetti di terra** (3 per ogni torre faro e 4 picchetti ai bordi della Cabina T.01.00) in acciaio zincato a caldo – diametro 20 mm – lunghezza 3 m (di cui 25 cm fuori terra) entro appositi pozzetti, aventi dimensioni interne di 40x40x50 cm, telaio in profilato d'acciaio e chiusino in ghisa per transito incontrollato. Il parallelo tra i dispersori sarà realizzato mediante corda conduttrice in **treccia di rame nuda della sezione di 35 mmq**, interrata ad una profondità di 1 m.

Calcolo di verifica del valore della resistenza di terra

A favore della sicurezza verrà effettuato il calcolo della resistenza di terra considerando solo il parallelo dei dispersori a picchetto, ed il valore che si otterrà è quello massimo. Tenendo in considerazione anche la corda conduttrice si otterrà un valore della resistenza di terra minore; effettuando il collegamento delle tubazioni metalliche degli impianti a gas e idrici all'impianto di terra, si contribuirà a diminuire ulteriormente il valore della resistenza di terra. La resistenza di un picchetto dispersore di terra è dato dalla relazione:

$$R_{1p} = \bullet / L$$

che è valida se è verificata la:

$$L/d > 100$$

dove:

- $\bullet = 200 \text{ Hom/m}$ (resistività del terreno);
- $L = 2,75 \text{ m}$ (lunghezza interrata del picchetto);
- $d = 20 \text{ mm}$ (diametro);
- $L/d = 2,75/0,02 = 137,5 > 100$

I valori della resistenza di terra rispettivamente per 1 picchetto e per 31 picchetti risultano:

$$R_{1p} = \bullet / L = 200/2,75 = 72,73 \text{ Hom}$$

$$R_{nnp} = 72,73/31 = 2,35 \text{ Hom}$$

Il valore massimo che può assumere la resistenza di terra è di 2,35 Hom, in pieno accordo con le Norme CEI 64-8 e con quanto disposto dall'art. 271 del DPR 547/1955.

C. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

C.1. QUALITA' DELLA FORNITURA

Per garantire un corretto impiego degli utilizzatori è necessario che essi funzionino al valore di tensione nominale prevista: per tale motivo si deve verificare che la caduta di tensione $\bullet V$ non assuma valori elevati, ed in particolare le Norme CEI stabiliscono che, per ciascun apparecchio utilizzatore, la massima caduta di tensione percentuale ammessa è del 4% della tensione di consegna. Può essere ricavata in modo analitico tramite la formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot (R_L \cdot \cos \varphi + X_L \cdot \sin \varphi) \cdot I_b$$

dove R_L e X_L sono rispettivamente la resistenza e la reattanza del cavo relativo alla tratta in esame. Tramite le tabelle UNEL 35023-70 è possibile ricavare il valore della sezione dei cavi; essa è stata calcolata anche automaticamente per tutte le linee tramite l'ausilio di un *software* dedicato, ed i risultati sono stati riportati sugli schemi elettrici allegati.

C.2. CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Per la verifica della conformità alle norme per la protezione dal corto circuito occorre calcolare il valore efficace della componente simmetrica della corrente di corto circuito, dato dal rapporto tra la tensione di fase e l'impedenza della rete a monte del c.c. vista dal punto di guasto. In particolare, il dispositivo automatico di protezione dovrà essere in grado di proteggere la tratta dalla corrente di corto circuito massima (trifase ad inizio linea), e da di corto circuito minima (monofase a fine linea). I valori della corrente di guasto monofase di fine linea sono stati calcolati per ogni utenza in modo automatico, tramite l'ausilio di un *software*, ed i risultati sono riportati sulla, nonché nella relazione di calcolo di seguito allegata (**Allegato I**). Gli interruttori automatici all'interno dei quadri bt sezione ordinaria e privilegiata, posizionati a valle del trasformatore, dovranno avere un valore del potere di interruzione nominale maggiore del valore I_{ccB} calcolato, che rappresenta la corrente di cortocircuito massima ad inizio linea.

