

INSTALLAZIONE NUOVI GRUPPI ELETTOGENI DI RISERVA A SERVIZIO DEGLI IMPIANTI DI STAZIONE E LAVORI DI ADEGUAMENTO LOCALI TECNICI GE

LOTTO I (AREA CENTRO NORD)
E LOTTO II (AREA CENTRO SUD)

PROGETTO ESECUTIVO TIPOLOGICO

Titolo Elaborato

DOCUMENTAZIONE IMPIANTISTICA Relazione tecnica impianto elettrico

Riferimento elaborato:								DATA:	REVISIONE	
CODICE ELABORATO				FILE				GIUGNO 2021	n.	data
codice SAP	Disciplina	fase	serie	n. progr.	bis	rev.			-	-
000000	IMP	PE	IP	001	-	-		SCALA:	-	

STUDIO DI PROGETTAZIONE



MSM Ingegneria s.r.l.
Via della Meloria, 61 - 00136 Roma



IL PROGETTISTA
Ing. Leonardo MELICA
Ord. Ingg. Roma N° 20661

Committente:

autostrade  per l'italia
Società per azioni

Unità Organizzativa:

impiant  illuminazione
elettrici e

Indice

1	Generalità.....	2
2	METODOLOGIA E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PRESENTE PROGETTO.....	6
2.1	Condizioni al contorno.....	11
3	Topologia	13
4	Quadri elettrici	14
5	Distribuzione principale e secondaria	17
5.1	Dimensionamento delle distribuzioni	17
6	Cavi	18
7	Impianto di terra	22
7.1	Conduttori di protezione	22
7.2	Conduttori equipotenziali	22
7.3	Collegamenti di terra	24
8	Dimensionamento e protezione delle linee.....	25
8.1	Cadute di tensione.....	25
8.2	Protezione contro i sovraccarichi.....	25
8.3	Protezione contro i cortocircuiti	26
8.4	Protezione contro i contatti indiretti	26

1 Generalità

Oggetto dell'attività è la sostituzione di una serie di gruppi elettrogeni di riserva installati e a servizio di alcune stazioni di esazione distribuite lungo la rete autostradale posta in gestione ad Autostrade per l'Italia.

Le attività richieste si inseriscono nell'ambito degli interventi di sostituzione dei gruppi elettrogeni esistenti in parola con GE di nuova fornitura.

La presente Relazione tecnica illustra i caratteri principali del progetto esecutivo tipologico dei lavori di installazione di 74 nuovi gruppi elettrogeni e delle opere impiantistiche direttamente inerenti.

Nel progetto è anche previsto l'adeguamento impiantistico e civile dei locali tecnici di alloggiamento degli stessi gruppi elettrogeni in argomento.

Il cantiere di lavorazione è composto dai diversi siti di installazione ubicati lungo la rete viaria autostradale così come riportato nelle tabelle seguenti.

**LOTTO 1 - AREA Centro Nord
n°37 Gruppi elettrogeni**

n°	Caselli autostradali	Taglia	Tratta	km	Direzione di Tronco
1	VARAZZE	40	A10	26,8	1
2	CELLE LIGURE	40	A10	31,7	1
3	SAVONA VADO	80	A10	44,8	1
4	RECCO	80	A12	22,8	1
5	CHIAVARI	80	A12	36,3	1
6	LAVAGNA	40	A12	41,1	1
7	SESTRI LEVANTE	40	A12	48,7	1
8	MASONE	40	A26	14	1
9	OVADA	80	A26	29,9	1
10	ALESSANDRIA	40	A26	59,5	1
11	VERCELLI EST	80	A26	116,8	1
12	GHEMME - ROMAGNANO SESIA	80	A26	145,1	1
13	BORGOMANERO	40	A26	153,4	1
14	NOVI LIGURE	40	A26		1
15	MELEGNANO	80	A01	7,7	2
16	CASALPUST.-OSPEDALETTO LODIG.	40	A01	37,9	2
17	FIDENZA-SALSOMAGGIORE TERME	40	A01	90,4	2
18	BESNATE	80	A08	4	2
19	LAINATE	40	A08	8,1	2
20	SESTO CALENDE - VERGIATE	80	A08	11,9	2
21	GALLARATE-SVINCOLO	80	A08	29,9	2
22	AREZZO	80	A01	358,5	4
23	VALDIC.-BETTOLLE SINALUNGA	80	A01	385,4	4
24	RIOVEGGIO	40	A01	222,7	4
25	PIAN DEL VOGLIO	40	A01	237,2	4
26	CHIESINA UZZANESE (shelter)	80	A11	46,4	4
27	PISA NORD	80	A11	81	4
28	UDINE NORD	150	A23	0	9
29	GEMONA OSOPPO	40	A23	44,9	9
30	CARNIA	80	A23	59,6	9
31	PONTEBBA	150	A23	92,4	9
32	UGOVIZZA TARVISIO	150	A23	105,2	9
33	CONEGLIANO	40	A27	0,1	9
34	TREVISIO SUD	80	A27	22,6	9
35	VITTORIO VENETO SUD	40	A27	52,3	9
36	TREVISIO NORD	80	A27	22,6	9
37	STAZIONE DA DEFINIRE	80			

**LOTTO 2 - AREA Centro SUD
n°37 Gruppi elettrogeni**

n°	Caselli autostradali	Taglia	Tratta	km	Direzione di Tronco
1	SAN CESAREO	40	A01	5	5
2	MONTEPORZIO CATONE	40	A01	10,2	5
3	FABRO	40	A01	427,8	5
4	ATTIGLIANO	40	A01	479,5	5
5	FROSINONE	80	A01	624,2	5
6	PM Cerveteri	80	A12	27,9	5
7	NAPOLI CAPODICHINO PM	40	A01		6
8	BAIANO	40	A16	26,6	6
9	AVELLINO OVEST	80	A16	41,7	6
10	AVELLINO EST	40	A16	49,7	6
11	GROTTAMINARDA	80	A16	81,7	6
12	GROTTAMINARDA PS (shelter)	40	A16	81,7	6
13	LACEDONIA	40	A16	111	6
14	MAROTTA	40	A14	185,3	7
15	ANCONA NORD	80	A14	213,5	7
16	PEDASO	40	A14	292	7
17	GROTTAMMARE	80	A14	301,8	7
18	VAL VIBRATA	80	A14	319,5	7
19	PM+PN PESCARA NORD	80	A14	380	7
20	PESCARA OVEST	80	A14	380,8	7
21	PM LANCIANO	80	A14	413,8	7
22	TERMOLI MOLISE	40	A14	476,1	7
23	FOGGIA	80	A14	554,1	8
24	ANDRIA-BARLETTA	40	A14	626,9	8
25	BARI NORD	80	A14	672,2	8
26	ACQUAVIVA DELLE FONTI	40	A14	697,6	8
27	GIOIA DEL COLLE	40	A14	709,6	8
28	MOTTOLA-CASTELLANETA	40	A14	723,9	8
29	CERIGNOLA est	40	A16	159,9	8
30	FAENZA	40	A14	64,5	3
31	CESENA NORD	80	A14	93,6	3
32	CESENA	80	A14	99,7	3
33	RIMINI NORD	80	A14	117,3	3
34	RICCIONE	40	A14	135,4	3
35	MODENA NORD	80	A01	157,6	3
36	BOLOGNA INTERPORTO	80	A13	7,7	3
37	CASTEL S. PIETRO	80	A14	38,2	3

Così come emerge dalle precedenti tabelle ed in maniera ancor più immediata dalle corografie ubicative facenti parte del presente progetto, i siti di intervento sono stati distinti in due lotti separati ed omogenei dal punto di vista della dislocazione geografica, in particolare si configura il lotto I (area centro nord) ed il lotto II (area centro sud).

