



Ministero della Difesa

DIREZIONE GENERALE DEGLI ARMAMENTI NAVALI

NAV-80-6160-0024-14-00B000

**SPECIFICHE GENERALI PER IMPIANTI ELETTRICI
DI BORDO DELLE UNITÀ NAVALI DI SUPERFICIE DELLA M.M.I.**

Edizione Giugno 2006

INDICE

ATTO DI APPROVAZIONE	V
ELENCO DI DISTRIBUZIONE	VI
REGISTRAZIONE DELLE AGGIUNTE E DELLE VARIANTI.....	VIII
ELENCO ACRONIMI E ABBREVIAZIONI	IX
CAPITOLO 1 - PREMESSA.....	1
1.1 SCOPO ED APPLICABILITÀ.....	1
1.2 ALTRE NORME APPLICABILI.....	2
1.3 NORME RELATIVE ALLA SICUREZZA DEL PERSONALE	2
1.4 DEROGHE	2
CAPITOLO 2 - REQUISITI GENERALI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI DI BORDO	4
2.1 GENERALITÀ.....	4
2.2 DEFINIZIONI E REQUISITI GENERALI	5
2.2.1 <i>Impianti a bassa tensione</i>	5
2.2.2 <i>Impianti in alta tensione</i>	5
2.2.3 <i>Isolamento principale</i>	5
2.2.4 <i>Isolamento supplementare</i>	5
2.2.5 <i>Doppio isolamento</i>	5
2.2.6 <i>Isolamento rinforzato</i>	5
2.2.7 <i>Classi di Isolamento dei componenti elettrici</i>	5
2.2.8 <i>Corrente di dispersione</i>	6
2.2.9 <i>Corrente di guasto</i>	6
2.2.10 <i>Corrente di guasto a terra</i>	6
2.2.11 <i>Massa</i>	6
2.2.12 <i>Massa estranea</i>	7
2.2.13 <i>Messa a massa</i>	7
2.2.14 <i>Bassissima tensione di sicurezza</i>	8
2.2.15 <i>Impianto elettrico della Nave</i>	8
2.2.16 <i>Condizione di funzionamento normale</i>	8
2.2.17 <i>Condizione di emergenza</i>	9
2.2.18 <i>Sorgente di energia elettrica principale</i>	9
2.2.19 <i>Sorgente di energia elettrica di emergenza</i>	9
2.2.20 <i>Sistema elettrico di generazione</i>	9
2.2.21 <i>Sistema elettrico di conversione</i>	9
2.2.22 <i>Centrali elettriche</i>	9
2.2.23 <i>Centrale elettrica principale</i>	10
2.2.24 <i>Impianto elettrico di distribuzione</i>	10
2.2.25 <i>Quadro elettrico principale</i>	10
2.2.26 <i>Quadro elettrico di emergenza</i>	11
2.2.27 <i>Sottoquadro</i>	11
2.2.28 <i>Quadro di distribuzione</i>	11
2.2.29 <i>Circuito terminale</i>	11
2.2.30 <i>Servizi essenziali/vitali</i>	11
2.2.31 <i>Linee di collegamento</i>	13
2.2.32 <i>Linee di distribuzione</i>	13
2.2.33 <i>Corrente totale di carico</i>	13
2.2.34 <i>Coefficiente di utilizzazione specifico</i>	13
2.2.35 <i>Corrente effettiva di carico</i>	13
2.2.36 <i>Utilizzatori (utenti) elettrici</i>	13
2.2.37 <i>SACIE (Sistema di Automazione e Controllo dell'Impianto Elettrico)</i>	13
2.3 CRITERI DI PROGETTO DELL'IMPIANTO ELETTRICO DI BORDO.....	14
2.3.1 <i>Generalità</i>	14
2.3.2 <i>Caratteristiche funzionali dell'impianto elettrico della Nave</i>	15
2.3.3 <i>Caratteristiche tecniche dell'impianto elettrico della Nave</i>	16
2.3.4 <i>Caratteristiche della tensione e della frequenza</i>	16

2.3.5	<i>Prescrizioni aggiuntive per impianti in alta tensione</i>	18
2.3.6	<i>Suscettibilità ed emissività elettromagnetica</i>	18
2.3.7	<i>Requisiti ambientali</i>	19
2.3.8	<i>Temperatura ambiente</i>	19
2.3.9	<i>Protezione contro il pericolo di esplosione e incendio</i>	19
2.3.10	<i>Protezione del personale</i>	19
2.4	REQUISITI GENERALI DELLE APPARECCHIATURE E DEI MATERIALI	20
2.4.1	<i>Generalità</i>	20
2.4.2	<i>Grado di protezione degli involucri</i>	20
2.4.3	<i>Resistenza all' urto ed alle vibrazioni ambientali</i>	21
2.4.4	<i>Rumorosità in aria – Rumorosità strutturale</i>	21
2.4.5	<i>Vibrazioni autoindotte</i>	22
2.4.6	<i>Definizione di materiale amagnetico</i>	22
2.4.7	<i>Schemi elettrici delle apparecchiature</i>	22
2.4.8	<i>Targhettatura delle apparecchiature elettriche</i>	22
2.5	REQUISITI DI INSTALLAZIONE	23
2.5.1.	<i>Generalità</i>	23
2.5.2	<i>Impianti ed apparecchiature nei depositi e locali maneggio munizioni.</i>	23
2.5.3	<i>Sistemazioni in vicinanza di bussole magnetiche</i>	23
2.5.4	<i>Sistemazioni in vicinanza di tubolature e pompe</i>	24
2.5.5	<i>Sistemazioni in vicinanza di portelli o condotte di estrazione/ventilazione</i>	24
2.5.6	<i>Accorgimenti per ridurre la possibilità di danni meccanici o da allagamenti</i>	24
2.5.7	<i>Collegamenti a massa su Navi con scafo metallico</i>	24
2.5.8	<i>Reti di massa su Navi con scafo in vetroresina o in legno</i>	27
2.5.9	<i>Protezione dalle scariche atmosferiche</i>	27
2.5.10	<i>Protezione dai contatti diretti ed indiretti</i>	27
2.6	DOCUMENTAZIONE DI PROGETTO	29
2.6.1	<i>Progetto dell'impianto elettrico</i>	29
2.6.2	<i>Bilancio elettrico</i>	30
2.6.3	<i>Documentazione tecnica relativa alle sub-forniture</i>	31
2.6.4	<i>Certificazioni</i>	31
2.7	ASSICURAZIONE DELLA QUALITÀ.....	32
2.8	COLLAUDI	33
2.8.1	<i>Collaudi in fabbrica</i>	33
2.8.2	<i>Collaudi a bordo</i>	33
CAPITOLO 3 - SISTEMI ELETTRICI DI GENERAZIONE E CONVERSIONE		34
3.1	GRUPPI GENERATORI	34
3.1.1	<i>Requisiti generali</i>	34
3.1.2	<i>Tipologie di generatori</i>	34
3.1.3	<i>Funzionamento in parallelo</i>	35
3.1.4	<i>Tipo di costruzione</i>	35
3.1.5	<i>Organi di regolazione (Regolatori di giri e regolatori di tensione)</i>	36
3.1.6	<i>Prove prima dell'installazione a bordo</i>	36
3.1.7	<i>Prove a bordo</i>	37
3.2	SORGENTI DI ENERGIA DI SICUREZZA E DI SUPPORTO	38
3.2.1	<i>Generalità</i>	38
3.2.2	<i>Batterie di accumulatori</i>	38
3.2.3	<i>Gruppi di continuità - UPS</i>	38
3.2.4	<i>Configurazione standard gruppi di continuità (UPS)</i>	40
3.2.5	<i>Celle a combustibile</i>	41
3.3	DISPOSITIVI DI CONVERSIONE DIVERSI DAGLI UPS	42
3.3.1	<i>Generalità</i>	42
3.3.2	<i>Trasformatori</i>	42
3.3.3	<i>Convertitori rotanti</i>	43
3.3.4	<i>Convertitori statici</i>	43
3.3.5	<i>Stabilizzatori</i>	44

CAPITOLO 4 - SISTEMA DI DISTRIBUZIONE	45
4.1 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE PRIMARIA	45
4.1.1 – Schema radiale semplice	45
4.1.2 – Schema radiale doppio.....	45
4.1.3 – Schemi per minicentrali interconnesse	47
4.2 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE SECONDARIA.....	48
4.2.1 Alimentazione di utenti non vitali a 400/230V 50/60 Hz.....	48
4.2.1 Alimentazione delle prese nei locali AM ed ausiliari.	49
4.3 SUDDIVISIONE DELLE UTENZE PER ZONE E/O SERVIZI	51
4.3.1 Utenti forza.....	52
4.3.1.1 Motori elettrici e relative apparecchiature	52
4.3.1.2 Avviatori.....	53
4.3.2 Utenti piccola forza	54
4.3.3 Utenti luce	54
4.3.4 Utenti speciali.....	54
4.3.4.1 Impianti elettrici per il servizio medico sanitario.....	54
4.4 QUADRI E SOTTOQUADRI	56
4.4.1 Quadri Elettrici Principali (QEP).....	56
4.4.2 Sottoquadri e quadri di distribuzione	59
4.4.3 Interruttori in B.T.	60
4.4.4 Quadro Presa da Terra - Collegamento a terra.....	60
4.5 CAVI ELETTRICI.....	62
4.5.1. Generalità	62
4.5.2 Scelta dei cavi.....	62
4.5.3 Installazione dei cavi.....	63
4.5.4 Dimensionamento dei circuiti.....	63
4.5.5 Targhettatura dei cavi elettrici.....	64
4.6 ALIMENTAZIONE ELETTRICA PER LA TIMONERIA	65
4.7 SISTEMA RILIEVO ISOLAMENTO	66
CAPITOLO 5 - IMPIANTO LUCE E CRITERI D'ILLUMINAMENTO	67
5.1 TIPI DI LUCE E LORO IMPIEGO.....	67
5.1.1 Impiego della luce BIANCA.	67
5.1.2 Impiego della luce ROSSO BRUNA:	67
5.1.3 Impiego della luce GIALLO BRUNA:	67
5.2 CRITERI D'ILLUMINAMENTO	68
5.3 DISTRIBUZIONE LUCE	70
5.4 PRESCRIZIONI AGGIUNTIVE PER ALCUNI SISTEMI D'ILLUMINAZIONE	72
5.4.1 Illuminazione esterna.....	72
5.4.2 Fanali portatili ad intervento automatico per luce di riserva	72
5.4.3 Low location light	73
5.4.4 Circuiti di alimentazione delle lampade testaletto.....	74
5.4.5 Fanali di navigazione	74
CAPITOLO 6 - IMPIANTI ELETTRICI DI PROPULSIONE	75
6.1 GENERALITÀ.....	75
6.2 NORMATIVA APPLICABILE	76



Ministero della Difesa

Direzione Generale degli Armamenti Navali

ATTO DI APPROVAZIONE

Approvo la seguente Pubblicazione

- SPECIFICHE GENERALI PER IMPIANTI ELETTRICI DI BORDO DELLE UNITA' NAVALI DI SUPERFICIE DELLA M.M.
- SIGLA DISTINTIVA : **NAV-80-6160-0024-14-00B000**
- Che abroga e sostituisce la pubblicazione NAV -13A095 Edizione 1962

13 LUGLIO 2006

Roma, li.....

IL DIRETTORE GENERALE
Amm. Isp. Capo Dinq NASCETTI

ORIGINALE

ELENCO DI DISTRIBUZIONE

La presente pubblicazione viene prodotta su supporto cartaceo per la messa agli atti (n° 1 copia MASTER, in custodia a NAVARM-UGCT- 1° Ufficio) e su supporto informatico (CD ROM) per la successiva distribuzione.

La presente pubblicazione dovrà essere distribuita alle seguenti Autorità, Comandi ed Enti:

AUTORITA'	<i>Nr copie (CD Rom)</i>
<i>AUTORITA' CENTRALI VARIE</i>	
MINISTERO DELLA DIFESA – Gabinetto del Ministro	1
STATO MAGGIORE DELLA DIFESA (STAMADIFESA)	1
SEGRETARIATO GENERALE DELLA DIFESA (SEGREDIFESA)	1
DIREZIONE GENERALE DEGLI ARMAMENTI NAVALI (NAVARM)	4
COMANDO GENERALE DELL'ARMA DEI CARABINIERI – Servizi navali	2
COMANDO GENERALE DELLA GUARDIA DI FINANZA – Servizi navali	2
COMANDO GENERALE DELLE CAPITANERIE DI PORTO – Servizi navali	2
<i>STATO MAGGIORE DELLA MARINA, COMANDI ED ENTI CENTRALI DIPENDENTI</i>	
MARISTAT 3° REPARTO P.G.	1
MARISTAT 4° REPARTO S.P.M.M.	2
MARISTAT 5° REPARTO SMG	1
MARISTAT 6° REPARTO AER	
NAVISPELOG	1
<i>AUTORITA' DELLA MARINA A TERRA</i>	
MARIDIPART ANCONA	1
MARIDIPART LA SPEZIA	1
MARIDIPART TARANTO	1
MARISARDEGNA	1
MARISICILIA	1
MARICENTADD	2
MARINACADD LIVORNO	1
MARINARSEN AUGUSTA	2
MARINARSEN BRINDISI	1
MARINARSEN LA SPEZIA	2
MARINARSEN LA MADDALENA	1
MARINARSEN TARANTO	2
MARINARSEN MESSINA	1
MARIPERMAN LA SPEZIA	2
MARITELERADAR	1
MARIMISSILI	1
UTNAV GENOVA	1
UTNAV MILANO	1
UTNAV ROMA	1
UTNAV TARANTO	1

UTNAV VENEZIA	1
DUTNAV AUGUSTA	1
DUTNAV LA SPEZIA	1
DUTNAV LIVORNO	1
DUTNAV NAPOLI	1
NUTNAV FIRENZE	1
NUTNAV TORINO	1
NUTNAV TRIESTE	1
MARIDROGRAFICO GENOVA	1
MARISCUOLE TARANTO	2
MARISCUOLE LA MADDALENA	2
COMANDI GRUPPI N.U.L.	1
<i>AUTORITA' DELLA MARINA A BORDO</i>	
CINCNAV	2
COMFORAL TARANTO	1
COMGRUPNAV LA SPEZIA	1
COMFORSBARC BRINDISI	1
COMFORPAT AUGUSTA	1
COMFORSUB TARANTO	1
COMFORDRAG LA SPEZIA	1

Inoltre, al fine di garantirne la massima diffusione, viene pubblicata nella sezione "Documentazione/Normative" dei siti internet ed intranet di NAVARM ai seguenti indirizzi:
<http://www.difesa.it/Segretario-SGD-DNA/DG/NAVARM/Documentazione/>
http://www.navarm.marina.difesa.it/navarm/normative_navarm.htm

REGISTRAZIONE DELLE AGGIUNTE E DELLE VARIANTI

Le varianti vengono normalmente apportate sostituendo le intere pagine interessate. Ogni pagina sostituita riporta, oltre la data dell'emissione, anche la lettera caratterizzante l'ultimo aggiornamento.

In occasione di ogni aggiornamento, deve essere sostituito anche il Frontespizio, aggiungendo alla sigla della norma la dizione indicante la revisione (rev 1.0, rev 2.0 ...) indicante appunto l'ultimo aggiornamento (tale revisione deve essere riportata anche nella prima colonna del prospetto seguente).

REVISIONE	DATA ULTIMO AGGIORNAMENTO	PAGINE/TAVOLE AGGIORNATE	DATA E FIRMA EFFETTUAZIONE

ELENCO ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

AC:	Corrente alternata (=Alternating current in inglese)
AM:	Apparato Motore
CEI:	Comitato Elettrotecnico Italiano
CCV:	Centro di carico vitale
CCNV:	Centro di carico non vitale
CCZ:	Centro di carico di Zona
CMM:	Contro Misure Mine
COP:	Centrale Operativa di Piattaforma
COTS:	Commercial off the shelf
CS:	Centrale di Sicurezza
DB:	Distribution Board (vedi para 2.2.28)
DC:	Corrente continua (= Direct current in inglese)
D/G:	Diesel Generatore
IEC:	International Electrotechnical Commission
IMQ:	Istituto italiano del Marchio di Qualità
IPMS:	Integrated Platform Management System. Sistema di automazione, comando e controllo centralizzato degli apparati e degli impianti di piattaforma, ove i singoli sottosistemi che lo compongono hanno un elevato grado di mutua integrazione
G/A:	Generatore Asse
MMI:	Marina Militare Italiana
PMS:	Platform Management System. Sistema di automazione, comando e controllo centralizzato degli apparati e degli impianti di piattaforma.
PT:	Presa da terra
QEP:	Quadro Elettrico Principale
QPT:	Quadro Presa da Terra
RINa:	Registro Italiano Navale
RINAMIL:	Regolamento R.I.Na applicabile alle Navi Militari
SACIE:	Sistema di Automazione e Controllo Impianto Elettrico
SdC:	Sistema di combattimento
SIASP:	Sistema Integrato di Automazione e Supervisione della Piattaforma. E' il sinonimo in lingua italiana di IPMS.