Verifica coordinamento cavo-interruttore automatico

Dall'espressione della corrente di corto circuito si ricava l'espressione della lunghezza limite per cui sia verificato l'intervento del dispositivo automatico, in caso di guasto per corto circuito, su un cavo di una determinata sezione e lunghezza:

$$L \leq \frac{1,5 \cdot V \cdot S}{I_n}$$

Come già detto in precedenza, i risultati delle verifiche del coordinamento per tutte le utenze presenti nell'impianto, sono riportati nella relazione di calcolo. La protezione dai contatti indiretti consiste nel prendere le misure necessarie a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento degli utilizzatori. La protezione è effettuata mediante l'utilizzo di dispositivi automatici differenziali in grado di interrompere l'alimentazione quando, a causa di un guasto, si possono verificare tensioni di contatto sulle masse di valore tale da costituire un pericolo per le persone. Nel sistema TN-S delle cabine MT/bt, esistono tanti anelli di guasto quante sono le masse suscettibili di andare in tensione. E' quindi necessario calcolare l'anello di maggiore impedenza Z_s , considerando l'impedenza equivalente del trasformatore, l'impedenza dei conduttori di fase e l'impedenza dei conduttori di protezione PE. Un guasto sul lato bt è paragonabile ad un cortocircuito che si richiude al centro della stella del trasformatore attraverso i conduttori di fase e di PE. In questo caso è necessario impiegare protezioni adeguate in modo che venga soddisfatta la seguente condizione di protezione prescritta dalla norma CEI 64-8 :

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

dove :

I_a = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati dalla tabella:

U_0 (V)	80	120	230	400	> di 400
t (s)	1	0,8	0,4	0,2	0,1

- U_0 = tensione nominale verso terra (lato bt) dell'impianto (nel nostro caso: $U_0=230V$ fase - PE);
- Z_s = impedenza dell'anello di guasto;
- t = tempo di intervento massimo consentito dalla norma per il dispositivo differenziale.

Per la protezione dai contatti indiretti, sono stati utilizzati nel presente impianto elettrico, interruttori automatici differenziali coordinati in base alla loro corrente differenziale I_{dn} , in modo da garantire una corretta selettività dell'impianto.

Le prescrizioni per ottenere la selettività tra interruttori differenziali sono date nell'art. 536.3 e relativo commento nella Norma CEI 64-8; la selettività tra interruttori differenziali posti in cascata si ottiene quando:

- l'interruttore a monte è di tipo S, mentre quello a valle è di tipo generale;
- a corrente differenziale nominale del dispositivo a monte è adeguatamente superiore (di massima 3 volte) a quella del dispositivo a valle.

Inoltre, sempre per ragioni di selettività, nei circuiti di distribuzione (tutti i circuiti di potenza che non siano circuiti terminali), è possibile utilizzare interruttori differenziali ritardati fino al massimo di 1s.

C.3. PROTEZIONI DA SOVRACORRENTE, CORTO CIRCUITO E PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Il progetto è stato sviluppato in modo tale da garantire l'integrità delle parti stesse dell'impianto anche in caso di sovracorrenti e corto circuiti. Tutti i carichi elettrici sono protetti con interruttori magnetotermici differenziali che provvedono alla protezione dai contatti indiretti per la sicurezza delle persone e da sovracorrente e cortocircuiti per le apparecchiature e gli impianti. In definitiva, le singole protezioni dell'impianto sono state dimensionate in modo che:

a) Il circuito da proteggere e il relativo dispositivo di protezione rispondano alle seguenti relazioni (64-8/4, fasc. 1919, art. 433.2):

$$I_b \leq I_{\sigma}$$

$$I_b \leq I_n \leq I_{\sigma}$$

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_{\sigma}$$

dove:

I_b = è la corrente d'impiego;

I_n = è la taratura del dispositivo di protezione;

I_f = è la corrente convenzionale di funzionamento (corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite)

I_z = è la portata della condotta (valore di corrente che determina nel cavo la temperatura di regime, pari a 70°C per il PVC ed a 90°C per l'EPR)

b) in caso di cortocircuito venga soddisfatta la condizione di sopportabilità dell'energia specifica passante (integrale di *Joule* - I^2t). L'energia specifica passante che un dispositivo di protezione lascia transitare durante il cortocircuito deve rispondere alla relazione (CEI 64-8/4, fasc. 1919, art. 434.3.2):

$$I^2 t \leq K^2 \cdot S^2$$

dove K^2 e S^2 rappresenta l'equivalente di una energia passante che transitando in una porzione dx di un cavo di sezione S fa variare la sua temperatura da una temperatura di regime alla temperatura limite ammissibile dall'isolante (160°C per il PVC, 250°C per l'EPR).