Le taglie dei gruppi elettrogeni di cui si prevede la sostituzione sono tre; in particolare 40, 80, e 150KVA.

2 METODOLOGIA E CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEL PRESENTE PROGETTO

Per lo sviluppo del progetto sono state esaminate alcune installazioni specifiche al fine di definirne lo stato di fatto e pervenire quindi ad un quadro di massima delle diverse situazioni e problematiche relative all'ambito di intervento.

Sulla base di questa analisi preliminare è stata riscontrata una certa ripetitività delle casistiche presenti. In ragione di ciò tutto il progetto è stato definito attraverso una serie di interventi standard tipologici applicabili, mediante i necessari adattamenti, a ciascuna installazione specifica.

Il presente progetto individua una serie di interventi standard tipologici da impiegare, in funzione delle condizioni al contorno e delle caratteristiche peculiari del luogo di installazione, a ciascun caso specifico. L'individuazione della casistica adeguata avverrà d'accordo con la DL nominata da ASPI in fase esecutiva. A tale scopo l'appaltatore, preliminarmente all'inizio dei lavori dovrà procedere ad una dettagliata ricognizione dello stato dei luoghi e della consistenza degli impianti esistenti. Questo, unitamente alle necessarie misure e rilievi, consentirà di individuare le condizioni al contorno e le caratteristiche specifiche di ciascun sito prima dell'inizio dei lavori, consentendo quindi di applicare ed adeguare le tipologie di intervento previste alle reali condizioni dell'installazione specifica in modo da ottenere una realizzazione completamente conforme alla normativa vigente e alla regola dell'arte. Tutte le valutazioni, le scelte effettuate e le configurazioni progettuali di dettaglio adottate, sotto la supervisione della Direzione Lavori, preliminarmente e durante il corso dei lavori, verranno descritte nel progetto costruttivo di dettaglio As built elaborato a cura dell'Appaltatore e consegnato alla committenza per il tramite della DL.

Nella presente relazione verranno illustrate le caratteristiche principali dell'impianto elettrico relativo ad una installazione tipo di un gruppo elettrogeno di taglia pari 40, 80, e 150KVA. L'impianto elettrico in parola è posto a servizio del gruppo elettrogeno e dei locali tecnici nei quali il gruppo sarà installato.

È necessario rimarcare che la presente trattazione è volta a fornire le caratteristiche tipologiche principali dell'installazione. Al fine di realizzare un impianto conforme alla normativa vigente e alla regola dell'arte l'appaltatore dovrà predisporre un idoneo progetto di dettaglio As Built che tenga conto delle reali e specifiche condizioni dello stato dei luoghi e degli impianti esistenti. Il progetto di

dettaglio redatto a cura dell'appaltatore dovrà essere presentato alla DL prima dell'inizio dei lavori su ciascun sito di installazione.

Il presente progetto risulta conforme a quanto previsto dalla normativa in vigore in materia di sicurezza elettrica nella realizzazione e nell'esercizio degli impianti elettrici, ed in particolare secondo quanto contemplato dal D.M. n° 37 del 22 Gennaio 2008, recante all'oggetto *"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"*.

Viene inoltre tenuto conto che il gruppo elettrogeno in oggetto rientra fra le attività soggette a controllo da parte dei Vigili del Fuoco, in quanto compreso al punto 49.1.A dell'elenco allegato al D.P.R. n° 151 del 1 Agosto 2011, e pertanto si osserva quanto previsto dalla normativa inerente la sicurezza antincendio. In tale ambito deve altresì essere rispettato il D.M. del 13 Luglio 2011: *"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi"*.

Per ciascun luogo di installazione dovrà essere svolta una valutazione specifica volta all'individuazione della presenza di luoghi MARCI. A valle di questa valutazione sarà possibile individuare le prescrizioni tecniche di sicurezza aggiuntive impartite dalla normativa vigente, questo al fine di pervenire alla realizzazione di installazioni impiantistiche perfettamente rispondenti e conformi alla normativa applicabile in funzione delle peculiari caratteristiche di ciascun luogo di installazione.

Nella tabella successiva, a titolo esemplificativo e non esaustivo, si riportano i principali documenti normativi di interesse.

Tabella 1 - Ambito normativo di riferimento

Decreti, leggi, circolari, regolamenti				
Legge	01.03.1968	n.	186	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici
Legge	18.10.1977	n.	791	Attuazione della Direttiva CEE n. 72/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico

Decreti, leggi, circolari, regolamenti				
D.L.	14.08.1996	n.	493	Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e /o salute sul luogo di lavoro
Legge	22.02.2001	n.	36	Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici e elettromagnetici
D.P.R.	22.10.2001	n.	462	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi
D.P.C.M.	08.07.2003			Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti
D. AEEG	31.01.2004	n.	4	Testo integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas in materia di qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica per il periodo di regolazione 2004-2007
Legge	18.04.2005	n.	62	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee. Legge comunitaria 2004
D.L.	22.01.2008	n.	37	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
D.L.	09.04.2008	n.	81	Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro
D.M.	16.06.2017	n.	106	Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE
Normativa tecnica				
Norma	CEI	n.	3-23	Segni grafici per gli schemi elettrici
Norma	CEI	n.	11-8	Impianto di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica, impianti di terra
Norma	CEI	n.	11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
Norma	CEI	n.	11-20	Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
Norma	CEI	n.	11-25	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti
Norma	CEI	n.	11-48	Esercizio degli impianti elettrici
Norma	CEI	n.	15-26	Isolamento elettrico – Classificazione
Norma	CEI	n.	17-5	Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici

Decreti, leggi, circolari, regolamenti				
Norma	CEI	n.	17-13/1	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici di bassa tensione). – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)
Norma	CEI	n.	17-13/2	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici di bassa tensione). – Parte 2: Prescrizioni particolari per i condotti a sbarre
Norma	CEI	n.	17-13/3	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici di bassa tensione). – Parte 3: 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
Norma	CEI	n.	17-13/4	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici di bassa tensione). – Parte 4: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate per cantiere
Norma	CEI	n.	17-86	Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri di bassa tensione). Guida per la prova in condizioni d'arco dovuto a un guasto interno
Norma	CEI	n.	20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV
Norma	CEI	n.	20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV
Norma	CEI	n.	20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
Norma	CEI	n.	20-21	Portata dei cavi elettrici a regime permanente
Norma	CEI	n.	20-42/1	Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Regime di carico ciclico per cavi con tensione inferiore o uguale a 18/30 (36) kV
Norma	CEI	n.	20-43	Ottimizzazione economica delle sezioni di conduttore dei cavi elettrici per energia
Norma	CEI	n.	23-3	Interruttori automatici
Norma	CEI	n.	23-5	Prese a spina
Norma	CEI	n.	23-8	Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro ed accessori
Norma	CEI	n.	23-9	Apparecchi di comando
Norma	CEI	n.	23-12	Prese a spina tipo CEE
Norma	CEI	n.	23-14	Tubi flessibili in pvc
Norma	CEI	n.	23-18	Interruttori differenziali
Norma	CEI	n.	23-25	Prescrizioni generali per tubi
Norma	CEI	n.	23-28	Tubi metallici

Decreti, leggi, circolari, regolamenti				
Norma	CEI	n.	23-46	Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
Norma	CEI	n.	28-5	Coordinamento dell'isolamento – Parte 1: Definizioni, principi e regole
Norma	CEI	n.	32-3	Fusibili a tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 – Fusibili limitatori di corrente
Norma	CEI	n.	33-8	Condensatori statici di rifasamento di tipo non autorigenerabile per impianti di energia a corrente alternata con tensione nominale inferiore o uguale a 1000 V – Parte 1: Generalità – Prestazioni, prove e valori nominali – Prescrizioni di sicurezza. Guida per l'installazione e l'esercizio
Norma	CEI	n.	38-1	Trasformatori di misura – Parte 1: Trasformatori di corrente
Norma	CEI	n.	38-2	Trasformatori di misura – Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi
Norma	CEI	n.	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	n.	70-1	Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
Norma	CEI	n.	81-10/1	Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali
Norma	CEI	n.	81-10/2	Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
Norma	CEI	n.	81-10/3	Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
Norma	CEI	n.	81-10/3	Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
Norma	CEI	n.	95-1	Relè elettrici – Parte 6: Relè di misura e dispositivi di protezione
Norma	CEI	n.	95-7	Relè elettrici – Parte 3: Relè di misura e dispositivi di protezione a una sola grandezza di alimentazione d'entrata a tempo dipendente o indipendente
Norma	CEI	n.	110-22	Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
Norma	CEI	n.	210-73	Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 4-30: Tecniche di prova e di misura – Metodi di misura della qualità della potenza
Norma	CEI-UNEL	n.	00721	Colori di guaina dei cavi
Norma	CEI-UNEL	n.	35011	Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione
Norma	CEI-UNEL	n.	35012	Contrassegni e classificazione dei cavi in relazione al fuoco
Norma	CEI-UNEL	n.	35024/1	Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

Decreti, leggi, circolari, regolamenti				
Norma	CEI-UNEL	n.	35027	Cavi di energia per tensione nominale U superiore a 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico – Portate di corrente in regime permanente – Generalità per la posa in aria ed interrata
Norma	CEI-UNEL	n.	35028	Cavi di energia per tensione nominale U superiore a 1 kV con isolante elastomerico – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria
Norma	CEI-EN	n.	50160	Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
Norma	CEI-EN		62305-1	Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali
Norma	CEI-EN		62305-2	Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio
Norma	CEI-EN		62305-3	Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
Norma	CEI-EN		62305-4	Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
Norma	UNI	n.	10380	Illuminazione di interni con luce artificiale
Norma	UNI	n.	1838	Applicazione dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza
Norma	UNI-EN	n.	1838	Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza
Norma	UNI-EN	n.	12464-1	Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro
Norma	IEC	n.	60044-8	Instruments transformers – Part 8: Electronic current transformers

2.1 Condizioni al contorno

Il gruppo elettrogeno di emergenza è inserito in impianti alimentati dall'Ente fornitore alle tensioni di 20 kV o 400 V, in sistemi rispettivamente di tipo TN-S o TT a secondo del sito di installazione e delle caratteristiche dell'impianto esistente. In entrambi i casi esso opera alla tensione di 400 V e possono assumersi le condizioni al contorno riportate nelle tabelle successive.

Tabella 2 – Caratteristiche di fornitura impianto elettrico

Caratteristiche di fornitura impianto elettrico e tipologia utenze alimentate	
Origine dell'impianto	Punto di consegna MT o BT con gruppo di misura
Potenza contrattuale	Non predefinito

Tensione nominale Sistema distributivo lato di utenza	400 V su sistema 3F + N
Frequenza nominale	50 Hz
Sistema di messa a terra	TN-S o TT
Generatori elettrici Fonti di riserva	Gruppo elettrogeno diesel

Tabella 3 - Condizioni ambientali e di ventilazione

Condizioni ambientali e di ventilazione	
Temperatura ambiente min/max interna	0 °C ÷ +35 °C
Presenza di polveri particolari e/o in quantità eccessiva	Negativo
Presenza di ambienti con particolare umidità o stillicidio	Negativo
Ventilazione dei locali	Naturale + meccanica

3 Topologia

L'impianto è strutturato secondo una conformazione a topologia radiale, costituita da quadri elettrici di distribuzione e linee elettriche in cavo.

Il gruppo elettrogeno è dotato di un quadro di bordo, individuato nel prosieguo del presente documento e negli altri elaborati di progetto con la sigla [QG], contenente un interruttore automatico magnetotermico differenziale. Da tale quadro è derivata una linea elettrica in cavo che alimenta la sezione preferenziale del quadro generale del sito. Un quadro ausiliario, individuato dalla sigla [QGE], provvede all'avviamento automatico del generatore al mancare della tensione di rete.

Gruppo elettrogeno e quadro ausiliario sono installati in due locali adiacenti, serviti da un impianto elettrico di servizio alimentato dal quadro [QGE] medesimo.

A monte del sistema descritto sono presenti il [QCFM] e il [QCLE] dotati degli interruttori generali facenti capo rispettivamente alla linea Forza Motrice e alla linea Luce Esterna.

Le taglie e le caratteristiche degli interruttori magnetotermici differenziali ed in generale di tutte le protezioni andranno scelte e dimensionate in funzione dei carichi elettrici effettivamente riscontrati in sito e delle caratteristiche degli impianti esistenti sull'installazione specifica.

4 Quadri elettrici

I quadri [QCFM] e [QCLE] sono in esecuzione IP66 a doppio isolamento con portello frontale trasparente.