SQ:	sottoquadro
SSB:	Secondary Switchboard (vedi para 2.2.27)
TAG:	Turbina a Gas
T/G:	Turbo Generatore (motore primo turbina a vapore)
TG/G:	Turbogas Generatore (motore primo TAG)
TSB:	Tertiary Switchboard (vedi para 2.2.27)
UU.NN.:	Unità Navali
UPS:	Gruppo di continuità (= Uninterruptible Power Supply Units in inglese)

Capitolo 1 - Premessa

1.1 Scopo ed applicabilità

Le presenti specifiche hanno lo scopo di:

1. fornire le linee guida per la progettazione, costruzione ed installazione degli impianti destinati alla generazione, conversione/trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica a bordo delle Navi della MM, anche ai fini della propulsione elettrica;
2. fornire i criteri per la scelta e l'installazione dei macchinari e delle apparecchiature che compongono i suddetti impianti.

Esse sono applicabili, integralmente o in parte, alle Unità Navali di superficie della MM e coesistono con le norme RINA e RINAMIL, in base al seguente grado di severità:

1. norme RINA: identificano il minimo livello tecnico e di sicurezza per gli impianti ed i componenti elettrici delle UU.NN. di superficie, di qualunque tipologia esse siano;
2. norme RINAMIL: identificano un livello tecnico superiore alle norme RINA (maggiore severità), da utilizzarsi quando l'applicazione della semplice norma RINA sia considerata insufficiente in funzione del requisito operativo;
3. presenti specifiche: identificano un terzo e più stringente livello di severità, da applicare quando anche il RINAMIL sia ritenuto insufficiente.

L'applicazione delle norme RINA o RINAMIL è obbligatoria, nel senso che gli impianti ed i componenti elettrici di tutte le UU.NN. di superficie della MMI, di qualunque tipo esse siano, devono obbligatoriamente soddisfare una delle due.

L'opportunità/necessità di ottenere anche la certificazione RINA è devoluta alle prescrizioni delle singole specifiche tecniche contrattuali.

L'applicazione delle presenti specifiche implica automaticamente anche il rispetto della norma RINAMIL. Qualora esse siano applicate parzialmente, l'applicazione obbligatoria del RINAMIL si limita alla parte dell'impianto elettrico conforme alle specifiche stesse. Per il resto, si potrà optare tra l'applicazione del RINA o del RINAMIL.

La definizione delle norme applicabili (RINA, RINAMIL ovvero le presenti specifiche NAV) deve essere stabilita all'atto della stesura delle specifiche tecniche contrattuali relative all'acquisizione di nuove Unità Navali o impianti da installare/ammodernare su Unità esistenti.

Le presenti specifiche non sono applicabili ai Sommergibili e ad ogni altro mezzo subacqueo.

1.2 Altre Norme Applicabili

Per tutto quanto non è esplicitamente indicato nelle presenti specifiche si deve fare riferimento alle Norme C.E.I. applicabili, nella loro versione più aggiornata.

Inoltre, qualora richiesto, in funzione di particolari esigenze relative alla qualità dell'energia fornita alle utenze, si dovrà fare riferimento alla norma NATO STANAG 1008 nell'edizione più aggiornata.

Relativamente all'applicazione delle Norme CEI, giova rammentare che il Comitato Elettrotecnico Italiano ha ricevuto un fondamentale riconoscimento legislativo con la legge 186/68, la quale è costituita dai soli seguenti due articoli:

- Art.1 – Tutti i materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte.
- Art.2 – I materiali, le apparecchiature, i macchinari, le installazioni e gli impianti elettrici ed elettronici realizzati secondo le Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano si considerano costruiti a regola d'arte.

Le norme CEI di ambito navale sono edite dal Comitato Tecnico 18, ma esse non esauriscono l'insieme delle norme CEI applicabili.

1.3 Norme relative alla sicurezza del personale

Tutti i componenti dell'impianto Elettrico e, ove necessario, anche lo stesso impianto elettrico nel suo insieme, devono inoltre rispondere alle normative in vigore in materia di sicurezza delle persone ("*safety*" e "*health*") applicabili in campo navale militare e civile. Qualora esista un contrasto tra le norme civili e militari, queste ultime hanno la precedenza.

In caso di assenza di norme specifiche per il settore navale, saranno applicate le norme valide in campo civile non navale, anche nel caso in cui l'applicabilità delle predette norme sia formalmente esclusa per le navi, mercantili e/o militari.

In tutti i casi, le norme saranno dirette alla tutela del personale che, a qualunque titolo, dovesse trovarsi a bordo.

Le apparecchiature ed i componenti dell'impianto elettrico dovranno essere provvisti della marcatura CE o, qualora non applicabile, essere corredati da un idoneo Certificato di Conformità alle norme di sicurezza vigenti.

Qualora, per un qualunque motivo, dovesse risultare problematica l'individuazione delle norme applicabili, dovrà essere presentata a Navarm una situazione completa del panorama normativo pertinente per l'individuazione della norma da applicare.

1.4 Deroghe

Deroghe alle prescrizioni tecniche contenute nella presente pubblicazione, quando essa è esplicitamente richiamata nelle specifiche tecniche contrattuali, potranno essere concesse solo se le stesse comportino un beneficio per l'Amministrazione Difesa. Il Committente dovrà rappresentare a NAVARM una circostanziata richiesta di deroga.

Le richieste di deroga dovranno descrivere chiaramente le modifiche proposte, le ragioni ed i vantaggi che deriverebbero da una loro adozione e gli eventuali riflessi sul prezzo contrattuale.

Qualora dovesse risultare impossibile o problematica l'applicazione di altre norme individuate come applicabili, ovvero qualora dovessero evidenziarsi dei contrasti tra le varie norme, il Committente dovrà rappresentarlo a NAVARM. Quest'ultimo provvederà ad individuare soluzioni tecniche alternative e/o a definire quale debba essere la norma da applicare ed, eventualmente, richiedere idonee certificazioni (ad esempio, da parte del RINA).

Capitolo 2 - Requisiti generali degli impianti elettrici di bordo

2.1 Generalità

Questo capitolo ha lo scopo di specificare le definizioni, i criteri di progetto ed i requisiti generali applicabili agli impianti elettrici di bordo delle Navi Militari.

I requisiti specifici che si riferiscono alle varie parti degli impianti, sono contenuti in altri capitoli delle presenti specifiche.

2.2 Definizioni e requisiti generali

Per gli impianti elettrici di bordo, valgono in generale le definizioni date dalle norme CEI e dal RINAMIL, di cui si riporta di seguito un estratto per sola comodità di lettura. È inteso che, qualora si verificassero discrepanze tra quanto riportato nelle presenti specifiche e le citate norme CEI e RINAMIL, vale quanto dettato da queste ultime.

Sono state inoltre introdotte alcune definizioni per tener conto delle particolari esigenze delle Navi militari e degli usi della MM.

2.2.1 Impianti a bassa tensione

Impianti in corrente alternata a tensione nominale superiore a 50 V valore efficace ed inferiore o uguale a 1000 V valore efficace.

Impianti in corrente continua con valore nominale della tensione in condizioni nominali di funzionamento superiore a 50 V ed inferiore o uguale a 1500 V.

2.2.2 Impianti in alta tensione

Impianti in corrente alternata a tensione nominale superiore a 1000 V valore efficace ed impianti in corrente continua con valore nominale della tensione in condizioni nominali di funzionamento superiore a 1500 V.

2.2.3 Isolamento principale

È l'isolamento che viene applicato alle parti attive di una macchina o di un componente elettrico al fine di garantire una protezione di base contro le folgorazioni elettriche dovute a contatti diretti o indiretti.

2.2.4 Isolamento supplementare

Isolamento indipendente previsto in aggiunta all'isolamento principale per assicurare la protezione contro i contatti elettrici in caso di guasto dell'isolamento principale.

2.2.5 Doppio isolamento

Isolamento comprendente sia l'isolamento principale sia l'isolamento supplementare.

2.2.6 Isolamento rinforzato

Sistema unico di isolamento applicato alle parti attive, in grado di assicurare un grado di protezione contro i contatti elettrici equivalente al doppio isolamento, nelle condizioni specificate nelle relative Norme.

Nota: L'espressione "sistema unico d'isolamento" non implica che l'isolamento debba essere costituito da un pezzo omogeneo. Esso può comprendere più strati che non possono essere provati singolarmente come isolamento principale o supplementare.

2.2.7 Classi di Isolamento dei componenti elettrici

Componenti di Classe 0

Sono le apparecchiature elettriche provviste del solo isolamento principale e non aventi alcun dispositivo per il collegamento degli involucri alla rete di terra (vedi para 2.2.11); esse quindi non possono essere collegate a terra e, nel caso di guasto

all'isolamento, la protezione contro la folgorazione è affidata soltanto alle caratteristiche dell'ambiente un cui si trovano.

Componenti di Classe I

Sono le apparecchiature provviste del solo isolamento principale e aventi un dispositivo per il collegamento dell'involucro ad un collegamento per la messa a massa.

Componenti di Classe II

Sono le apparecchiature provviste di isolamento doppio o rinforzato.

Componenti di Classe III

Sono le apparecchiature aventi un isolamento ridotto in quanto destinate ad essere alimentate soltanto alla tensione di sicurezza ed in cui non si possono generare tensioni di valore superiore a quello del sistema di alimentazione.

2.2.8 Corrente di dispersione

Corrente che, in assenza di guasto, fluisce verso terra o verso le masse.

2.2.9 Corrente di guasto

Corrente che si stabilisce a seguito di un cedimento dell'isolamento o quando l'isolamento è cortocircuitato.

2.2.10 Corrente di guasto a terra

Corrente di guasto che si chiude attraverso l'impianto o la rete di terra.

2.2.11 Massa.

Secondo la terminologia elettrotecnica viene definita come "massa" un piano equipotenziale sul quale non esistono tensioni elettriche tra i diversi punti. Sulle navi con scafo metallico quest'ultimo è considerato come la massa generale della nave.

Secondo una terminologia non regolata da norme ma entrata oramai nell'uso comune, il termine "massa" in ambito navale viene fatto corrispondere a quella che nei sistemi elettrici terrestri di generazione, trasporto e distribuzione dell'energia elettrica viene chiamata "terra", perché si assume il terreno come piano equipotenziale da prendere come riferimento delle tensioni dei conduttori, per lo studio del funzionamento dei sistemi elettrici stessi. Pertanto sulle navi col termine massa ci si riferisce sovente all'insieme dello scafo metallico, considerato appunto come luogo equipotenziale.

Ciò può generare confusione con quanto stabilito dalla norma CEI 64-8 relativa agli impianti utilizzatori civili, dove per massa si definisce una parte conduttrice di un componente elettrico che può essere toccata e che non è in tensione in condizioni ordinarie, ma che può andare in tensione in condizioni di guasto dell'isolamento principale. Tutti gli involucri metallici dei componenti elettrici separati dalle parti attive da un solo livello di isolamento sono quindi delle "masse".

Per quanto sopra, in ambito navale si dovrà prestare particolare attenzione al significato che al termine massa viene attribuito nelle varie norme redatte in italiano. In particolare, si dovrà verificare se il riferimento alla "massa" dovrà intendersi come

sinonimo/equivalente di "terra" o quando invece ci si sta riferendo alla definizione sopra citata della norma CEI 64-8.

Considerando la terra di un impianto elettrico, o in ambito navale la massa generale dell'intero impianto di bordo, si distinguono:

1. terra/massa di funzionamento, che ha lo scopo di garantire determinate caratteristiche di funzionamento per un sistema elettrico in generale e, in particolare, per alcune apparecchiature come ad esempio le apparecchiature elettroniche. In quest'ultimo caso si parla di "massa di segnale";
2. terra/massa di protezione, detta anche massa elettrica o "terra", realizzata per garantire la protezione delle persone dalle folgorazioni elettriche. La sua realizzazione ha le seguenti finalità:
 - a. assicurare, all'occorrenza di un guasto a massa in un componente elettrico nella situazione in cui una persona si trovi in contatto con la massa stessa, un percorso prestabilito per la corrente di guasto, in modo che i dispositivi di protezione possano rilevarla ed intervenire, interrompendo l'alimentazione del circuito sede del guasto, ed evitando che la persona venga attraversata da una corrente di guasto pericolosa;
 - b. limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi;
 - c. realizzare l'equipotenzialità di masse e masse estranee (vedere definizione 2.2.12).

2.2.12 Massa estranea

Parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale.

2.2.13 Messa a massa.

Si definisce "messa a massa" l'insieme delle connessioni metalliche alla massa generale dello scafo (vedi para 2.2.11) per le navi con scafo metallico e alla rete di massa (vedere par. 2.5.8) per le navi avente lo scafo o parte di esso realizzato in materiali non conduttori, eseguite per:

realizzare la messa a terra di protezione e di funzionamento dei componenti di impianto;

garantire il soddisfacimento del requisito EMC di impianti e apparecchiature nel particolare ambiente elettromagnetico della Nave;

permettere il drenaggio delle cariche elettrostatiche.

Per la realizzazione delle connessioni di massa valgono le prescrizioni segnalate nella norma CEI 64-8 nonché nella RINAMIL Part C Ch 2, con opportune avvertenze che verranno indicate successivamente.

Se nell'impianto elettrico sono presenti apparecchiature elettroniche occorrerà adottare prescrizioni aggiuntive nella realizzazione dei collegamenti a terra, rispetto a quelle che, negli impianti privi di tali apparecchiature, permettono di ottenere un impianto conforme alla normativa.

Infatti:

i collegamenti a terra ai fini della sicurezza introducono disturbi di natura condotta e radiata suscettibili di compromettere il corretto funzionamento delle apparecchiature elettroniche;

il funzionamento di un'apparecchiatura elettronica introduce correnti di dispersione nell'impianto che, in caso di interruzione del conduttore di messa a terra di protezione, potrebbero fluire attraverso il corpo di una persona che accidentalmente si trovi in contatto con la massa dell'involucro.

Per le apparecchiature elettroniche occorrerà predisporre un morsetto di terra privo di disturbi al quale andrà collegata la terra funzionale dell'apparecchiatura, ovvero il telaio e/o lo zero logico dell'apparato stesso.

Il morsetto di terra privo di disturbi deve essere indipendente da quello di protezione, e deve essere collegato alla massa generale dello scafo con un collegamento indipendente.

Inoltre nella predisposizione dei collegamenti per la messa a terra di protezione si deve adottare una delle seguenti soluzioni, in alternativa tra loro:

connessione di terra ad alta affidabilità;

sorveglianza del conduttore di protezione;

utilizzo di trasformatori (ad esclusione degli autotrasformatori).

Se l'apparecchiatura è di classe II, potrebbe essere comunque necessario, contrariamente a quanto indicato per gli altri tipi di apparecchiature, realizzare il collegamento a massa dell'involucro.

I metodi pratico-costruttivi per la realizzazione della rete di massa della nave comprensiva dei collegamenti a massa di protezione e di segnale delle apparecchiature elettriche ed elettroniche, nonché dei collegamenti a massa delle masse estranee e delle strutture metalliche della nave, saranno descritti nel successivo par. 2.5.7.

2.2.14 Bassissima tensione di sicurezza

Tensione che non eccede i 50 Vac valore efficace tra i conduttori (50V di valore nominale in corrente continua), o tra qualsiasi conduttore e la massa, in un circuito isolato rispetto all'alimentazione di rete da mezzi quali un trasformatore di isolamento.

2.2.15 Impianto elettrico della Nave

E' il complesso organico delle installazioni e dei componenti elettrici destinati alla generazione, conversione, distribuzione dell'energia elettrica. Fanno inoltre parte dell'impianto elettrico tutti gli utenti elettrici non alimentati da prese a spina, oppure alimentati da prese a spina destinate a quest'unico scopo.

2.2.16 Condizione di funzionamento normale

La condizione di esercizio nella quale la nave nel suo insieme, i macchinari, i servizi, i mezzi e i supporti che assicurano la propulsione, la capacità di manovra, la sicurezza della navigazione, il funzionamento dei sistemi di combattimento, la sicurezza antincendio e antiallagamento, le comunicazioni interne ed esterne ed i segnali, i mezzi di fuga così come i sistemi e i componenti predisposti per assicurare le condizioni previste di comfort e di abitabilità sono in condizioni tali da poter funzionare correttamente.

2.2.17 Condizione di emergenza

Una condizione nella quale gli impianti ed i servizi necessari per garantire il funzionamento normale e le normali condizioni di abitabilità, non possono operare a causa del disservizio della sorgente principale di energia elettrica.