D. ILLUMINAZIONE

D.1. ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

Negli ambienti interni delle diverse tipologie di attività che si intendono svolgere si prevede l'installazione di lampade di emergenza del tipo autonomo in materiale plastico autoestingente secondo Normativa EN 60598-1 UL 94, grado di protezione compatibile con l'ambiente di installazione, con lampada fluorescente da 18/26 W incorporata nei corpi illuminanti, aventi autonomia 1h, con tempo di ricarica 12 ore ed installate in modo ed in quantità tale da fornire un livello di illuminamento di almeno 5 lux in corrispondenza delle uscite di emergenza.

D.2. ILLUMINAZIONE DELLE AREE ESTERNE

Area “Molo Colombo” e “Area Servizi”

Per quanto riguarda il tipo di illuminamento che si intende adottare lungo la banchina portuale sarà di idone capacità illuminotecnica e con riferimento alla norma UNI 10380.

Inoltre il progetto illuminotecnico allegato alla presente relazione mette in risalto lo studio e la particolare attenzione che si è dato all'illuminazione del Porto di Marsala con l'arricchimento di particolari e innovativi corpi illuminanti che avranno delle lampade a Led di ultima generazione e che in base ai calcoli (vedi allegati) ci consentiranno una idonea distribuzione illuminotecnica ed un risparmio energetico, oltre che di impatto di gran lunga superiore allo stato di fatto. L'altezza dei pali e quindi del corpo illuminante varierà a secondo della zona e a seconda della tipologia di attività insistente su di essa. Le zone ad alta attività commerciale come l'area definita "Area Servizi-Shopping-Club House" sarà dotata di particolari corpi illuminanti non solo ad elavazione ma anche incassati in pareti, sedute e ciglioni di marciapiede oltre che ad alcuni elemeti decorativi che si dimostrano funzionali al tempo stesso.

Pontili e Banchine da diporto turistico

Il tipo d'illuminazione che s'intende adottare nei moli e nelle banchine sarà conforme alla norma UNI 10380 e utilizzerà le colonnine servizi dotate di apposito impianto di illuminazione. I percorsi di cui parliamo hanno bisogno di un'illuminazione sufficiente ma al tempo stesso con i seguenti requisiti:

- Minimo abbagliamento;
- Ottima resa del colore del campo operativo;
- Sufficienti condizioni di luce per l'utilizzo degli strumenti di lavoro;

Area Cantieri

Nell'area denominata "Cantieri" si utilizzeranno pali e corpi illuminanti delle medesime caratteristiche utilizzate in altre aree anche per dare uniformità architettonica e funzionale, ma allo stesso tempo vista la natura delle attività che si svolgeranno in tali zone si è predisposta l'inserimento di due Torri faro di opportuna altezza e caratteristica in quanto tale area bisogna di una illuminazione diversa rispetto alle aree commerciali e della Nautica da diporto.

Area Trasferimento

In tale zona denominata per comodità "Area Trasferimento Operatori" si utilizzeranno, vista la natura delle attività che si svolgeranno, tre Torri faro di opportuna altezza e capacità di illuminamento.

Per una migliore comprensione si rimanda alle tavole ed elaborati allegati.

D.3. ILLUMINAZIONE DEGLI AMBIENTI

I locali utilizzano luce artificiale durante il giorno per assolvere speciali compiti visivi. L'illuminazione deve soddisfare i principi riportati nella norma UNI 10380 e le seguenti richieste speciali:

- Minimo abbagliamento;
- Ottima resa del colore del campo operativo;
- Sufficienti condizioni di luce per l'utilizzo degli strumenti di lavoro;
- Eliminazione dei problemi di adattamento visivo tra le singole zone a diverso livello di illuminazione.

Per questi ambienti si considererà un illuminamento medio di progetto E_m di 300 lx, riferito ad un piano di lavoro orizzontale a 0.50 m dal pavimento, con distribuzione dell'illuminazione diretta e limitazione dell'abbagliamento dell'apparecchio in classe A.

E. TIPOLOGIA MATERIALI

E.1. TIPOLOGIA DEI MATERIALI DA UTILIZZARE

Sono previsti materiali di produzione nazionale ed europea comunitaria, di primaria marca e comunque rispondenti alle Norme CEI e con marcatura CE.