La struttura del quadro di comando e controllo del gruppo elettrogeno (QGE) dovrà essere in lamiera da 20/10 ribordata e verniciata con tasca porta schemi (monografia d'impianto) interna ed eventuali asolature di areazione laterali munite di reticella antinsetto. La struttura sarà prevalentemente saldata e le minuterie utilizzate saranno in acciaio inox.

Le dimensioni massime indicative (da concordare con la DL il disegno costruttivo) sono altezza pari a cm 100, larghezza pari a cm 60 e profondità pari cm 30. Il posizionamento del QE deve essere a parete.

L'accesso all'interno del QGE sarà anteriore con porta ad un'anta. La scheda di comando e controllo GE dovrà essere manovrabile a portella chiusa ovvero montata sull'anta di apertura del QE così come i dispositivi di sicurezza (pulsante di sgancio). Tutte le altre apparecchiature dovranno essere installate all'interno del QGE su parti fisse. Ogni operazione sul quadro in esercizio (manutenzioni, modifiche, sostituzioni) dovrà poter essere effettuata esclusivamente dal lato anteriore. I conduttori di cablaggio non dovranno transitare davanti alle apparecchiature. Il grado di protezione meccanica dovrà essere non inferiore a IP 40 a portelle chiuse, con particolare riguardo al fondo quadro al fine di evitare accesso ad animali dove dovranno essere previsti almeno n.2 piastre passacavi di equivalente grado IP 40. Data la possibilità di lavorare con parti elettriche in tensione, a portelle aperte dovranno essere installate protezioni frontali sulle singole apparecchiature con grado di protezione non inferiore a IP 20 e rimovibili con attrezzo, protezione da realizzare su tutte le parti, indipendentemente dalla tensione, che presentano un grado di protezione inferiore. Tutti gli schermi dovranno essere contrassegnati col regolamentare segnale di pericolo (triangolo con fulmine nero in campo giallo).

Dovrà essere realizzata la continuità elettrica di tutte le strutture metalliche (masse) attraverso saldatura od appositi conduttori di protezione al fine di garantire la protezione dai contatti indiretti.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenzialità utilizzati faranno capo ad un collettore di terra interno al quadro ed opportunamente predisposto con forature per la connessione a capicorda, bullone e dado dei vari conduttori. Saranno connessi al collettore di terra il negativo di batteria e il

secondario di trasformatori e dei TA ed ogni altra apparecchiatura che garantisca la protezione dai contatti indiretti. Per ulteriori specifiche fare riferimento al capitolato tecnico di progetto.

A bordo macchina deve essere installato apposito quadro di potenza (QG) dotato di interruttore magneto-termico differenziale tarabile. Il QG deve avere le stesse specifiche costruttive del QE di comando gruppo elettrogeno. L'interruttore di potenza, oltre ad eseguire la protezione della macchina elettrica, dovrà anche essere utilizzato per la protezione dell'impianto alimentato da GE.

A tal fine deve essere possibile impostare sia la taratura termica che la taratura differenziale. Per quest'ultima deve essere possibile impostare sia la soglia che il tempo di intervento della protezione differenziale. La taratura magnetica deve essere tale da garantire l'intervento in caso di cortocircuito a valle del generatore. Con particolare attenzione alla corrente di cortocircuito a fondolinea.

Tale quadro deve essere equipaggiato con bobina di sgancio controllata dalla centralina del GE e di quant'altro si renda necessario per il corretto funzionamento del GE in conformità alle presenti specifiche tecniche ed alle normative vigenti in materia. Per ulteriori specifiche fare riferimento al capitolato tecnico di progetto.

Dal QGE viene derivata una apposita linea per l'alimentazione dei servizi (Luce e FM) dei locali tecnici di alloggiamento del gruppo elettrogeno. Tale linea dovrà essere protetta mediante interruttore magnetotermico differenziale avente le seguenti caratteristiche.

- $I_n = 2 \times 16 \text{ A}$
- $I_{dn} = 0,03 \text{ A}$

Nel caso il QGE fornito da produttore del gruppo elettrogeno non preveda tale possibilità occorrerà fornire un idoneo quadro di servizio esterno opportunamente alimentato.

QG e QGE sono forniti dal produttore del gruppo elettrogeno le relative specifiche e le logiche di funzionamento possono quindi variare in funzione del prodotto scelto, sempre nel rispetto delle indicazioni tecniche del presente progetto. La restante parte del sistema dovrà interfacciarsi e dovrà essere coerente con le caratteristiche di questi apparati forniti in modo da dare un sistema completo ed integrato perfettamente funzionante e realizzato secondo la normativa vigente e la regola dell'arte.

Il quadro di gestione del gruppo sarà dotato di pulsante per il sezionamento in emergenza della linea derivata dal gruppo medesimo. Un pulsante per lo sgancio in emergenza della linea derivata dal gruppo elettrogeno inoltre deve essere presente all'esterno dei locali.

In caso di emergenza la manovra di apertura sulla cassetta VVF esterna deve consentire l'arresto del gruppo elettrogeno e la messa fuori tensione di tutti gli impianti interni al locale gruppo elettrogeno e ad ogni eventuale altro locale a rischio di incendio.

Al fine di salvaguardare l'incolumità degli addetti alle operazioni di spegnimento l'appaltatore dovrà produrre una valutazione specifica per ciascun sito di intervento adeguando l'impianto in funzione delle reali necessità.

5 Distribuzione principale e secondaria

In generale, i locali posti a servizio del gruppo elettrogeno sono due, adiacenti e comunicanti mediante porta antincendio. Essi consistono in due ambienti contigui, uno dedicato al gruppo elettrogeno, l'altro al quadro elettrico di gestione del gruppo, inseriti in un manufatto sviluppato su uno o più piani fuori terra nel quale sono compresi anche la cabina ENEL e un locale quadri elettrici nel quale è installato il quadro elettrico generale del sito.

Generalmente la distribuzione all'interno dei due locali si avvale di cavedi incassati a pavimento, chiusi superiormente da coperchi in lamiera metallica. Tali cavedi pongono in comunicazione il locale gruppo elettrogeno ed il locale quadri GE ad esso adiacente e si estendono fino al locale ove è installato il quadro generale del sito.

La distribuzione delle linee elettriche che alimentano le prese di servizio e gli apparecchi per l'illuminazione normale e di emergenza nei locali posti a servizio del gruppo elettrogeno è eseguita in massima parte a mezzo di tubazioni pvc di tipo rigido, installate a vista, intercettate all'occorrenza da scatole di derivazione del medesimo materiale.

Tubazioni e cavedi, così come tutte le utenze (apparecchi illuminanti, prese, interruttori, ecc...), dovranno avere un grado di protezione superiore a IP4X.