2.2.18 Sorgente di energia elettrica principale

Una sorgente di energia che fornisce energia elettrica ad un quadro a partire dal quale è possibile la distribuzione a tutti i servizi/utenti destinati a mantenere la nave in condizioni di servizio normale.

2.2.19 Sorgente di energia elettrica di emergenza

Una sorgente di energia elettrica utilizzata in caso di indisponibilità della sorgente elettrica principale.

2.2.20 Sistema elettrico di generazione

Il sistema elettrico di generazione è costituito da:

i motori primi dei gruppi generatori;

i generatori;

gli organi di regolazione dei gruppi generatori;

i macchinari ausiliari, le apparecchiature e le reti elettriche e fluidiche concorrenti al funzionamento in autonomia dei gruppi generatori nel loro complesso;

la sezione generazione dei Quadri Principali;

i quadri predisposti per il prelievo di energia elettrica dall'impianto in banchina o per la ricezione/erogazione di energia da/a altra Unità affiancata, detti Quadri di Presa da Terra.

2.2.21 Sistema elettrico di conversione

E' il complesso di macchine elettriche (statiche o rotanti) che consentono di ottenere, a partire da un sistema di alimentazione in ingresso caratterizzato da determinati parametri di tensione e frequenza, numero di conduttori attivi e condizione di messa a terra del neutro e delle masse, uno o più sistemi elettrici in uscita aventi caratteristiche diverse al sistema in ingresso relativamente ad uno o più parametri, al numero dei conduttori attivi o alla tipologia di sistema.

2.2.22 Centrali elettriche

Sono complessi costituiti da:

a. uno o più generatori;

b. uno o più Quadri Elettrici sui quali si attestano i montanti dei generatori;

c. gli ausiliari necessari al funzionamento dei generatori e dei quadri.

In caso esistano due o più centrali elettriche, si intende:

funzionamento a centrali separate quella condizione di esercizio/configurazione di rete in cui gli interruttori di protezione e/o i dispositivi di manovra sui collegamenti tra le centrali elettriche sono in condizione di aperto. In questa configurazione/condizione di esercizio i generatori di una centrale ed i sistemi di

distribuzione ad essa relativi risultano essere indipendenti ed autonomi rispetto alle altre centrali e ai relativi impianti;

funzionamento a centrali collegate quella condizione di esercizio/configurazione di rete in cui gli interruttori di protezione e/o i dispositivi di manovra sui collegamenti tra le centrali elettriche sono in condizione di chiuso. In questa configurazione/condizione di esercizio l'intero impianto elettrico è esercito in parallelo. Uno o più generatori possono essere contemporaneamente collegati in rete in funzione delle esigenze di carico e coi limiti derivanti dal dimensionamento dei componenti l'impianto.

2.2.23 Centrale elettrica principale

Centrale relativa ad una sorgente principale di energia elettrica.

2.2.24 Impianto elettrico di distribuzione

E' l'insieme delle apparecchiature, quadri, componenti opportunamente collegati tra loro per smistare ai carichi l'energia ricevuta dai collegamenti ai quadri elettrici principali e di emergenza a cui si attestano i generatori.

L'impianto elettrico di distribuzione di una Nave è suddiviso in:

- sistema di distribuzione primaria;
- sistemi di distribuzione secondaria.

All'interno di ciascuno dei predetti sistemi sono compresi:

- quadri, sottoquadri e centralini;
- linee elettriche - cavi;
- apparecchiature di protezione, manovra e controllo dei circuiti elettrici;
- avviatori/convertitori dei motori elettrici.

Il sistema di distribuzione primaria è collegato direttamente al sistema di generazione e, normalmente, è unico.

Da un sistema di distribuzione primaria possono trarre alimentazione uno o più sistemi di distribuzione secondaria, tramite trasformatori, normalmente abbassatori, o convertitori. Il/i sistemi secondari possono quindi essere eserciti a tensioni differenti rispetto al sistema primario.

Per le definizioni di dettaglio si veda il [Capitolo 3](#).

2.2.25 Quadro elettrico principale

Un quadro alimentato direttamente da una sorgente elettrica principale e destinato a fornire l'energia elettrica ai servizi della nave.

Sulle unità a propulsione elettrica dotate di sistema di generazione per la propulsione in alta tensione e di distribuzione ai servizi nave in bassa tensione, avremo Quadri Elettrici Principali di Alta Tensione e Quadri Elettrici principali di Bassa Tensione. I primi corrispondono esattamente alla precedente definizione di Quadro Elettrico principale essendo connessi ad una sorgente principale di energia. I secondi saranno alimentati tramite trasformatori o convertitori dai quadri di A.T. e, eventualmente, potranno essere connessi anche a generatori dedicati. Riferendosi ai Quadri Elettrici principali di Bassa Tensione, si applicheranno tutte le definizioni di senso generale,

con l'accortezza di tener conto della peculiarità della sorgente d'energia ad essi connessa.

2.2.26 Quadro elettrico di emergenza

Un quadro che in caso di avaria dell'impianto di energia elettrica principale è alimentato direttamente dalla sorgente di emergenza di energia elettrica o dalla sorgente di emergenza temporanea di energia elettrica ed è destinato a distribuire l'energia ai servizi di emergenza.

2.2.27 Sottoquadro

Termine generico che indica un quadro elettrico alimentato da un altro quadro (principale, di emergenza ovvero da un altro sottoquadro) ed è destinato a distribuire l'energia elettrica ad altri sottoquadri, a quadri di distribuzione o contemporaneamente ad altri quadri e ad utenti.

In ambito MMI, negli impianti di tipo radiale (vedi successivo capitolo 3 per le definizioni) i sottoquadri direttamente connessi ai quadri principali (tramite una sola linea o tramite due linee) vengono anche definiti Centri di Carico. I Centri di Carico si dividono poi in vitali o non vitali a seconda della tipologia di utenti connessi.

A seguito della progettazione e costruzione di UU.NN. in cooperazione con Marine Estere, è invalso l'uso di definire i Centri di carico anche come Quadri Secondari (*Secondary SwitchBoard* – SSB), mentre i sottoquadri connessi a questi ultimi vengono definiti Quadri Terziari (*Tertiary SwitchBoard* – TSB).

2.2.28 Quadro di distribuzione

Quadro destinato a distribuire l'energia elettrica solamente a circuiti terminali. In inglese, vengono definiti Distribution Board –DB.

2.2.29 Circuito terminale

Parte della rete che si estende oltre l'ultimo dispositivo di protezione richiesto per la protezione contro le sovracorrenti e cortocircuiti.

2.2.30 Servizi essenziali/vitali

1. Si applica la definizione data dal RINAMIL Pt C, Ch 2 sotto la voce “*essential services*”. Tutti gli altri servizi vengono definiti “*non essential services*”. La corrispondenza tra la denominazione inglese ed italiana è la seguente:

- *essential services* = servizi essenziali o vitali;
- *non essential services* = servizi non essenziali, non vitali o normali.

2. In taluni casi, può essere utile/necessario operare una ulteriore suddivisione, distinguendo tra servizi essenziali, vitali e normali. In questi casi, si intende:

- servizi essenziali: servizi necessari al mantenimento delle funzioni galleggiabilità /mobilità;
- servizi vitali: servizi necessari al mantenimento della funzione combattere.

La somma degli utenti vitali ed essenziali coincide esattamente con gli utenti “essenziali” della prima definizione.

- Servizi normali: tutti quelli non compresi nelle categorie di cui sopra. Coincide con la corrispondente categoria della prima definizione.

La prima definizione (suddivisione in due categorie di utenti) è da preferirsi e deve essere applicata in tutti i casi in cui non sia esplicitamente richiesto il ricorso alla seconda classificazione.

Nell'estensione delle presenti Norme, si è tenuto conto unicamente della prima definizione.

2.2.31 Linee di collegamento

Sono le linee che collegano fra loro due quadri o due sezioni dello stesso quadro.

L'uso di questo termine è limitato a quei circuiti in cui il trasferimento di energia può avvenire in entrambe le direzioni.

2.2.32 Linee di distribuzione

Sono le linee che servono a connettere gli utilizzatori elettrici ai quadri dai quali traggono l'alimentazione.

2.2.33 Corrente totale di carico

Con riferimento ad una linea elettrica, la corrente totale di carico è data dalla somma delle correnti di targa di tutti gli utenti connessi alla linea considerata, compresa la eventuale capacità di riserva.

2.2.34 Coefficiente di utilizzazione specifico

Con riferimento ad una linea elettrica, il coefficiente di utilizzazione specifico è dato dal rapporto fra il carico massimo di corrente che circola nella linea, calcolato come valore medio in un periodo di 15 minuti, e la corrente totale di carico della linea stessa determinata come al precedente para 2.2.33.

2.2.35 Corrente effettiva di carico

Con riferimento ad una linea elettrica, la corrente effettiva di carico è il prodotto della corrente totale di carico della linea per il coefficiente di utilizzazione specifico della linea stessa.

2.2.36 Utilizzatori (utenti) elettrici

Sono considerati utilizzatori elettrici tutti i dispositivi alimentati dai sistemi di distribuzione primari e secondari definiti nella presente norma.

Essi possono essere costituiti da un singolo componente utilizzatore (ad es. Un motore elettrico o un fanale) oppure da un insieme di apparecchiature o circuiti che svolgono nel complesso una funzione specifica.

Gli utilizzatori elettrici possono essere suddivisi in utenti vitali/essenziali/normali in base all'appartenenza ai servizi definiti in 2.2.30.

2.2.37 SACIE (Sistema di Automazione e Controllo dell'Impianto Elettrico)

Il SACIE può essere un sistema al controllo e monitoraggio dell'Impianto Elettrico dedicato o costituire un sottosistema funzionale del SIASP (Sistema Integrato di Automazione e Supervisione della Piattaforma). Quest'ultima soluzione è, sulle navi di nuova costruzione, l'unica adottata. In tutti i casi, dovrà essere realizzato secondo la normativa RINAMIL (Part C, Capitolo 03, "Automation", nella versione più aggiornata).

2.3 Criteri di progetto dell'impianto elettrico di bordo

2.3.1 Generalità

L'impianto elettrico della Nave deve essere progettato con criteri idonei ad assicurare la massima continuità del servizio tenendo conto delle situazioni d'emergenza in cui la Nave si potrà trovare. Devono quindi essere ridotte al minimo le probabilità d'interruzione dei circuiti di alimentazione delle utenze elettriche. A tal fine, valgono le prescrizioni contenute nel successivo paragrafo 2.3.4 relativamente allo stato del neutro.

Inoltre, si deve porre particolare cura nella definizione del numero, della potenza e dell'ubicazione dei generatori, dei quadri elettrici e di tutte le apparecchiature elettriche in generale, nonché alla scelta della topologia del sistema di distribuzione e delle possibilità di riconfigurazione della rete in caso di guasto al fine di ridurre al minimo le disalimentazioni degli elementi d'impianto. Il progettista dovrà inoltre analizzare e ridurre i rischi per il personale e per la Nave, sia in condizioni di normale funzionamento sia in condizioni degradate.

Qualora la nave sia dotata di più centrali elettriche, queste devono essere fra loro distanziate il più possibile ed installate in compartimenti stagni differenti per ridurre al minimo la possibilità che, per cause esterne (colpo a bordo) o per cause interne (incendio, allagamento), vengano danneggiate contemporaneamente. I relativi quadri devono essere preferibilmente sistemati con la dimensione principale allineata per maniere e non per chiglia. Nell'allestimento delle centrali si dovrà inoltre tener conto delle distanze libere per lo smontaggio delle parti, e per un agevole accesso alle parti interne dei quadri.

Per le navi di dislocamento superiore alle 1000 t dovranno essere sempre previste almeno due centrali.

Per le navi dotate di due centrali, ciascuna di esse dovrà essere sempre in grado di alimentare tutte le utenze necessarie a garantire alla nave condizioni di esercizio e di abitabilità normali in tutti gli assetti nelle peggiori condizioni di carico (carico massimo);

rendere possibile l'avviamento del motore di maggiore potenza e l'alimentazione dei carichi elettrici del sistema di combattimento di tipo pulsato mantenendo i parametri dell'energia entro i limiti previsti dalle specifiche tecniche (ad es. STANAG 1008).

Il numero totale di generatori non potrà mai essere inferiore a 3 (tre).

Qualora il numero di generatori sia uguale a tre, ciascun generatore da solo deve essere in grado di alimentare i servizi necessari a garantire, per ogni possibile assetto, il funzionamento della nave in condizioni di normale esercizio.

In tutti i casi (ossia per navi dotate di una o più centrali), la potenza elettrica totale di generazione dovrà essere almeno il 200% di quella necessaria ad alimentare tutti i carichi nelle peggiori condizioni (potenza stimata da bilancio elettrico più la quota necessaria a far fronte ai transitori).

Per le navi di dislocamento inferiore alle 1000 t, le caratteristiche del sistema di generazione elettrica e la configurazione delle centrali andranno specificate di volta in volta sulla base delle caratteristiche della singola unità/classe, applicando le regole valide per navi superiori alle 1000 t solo quando ritenuto opportuno. Tuttavia i margini

sulla potenza totale di generazione prescritti al capoverso precedente dovranno essere sempre mantenuti.

2.3.2 Caratteristiche funzionali dell'impianto elettrico della Nave

Le caratteristiche funzionali essenziali dell'impianto elettrico della Nave, citate in ordine di importanza decrescente, dovranno essere le seguenti:

sicurezza di esercizio da parte del personale di gestione;

esercibilità con un numero ridotto di operatori;

disponibilità nell'arco di vita della funzione erogazione di energia dell'ordine del 90 ÷ 95%;

riparabilità - seppure per sostituzione di moduli, sottoassiemi ed assiemi - nei minimi tempi possibili;

SICUREZZA DI ESERCIZIO

Questa caratteristica include due aspetti:

1. il primo relativo alla sicurezza del personale, nei confronti del quale devono essere poste in essere le prescrizioni di cui in 1.3 e 2.3.10;
2. il secondo attiene la corretta esecuzione delle operazioni da parte del personale. Per il suo soddisfacimento, dovrà essere applicato il concetto di "**piena esercibilità**" degli impianti. Tale criterio, assolutamente inderogabile per le modalità di esercizio in automatico ed in telecomando assistito (qualora esista un sistema di automazione, caso da considerarsi normale, come precisato al successivo punto), dovrà essere esteso quanto più possibile anche alla condotta manuale, prevedendo idonei "consensi", "blocchi" e richieste di "conferma manovre" da parte di logiche elementari distribuite sugli impianti. Tale requisito è richiesto soprattutto per le manovre di riconfigurazione geometrica degli impianti, di parallelo dei generatori, e di trasferimento del carico dalla rete di bordo ad una rete di terra e viceversa.

ESERCIBILITÀ E LIVELLO DI AUTOMAZIONE

Gli impianti dovranno poter essere eserciti da parte di personale avente un livello di specializzazione e preparazione professionale in linea con gli attuali standard MM di reclutamento e formazione degli Ufficiali, Sottufficiali e del personale di truppa elettricista.

Il progetto dell'Impianto Elettrico dovrà prevedere configurazioni geometriche e, a meno che non espressamente escluso, un impianto di automazione e controllo con accorgimenti tecnici tali da consentire il monitoraggio e la gestione normale dell'impianto stesso da parte di operatori stazionanti in COP (di massima, la condotta locale deve essere attuata solo per esercitazione o in caso di avarie).

DISPONIBILITÀ NELL'ARCO DI VITA

L'architettura d'impianto prescelta, la qualità dei componenti, le ridondanze, le caratteristiche degli impianti principali e degli ausiliari, i sistemi di monitoraggio del loro funzionamento, i cicli di manutenzione preventiva, dovranno essere tali da assicurare una disponibilità operativa (Ao) dell'impianto nel suo complesso dell'ordine del 90 ÷ 95 % per il profilo operativo specificato nel requisito operativo dell'unità. Qualora quest'ultimo non dia specificazioni si devono considerare i seguenti dati:

- arco di vita di 30 anni;

- durante il predetto periodo, la nave spende 1/3 della sua vita in mare, 1/3 in porto (anche non quello di assegnazione) disponibile per attività in mare (tempo di approntamento non superiore alle 72 ore) e per il rimanente terzo in porto all'interno di una base MM non disponibile per attività in mare;
- durata della missione: 30 giorni.

RIPARABILITÀ

Le soluzioni tecniche dovranno interpretare il concetto di riparabilità in termini di ripristino di una funzione esplicita, da un impianto o da una sua parte, piuttosto che in termini di ripristino dell'integrità fisica di un componente più o meno complesso. Secondo tale principio si adotteranno soluzioni di impianto quanto più possibile modulari, nelle quali il ripristino della funzionalità possa avvenire in tempi ridotti mediante asportazione e rimpiazzo del modulo in avaria e le operazioni di ricerca dei guasti siano facilitate al massimo.