Sono possibili variazioni rispetto alla descrizione di cui sopra dovute a caratteristiche peculiari e specifiche del singolo sito di installazione.

5.1 Dimensionamento delle distribuzioni

I sistemi di distribuzione saranno dimensionati in maniera da assicurare una posa dei cavi semplice, confortevole e conforme alla normativa vigente. Inoltre:

I cavedi a pavimento dovranno avere dimensioni tali da risultare occupati dai cavi in essi distribuiti per una percentuale non superiore al 50%;

Le tubazioni pvc dovranno avere diametri interni non inferiori a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esse distribuiti.

6 Cavi

Le linee di distribuzione presenti nell'impianto devono essere realizzate con cavi in grado di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo; devono, inoltre, essere rispettati i requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR. Per quanto attiene al dimensionamento dei cavi di distribuzione principale si deve fare in modo che la caduta di tensione complessiva non superi il 4%. Il dimensionamento di dette linee deve essere rapportato al carico da alimentare (utenze singole di f.m.).

I cavi da utilizzare nelle nuove installazioni debbono essere delle seguenti tipologie:

Cavo unipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in PVC di qualità S17, norme di riferimento CEI EN 50525, CEI 20-40;

Sigla di designazione: FS17 450/750 V (adatti per luoghi Marci TIPO B, C).

Descrizione - Cavo per energia isolato in PVC di qualità S17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5 Isolante Mescola di PVC di qualità S17 Colori Standard:

giallo/verde, blu, marrone, nero, grigio.

Caratteristiche Tecniche

- Tensione nominale U_o/U : 450/750 V
- Temperatura massima di esercizio: 70°C
- Temperatura minima di esercizio: -10°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 5°C
- Temperatura massima di corto circuito: 160°C
- Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni di Impiego - Cavi per alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con obiettivo di limitare produzione e diffusione di fuoco e di fumo; per installazioni entro

tubazioni in vista o incassate o sistemi chiusi similari. Adatti per installazione fissa e protetta in apparecchi di illuminazione ed apparecchiature di interruzione e comando. Per installazioni a rischio d'incendio la temperatura massima di esercizio non deve superare i 55°C (rif. CEI 20-40).

Cavo unipolare/multipolare flessibile, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Regolamento UE 305/2011 - Prodotti da Costruzione CPR, di rame ricotto isolato con materiale isolante in gomma HEPR ad alto modulo di qualità G16, guaina in PVC di qualità R16, rivestimento interno riempitivo di materiale non igroscopico, norme di riferimento CEI 20-13, CEI 20-67.

Sigla di designazione: FG16R16 0,6/1 kV (adatti per luoghi Marci TIPO B, C).

Descrizione - Cavo unipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR). Conduttore Corda flessibile di rame rosso ricotto, classe 5 Isolante Mescola di gomma etilpropilenica ad alto modulo di qualità G16 Guaina esterna Mescola di PVC di qualità R16 Colore antracite Normativa HD 308 Colore guaina Grigio.

Caratteristiche Tecniche

- Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di esercizio: -15°C (in assenza di sollecitazioni meccaniche)
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C fino alla sezione 240 mm², oltre 220°C Sforzo massimo di trazione: 50 N/mm²
- Raggio minimo di curvatura: 4 volte il diametro esterno massimo

Condizioni Di Impiego - Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo. Per impiego all'interno in locali anche bagnati o all'esterno. Adatto per posa fissa su murature e strutture metalliche in aria libera, in tubo o canaletta o sistemi similari. Ammessa anche la posa interrata (rif. CEI 20-67).

In generale i cavi attualmente in opera sono delle seguenti tipologie:

Cavi unipolari o multipolari per energia, costituiti da guaina di isolamento in pvc di qualità R2, riempitivo di materiale non igroscopico per i cavi multipolari, conduttore flessibile in rame rosso ricotto di classe 5, sigla di designazione N07V-K o FROR. Le loro caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Tensione nominale U_0/U – 450 / 750[V]
- Tensione di prova $U_p = 3$ [kV]
- Tensione massima $U_m = 1$ [kV]
- Temperatura di esercizio massima $T_{max} = +70$ [°C]
- Temperatura massima di corto circuito $T_{cc} = +160$ [°C]
- Temperatura minima di esercizio $T_{min} = -10$ [°C]

Cavi uni/multipolari per energia FG7(O)R, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi, conformi alle norme CEI 20-13, CEI UNEL 35375-35377, CEI 20-22 II, CEI EN 60332-3-24, CEI EN 60332-1-2, CEI EN 50267-2-1, con isolante in HEPR di qualità G7, conduttore flessibile in rame rosso ricotto di classe 5, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in pvc di qualità RZ/ST2. Le loro caratteristiche tecniche sono le seguenti:

- Tensione nominale $U_0 = 600$ [V]
- Tensione nominale $U = 1000$ [V]
- Tensione di prova $U_p = 4000$ [V]
- Tensione massima $U_m = 1200$ [V]
- Temperatura di esercizio massima $T_{max} = +90$ [°C]
- Temperatura massima di corto circuito $T_{cc} = +220$ [°C]
- Temperatura minima di esercizio $T_{min} = -15$ [°C]

Le tipologie di cavi FG7(O)R e N07V-K non sono più ammesse per nuove installazioni; esse possono comunque essere conservate negli impianti in opera, fintanto che le linee non vengano interessate da opere di manutenzione straordinaria.

7 Impianto di terra

A seconda che l'impianto elettrico generale del sito sia alimentato dall'Ente distributore con sistema TN-S o TT, la rete di terra dell'utente è rispettivamente in comune o separata da quella del fornitore.

Nel locale quadri è presente un nodo di terra al quale fanno capo i conduttori equipotenziali e PE relativi alle masse ed alle linee elettriche presenti. Tale nodo è connesso al dispersore di terra generale del sito a mezzo di corda di rame nuda o cavo gialloverde.

I conduttori di protezione ed equipotenziali hanno sezioni stabilite secondo quanto di seguito descritto.

Ciascun quadro elettrico è dotato di nodo interno equipotenziale, al quale sono connessi i conduttori PE di tutte le linee da esso derivate. Tali nodi sono resi elettricamente continui con il dispersore sopra descritto.

7.1 Conduttori di protezione

Tutte le linee elettriche saranno complete di conduttore di protezione facilmente individuabile grazie a guaina giallo-verde, con sezione che rispetterà quanto evidenziato nella tabella successiva.