MANUTENIBILITÀ

La Manutenibilità è intesa in termini di facilità di individuazione dei guasti, reperibilità nel tempo dei componenti di impianto che richiedano sostituzione periodica o occasionale, di minimizzazione dei tempi necessari alla loro sostituzione, della fattibilità delle operazioni da parte del personale di bordo.

Il progetto dell'impianto dovrà tener conto di tale requisito in stretta connessione con quello di Riparabilità, nell'accezione di cui al precedente punto.

2.3.3 Caratteristiche tecniche dell'impianto elettrico della Nave.

Le caratteristiche tecniche essenziali da conferire all'impianto elettrico della Nave, sono le seguenti, citate in ordine di importanza decrescente:

- **BASSA SOLLECITAZIONE DELLE MACCHINE E DEI CIRCUITI**, quale metodo per allungare la vita degli impianti
- **RIDONDANZA A LIVELLO DI INTERO COMPLESSO** (tipicamente a livello di gruppo di generazione completo, di Unità UPS completa, ecc...) anziché di singolo apparecchio o circuito di alimentazione per facilitare la ripresa del servizio dopo un primo guasto per una rapida eliminazione dell'avaria mediante sostituzione di un intero complesso, senza la necessità di smontaggi parziali per la ricerca e l'accesso alle parti guaste
- **ESTESA UNIFICAZIONE DEI TIPI E DELLE TAGLIE** degli apparecchi e dei motori elettrici, per limitare al minimo il numero dei ricambi di tipo diverso necessari a bordo ed a terra.

2.3.4 Caratteristiche della tensione e della frequenza

IMPIANTI IN CORRENTE ALTERNATA

Ci si dovrà uniformare ai seguenti valori unificati di tensione e frequenza.

Impianti in bassa tensione:

- se la frequenza è 60 Hz: 440V, 400V trifase; 230V, 115V, 48V, 24V monofase/bifase. Ammessa anche 690V trifase in casi particolari. In generale, la scelta della 60Hz va posta in stretta relazione con l'applicazione dello STANAG 1008;
- se la frequenza è 50 Hz: 690V, 400V trifase; 230V, 48V, 24V monofase/bifase;
- se la frequenza è 400 Hz, fare riferimento allo STANAG 1008 (tenendo presenti

le prescrizioni speciali per gli aeromobili).

Altri valori possono essere introdotti per esigenze particolari, tipicamente per il sistema di combattimento, ma il loro impiego deve essere limitato ai casi di effettiva necessità.

La qualità dell'energia fornita agli utenti sarà conforme ad una o più delle seguenti norme:

- RIna/RINAMIL, quale requisito minimo irrinunciabile per energia a 50/60Hz;
- STANAG 1008 (nell'edizione più aggiornata) per la 400Hz, con l'avvertenza che per i sistemi di alimentazione per gli aeromobili occorre riferirsi alla normativa specifica del settore;
- STANAG 1008 (nell'edizione più aggiornata) per la 60Hz qualora sussistano esigenze più stringenti rispetto al requisito minimo irrinunciabile di cui sopra;
- STANAG 1008 (nell'edizione più aggiornata) per la 50Hz, facendo riferimento agli scostamenti percentuali, al contenuto armonico ed ai valori di picco degli spike di tensione e non ai valori standard di tensione/frequenza, qualora sussistano esigenze più stringenti rispetto al requisito minimo irrinunciabile di cui sopra.

Impianti in alta tensione (di massima):

- se la frequenza è 60 Hz, 6600V trifase;
- se la frequenza è 50 Hz, 6000V trifase.

Altri valori possono essere introdotti per esigenze particolari, ma il loro impiego deve essere limitato ai casi di effettiva necessità.

Non esistono standard relativi alla qualità dell'energia da fornire alle utenze in alta tensione. Sarà compito del progettista dell'impianto stabilirne le caratteristiche in funzione delle esigenze specifiche.

La generazione avverrà sempre a 50 od a 60 Hz, in generale ad un unico valore di tensione trifase. Nel caso di unità a propulsione elettrica, sono ammessi due differenti valori di tensione di generazione. I rimanenti valori di tensione/frequenza verranno ricavati per trasformazione/conversione.

Il sistema di generazione sarà (e, di conseguenza, anche il sistema di distribuzione primaria):

in bassa tensione: trifase a tre conduttori, a neutro isolato senza collegamento a terra (**sistema IT**), realizzato in maniera tale da consentire l'esercizio del sistema anche in presenza di un guasto franco a terra;

in alta tensione: trifase a tre conduttori, a neutro isolato senza collegamento a terra oppure con neutro collegato a terra tramite impedenza ma realizzato in maniera tale da consentire l'esercizio del sistema anche in presenza di un guasto a terra.

Il sistema di distribuzione in bassa tensione sarà:

- a neutro isolato, a tre o due fili (rispettivamente per sistemi trifase o bi/monofase) per le utenze considerate vitali (sistema tipo IT);
- con neutro connesso a terra (cioè allo scafo) direttamente o tramite idonea impedenza (**sistema TT**) per le utenze non vitali di hotel. Si vedano le prescrizioni di dettaglio contenute in 4.2.1.

In media tensione, il sistema di distribuzione sarà unicamente della stessa tipologia di quello di generazione.

IMPIANTI IN CORRENTE CONTINUA

Ci si dovrà uniformare ai seguenti valori unificati di tensione e frequenza:

12V, 24V, 28V, 48V.

Per i livelli di tensione superiori, non esistono valori consolidati. I seguenti valori devono pertanto intendersi come raccomandati:

- 6000Vcc;
- 3000Vcc;
- 750Vcc;
- 700Vcc.

2.3.5 Prescrizioni aggiuntive per impianti in alta tensione

Per applicazioni particolari, quali ad esempio la propulsione elettrica, è possibile la realizzazione di impianti di generazione e di distribuzione primaria funzionanti a tensioni superiori ad 1 kV.

Per i suddetti impianti, se in corrente alternata, si applicano, ove possibile, le regole stabilite nella presente pubblicazione per gli impianti in bassa tensione e le apposite norme del RINAMIL (Part C, Chapter 2, Section 13, nella versione più aggiornata).

Per gli impianti di produzione e distribuzione in corrente continua, valgono le specifiche tecniche contrattuali di volta in volta elaborate, poiché non si sono ancora consolidati orientamenti tecnici precisi in questo settore.

2.3.6 Suscettibilità ed emissività elettromagnetica

Tutte le apparecchiature elettriche devono essere idonee al funzionamento contemporaneo con gli apparati elettro/elettronici di bordo, senza provocare dannosi fenomeni di interferenza.

Il requisito minimo di suscettibilità elettromagnetica per gli impianti elettrici di bordo è quello previsto dal RINAMIL (Pt C, Ch2, Sec2) che fa riferimento alla normativa IEC 60533 "*Electromagnetic Compatibility of Electrical and Electronic Installations in Ships and of Mobile and Fixed Offshore Units*".

Prescrizioni aggiuntive possono essere introdotte ogni qual volta se ne ravvisi la necessità.

Per l'eventuale filtraggio EMI, sono ammessi unicamente filtri capacitivi sul sistema di alimentazione di singole apparecchiature connesse alla rete e solo in caso di necessità. I filtri/sistemi di filtraggio non devono in nessun caso interferire coi sistemi di protezione elettrica della rete di distribuzione (es: sistemi di rilievo isolamento; sistemi di protezione differenziale, ecc...), né alterarne lo stato verso terra (ovvero verso lo scafo). Ad esempio, per sistemi IT, non devono introdurre connessioni tra linee elettriche e terra.

Sono pertanto sempre da preferire filtri/sistemi di filtraggio aventi la configurazione linea-linea e non linea-terra (scafo della nave). Qualora sia necessario introdurre un sistema di filtraggio che non sia conforme alle suddette prescrizioni, la porzione di rete interessata deve essere galvanicamente isolata dal sistema di generazione/distribuzione, ad esempio tramite trasformatori o motoconvertitori. In ogni caso, dovrà essere preventivamente richiesta l'autorizzazione a NAVARM.

2.3.7 Requisiti ambientali

I requisiti ambientali minimi per gli impianti ed i loro componenti sono quelli contenuti nel RINAMIL. Valgono inoltre le prescrizioni aggiuntive/precisazioni contenute nei seguenti capitoli e paragrafi.

2.3.8 Temperatura ambiente

Il requisito minimo della temperatura dell'aria ambiente a cui si deve fare riferimento per il dimensionamento delle apparecchiature e delle macchine elettriche è quello prescritto dal RINAMIL (Pt C, Ch 2, Sec 2), con la precisazione aggiuntiva che non sono ammessi valori inferiori ai 45°C anche in presenza di locali condizionati.

In ogni caso, anche in assenza di prescrizioni specifiche ed a prescindere dal requisito minimo sopra riportato, nella scelta di tutte le apparecchiature elettriche e di tutta la componentistica, si dovrà tener conto della massima temperatura effettivamente raggiungibile nei locali di bordo nell'assetto più gravoso (ad esempio in assetto NBC per i locali privi di condizionamento).

2.3.9 Protezione contro il pericolo di esplosione e incendio

Le installazioni elettriche nei luoghi con pericolo di esplosione debbono rispettare i requisiti espressi dalla normativa NAV 70-6160-0006-14-00B000, nella versione più aggiornata.

2.3.10 Protezione del personale

Oltre all'applicazione delle norme relative alla sicurezza del personale cui si è fatto riferimento in 1.3, si adotteranno i seguenti criteri:

dovranno essere previsti attorno alle parti in movimento adeguate distanze di sicurezza e protezioni;

dovranno essere previsti attorno alle parti che possono raggiungere temperature pericolose per l'integrità del personale adeguate distanze di sicurezza e protezioni;

dovranno essere evitati bordi aguzzi o taglienti coi quali il personale possa entrare in contatto durante il normale funzionamento degli apparati/impianti;

dovranno essere considerati i potenziali pericoli derivanti dalla presenza di sostanze tossiche, corrosive o infiammabili, ponendo in essere adeguati provvedimenti tesi a scongiurarli;

dovranno essere considerati i potenziali pericoli derivanti dalla presenza di sostanze in pressione, ponendo in essere adeguati provvedimenti tesi a scongiurarli;

dovranno comunque essere considerati, a prescindere dall'applicazione della normativa CEI/IEC, i rischi potenziali per il personale, anche non specialista, derivanti dalla presenza di una elevata concentrazione di apparecchiature elettriche sotto tensione in un ambiente ristretto. Inoltre si dovrà tenere in considerazione la concomitante presenza di altre potenziali sorgenti di pericolo. Ad esempio, si dovranno adeguatamente dimensionare gli involucri delle apparecchiature e componenti elettrici installati in aree all'interno delle quali può avvenire la movimentazione di oggetti pesanti.

2.4 Requisiti generali delle apparecchiature e dei materiali

2.4.1 Generalità

Tutti i macchinari, le apparecchiature ed i materiali costituenti l'impianto elettrico di bordo devono essere realizzati e costruiti a regola d'arte, in accordo con le norme CEI e RINAMIL applicabili, e contrassegnati con il marchio CE e, se applicabile, IMQ.

La scelta di adottare apparecchiature e materiali omologati dal RINA è lasciata alle singole specifiche tecniche contrattuali.

La scelta dei macchinari, delle apparecchiature, dei cavi e di ogni componente deve essere fatta, in ogni caso, in modo da ottenere la massima sicurezza di esercizio, con ingombri e pesi ridotti il più possibile.

Ogni singola apparecchiatura deve essere idonea per il funzionamento nelle varie condizioni ambientali (temperatura, vibrazione, urto ed inclinazione) che possono verificarsi a bordo delle Navi, con la minima manutenzione durante tutto il periodo in cui essa è installata a bordo. Essa deve mantenere un elevato livello di affidabilità anche dopo prolungati periodi di non funzionamento.

I principali requisiti per le apparecchiature elettriche ed accessori sono i seguenti:

- a. massima sicurezza nel funzionamento;
- b. minimo peso e spazio richiesto;
- c. massima resistenza alle corrosioni, inclusa l'umidità salina;
- d. massima semplicità e quindi il minor numero possibile di parti componenti;
- e. massima affidabilità;
- f. minimo costo di esercizio, di manutenzione ed approvvigionamento;
- g. massima intercambiabilità delle parti componenti;
- h. massima accessibilità per l'ispezione, manutenzione e riparazione;
- i. facilità di riparazione da parte del personale di bordo, con il minimo impiego di utensili speciali;
- j. facilità di identificazione delle parti per rendere semplice ed immediata la loro sostituzione e riparazione;
- k. semplicità e facilità di condotta.

2.4.2 Grado di protezione degli involucri

I gradi minimi di protezione richiesti sono quelli previsti dal RINAMIL (Pt C, Ch 2, Sec 3). Valgono inoltre le seguenti prescrizioni aggiuntive:

- a. gli involucri di macchine ed apparecchiature installate in luoghi ove possano liberarsi polveri, gas, vapori o liquidi nebulizzati suscettibili di bruciare o esplodere dovranno essere realizzati secondo la normativa NAV 70-6160-0006-14-00B000, nell'edizione più recente;
- b. il grado di protezione minimo accettabile è IP23 (IP23 solo sulla parte superiore per i quadri elettrici principali);
- c. i quadri elettrici e tutte le altre apparecchiature con grado di protezione inferiore ad IP44, devono essere installate in locali dedicati esclusivamente ad

apparecchiature elettriche o, ad apparecchiature che non necessitino di liquidi per il loro funzionamento, privi di attraversamenti di tubolature contenenti liquidi (di ogni tipo), a qualunque pressione, o gas infiammabili e/o elettroconduttivi;

- d. le installazioni nei locali AM, ausiliari, sui ponti scoperti ed in tutti i locali in cui è possibile, a causa delle apparecchiature/impianti presenti, l'accidentale proiezione di liquidi, il grado di protezione minimo è IP 56;
- e. nei locali ove sono installati impianti antincendio ad acqua nebulizzata, impianti tipo "water mist" o "high fog" deve essere valutata la necessità di installare componenti elettrici con gradi di protezione particolari, in funzione delle modalità di utilizzo degli impianti antincendio e delle caratteristiche dell'acqua erogata dagli stessi.

Qualora non siano reperibili apparecchiature rispondenti ai requisiti richiesti ai punti c. e d., o non sia costo/efficace impiegarle, possono essere accettati gradi di protezione più bassi, purché siano poste in opera sistemazioni atte a proteggere le apparecchiature elettriche dall'eventuale proiezione di liquidi. L'applicazione della deroga deve essere preventivamente sottoposta all'approvazione di Navarm.

Gradi di protezione più elevati saranno adottati in presenza di particolari rischi da valutare volta per volta.

2.4.3 Resistenza all' urto ed alle vibrazioni ambientali

Le norme RINAMIL relative agli impianti elettrici forniscono i requisiti minimi esigibili per quanto riguarda la resistenza alle vibrazioni ambientali, da considerare in relazione alle apparecchiature.

Per quanto riguarda eventuali requisiti antiurto ovvero requisiti di resistenza alle vibrazioni ambientali più severi rispetto al RINAMIL, essi andranno di volta in volta inseriti nelle specifiche tecniche contrattuali, riportando le normative applicabili e, ove necessario, i limiti antiurto/antivibrazione richiesti ed il metodo di prova.

Si riporta di seguito un elenco di norme applicabili, nella versione più aggiornata, secondo necessità:

- a. resistenza alle sollecitazioni d'urto: NAV-30-A001 "Norme per l'esecuzione delle prove d'urto su macchinari ed apparecchiature di bordo";
- b. resistenza alle sollecitazioni d'urto: CEI EN 60068-2-27 "Prove climatiche e meccaniche fondamentali - Parte 2: Urti";
- c. vibrazioni ambientali: NAV-30-A002 "Norma per l'esecuzione di prove di vibrazioni meccaniche ambientali su macchinari ed apparecchiature di bordo";
- d. vibrazioni ambientali: CEI EN 60068-2-6 "Prove ambientali - Parte 2: Prove - Prova Fc Vibrazioni (sinusoidali)".

2.4.4 Rumorosità in aria – Rumorosità strutturale

Se non diversamente specificato, il livello di pressione sonora delle apparecchiature non deve eccedere i limiti prescritti dalla norma MIL-STD-740-1 grado C, nella versione più aggiornata.

Se non diversamente specificato il livello di rumore strutturale delle apparecchiature non deve eccedere i limiti prescritti dalla norma MIL-STD-740-2 tipo 3, nella versione più aggiornata.

2.4.5 Vibrazioni autoindotte

Le vibrazioni autoindotte delle apparecchiature rotanti non devono eccedere i limiti prescritti dalla "Norma tecnica MM60612" nell'edizione più aggiornata.

2.4.6 Definizione di materiale amagnetico

Quando nella costruzione di apparecchiature elettriche è richiesto l'impiego di materiali amagnetici (ad es., apparecchiature per Unità di C.M.M.), la permeabilità magnetica relativa (riferita a 50.000 nanotesla) deve essere non superiore a 1,2.

2.4.7 Schemi elettrici delle apparecchiature

I quadri elettrici, sottoquadri, auto e telecommutatori, avviatori, apparecchiature ausiliarie, ecc., devono essere dotati di schema elettrico redatto secondo le regole di simbologia della norma CEI EN 60617, sistemato all'interno in cornice metallica con protezione trasparente. Sullo schema devono essere riportate le connessioni elettriche ed i componenti impiegati. Inoltre i morsetti delle morsettiere devono essere identificati in modo chiaro e permanente utilizzando materiali resistenti all'azione degli oli, dell'acqua ed all'abrasione.

2.4.8 Targhettatura delle apparecchiature elettriche

Le apparecchiature elettriche di bordo dovranno essere dotate di:

Targhetta del costruttore: Lamierino fornito ed applicato dal fabbricante dell'apparecchiatura in conformità alla normativa CEI;

Targhetta del Cantiere: applicato dal Cantiere di allestimento, riportante i dati di riconoscimento dell'apparecchiatura, secondo le prescrizioni indicate dalla NAV 50-6145-0003-14-00B000 (ex NAV-13-A083), nella versione più aggiornata;

Marcatore di filo: Striscia o fascia di materiale adatto che porta l'identificazione del filo al quale è applicata, in tutti i casi prescritti dalla citata norma NAV.

2.5 Requisiti di installazione

2.5.1. Generalità

Per l'installazione di tutti i componenti dell'impianto elettrico, il Cantiere deve eseguire uno studio accurato allo scopo di adottare tutti gli accorgimenti possibili per conseguire i seguenti obiettivi:

- massimo livello di sicurezza per il personale, tenendo conto, ove necessario, della necessità da parte di personale non specialista di azionare gli apparati;
- corretta analisi dei rischi presenti nei singoli ambienti interessati all'installazione dell'impianto o di apparati elettrici, allo scopo di adottare le soluzioni tecniche più idonee per minimizzarli;
- razionale utilizzazione degli spazi disponibili nei vari locali di bordo, tenendo conto anche dello spazio necessario all'esecuzione di smontaggi per manutenzioni ordinarie e straordinarie;
- minimizzazione di pesi e volumi;
- assenza di interferenze con lo smontaggio di altri macchinari (ad esempio, lontano dalle porzioni di ponte/paratia destinati ad essere rimossi per l'installazione e lo smontaggio degli stessi);
- ergonomia dei sistemi di manovra;
- corretta analisi d'integrazione dei componenti elettrici sia all'interno dell'impianto elettrico, sia all'interno dell'ambiente di bordo.

2.5.2 Impianti ed apparecchiature nei depositi e locali maneggio munizioni.

All'interno di questi locali deve essere evitata la sistemazione di apparecchiature elettriche diverse da quelle necessarie per l'illuminazione, le comunicazioni interne ed i sensori e i dispositivi di segnalazione del sistema di sicurezza. In particolare, si deve evitare la sistemazione di prese.

Dovranno inoltre essere applicate le norme contenute nella NAV-70-6160-006-14-00B000 "Norme per le installazioni elettriche nei luoghi con pericolo di esplosione ed incendio a bordo delle Unità della M.M." e nella NAV 05-A106 relativa all'allestimento dei depositi munizioni", nelle edizioni più aggiornate.

Deroghe possono essere concesse unicamente nei casi in cui, per le esclusive esigenze cui i locali sono destinati, dovesse risultare indispensabile installare apparecchiature diverse da quelle sopra citate, previa autorizzazione di Navarm.

2.5.3 Sistemazioni in vicinanza di bussole magnetiche

L'installazione di apparecchiature elettriche nelle vicinanze delle bussole magnetiche deve essere di massima evitata.

Qualora il passaggio di corrente in apparecchiature elettriche dovesse influenzare le bussole, determinando una deviazione superiore ad $\frac{1}{4}$ di grado, si dovrà compensare il campo perturbatore mediante un circuito elettrico di compensazione incorporato nell'apparecchiatura.

I cavi in corrente continua devono essere sistemati in modo che i campi generati dalle due polarità si compensino senza influenzare la bussola.

2.5.4 Sistemazioni in vicinanza di tubolature e pompe

Se necessario, i macchinari e le apparecchiature elettriche devono essere protetti mediante idonei schermi da getti e spruzzi provocati dal normale funzionamento o da guasti alle pompe, alle tubolature, alle valvole o ai raccordi/flange.

2.5.5 Sistemazioni in vicinanza di portelli o condotte di estrazione/ventilazione

Le apparecchiature elettriche ed i macchinari devono essere sistemati in modo tale da non essere interessati da spruzzi che possono entrare dai portelli, o da gocciolamenti d'acqua accumulata nelle condotte di estrazione/ventilazione. Qualora necessario, devono essere adottati adeguati dispositivi o accorgimenti per garantirne la protezione.

Particolare attenzione deve essere posta nella sistemazione di impianti/apparecchiature elettriche nei pressi degli scarichi degli estrattori, o al loro interno, per i seguenti motivi:

- a. gli estrattori vengono impiegati per l'evacuazione dei fumi dopo l'estinzione degli incendi, i quali possono contenere miscele di gas esplosivi;
- b. qualora nel locale servito possano liberarsi gas, vapori, nebbie o polveri suscettibili d'incendiarsi in presenza di un innesco.

Pertanto gli impianti/apparecchiature in oggetto dovranno, tutte le volte che è possibile, essere posizionate lontano dagli scarichi degli estrattori o, diversamente, essere realizzati secondo gli standard previsti dalle norme CEI e dalla NAV 70-6160-0006-14-00B000, nella versione più aggiornata, per luoghi con pericolo d'esplosione per presenza di gas, vapori, nebbie e polveri.

Per i medesimi motivi, le stesse norme devono essere applicate nella realizzazione degli impianti elettrici e nella scelta della componentistica da installare all'interno dei condotti degli E/estrattori (ad esempio, motori intubati).

2.5.6 Accorgimenti per ridurre la possibilità di danni meccanici o da allagamenti

Per ridurre al minimo la possibilità di guasti alle apparecchiature ed ai macchinari elettrici si dovranno seguire i seguenti accorgimenti:

- a. gli avviatori dei motori elettrici ed i sottoquadri devono essere sistemati ad un'altezza adeguata sul ponte del locale. I loro morsetti e le parti attive non devono trovarsi ad un livello inferiore a quello dei morsetti o delle parti attive dei motori a cui sono associati;
- b. i componenti degli impianti elettrici e le relative apparecchiature devono essere sistemati, per quanto possibile, con i morsetti e con le parti attive, ad un livello non inferiore alla soglia delle porte stagne di accesso ai locali in cui sono montati;
- c. i componenti elettrici sistemati nei ponti più bassi della Nave, nei locali A.M., ecc. devono essere installati in posizione più elevata possibile rispetto al livello della sentina.

2.5.7 Collegamenti a massa su Navi con scafo metallico

Uno degli scopi della realizzazione della rete di terra e dell'esecuzione delle relative connessioni è l'implementazione della protezione dai contatti indiretti da parte del

personale, ovvero nei confronti dei contatti con le masse degli apparecchi elettrici ed elettronici così come definite nel para 2.2, che vengono a trovarsi in tensione per danni all'isolamento principale delle apparecchiature.

Dal punto di vista della sicurezza, per gli impianti elettrici di bordo, i metodi principali da adottare per la realizzazione della connessione a massa di parti metalliche di componenti elettrici fissi e portatili e degli oggetti metallici con i quali le persone possono venire a contatto, sono indicati nel RINAMIL Pt C, Ch 2, Sec 12, ed in parte coincidono con le prescrizioni della CEI 64-8.

In linea generale le superfici metalliche più esterne di tutte le apparecchiature connesse ad un potenziale elettrico di 50 V (in alternata) o più, dovranno essere messe a massa.

Il collegamento a massa degli apparati e dei componenti dovrà avvenire a mezzo bandella di massa. In casi particolari, per navi con scafo metallico, può essere adottata un collegamento realizzato attraverso lo stesso cavo di alimentazione dell'apparato (conduttore con sezione pari o maggiore di quello di alimentazione apparato, anche separato dal cavo con i conduttori di alimentazione e, in quest'ultimo caso, identificato con guaina giallo/verde).

Per le parti di impianto esercite a bassissima tensione di sicurezza o per le quali è stata adottata la separazione elettrica, si dovrà adottare la metodologia di messa a massa indicata nella CEI 64-8 par 413.5. La bassissima tensione di sicurezza permetterà inoltre l'ottenimento della protezione dai contatti diretti, ovvero nei confronti di contatti della persona con parti attive.

La messa a terra delle apparecchiature elettriche ed elettroniche potrà realizzare/assolvere contemporaneamente le funzioni sia di massa elettrica o di protezione, sia di massa di funzionamento o di segnale, a patto che sia garantito il soddisfacimento del requisito EMC e non si influenzi il funzionamento di eventuali sistemi di rilievo isolamento e/o di protezione elettrica.

Dal punto di vista dei requisiti EMC i metodi di messa a massa si possono distinguere in tre classi:

Classe A: una connessione che viene stabilita unendo due superfici metalliche attraverso un processo di saldatura o brasatura;

Classe B: una connessione di 1 ohm (resistenza in corrente continua) o meno che viene stabilita fra la carcassa, il telaio o il rack dell'apparecchiatura ed il potenziale di massa come risultato dell'installazione di quell'apparecchiatura;

Classe C: una connessione che viene stabilita collegando due superfici metalliche con una bandella di massa.

Le bandelle adoperate per la messa a massa di segnale devono essere realizzate con un cavo flessibile di rame di lunghezza non superiore a 40 cm e con una sezione non inferiore a 6 mm².

I rack degli apparati, le strutture, le consolle ed altri grossi oggetti metallici che sono saldati, connessi in Classe C o altrimenti collegati allo scafo tramite una connessione a bassa resistenza (un ohm o meno) sono considerati estensioni dello scafo stesso e perciò sono al potenziale di massa.

Lo schermo dei cavi, qualora presente, e l'eventuale condotto metallico in cui il cavo è posato, saranno messi a massa nei punti di attraversamento della conduttura tra area esterna ed area interna.

I componenti non facenti parte dell'impianto elettrico come maniglie, ringhiere e altri oggetti metallici dislocati sul ponte e su aree esterne devono essere collegati elettricamente con lo scafo o con le sovrastrutture metalliche della nave.

Gli eventuali involucri e supporti metallici di condutture con isolamento in Classe II, possono essere collegati a massa, anche se questa misura non è ritenuta necessaria ai fini della sicurezza del personale.

Per l'esecuzione pratica dei collegamenti a massa, si devono seguire le seguenti indicazioni:

- intorno ai fori dei perni di montaggio si deve togliere accuratamente la pittura ed il sudiciume per assicurare un effettivo contatto elettrico con la struttura metallica della Nave;
- dopo che si sono stretti i perni di montaggio, le superfici di contatto a massa devono essere sigillate per evitare la penetrazione di umidità atmosferica;

tutte le connessioni di massa alla struttura dello scafo devono essere assicurate mediante viti o bulloni di ottone o altro materiale resistente alla corrosione di diametro non inferiore a 6 mm². Tali connessioni devono essere disposte in una posizione accessibile per le ispezioni;

le connessioni di massa devono essere realizzate in rame o con altro materiale con caratteristiche equivalenti relativamente alla conducibilità e alla resistenza alla corrosione, e devono essere installate e protette contro i danni meccanici e gli effetti della corrosione;

l'armatura e lo schermo metallico dei cavi elettrici devono essere collegati alla massa secondo la normativa RINAMIL (CEI);

per le sezioni minime delle connessioni a massa si applicano i valori più cautelativi (cioè di sezione maggiore) tra quelli indicati nella norma CEI 64-8 parte 5^a e quelli indicati nel RINAMIL Pt C Ch2 Sec 12.

I conduttori di protezione devono essere adeguatamente protetti contro il danneggiamento meccanico e chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche.

Le connessioni dei conduttori di protezione devono essere accessibili per ispezioni e per prove, ad eccezione delle giunzioni di tipo miscelato o incapsulato.

Sui conduttori di protezione non devono essere inseriti apparecchi di interruzione, ma possono esserlo dispositivi apribili mediante attrezzo ai fini delle prove.

Se si usano dispositivi di controllo della continuità della messa a terra, i loro avvolgimenti non devono venire inseriti nei conduttori di protezione.

La masse dei componenti non devono costituire tratti del conduttore di protezione di altri componenti.

La scelta e l'installazione dei componenti dell'impianto di terra devono essere tali che:

il valore della resistenza di terra sia in accordo con le esigenze di protezione e di funzionamento dell'impianto elettrico;

l'efficienza dell'impianto di terra si mantenga inalterata nel tempo;

le correnti di guasto e di dispersione a terra possano essere sopportate senza danni, in particolare dal punto di vista delle sollecitazioni di natura termica, termomeccanica ed elettromeccanica;

i materiali abbiano adeguata solidità o adeguata protezione meccanica, tenuto conto delle influenze esterne.

Devono essere inoltre prese precauzioni per ridurre i danni che, per effetto elettrolitico, l'impianto di terra possa arrecare ad altre parti metalliche prossime al dispersore.

2.5.8 Reti di massa su Navi con scafo in vetroresina o in legno

La rete di massa generale di sicurezza deve essere progettata per assicurare un comune riferimento di potenziale, o di massa generale di sicurezza, alle apparecchiature ed agli impianti elettrici, elettromeccanici ed elettronici installati a bordo della Nave. Questo a causa del materiale impiegato nella costruzione (vetroresina o legno) che è isolante. A tale rete dovranno essere connesse tutte le strutture, infrastrutture, macchinari ed apparati appartenenti agli impianti di bordo e costruiti in materiale elettroconduttivo.

La rete di massa dovrà pertanto avere una struttura stellare a partire da almeno due piastre a scafo. Tali piastre dovranno essere interconnesse tra di loro ed installate sulla superficie esterna dello scafo, una per ogni lato della Nave, al di sotto della linea di galleggiamento.

Le due piastre a scafo dovranno essere direttamente collegate al nodo delle masse da cui hanno origine i rami di massa. Ogni ramo è dedicato ad una zona elettrica della Nave e ad esso possono essere collegati altri rami di massa ancora secondo una struttura di tipo stellare.

La rete di massa può quindi essere ramificata secondo necessità, conservando però sempre una struttura di tipo stellare, fino al collegamento terminale agli apparati di bordo.

I centri stella, da cui hanno origine i rami di massa sono fisicamente realizzati da unità dell'impianto chiamate nodi (nodi principali, nodi di raccolta, nodi secondari, nodi terminali).

La dimensione delle piastre e la sezione minima dei conduttori per le connessioni a massa devono essere conformi alla normativa CEI e RINAMIL.

2.5.9 Protezione dalle scariche atmosferiche.

Un dispositivo di protezione dalle scariche atmosferiche (parafulmine) deve essere previsto nei casi in cui è prescritto dalle norme CEI/IEC (navi con alberatura e/o scafo in materiale non elettroconduttore), che ne definiscono anche le caratteristiche.

2.5.10 Protezione dai contatti diretti ed indiretti.

Le soluzioni progettuali di riferimento per il conseguimento della protezione dai contatti diretti ed indiretti sono indicate nella norma CEI 64-8, e nella RINAMIL Pt C, Ch 2, Sec 12, secondo le quali occorrerà prevedere l'esecuzione di opportuni collegamenti alla rete di massa della Nave.

Per le sezioni di impianto esercite con sistema TT (si veda per la loro realizzazione quanto prescritto in 4.2.1) si segnala l'utilizzo dei dispositivi differenziali per l'implementazione della protezione dai contatti indiretti con il metodo dell'interruzione automatica dell'alimentazione. L'utilizzo dei differenziali è anche una misura aggiuntiva nei confronti dei contatti diretti.

L'adozione della bassissima tensione di sicurezza (si veda la definizione 2.2.14) garantisce un'efficace protezione dalle folgorazioni di natura elettrica.

Gli accorgimenti tecnici da implementare sugli equipaggiamenti elettrici delle macchine per garantire la protezione dalle folgorazioni sono riportati nella norma CEI EN 60204. In particolare tale norma approfondisce l'analisi dei metodi atti a garantire la sicurezza durante gli interventi di manutenzione. In ambito navale militare i dispositivi impiegati per lo svolgimento in sicurezza dei lavori di manutenzione dovranno garantire quella che la CEI EN 60204 definisce la "sicurezza completa"; al riguardo dovranno essere impiegati o dispositivi di sezionamento bloccabili in posizione di aperto o fusibili o sbarrette segregati entro spazi operativi protetti.