Tabella 4 – Dimensioni dei conduttori di protezione

Conduttore di fase	Conduttore di protezione PE
$S_F \leq 16 \text{ mmq}$	$S_{PE} = S_F$
$16 < S_F \leq 35 \text{ mmq}$	$S_{PE} = 16 \text{ mmq}$
$S_F > 35 \text{ mmq}$	$S_{PE} = S_F / 2$
S_F Sezione conduttore di fase	
S_{PE} Sezione conduttore di protezione	

7.2 Conduttori equipotenziali

Sono conduttori che collegano fra di loro parti che normalmente si trovano al potenziale di terra, garantendo quindi l'equipotenzialità fra l'impianto di terra e le masse estranee e consentendo di

ridurre la resistenza complessiva dell'impianto di terra. Non essendo conduttori attivi e non dovendo sopportare gravose correnti di guasto, il loro dimensionamento non segue regole legate alla portata ma alla resistenza meccanica del collegamento. Le norme prescrivono le sezioni minime che devono essere rispettate per questi conduttori, distinguendo tra conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS). Sono detti principali se collegano le masse estranee al nodo o collettore principale di terra, sono detti supplementari negli altri casi.

Essi sono realizzati con cavi di colore gialloverde con sezione determinata in base alla sezione del relativo conduttore di protezione al quale sono collegati, con riferimento alle seguenti tabelle.

Tabella 5 – Dimensioni dei conduttori equipotenziali principali

Conduttore di protezione PE di sezione più elevata nell'impianto	Conduttore equipotenziale EQP
PE \leq 10 mmq	EQP = 6 mmq
PE = 16 mmq	EQP = 10 mmq
PE = 25 mmq	EQP = 16 mmq
PE > 35 mmq	EQP = 25 mmq

PE Conduttore di protezione
EQP Conduttore equipotenziale principale

Tabella 6 – Dimensioni dei conduttori equipotenziali supplementari

Tipo collegamento	Conduttore equipotenziale EQS
Massa - Massa	EQS \geq PE di sezione minore
Massa – Massa estranea	EQS \geq ½ sezione del corrispondente conduttore PE, con sezioni minime di 2,5 mmq se protetto meccanicamente, 4 mmq altrimenti

PE Conduttore di protezione
EQS Conduttore equipotenziale supplementare

7.3 Collegamenti di terra

Vengono connesse a terra tutte le masse e le masse estranee, le prime tramite conduttori di protezione, le seconde a mezzo di collegamenti equipotenziali, con sezioni stabilite in base a quanto sopra detto.

8 Dimensionamento e protezione delle linee

Il dimensionamento delle linee elettriche, dei cavi che le costituiscono e, di conseguenza, dei sistemi previsti per la loro distribuzione, deve essere fatto in base ad una stima degli assorbimenti che tiene conto delle caratteristiche di funzionamento delle utenze elettriche alimentate e della natura dell'attività. Gli assorbimenti considerati per le diverse linee dovranno essere riportati negli schemi unifilari dei quadri elettrici di distribuzione del progetto di dettaglio As Built per ogni specifico sito di installazione. In tali schemi dovranno essere anche riportate le caratteristiche elettriche di ciascuna linea ed i relativi fattori di contemporaneità e di utilizzo.

Nel caso le valutazioni preliminari sul singolo sito portino all'individuazione della presenza di luoghi MARCI occorrerà applicare le prescrizioni normative in materia.

8.1 Cadute di tensione

Tutte le linee dovranno essere dimensionate in modo che la caduta di tensione dal punto di origine dell'impianto ad ogni utilizzatore finale non risulti superiore al 4%, in accordo alla norma CEI 64-8 sezione 525. Negli schemi unifilari di potenza elaborati nel presente progetto tipologico, per ciascuna linea è stato ipotizzato un assorbimento indicativo dei carichi da cui deriva la caduta di tensione percentuale riportata negli schemi.

In fase realizzativa, la stima degli assorbimenti reali andrà valutata dall'appaltatore preliminarmente all'inizio dei lavori e per ciascun sito di installazione.

8.2 Protezione contro i sovraccarichi

È ottenuta con l'impiego di interruttori automatici magnetotermici conformi alla norma CEI EN 60947-2 e coordinati con le linee elettriche in modo tale che siano sempre verificate le relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

ove:

I_b corrente assorbita dalle utenze connesse alla linea,

I_n corrente nominale dell'interruttore automatico,

I_z massima portata del cavo nelle condizioni di posa correnti,

I_f corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore.

Qualora lo stesso interruttore protegga più cavi in parallelo, si assume come corrente I_z la somma delle portate dei singoli conduttori, a condizione che i conduttori siano collegati in modo da portare correnti sostanzialmente uguali.

Tali dispositivi garantiscono l'isolamento della linea (o delle linee) su cui si verificasse un eventuale guasto in tempi tali da evitare il danneggiamento della linea stessa e delle utenze ad essa collegate. Inoltre la scelta degli interruttori dovrà essere fatta garantendo la selettività fra i diversi componenti installati in serie, in modo che un eventuale guasto su una linea isoli soltanto tale linea dall'alimentazione, mentre la parte restante dell'impianto continuerà a funzionare correttamente.

8.3 Protezione contro i cortocircuiti

È assicurata dall'adozione di interruttori automatici magnetotermici con potere di interruzione maggiore della corrente di corto circuito massima ($I_{cc_{max}}$) ipotizzabile per il loro punto di inserzione nel circuito, valutata a partire dalla I_{cc} caratterizzante il punto di consegna. In tal modo si garantisce che l'interruttore, se correttamente installato e funzionante, non lascerà passare energia superiore a quella che può essere sopportata dal dispositivo collegato a valle e dalla conduttura stessa.

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi dell'impianto devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. Tale tempo viene determinato, in accordo alla norma CEI 64-8, n. 434.3.2, con la relazione:

$$(I^2t) \leq K^2 S^2$$

ove (I^2t) è l'integrale di Joule calcolato sull'intervallo di durata del cortocircuito.

Più conduttori in parallelo protetti contro il cortocircuito da un unico dispositivo sono evitati, ovvero sono ammessi solo se dispositivo, cavi e modalità di posa risultano coordinati.

8.4 Protezione contro i contatti indiretti

In genere è implementata tramite interruttori differenziali con corrente di intervento tale da

rispettare la relazione:

$$R_t \leq 50 / I_d$$

ove

- ❖ R_t resistenza di terra,
- ❖ I_d corrente di intervento differenziale.

Al fine di garantire la protezione delle persone dai contatti indiretti, occorre che sia sempre rispettata la relazione precedente. Esistono tuttavia casi nei quali la norma CEI 64-8 richiede espressamente che la corrente differenziale sia non superiore a 30 mA; questi, a scopo indicativo e non esaustivo, per la tipologia di impianti in oggetto, si esplicitano nei seguenti:

- ❖ circuiti che alimentano prese a spina con corrente nominale ≤ 32 A (art. 412.5.3 b);
- ❖ apparecchi di illuminazione non alimentati a bassissima tensione di sicurezza (SELV) (art. 559.8);
- ❖ linee che alimentano utenze ubicate all'interno delle zone 0, 1, 2, 3 di bagni o docce, salvo la presenza di protezione per separazione elettrica con trasformatore dedicato oppure SELV (art. 701.412.5);
- ❖ linee che alimentano prese, interruttori e apparecchi di comando in zona 3 di bagni o docce, salvo la presenza di protezione per separazione elettrica con trasformatore dedicato oppure SELV (art. 701.53);
- ❖ linee in luoghi a maggior rischio in caso di incendio se distribuite in condutture di tipo C1 e C2, sia per i sistemi TT che TN, che, in caso di guasto possono innescare un incendio, laddove per conduttura di tipo C1 si intende un cavo multipolare con conduttore di protezione senza particolari requisiti di posa e per conduttura di tipo C2 si intende un cavo in tubo protettivo o involucro metallico con grado di protezione inferiore a IP4X, come ad esempio una passerella continua, forata o a filo (art. 751.04.2.7).