2.6 Documentazione di progetto

2.6.1 Progetto dell'impianto elettrico

Il Cantiere dovrà presentare a Navarm, per l'approvazione, secondo modalità e tempistiche descritte nei singoli contratti di acquisizione delle UU.NN., il progetto dell'impianto elettrico nel suo complesso, comprendente almeno i seguenti elementi:

1. architettura dell'impianto con descrizione delle configurazioni e dei modi di funzionamento possibili;
2. caratteristiche generali dell'impianto come la disponibilità del servizio, le condizioni di sicurezza, manutenibilità e flessibilità;
3. descrizione del sistema di gestione, controllo e monitoraggio dell'impianto, con la descrizione del funzionamento per i diversi assetti, in condizioni operative normali e di emergenza;
4. elenco delle utenze elettriche;
5. dimensionamento dei seguenti sistemi, per i quali si dovranno riportare i dati caratteristici quali tensione, frequenza, stato del neutro ma anche ingombri e pesi:
 - a. generazione;
 - b. distribuzione primaria;
 - c. distribuzione secondaria;
 - d. alimentazione del Sistema di Combattimento, se non riconducibile ai precedenti punti b. e c.
6. disegni di sistemazione delle apparecchiature e componenti costituenti l'impianto;
7. il bilancio elettrico della nave per i diversi assetti;
8. calcoli delle correnti di cortocircuito;
9. criteri per il coordinamento delle protezioni selettive e relativa applicazione per l'impianto in esame;
10. descrizione delle misure di protezione contro le sovratensioni;
11. norme di riferimento.

Gli elaborati grafici da produrre nella versione esecutiva del progetto dovranno essere almeno i seguenti:

- schema a blocchi generale dell'architettura dell'impianto. Lo schema a blocchi deve rappresentare i collegamenti previsti tra le varie parti dell'impianto, dando l'indicazione immediata dei flussi di potenza generazione-distribuzione e rappresentando le interconnessioni che vengono stabilite per garantire lo scambio di segnali e informazioni per la gestione e il controllo del sistema;
- schema unifilare generale dell'impianto finalizzato a fornire in modo chiaro i collegamenti elettrici tra i principali componenti quali generatori, quadri elettrici principali, convertitori e trasformatori di potenza media/alta, quadri di distribuzione primaria e secondaria. Per motivi di chiarezza la rappresentazione potrà evitare di scendere al livello di dettaglio e di rappresentazione dei circuiti prossimi agli utilizzatori di media e bassa potenza, rimandando allo scopo ad altri schemi;
- schemi unifilari dei singoli quadri, sia di distribuzione primaria, sia di distribuzione secondaria, e dei sottoquadri, per tutti i livelli di tensione previsti, con l'indicazione delle utenze che vi sono connesse e dei collegamenti verso gli altri quadri. Sui circuiti relativi alle utenze, e sul cavo in arrivo al quadro dovranno essere indicati i dispositivi di sezionamento e di interruzione con le relative protezioni dai guasti e dalle sovratensioni, nonché i dispositivi previsti per la

misura, il monitoraggio e il controllo delle grandezze di funzionamento del circuito;

- Tabelle con le indicazioni di dimensionamento dei cavi e delle apparecchiature che vi sono installate. Le tabelle potranno essere riportate nei disegni relativi agli schemi unifilari e dovranno riportare:
 - caratteristiche tecniche delle condutture utilizzate: formazione, tipo di posa e lunghezza del cavo;
 - dati tecnici sui dispositivi di sezionamento e di interruzione;
 - dati tecnici sulle protezioni utilizzate;
 - valori della corrente e della potenza assorbite dal carico in condizioni di funzionamento nominali, tensione e frequenza nominali;
- planimetrie generali dei ponti della nave;
- schemi di installazione e planimetrie dei locali, anche suddivisi per zone;
- tabelle e diagrammi di coordinamento delle protezioni;
- particolari costruttivi e dettagli di installazione.

In detti disegni devono essere comprese tutte le parti dell'impianto e dovranno essere specificati i tipi di tutti i materiali impiegati. Per i materiali e le apparecchiature non omologati a norma MM dovranno essere forniti i relativi certificati di conformità e di omologazione alle norme RINa/RINAMIL.

2.6.2 Bilancio elettrico

Il bilancio elettrico deve essere valutato includendo le condizioni di funzionamento dell'impianto a tale scopo ritenute più significative. In particolare, dovranno essere sempre valutate almeno le condizioni di Porto, Navigazione e Combattimento. Dovranno inoltre essere incluse anche le andature più significative ai fini operativi in assetto di Navigazione e Combattimento, se ritenute influenti ai fini della determinazione del bilancio elettrico. Ciò implica la necessità di includere sempre un concreto numero di andature qualora sia presente la propulsione elettrica. Il bilancio elettrico dovrà essere compilato in successive approssimazioni man mano che si sviluppa il progetto e la costruzione della Nave e deve essere aggiornato ogni volta che si verificano varianti significative a questo fine (a puro titolo di esempio: numero e/o potenza delle utenze; varianti all'utilizzo delle utenze nei diversi assetti dell'impianto; variazioni nella potenza assorbita dalla propulsione elettrica, ecc...).

Il bilancio elettrico dei servizi nave deve contenere almeno:

- l'elenco di tutti gli utenti elettrici e delle rispettive potenze. Gli utenti vengono generalmente raggruppati per servizio;
- l'attribuzione del rendimento e del fattore di carico;
- l'individuazione degli assetti più significativi ai fini del bilancio energetico;
- l'individuazione degli utenti in funzione nei vari assetti;
- l'individuazione dei coefficienti di contemporaneità da attribuire agli utenti nei vari assetti

La propulsione elettrica darà luogo a considerazioni a parte, le quali andranno però combinate con i risultati dell'analisi relativa all'assorbimento dei servizi nave nei vari assetti.

Il bilancio elettrico deve essere inviato a NAVARM per conoscenza e osservazioni.

2.6.3 Documentazione tecnica relativa alle sub-forniture

Qualora ritenuto opportuno, i singoli contratti di acquisizione delle UU.NN potranno prevedere la preventiva approvazione da parte di Navarm e/o dell'Ufficio Tecnico Territoriale competente per la gestione del contratto Nave, degli ordini relativi alle sub-forniture di impianti ed apparecchiature elettriche di rilevante importanza. In questi casi, se ritenuto necessario dai rappresentanti MMI, oltre all'ordine il Cantiere dovrà fornire anche la documentazione tecnica aggiuntiva atta a dimostrare, sotto tutti gli aspetti ritenuti rilevanti, l'idoneità della fornitura a soddisfare il requisito alla base della sub-fornitura.

Nel caso in cui MMI esprima un giudizio di non idoneità, la sub-fornitura deve intendersi non autorizzata fino a quando non verrà adeguata alle richieste. L'eventuale attribuzione di oneri economici aggiuntivi, dovrà essere definita in contraddittorio col Cantiere.

2.6.4 Certificazioni

Ad impianto ultimato e quale condizione propedeutica all'accettazione da parte di MMI, dovranno essere fornite le certificazioni relative alla rispondenza alle norme applicabili sia relativamente all'impianto nel suo complesso, che ai componenti.

A puro titolo di esempio, si cita la certificazione sostitutiva della marcatura CE, le eventuali certificazioni RINA, ecc....

2.7 Assicurazione della Qualità

Per tutte le attività di competenza del Cantiere afferenti l'impianto elettrico ed il suo sistema di comando e controllo (SACIE), dovrà essere operante presso il Cantiere stesso un Sistema di Assicurazione della Qualità Aziendale rispondente ai requisiti espressi dalla pubblicazione NATO AQAP-2110 o dalla normativa ISO 9001:2000.

Negli ordini per le sub-forniture afferenti l'impianto elettrico ed il suo sistema di comando e controllo (SACIE) dovrà essere compresa apposita clausola che richieda al sub-fornitore l'applicazione di un Sistema di Assicurazione della Qualità Aziendale rispondente ai requisiti espressi dalle norme NATO o ISO pertinenti alla tipologia dei processi lavorativi applicati.

Ci si dovrà regolare allo stesso modo anche nel caso di modifiche o potenziamenti di impianti esistenti, qualora gli studi, il progetto o le lavorazioni vengano affidate a ditte esterne all'Amministrazione Difesa.

2.8 Collaudi

2.8.1 Collaudi in fabbrica

La specifica tecnica contrattuale dovrà prevedere, come requisito minimo, che tutti i materiali, apparecchiature e macchinari facenti parte dell'impianto elettrico siano sottoposti al collaudo da parte del Servizio Assicurazione della Qualità del Cantiere e/o dei suoi sub fornitori, e/o dal R.I.Na.

Qualora se ne ravvisi la necessità, dovrà inoltre essere richiesta l'applicazione dell'Assicurazione Qualità Governativa e previsto il collaudo da parte di rappresentanti dell'A.D.

Tutti i certificati di conformità, omologazione R.I.Na e collaudo dovranno essere consegnati all'Ufficio Tecnico Territoriale di Navarm competente per il contratto Nave.

In particolare, i seguenti collaudi in fabbrica dovranno essere eseguiti alla presenza dei delegati della M.M., qualunque sia il sistema di controllo qualità prescelto:

- azionamenti di propulsione elettrica;
- gruppi generatori;
- quadri elettrici principali;
- S.A.C.I.E.

Le prove/collaudi cui sottoporre i materiali, apparecchiature e macchinari sono, come minimo, quelle previste dal RINAMIL. Ulteriori prove/collaudi possono essere previste in caso di necessità.

2.8.2 Collaudi a bordo

Si dovranno eseguire le prove di pratico funzionamento di tutto l'impianto elettrico di bordo e dei suoi componenti, incluso il S.A.C.I.E..

Le prove cui sottoporre l'impianto elettrico nel suo insieme ed i materiali, apparecchiature e macchinari che lo compongono sono, come minimo, quelle previste dal RINAMIL. Ulteriori prove possono essere previste in caso di necessità.

Tali prove saranno eseguite alla presenza della Commissione d'accettazione e collaudo della M.M. sulla scorta degli appositi test memoranda, compilati dal Cantiere e preventivamente sottoposti all'approvazione della M.M. e, se del caso, del RINA, onde accertarne la rispondenza ai requisiti espressi dalla specifica tecnica contrattuale.

Capitolo 3 - Sistemi elettrici di generazione e conversione

3.1 Gruppi Generatori

3.1.1 Requisiti generali

I gruppi generatori devono provvedere alla produzione dell'energia elettrica con le caratteristiche ed in quantità tali da soddisfare le esigenze del massimo carico Nave in tutti gli assetti operativi previsti (porto, navigazione e combattimento).

I valori di tensione di generazione devono essere scelti tra quelli prescritti in 2.3.4.

I requisiti minimi esigibili per i gruppi generatori in AC e relativi ausiliari sono quelli indicati dalla normativa RINAMIL (Pt C, Ch 2, sec 4). I generatori accoppiati a motori diesel devono inoltre essere conformi anche alle prescrizioni della norma CEI EN 60034-22.

Qualora non diversamente prescritto nella Specifica Tecnica contrattuale, i gruppi generatori in AC e relativi ausiliari destinati ad essere installati a bordo delle Navi di prima linea devono essere conformi anche alla normativa NAV-13-A068, nella versione più aggiornata.

I gruppi generatori possono essere tutti di uguale potenza o di potenze diverse. In generale sono gruppi concepiti per impiego generale; solo in casi particolari sono da considerarsi dedicati a particolari assetti o esigenze, quali il servizio in Porto o la Propulsione (nel caso di propulsione elettrica) o l'emergenza.

Il numero, il tipo e le caratteristiche dei generatori da installare a bordo di un'Unità Navale Militare devono essere scelti in modo da soddisfare i requisiti elencati nel precedente para 2.3.1.

I gruppi generatori devono essere opportunamente sistemati in modo da essere facilmente accessibili per le normali operazioni di ispezione, manutenzione e riparazione.

3.1.2 Tipologie di generatori

Secondo la natura del motore primo di azionamento, si hanno:

Diesel Generatori (D/G)	Generatore elettrico azionato da motore Diesel
Turbo Generatori (T/G)	Generatore elettrico azionato da turbina a vapore
Turbogas generatori (TG/G)	Generatore elettrico azionato da turbina a gas
Generatori Asse (G/A)	Generatore elettrico dalla linea d'assi (tramite presa di moto sul riduttore o direttamente dall'asse)

Secondo la natura elettrica del generatore, si hanno:

Alternatori	<p>Macchine elettriche atte a generare corrente alternata a frequenza fissa, normalmente in maniera conforme a quanto prescritto in 2.3.4.</p> <p>Sono quasi sempre costituite da macchine sincrone rotanti a giri fissi, ma possono essere anche composte da macchine sincrone, asincrone o a magneti permanenti accoppiate ad un convertitore di frequenza.</p>
Generatori di corrente continua	<p>Possono essere costituite da una macchina sincrona ovvero da una macchina a magneti permanenti, rotanti a velocità fissa o variabile. In ambedue i casi, la macchina rotante è accoppiata ad un convertitore AC/DC che funge o da semplice raddrizzatore o da raddrizzatore e regolatore di tensione. Il complesso macchina rotante + convertitore consente di erogare corrente continua regolata</p>
Dinamo	<p>Si tratta della tradizionale macchina elettrica idonea alla produzione di corrente continua regolata e dotata di spazzole e collettore</p>

3.1.3 Funzionamento in parallelo

E' richiesto il funzionamento in parallelo fra tutti i generatori di bordo, sia fra quelli facenti capo alla stessa centrale, sia fra quelli facenti capo a centrali diverse, a prescindere dal fatto che siano installati nello stesso locale. Unico limite operativo all'esecuzione dei paralleli tra generatori deve essere il dimensionamento dei componenti dell'impianto, specialmente in caso di guasto, per i quali, comunque, devono essere sempre ricercate le massime prestazioni tecnicamente perseguibili, a meno che ciò non entri in conflitto con altri requisiti di progetto.

3.1.4 Tipo di costruzione

I generatori dovranno essere protetti da involucri con grado di protezione IP56, se non diversamente specificato.

In deroga alla prescrizione di cui sopra, potranno essere ammessi involucri con grado di protezione IP56 fino al limite inferiore della tenuta dell'albero ed IP-44 per la parte rimanente.

I generatori dovranno essere isolati in classe F con sovratemperature ammissibili della classe B.

I generatori dovranno essere adatti al funzionamento continuativo alla potenza nominale, nelle previste condizioni di installazione a bordo. In nessun caso potranno essere prese in considerazione condizioni meno severe di:

- 45° C di temperatura ambiente;

- 70% di umidità relativa.

Le scaldiglie devono inserirsi a macchina ferma e dissecitata e non all'apertura dell'interruttore di macchina

3.1.5 Organi di regolazione (Regolatori di giri e regolatori di tensione)

a) I regolatori di giri dei motori primi:

determinano la frequenza dell'energia erogata dagli alternatori;

concorrono con i regolatori di tensione a mantenere costante la tensione dell'energia erogata dagli alternatori.

I Generatori asse erogano energia a frequenza variabile, in funzione dei giri della linea d'asse. La frequenza viene regolata dall'inverter cui il generatore asse è associato. Per essi, ovviamente, non ha significato parlare di regolazione dei giri del motore primo.

Come per i generatori asse, anche per i generatori di corrente continua, all'interno del campo di funzionamento ammesso, la regolazione dei giri è in genere ininfluenza sulle caratteristiche dell'energia in uscita.

b) I regolatori di tensione dei generatori hanno la funzione di mantenere la tensione ai morsetti del generatore costante e pari al valore nominale di rete (all'interno delle tolleranze ammesse), eventualmente aumentato per tener conto delle cadute di tensione.

Nei Generatori di corrente continua la regolazione di tensione può essere demandata alla macchina rotante se essa è sincrona, ovvero essere svolta dal convertitore AC/DC, ovvero essere il frutto dell'azione combinata dei due.

Nei Generatori asse la regolazione della tensione dipende dalla tipologia del generatore stesso, ed in special modo dalla presenza (o meno) di un compensatore sincrono.

3.1.6 Prove prima dell'installazione a bordo

Ogni generatore deve essere sottoposto almeno alle prove riportate nella tabella 1 della Pt C, Ch 2, Sec 4 del RINAMIL.

Per quanto concerne le prove di isolamento delle macchine e delle apparecchiature relative:

- i circuiti o gruppi di circuiti che funzionano ad uguale tensione devono essere collegati insieme;
- i circuiti o gruppi di circuiti a tensioni diverse devono essere provati separatamente;
- la durata di applicazione della tensione di prova non deve essere inferiore a 60 sec..
- si deve registrare la temperatura degli avvolgimenti e l'umidità relativa ambientale al momento della prova.

La resistenza di isolamento, misurata a qualsiasi temperatura ambiente, deve essere corretta a 25°C. Tale correzione deve essere fatta considerando che la resistenza di isolamento si raddoppia per ogni 15°C di diminuzione della temperatura.