Limiti di taratura per le protezioni differenziali

Volendo configurare una linea di comportamento generalizzata per la taratura dei parametri della protezione differenziale (corrente e tempo di intervento), si possono individuare gli insiemi di valori

di I_d che soddisfano, al variare di R_t , la relazione

$$R_t \leq 50 / I_d$$

Tali insiemi sono esplicitati nella tabella che segue.

R_t [W]	I_d [A]
$R_t \leq 5000$	0,01
$R_t \leq 1666,67$	0,03
$R_t \leq 166,67$	0,3
$R_t \leq 100$	0,5
$R_t \leq 50$	1
$R_t \leq 25$	2
$R_t \leq 16,67$	3

Buon senso vuole che per la taratura della corrente I_d si scelga la minima possibile che garantisce dall'intervento intempestivo dell'interruttore (intervento che può essere causato non solo da guasti verso terra, ma anche da carichi particolari presenti sulla rete, come ad esempio motori).

Il tempo di intervento deve essere stabilito in maniera da assicurare la selettività con le protezioni differenziali installate a valle dell'interruttore, con i seguenti valori massimi:

$t_d \leq 1$ secondo per i sistemi TT

$t_d \leq 5$ secondi per i sistemi TN-S

È da preferire, in linea generale un valore per t_d pari a 0 (intervento istantaneo), introducendo un ritardo solo se si hanno problemi di scatti intempestivi.

Si rammenta inoltre che il ritardo non è ammesso sulle linee terminali di alimentazione delle utenze.

Nel prosieguo del presente documento si esamina la casistica maggiormente significativa per la tipologia di impianti in oggetto, indicando per le tarature dei componenti i valori massimi ammessi.

Data l'indeterminatezza della tipologia di cavi utilizzati, per la scelta dei dispositivi di protezione ed il settaggio delle loro correnti di intervento, si assumono le seguenti condizioni al contorno, caratteristiche del tempo di realizzazione di molti degli impianti in opera, ovvero:

- ❖ cavi con isolamento in PVC, del tipo N1VV-K;
- ❖ formazione: cavi unipolari;
- ❖ distribuzione: in corrugati interrati dedicati o con al massimo un altro circuito

è ovvio che nel caso in opera fossero presenti delle condizioni al contorno differenti vanno effettuati gli adeguamenti del caso a quanto di seguito riportato.

A. QCFM interruttore generale arrivo linea - tarature per le seguenti ipotesi

Ipotesi 1

- ❖ Arrivo BT sistema TT
- ❖ Linea di alimentazione di sezione 4(1x70) mmq
- ❖ Lunghezza linea 100 m

Portata massima I_z della linea nelle reali condizioni di posa:

- | | |
|---|----------------|
| 1) Linea distribuita in corrugato dedicato | $I_z = 151,88$ |
| 2) Linea distribuita in corrugato con un altro circuito | $I_z = 121,50$ |

INTERRUTTORE 4 x 150 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$1 \cdot I_n$ A se $I_z = 151,88$ $0,8 \cdot I_n$ A se $I_z = 121,50$	$10 \cdot I_{th}$ A	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1 secondo

Ipotesi 2

- ❖ Arrivo BT sistema TT
- ❖ Linea di alimentazione di sezione 4(1x95) mmq
- ❖ Lunghezza linea 100 m

Portata massima I_z della linea nelle reali condizioni di posa:

- 1) Linea distribuita in corrugato dedicato $I_z = 179,74$
- 2) Linea distribuita in corrugato con un altro circuito $I_z = 143,80$

INTERRUTTORE 4 x 200 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$0,85 \cdot I_n$ A se $I_z = 179,74$ $0,7 \cdot I_n$ A se $I_z = 143,80$	$10 \cdot I_{th}$ A	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1 secondo

B. QCLE interruttore generale arrivo linea - tarature per le seguenti ipotesi

Ipotesi 1

- ❖ Arrivo BT sistema TT
- ❖ Linea di alimentazione di sezione 4(1x50) mmq
- ❖ Lunghezza linea 100 m

Portata massima I_z della linea nelle reali condizioni di posa:

- 1) Linea distribuita in corrugato dedicato $I_z = 123,99$
- 2) Linea distribuita in corrugato con un altro circuito $I_z = 99,20$

INTERRUTTORE 4 x 120 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$1 \cdot I_n$ A se $I_z = 123,99$ $0,8 \cdot I_n$ A se $I_z = 99,20$	$10 \cdot I_{th}$ A	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1 secondo

Ipotesi 2

- ❖ Arrivo BT sistema TT
- ❖ Linea di alimentazione di sezione 4(1x70) mmq
- ❖ Lunghezza linea 100 m

Portata massima I_z della linea nelle reali condizioni di posa:

- | | |
|---|----------------|
| 1) Linea distribuita in corrugato dedicato | $I_z = 151,87$ |
| 2) Linea distribuita in corrugato con un altro circuito | $I_z = 121,50$ |

INTERRUTTORE 4 x 150 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$1 \cdot I_n$ A se $I_z = 151,87$ $0,8 \cdot I_n$ A se $I_z = 121,50$	$10 \cdot I_{th}$ A	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1 secondo

C. QG Interruttore bordo gruppo elettrogeno

1) Consegna in media tensione

Sistemi TN-S

In generale, per garantire la protezione dal cortocircuito e dai contatti indiretti, l'Ente comunica la corrente di guasto caratteristica del punto di consegna I_g ed il tempo di intervento delle protezioni t_s . Le protezioni lato media tensione dell'Utilizzatore debbono coordinarsi con tali valori, in maniera da intervenire per correnti non superiori a I_g in tempi non superiori a t_s . I massimi valori di taratura delle protezioni vengono anch'essi comunicati dall'Ente erogatore.

Tali protezioni garantiscono l'incolumità della rete distributiva dell'Ente erogatore, ma non quella dell'Utilizzatore, né tantomeno la sicurezza delle persone che utilizzano l'impianto lato utente.