Per generatori in AC, i valori di resistenza di isolamento, corretti a 25° C., non devono essere inferiori ai seguenti:

Circuito statorico del generatore	10,00	Megaohm
Circuito rotorico del generatore	20,00	Megaohm
Circuito di armatura	5,00	Megaohm
Circuito di campo dell'eccitatrice	12,00	Megaohm
Regolatore di tensione	0,20	Megaohm
Reostato di campo	0,20	Megaohm
Motorino di avviamento	0,50	Megaohm
Servomotore del regolatore di	5,00	Megaohm

3.1.7 Prove a bordo

Qualora non diversamente prescritto nella Specifica Tecnica contrattuale, dovranno essere eseguite le prove d'installazione a bordo previste dalla norma NAV-13-A068 nella versione più aggiornata.

Dovrà inoltre essere controllato il corretto funzionamento di tutti i dispositivi di sicurezza e di allarme sull'alternatore, sul motore primo e sui relativi ausiliari. I predetti controlli dovranno includere anche le tarature dell'interruttore di macchina.

3.2 Sorgenti di energia di sicurezza e di supporto

3.2.1 Generalità

Le sorgenti di energia sicure sono apparati in grado di erogare energia elettrica anche in caso di fuori servizio di tutti i gruppi generatori principali.

Le sorgenti di energia sicure classiche sono le batterie di accumulatori elettrici.

Altre sorgenti di energia sicure sono i gruppi di continuità statici dotati di batterie e le celle a combustibile.

3.2.2 Batterie di accumulatori

L'energia in corrente continua erogata dalle batterie può essere impiegata direttamente o convertita, tramite convertitori statici dedicati.

Le batterie potranno essere del tipo:

- al Pb ermetico a ricombinazione di gas, a valvola ad elettrolito assorbito o al gel;
- con elettrolito alcalino o altro elettrolito non acido (Nichel-cadmio, nichel-idruri metallici);

Non è ammesso l'impiego di batterie al litio.

Tutte le batterie da impiegare a bordo delle UU.NN. della M.M. dovranno essere omologate dal RINa.

L'applicabilità della NAV-13-A069, nella versione più aggiornata, per gli accumulatori con elettrolito alcalino dovrà essere esplicitamente richiesta nelle specifiche tecniche contrattuali, solo se ritenuto necessario.

3.2.3 Gruppi di continuità - UPS

I Gruppi di Continuità, noti anche come UPS, sono macchine elettriche statiche che hanno come funzione principale quella di costituire una sorgente di energia alternativa alla rete normale per determinati gruppi di utenti, nel caso in cui questa, per un qualunque motivo, venga meno (black-out totale o parziale).

All'uopo gli UPS sono dotati di batterie, la cui autonomia viene definita di volta in volta, in funzione delle specifiche esigenze. E' possibile anche connettere carichi aventi esigenze di autonomia diverse allo stesso UPS. In questo caso, però, gli interruttori a monte delle linee dirette agli utenti devono essere corredati di dispositivi di temporizzazione convenientemente tarati.

Le caratteristiche dell'energia in ingresso ed in uscita possono essere uguali o diverse (stessi valori di tensione e frequenza o valori differenti).

Un gruppo di continuità è essenzialmente costituito dalle seguenti sezioni:

- una sezione che, ricevendo alimentazione dalla rete di bordo, funge da caricabatterie. Questa sezione può, a seconda dei casi, essere costituita da un caricabatterie AC/DC o DC/DC;
- una o più sezioni di uscita, in serie alla prima sezione. Qualora l'energia in uscita sia in corrente alternata, si tratterà di inverter DC/AC (sezione inverter);
- una batteria di accumulatori, in parallelo all'ingresso della sezione di uscita.

A seconda della configurazione dell'UPS, può essere presente anche un commutatore, normalmente statico, ad intervento automatico tra l'UPS e la rete per l'alimentazione delle utenze.

Le sezioni di uscita possono essere più di una quando è necessario avere un UPS in grado di erogare su più linee energia con caratteristiche diverse.

La configurazione delle sezioni può essere, in funzione delle diverse esigenze, semplice o ridondata.

Qualora le caratteristiche dell'energia in ingresso/uscita siano compatibili, l'UPS deve essere dotato di un circuito di *by-pass*, da attivare in caso di avaria o manutenzione, allo scopo di consentire l'alimentazione dei carichi a valle anche nel caso in cui l'UPS e tutti i suoi accessori (incluso il commutatore) siano fuori servizio. Normalmente l'intervento del *by-pass* sarà a comando manuale (sul posto e/o tramite SIASP).

A meno che non diversamente specificato, l'UPS deve essere galvanicamente isolato dalla rete a monte e da quella a valle.

Il quadro elettrico da cui sono alimentati gli utenti serviti dall'UPS può essere integrato nell'UPS stesso.

Le modalità di funzionamento possono essere essenzialmente due, a seconda delle specifiche esigenze degli utenti:

- a) gli utenti sono normalmente alimentati dalla rete di bordo e l'UPS interviene automaticamente, mediante il commutatore di cui sopra, unicamente nel caso in cui si verifichi un black-out sulla rete stessa;
- b) gli utenti sono sempre alimentati tramite UPS.

La modalità a) è, ovviamente, riservata ai casi in cui ci sia compatibilità tra le caratteristiche dell'energia erogata dalla rete di bordo e le esigenze degli utenti. E' indispensabile garantire inoltre la compatibilità tra i tempi di commutazione e le esigenze degli utenti.

La modalità a), non gravando la rete delle perdite connesse al funzionamento dell'UPS, è da preferire tutte le volte in cui risulti applicabile.

La modalità b) è, in linea di massima, riservata ai seguenti due sotto-casi:

- b)1 le caratteristiche dell'energia erogata dalla rete di bordo sono incompatibili con quelle degli utenti.

Questa situazione può verificarsi o perché tensione e frequenza sono differenti, ed allora l'UPS svolgerà la funzione aggiuntiva di dispositivo di conversione, o perché, pur essendo tensione e frequenza nominali le stesse, le utenze necessitano però di energia con caratteristiche particolarmente spinte sotto il profilo della qualità (in termini di contenuto armonico, scostamento percentuali dai valori nominali, comportamento in transitorio, ecc...). In questo caso, l'UPS fornisce quindi la funzione aggiuntiva di stabilizzatore della tensione e/o della frequenza di rete;

- b)2 le esigenze dei carichi sono tali da non consentire la presenza di un commutatore (i.e.: non deve esserci alcuna commutazione, ma l'energia deve fluire verso i carichi senza soluzione di continuità, anche in caso di black-out).

A titolo di esempio per meglio illustrare il caso b)1, si può citare l'eventualità in cui la rete nave garantisca l'erogazione di energia conforme alle norme RINA (ad. es, 440V, 60Hz), ma gli utenti esigano la rispondenza allo STANAG 1008.

In tutti i casi in cui è previsto il funzionamento secondo le modalità b)., dovrà essere presa in considerazione l'opportunità di ridondare adeguatamente l'UPS.

Nei casi b), quando esista compatibilità almeno sotto il profilo delle caratteristiche nominali, tra energia della rete a monte ed in uscita dall'UPS, può essere considerata l'opportunità di dotare l'UPS di un circuito e di un dispositivo di commutazione che consenta, in caso di guasto dell'UPS, la commutazione automatica dell'alimentazione dei carichi a valle direttamente dalla rete a monte dell'UPS. Questo dispositivo non deve essere confuso col dispositivo di by-pass cui si è fatta menzione più sopra, la cui funzione è diversa. E' possibile la coesistenza dei due dispositivi. Se non diversamente specificato, i gruppi di continuità/UPS dovranno essere omologati dal RINA.

3.2.4 Configurazione standard gruppi di continuità (UPS)

Le presenti prescrizioni riguardano la configurazione di riferimento che devono avere i gruppi di continuità nave, ove occorran le seguenti condizioni:

- a) i gruppi alimentano utenze elettriche di vario genere (tipicamente all'interno di una singola zona elettrica) prive di particolari esigenze di qualità dell'energia e che, pertanto, in condizioni normali possono essere alimentate direttamente dalla rete di bordo;

i gruppi debbano fornire un'elevata sicurezza di funzionamento.

Le caratteristiche generali del gruppo sono le seguenti:

1. La potenza del gruppo viene definita di volta in volta in funzione delle esigenze. Se non diversamente specificato per soddisfare requisiti particolari, su una singola classe di navi i gruppi saranno tutti identici tra loro, per facilità di gestione. Nel calcolo della potenza dovrà essere computato un adeguato margine di crescita, comunque non inferiore al 10% della potenza dei carichi connessi alla prima installazione.
2. Il gruppo prenderà alimentazione dalla rete nave (sistema IT), alla tensione e frequenza corrispondente. L'uscita avrà le stesse caratteristiche in termini di tensione, frequenza e tipologia di sistema (IT). Le linee in uscita, alimentando carichi considerati vitali per definizione, saranno prive di interruttori differenziali.
3. Il gruppo deve essere interamente ridondato, ossia composto da 2 caricabatterie e 2 inverter. Una singola unità caricabatteria + inverter dovrà avere la potenza necessaria ad alimentare tutti i carichi connessi al gruppo stesso. Questa potenza è definita come la potenza del gruppo di cui al precedente punto 1.
4. Il gruppo batteria, di tipo alcalino (Ni-Cd) o di tipo ermetico al piombo, può essere singolo. L'autonomia alla massima potenza sarà definita in base alle specifiche esigenze, ma non sarà mai inferiore a 30 minuti.
5. Il gruppo sarà galvanicamente isolato dalle reti a monte ed a valle tramite trasformatori (due in ingresso e due in uscita), di potenza tale da consentire ad un singolo trasformatore di garantire l'alimentazione di tutti i carichi connessi.
6. Se necessario, l'UPS potrà essere dotato anche di raddrizzatori, chopper e quant'altro in uscita. Anch'essi dovranno essere ridondati e di potenza tale da consentire ad un singolo raddrizzatore, chopper ecc. di garantire l'alimentazione di tutti i carichi connessi, con un adeguato margine di sicurezza e di crescita (minimo 10%).

7. In condizioni normali, le utenze saranno alimentate direttamente dalla rete nave, senza passare attraverso il sistema a basso rendimento costituito dal gruppo di continuità (caricabatterie + inverter). In caso di *black-out*, la commutazione dalla linea normale a quella proveniente dagli inverter avverrà automaticamente, tramite un commutatore statico capace di compiere l'operazione in un tempo tale da non arrecare disturbo ai carichi alimentati.
8. Le due unità che costituiscono il gruppo di continuità vero e proprio, possono lavorare in parallelo ovvero una alla volta con la seconda in stand-by, purché:
- sia sempre evidente agli operatori, anche tramite SIASP, lo stato di funzionamento delle unità stesse, comprese quella/quelle in stand-by;
 - in caso di black-out e guasto all'unità in funzione, il passaggio a quella in stand-by avvenga in modo pressoché istantaneo, senza arrecare alcun disturbo ai carichi alimentati.
9. Il gruppo sarà dotato di un by-pass manuale per consentire di alimentare le utenze in caso di perdita di entrambi gli inverter e/o caricabatterie o di perdita del commutatore statico. Il by-pass manuale consentirà inoltre di eseguire le operazioni di manutenzione del gruppo stesso senza privare di alimentazione gli utenti. Le due linee che alimentano la sbarra utenze del gruppo rispettivamente mediante il by-pass manuale e il commutatore statico saranno dotate di due interruttori indipendenti interbloccati in chiusura (chiusura contemporanea impedita). Questo allo scopo di eliminare qualunque "collo di bottiglia" nella catena di distribuzione dell'energia dalla rete Nave alle utenze.

3.2.5 Celle a combustibile

Per l'utilizzo delle celle a combustibile a bordo delle UU.NN. di superficie, ci si dovrà riferire alle prescrizioni del costruttore che dovranno essere preventivamente approvate da Navarm.

3.3 Dispositivi di conversione diversi dagli UPS

3.3.1 Generalità

Per dispositivo di conversione si intende una qualunque macchina elettrica (statica o rotante) che consenta di variare la tensione e/o la frequenza tra ingresso ed uscita.

Le caratteristiche dell'energia in ingresso dovranno essere compatibili con la rete di bordo da cui traggono alimentazione. Le caratteristiche dell'energia in uscita saranno conformi alle prescrizioni relative alle apparecchiature alimentate. Pertanto, le caratteristiche dell'energia in ingresso/uscita potranno differire sia in termini nominali (tensione/ frequenza) che sotto l'aspetto qualitativo (es: rete in ingresso a norme RINA, in uscita a STANAG 1008).

Nel caso in cui le caratteristiche dell'energia in uscita siano più spinte (energia di qualità superiore) rispetto a quelle dell'energia in ingresso, il dispositivo prende il nome di:

- convertitore-stabilizzatore qualora siano diverse anche le caratteristiche nominali dell'energia;
- stabilizzatore qualora siano le medesime e cambi unicamente la qualità.

A tutti i dispositivi di conversione si applicano le prescrizioni minime contenute nelle norme RINAMIL, con in più le seguenti precisazioni.

3.3.2 Trasformatori

Fatta eccezione per i piccoli trasformatori di alimentazione delle reti ausiliarie a 24 V e 48 V AC e per i piccoli trasformatori che alimentano i circuiti ausiliari all'interno delle apparecchiature elettriche complesse (Quadri Principali, avviatori dei motori, ecc.), tutti i trasformatori di potenza impiegati a bordo dovranno essere trifase.

I trasformatori che alimentano utenze vitali/essenziali devono essere ridondati, a meno che non esista una ridondanza a livello di sistema, relativamente alle apparecchiature vitali/essenziali alimentate, adeguata. Nel caso di trasformatori trifase su sistema IT, è possibile non ricorrere alla ridondanza fisica purché siano costituiti da tre trasformatori monofase connessi in banco trifase triangolo/triangolo. In caso di guasto sull'avvolgimento costituente una fase, dovrà essere garantito il funzionamento a triangolo aperto con l'esclusione della fase guasta. L'operazione di modifica delle connessioni tra fasi atta a garantire questo tipo di funzionamento potrà essere eseguita manualmente ma il trasformatore, per quanto tecnicamente praticabile, dovrà essere realizzato in maniera tale da consentirla nel modo più semplice. La potenza dovrà essere tale da alimentare le utenze vitali/essenziali anche in questa modalità degradata.

In generale, i trasformatori dovranno essere a raffreddamento naturale in aria, isolati in classe F, con avvolgimenti protetti con speciali vernici contro l'umidità, i vapori d'olio ed il salino. Non è ammesso l'uso di trasformatori immersi in olio.

Immediatamente a valle di ciascun trasformatore dovrà essere previsto un quadro dal quale si irraderà la rete di distribuzione. Tranne i casi in cui tutta la rete nave sia alimentata tramite trasformatori, come in presenza di talune tipologie di impianti integrati di generazione per propulsione e servizi nave, la rete di distribuzione a valle del trasformatore avrà uno sviluppo fisico limitato (tipicamente all'interno di una singola zona elettrica), possibilmente relativo ad una tipologia di utenti ben definita o ad un ambiente fisico ben definito, e sarà del tipo "radiale semplice".

Qualora la rete di distribuzione sia di tipo complesso, come nel citato caso di propulsione elettrica, la sua topologia andrà valutata di volta in volta.

La potenza nominale in kVA dei trasformatori deve essere pari al carico totale connettibile, eventualmente corretto mediante opportuni fattori di utilizzo e di contemporaneità. Il computo del carico totale connettibile deve includere anche gli eventuali interruttori disponibili ed i margini di crescita (in assenza di prescrizioni particolari, assumere un margine di crescita del 10%).

I cavi elettrici a monte e valle dovranno essere commisurati al massimo carico connettibile.

Le protezioni elettriche a monte ed a valle del trasformatore dovranno essere tarate sul carico effettivamente connesso, corretto mediante i fattori di utilizzo e di contemporaneità. Ciò significa che un aumento dei carichi connessi (ovviamente sempre all'interno del massimo carico connettibile) comporterà un adeguamento delle tarature.

3.3.3 Convertitori rotanti

I convertitori rotanti, noti anche come moto-generatori, sono complessi motore elettrico - generatore elettrico impiegati per due scopi:

- generare energia con caratteristiche in frequenza diverse da quelle della rete di bordo;
- generare energia per utenti ad assorbimento impulsivo (tipicamente i radar ed i sonar), in modo da introdurre una separazione galvanica di tali utenti dalla rete, evitandone disturbi elettrici quali: cadute di tensione impulsive, distorsioni armoniche delle correnti di linea e, grazie alla loro inerzia, variazioni di frequenza transitorie.

Qualora ritenuto necessario, in funzione delle caratteristiche dell'energia in uscita rispetto a quella in ingresso, il motore del generatore può essere alimentato non direttamente dalla rete, ma tramite un inverter.

I convertitori che alimentano utenze vitali/essenziali devono essere ridondati, a meno che non esista una ridondanza a livello di sistema, relativamente alle apparecchiature vitali/essenziali alimentate, adeguata.