In questo caso il cortocircuito e il guasto franco a terra (massa estranea che va in tensione per guasto

dell'isolamento, ad esempio), vengono visti dal sistema di protezione allo stesso modo, ovvero come cortocircuiti, in quanto il neutro è a terra e quindi su tale conduttore si ha sempre la circolazione di una corrente anomala per entrambi i guasti.

Per la protezione lato utente occorre che la corrente di intervento del dispositivo di protezione rispetti la seguente condizione:

$$I_a \leq U_o / Z_g$$

ove:

Z_g impedenza dell'anello di guasto nel caso peggiore [Ω],

I_a valore della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione [A],

U_o tensione nominale verso terra dell'impianto [V].

Se l'impedenza dell'anello di guasto è sufficientemente bassa, allora la predetta relazione può essere rispettata dalla corrente di intervento della protezione magnetotermica, altrimenti occorre la protezione differenziale. Quest'ultima interviene non per la quantità di corrente che passa sulla linea, ma per la differenza di corrente che attraversa le fasi ed il neutro.

Il guasto si chiude comunque sempre verso terra ed occorre ovviamente sempre rispettare la relazione

$$R_t \leq 50 / I_d$$

Ma in questo caso la R_t è estremamente bassa, grazie al vincolo che l'impianto di terra di cabina deve rispettare per soddisfare le condizioni imposte dall'Ente erogatore (valori di R_t dell'ordine di $0,5 \div 2 \Omega$) e quindi per I_d possono assumersi valori anche relativamente elevati (non si superano comunque i 5 A).

Sistemi TN-S con alimentazione da gruppo elettrogeno

Il neutro e le masse sono collegate ad un unico impianto di terra tramite un conduttore di protezione.

Un guasto franco a massa è riconducibile ad un cortocircuito che determina l'intervento delle protezioni di massima corrente. La protezione contro i contatti indiretti presuppone la verifica della condizione $I_a \leq U_0/Z_g$ (U_0 è la tensione di fase, Z_g è l'impedenza dell'anello di guasto e I_a è la corrente che provoca l'intervento delle protezioni entro i tempi stabiliti). Se il circuito soggetto a guasto è lungo, e l'impedenza dell'anello di guasto Z_g è elevata, per garantire il coordinamento con le protezioni si rende necessario l'impiego di interruttori differenziali. Oltre questo occorre non dimenticare che l'alternatore ha un'impedenza più elevata rispetto a quella di un trasformatore.

Nella casistica esaminata, in caso di corto circuito o di guasto franco a terra, la corrente di guasto del gruppo elettrogeno non è sufficiente ad assicurare l'intervento delle protezioni di massima corrente, ovvero degli interruttori magnetotermici, ed occorre necessariamente ricorrere all'utilizzo della protezione differenziale. Tale circostanza è sempre valida, qualunque sia l'impedenza dell'anello di guasto, poiché la corrente di guasto prodotta dal generatore è funzione del tipo di guasto verificatosi e potrebbe essere anche molto inferiore a quella dichiarata dal costruttore, che è da intendersi come valore massimo, utile al solo fine di ben individuare il potere di interruzione dell'interruttore posto a protezione della linea derivata dal gruppo medesimo.

Si tenga inoltre presente che in condizioni di corto circuito, si presenta il rischio che il gruppo entro brevissimo tempo smetta di presentare in uscita la corrente nominale caratteristica delle usuali condizioni di funzionamento, e si comporti in maniera non prevedibile, producendo in genere correnti in uscita molto inferiori a quelle previste nel funzionamento standard.

Per la taratura della protezione differenziale vale quanto detto al paragrafo precedente. I tempi di intervento della protezione differenziale debbono essere scelti in maniera da non causare scatti intempestivi dell'apparato, con un massimo di 1 secondo.

Occorre, inoltre, riporre particolare attenzione alla verifica della resistenza a terra R_N del neutro che deve essere verificata per evitare che, in caso di guasto a terra di una fase, sul neutro e su tutte le masse si possano stabilire tensioni pericolose. La resistenza a terra R_E nel punto di guasto può assumere valori non facilmente valutabili dipendendo dal tipo di guasto e di contatto a terra. Se il contatto avviene con un elemento metallico in buon contatto col terreno, la resistenza può assumere valori molto bassi, viceversa, se il contatto avviene direttamente col terreno, la resistenza può essere

2) Consegna in bassa tensione - Sistema TT (Neutro del distributore collegato a terra, masse collegate all'impianto di terra tramite il conduttore PE)

La protezione differenziale, necessaria per quanto detto al paragrafo precedente, deve sempre soddisfare la relazione

ove:

R_t	resistenza totale di terra	[Ω]
50	massima tensione di contatto	[V]
I_d	massima corrente di intervento del dispositivo	[A]

Il risultato della precedente relazione, valutata per la corrente di intervento più elevata dei dispositivi differenziali presenti, è il valore della resistenza di terra richiesto affinché il coordinamento tra la protezione dei dispositivi di interruzione e la messa a terra dell'impianto sia conforme alle norme. In generale, si prevede una protezione differenziale tarabile in tempo e corrente di intervento in maniera da adeguare la protezione medesima alle caratteristiche dell'impianto.

Tarature dei dispositivi differenziali

Da quanto sopra si ricavano i seguenti casi. È ovvio che se le ipotesi fatte sulle caratteristiche dell'impianto e sulle condizioni di posa differiscono rispetto alle condizioni reali dell'installazione in sito, la casistica riportata deve essere adeguata di conseguenza.

Gruppo elettrogeno da 40 kVA

- ❖ Funzionamento con alimentazione da gruppo
- ❖ Linea di alimentazione dal QG sezione 3(1 x 35) + (1 x 25) mmq
- ❖ Lunghezza linea 40 m

INTERRUTTORE 4 x 63 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$1 * I_n$	$10 * I_{th}$	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1

Gruppo elettrogeno da 80 kVA

- ❖ Funzionamento con alimentazione da gruppo
- ❖ Linea di alimentazione dal QG sezione 3(1 x 70) + (1 x 35) mmq
- ❖ Lunghezza linea 40 m

INTERRUTTORE 4 x 125 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$1 * I_n$	$10 * I_{th}$	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1

Gruppo elettrogeno da 150 kVA

- ❖ Funzionamento con alimentazione da gruppo
- ❖ Linea di alimentazione dal QG sezione 6(1 x 70) + (1 x 70) mmq
- ❖ Lunghezza linea 40 m

INTERRUTTORE 4 x 250 A

Tarature

Corrente di intervento termica	Corrente di intervento magnetica	Corrente di intervento differenziale massima	Tempo intervento differenziale massimo
I_{th}	I_m	I_d	t_d
$0,8 * I_n$	$10 * I_{th}$	3 A se $R_t < 15 \Omega$ 2 A se $15 \Omega < R_t \leq 25 \Omega$ 1 A se $25 \Omega < R_t \leq 50 \Omega$	1