I motori elettrici dei gruppi dovranno rispondere alle prescrizioni di cui al successivo capitolo 4.

I generatori dovranno essere isolati in classe F con sovratemperature ammissibili della classe B.

Dovrà essere prevista l'accessibilità in morsettiera di entrambe le estremità delle fasi dei generatori.

Dovrà essere possibile il funzionamento in sovraccarico, a cosfi 0,8, pari al 110% per un'ora.

3.3.4 Convertitori statici

a. - Raddrizzatori

Sono macchine statiche in grado di erogare energia in corrente continua a partire da una alimentazione a tensione alternata costante della rete di distribuzione.

Secondo le applicazioni, l'energia DC può essere erogata a "tensione costante" ovvero a "corrente costante" (ad esempio per la carica di batterie).

b. – DC/DC converter (convertitori di tensione in cc)

Sono macchine statiche in grado di operare la trasformazione della tensione in corrente continua: a partire da un determinato valore di tensione continua in ingresso, il dc/dc converter è in grado di fornire un diverso valore di tensione continua in uscita.

I dc/dc converter differiscono per la tecnologia costruttiva e per le caratteristiche di funzionamento. Non è qui d'interesse trattare le diverse differenze tecnologiche, mentre dal punto di vista funzionale, ai nostri fini, si possono distinguere due tipologie:

- convertitori a rapporto di trasformazione (conversione) costante;
- convertitori a tensione d'uscita costante.

Nel primo caso la tensione in uscita rimane sempre proporzionale, secondo un rapporto prestabilito e fisso, a quella in ingresso; nel secondo caso, la tensione in uscita viene mantenuta costante a prescindere da quella in ingresso, cui è consentito oscillare all'interno di una banda di valori. In questo caso, ovviamente, il rapporto di conversione (trasformazione) varia.

Ambedue le tipologie possono essere unidirezionali o bidirezionali a seconda che il flusso d'energia sia consentito in un'unica direzione o in ambedue le direzioni.

I dc/dc converter sono attualmente impiegati per servizi particolari, per cui non esistono valori unificati delle tensioni nominali in ingresso ed uscita, né standard che definiscano le tolleranze ammesse rispetto ai valori nominali ed i limiti estremi di funzionamento. Tutto è lasciato alla responsabilità del progettista dell'impianto in funzione dello specifico utilizzo.

c. - Inverter (convertitori)

Sono macchine statiche in grado di erogare corrente alternata a tensione e frequenza costante o variabile, a partire da una sorgente di tensione a frequenza/tensione che può essere anche diversa da quella in uscita. La tensione in ingresso può essere anche continua.

Un tipico utilizzo di inverter si trova all'interno degli UPS, per generare la tensione alternata in uscita a partire dalla batteria.

I Convertitori a frequenza/tensione di uscita variabile sono impiegati per il controllo della velocità di motori elettrici, nelle fasi di avviamento e a regime. L'utilizzo di questa tipologia di convertitori è pertanto esteso nel settore della propulsione elettrica.

Se non diversamente specificato, tutti i convertitori statici dovranno essere omologati dal RINa.

3.3.5 Stabilizzatori

Vale quanto prescritto ai para 3.2.3 e 3.3.4.

Capitolo 4 - Sistema di distribuzione

4.1 Sistema di distribuzione primaria

Si definisce Sistema di distribuzione primaria quel sistema che ha collegamenti diretti con i generatori di bordo.

Sulle unità a propulsione elettrica dotate di sistema di generazione per la propulsione in alta tensione e di distribuzione ai servizi nave in bassa tensione, qualora esistano generatori anche in bassa tensione, avremo un Sistema di Distribuzione Primaria di Alta Tensione ed un Sistema di Distribuzione Primaria di Bassa Tensione.

I sistemi di distribuzione primaria in corrente alternata sono:

in bassa tensione: trifase a tre conduttori, a neutro isolato senza collegamento a terra (sistema IT), realizzato in maniera tale da consentire l'esercizio del sistema anche in presenza di un guasto franco a terra;

in alta tensione: trifase a tre conduttori, a neutro isolato senza collegamento a terra oppure con neutro collegato a terra tramite impedenza ma realizzato in maniera tale da consentire l'esercizio del sistema anche in presenza di un guasto a terra.

Appartengono pertanto all'impianto di distribuzione primaria i quadri di distribuzione principali, i sottoquadri direttamente connessi e le relative linee elettriche ed accessori.

Il sistema di distribuzione primaria può essere configurato come segue:

- a schema radiale semplice;
- a schema radiale doppio;
- a "minicentrali" (isole elettriche) interconnesse.

4.1.1 – Schema radiale semplice

L'impianto di distribuzione radiale semplice collega l'utilizzatore finale al quadro di distribuzione principale direttamente o tramite sottoquadri in cascata, mediante una singola linea elettrica.

Tale tipo d'impianto è adottato quando non è necessaria l'alimentazione delle utenze tramite doppie linee (normale e riserva), ovvero quando si ritiene sufficiente conferire la doppia alimentazione a livello di quadro principale (come nel caso della distribuzione all'interno di un'isola elettrica (vedi oltre).

4.1.2 – Schema radiale doppio

L'impianto di distribuzione radiale doppio è dato dalla combinazione di due schemi radiali semplici: gli utenti possono ricevere, tramite un commutatore, alimentazione da due diversi quadri principali. Le due linee a monte del commutatore vengono definite l'una "normale" e l'altra "riserva"; normalmente la linea normale è quella proveniente dal quadro più vicino. Tuttavia le due linee devono essere perfettamente equivalenti dal punto di vista del dimensionamento elettrico, per cui l'utente finale può ricevere per un tempo indefinito e senza alcuna limitazione alimentazione indifferentemente da una qualunque delle due. Inoltre le due linee devono giacere su percorsi quanto più possibile lontani tra loro, conflueno unicamente in corrispondenza del dispositivo di commutazione.

Per quanto esposto, va da sé che uno schema radiale doppio può essere realizzato solo disponendo di almeno due quadri elettrici principali, ciascuno in grado di alimentare da solo la totalità delle utenze confluenti (linee normali più linee di riserva) per un tempo indefinito, senza limitazioni di sorta.

Se il quadro elettrico principale è parte di una centrale elettrica, deve essere dotato di almeno un collegamento diretto verso un'altra centrale.

Gli utenti possono essere alimentati direttamente o tramite sottoquadri. Questa seconda configurazione è da preferirsi sempre, a meno dell'esistenza di esigenze specifiche. La configurazione tipica di una rete radiale doppia per un'unità MMI è caratterizzata da:

- assenza di utenze alimentate direttamente dai quadri elettrici principali;
- tutte le utenze alimentate tramite sottoquadri (denominati Centri di Carico o SSB);
- ogni sottoquadro che alimenti utenze vitali/essenziali è dotato, tramite commutatore, di doppia linea di alimentazione direttamente da due quadri elettrici principali. L'alimentazione può essere fornita da una sola linea alla volta;
- ogni centro di carico alimenta, direttamente o tramite ulteriori sottoquadri, gli utenti.

Normalmente la rete radiale doppia viene associata alla distribuzione elettrica a zone (vedi definizione nel successivo paragrafo 4.3), per cui le utenze comprese in una determinata zona sono alimentate unicamente tramite uno o più Centri di Carico dedicati, che devono essere posizionati in maniera baricentrica rispetto alle utenze stesse.

In tutti casi (distribuzione a zone o per servizi), è bene tener presente che a partire dal Centro di Carico dotato di commutatore, la linea in uscita diretta all'utente finale è singola. Considerazioni di vulnerabilità in relazione alle diverse ipotesi di danno (incendio/allagamento, sia dovuto a cause interne che esterne quali un colpo a bordo) andranno fatte tenendo presente questo fatto, cercando il miglior punto di equilibrio tra due esigenze contrapposte:

- spostando i Centri di Carico verso le utenze si riduce la lunghezza della linea singola tra le utenze stesse ed il centro di carico, aumentando quindi la probabilità di garantire le alimentazioni a parità di estensione del danno. D'altra parte, spostare i Centri di Carico verso le utenze significa implicitamente aumentare il numero dei Centri di Carico e, quindi, delle zone elettriche, riducendone l'estensione. Anche questo contribuisce in maniera significativa a migliorare la capacità del sistema di distribuzione di garantire alimentazione alle utenze in caso di danno, ma
- lo spostamento dei Centri di Carico verso le utenze, l'aumento del numero dei centri di carico e l'aumento delle lunghezze delle doppie linee di alimentazione comporta un aumento della complessità dell'impianto, dei suoi pesi e volumi ed, in ultima analisi, dei costi di acquisizione e gestione.

In relazione alla probabilità di guasto, invece, la lunghezza della linea singola ha minore importanza, mentre assume rilievo la complessità dell'impianto, che la influenza negativamente. Anche analizzando la geometria del sistema sotto questo profilo, pertanto, sarà necessario valutare pro e contro, cercando un punto di equilibrio. In linea di massima, la semplicità dovrebbe essere premiante.

4.1.3 – Schemi per minicentrali interconnesse

Il sistema di generazione è basato su “minicentrali”. La minicentrale è costituita da un unico generatore attestato ad un unico quadro.

Ogni minicentrale alimenta, direttamente o tramite sottoquadri, utenti confinati in una porzione fisica di nave ben precisa (zona elettrica) mediante un sistema radiale semplice.

L'insieme costituito dalla minicentrale e dalla zona elettrica alimentata prende il nome di “isola elettrica”.

Le minicentrali devono essere collegate tra loro. Questo collegamento viene realizzato mediante quadri di appoggio, i quali possono svolgere unicamente funzione di collegamento tra centrali o anche di distribuzione ad altre zone elettriche.

La configurazione del collegamento può essere varia, ma esistono due soluzioni tipiche:

- collegamento dei quadri di appoggio ad anello;

il/i quadri di appoggio costituiscono nodi dai quale si dipartono i collegamenti verso le altre centrali. In questo caso, il quadro di appoggio viene utilizzato anche per la distribuzione alle utenze di una zona elettrica.

Le zone elettriche, oltre che tramite le minicentrali ed i quadri di appoggio, possono essere alimentate da quadri di distribuzione connessi ai quadri di appoggio.

In tutti i casi (zone alimentate dalle minicentrali, dai quadri di appoggio o da quadri connessi a quelli di appoggio), la distribuzione all'interno della zona elettrica è del tipo radiale semplice. La doppia alimentazione è conferita a livello di quadro di centrale (sempre) o di quadro di distribuzione (opzionale).

L'utilizzo di questo schema di distribuzione trova utile impiego nei seguenti casi:

quando si vuole parcellizzare al massimo la generazione;

quando è accettabile la realizzazione di zone elettriche estese;

quando è prevista l'installazione di un numero dispari di generatori;

quando risulta utile sfruttare le caratteristiche di modularità intrinseche a questa tipologia di impianti.

4.2 Sistema di distribuzione secondaria

Impianto che non ha collegamenti elettrici diretti con i generatori (esempio: impianto isolato dal generatore mediante trasformatore ad avvolgimenti separati oppure attraverso un gruppo motoconvertitore).

La distribuzione secondaria avviene sempre secondo uno schema radiale, semplice o doppio, per i quali valgono le prescrizione riportate sopra relativamente ai sistemi di distribuzione primaria.

4.2.1 Alimentazione di utenti non vitali a 400/230V 50/60 Hz.

Le presenti prescrizioni devono essere adottate per i Sistemi di distribuzione dell'energia elettrica a 400 Volt, 50/60 Hz trifase e 230 Volt, 50/60 Hz monofase/bifase necessario per l'alimentazione delle utenze non vitali. Le utenze interessate sono in generale tutte quelle non vitali installate nei locali elencati di seguito, ad eccezione del sistema di illuminazione generale per il quale valgono le prescrizioni contenute nel Capitolo 5:

- locali di vita (camerini, locali igienici, quadrati, mense);
- segreterie;
- cucine, locali preparazione viveri, distributori, forni;
- officine;
- lavanderie e stirerie;
- locali medici, ove non diversamente prescritto da norme specifiche;
- in generale, tutte le prese a 400/230V installate in qualunque locale nave (inclusi quelli operativi) per l'alimentazione di utenze non vitali di tipo commerciale (utensili, pulitrici, computer e relativi accessori, dispositivi audio/video, ec...).

L'elenco di cui sopra deve intendersi come esemplificativo e non esaustivo delle possibili applicazioni. Si rimarca la necessità che le presenti prescrizioni vadano applicate ad utenze non vitali. Qualora esistano utenze da considerare vitali si dovrà ricorrere a sistemi di alimentazione IT (a neutro isolato), facendo riferimento alle relative norme installative. Questo perché il sistema TT non consentirebbe l'esercizio a seguito di un primo guasto a terra. Si riportano di seguito le prescrizioni di dettaglio:

- a) Le alimentazioni a 400 V trifase e 230 V monofase/bifase dovranno essere ottenute, per ogni zona elettrica della Nave ed all'interno della stessa, a mezzo di trasformatori trifasi:
 1. XV/400V trifase, collegati a triangolo (primario)/stella (secondario) con centro stella vincolato alla massa dello scafo. La distribuzione a partire dal secondario sarà a quattro conduttori (3f + n);
 2. XV/230V trifase collegati a triangolo (primario)/stella (secondario) con centro stella vincolato alla massa dello scafo, dove per "X" deve intendersi la tensione trifase disponibile per alimentare il trasformatore. Per ogni classe di UU.NN. si dovrà scegliere quale delle due possibili soluzioni adottare;
- b) nel caso a)1. le uscite delle tre fasi e del neutro dal secondario dei trasformatori dovranno attestarsi a quadri di distribuzione da cui potranno essere derivati direttamente gli utenti forza trifasi a 400V, gli utenti monofase a 230V (fase + neutro) e le alimentazioni trifasi (eventualmente + neutro) per i sottoquadri forza in cascata. Gli utenti forza trifase e gli utenti monofase saranno alimentati tramite linee protette da interruttori automatici magnetotermici e differenziali;

- c) nel caso a)2. le uscite delle tre fasi dal secondario dei trasformatori dovranno attestarsi a quadri di distribuzione da cui potranno essere derivati direttamente gli utenti bifase a 230V ovvero le alimentazioni trifasi per i sottoquadri in cascata. Gli utenti saranno alimentati tramite linee protette da interruttori automatici magnetotermici e differenziali;
- d) sia nel caso a)1 che nel caso a)2, l'uscita del trasformatore (3f + N ovvero 3f) dovrà attestarsi ad un centralino tramite un interruttore automatico magnetotermico (tetrapolare o tripolare) con taratura idonea a proteggere il trasformatore da sovraccarico in tutte le possibili condizioni di funzionamento. Dovrà essere inoltre previsto un elemento differenziale di sensibilità idonea a realizzare la selettività coi dispositivi differenziali posti a protezione dei singoli utenti di cui al punto f);
- e) la sensibilità dei dispositivi differenziali posti sulle linee dirette agli utenti finali dovrà essere, in tutti i casi in cui sarà tecnicamente possibile, massimo di 30 mA;
- f) gli utenti monofasi/bifase saranno derivati dai centralini luce/piccola forza in modo da bilanciare i carichi sui secondari dei trasformatori;
- g) le utenze possono essere derivate tramite prese o essere alimentate direttamente in morsettiera, a seconda dei casi;
- h) le utenze a 230V monofase/bifase ubicate all'interno di un locale, incluse le prese, debbono essere sempre prelevate dalla stessa fase o, nel caso bifase, dalla stessa coppia di fasi;
- i) quando all'interno di un locale debbano essere installate utenze a 230V alimentate da fasi/coppie di fasi differenti, queste debbono essere poste ad una distanza superiore ai due metri;
- j) le prese di corrente a 230V e le eventuali prese a 400V debbono essere di tipo commerciale unificato e di forma e tipologia differente da quelle impiegate per gli utenti monofasi e trifasi alimentati a tensioni diverse (tipicamente 115 V, 60 Hz e 440 V, 60 Hz) e con grado di protezione adeguato al luogo in cui vengono installate, fatti salvi i valori minimi prescritti dalle norme RINAMIL;
- k) in generale i materiali ed i componenti impiegati per la realizzazione dei sistemi in parola, esclusi i cavi elettrici per i quali valgono le prescrizioni dettate nel para 3.8, saranno di tipo commerciale e non dovranno rispondere ad alcuna norma antiurto. Dovranno però obbligatoriamente rispondere alle norme CEI/RINA applicabili ed essere contrassegnati coi marchi CE ed IMQ. Ove richiesto, dovranno essere omologati RINA. I materiali, per quanto tecnicamente perseguibile, dovranno essere del tipo non propagante la fiamma ed a bassa emissione di fumi tossici.

4.2.1 Alimentazione delle prese nei locali AM ed ausiliari.

Nei locali AM e nei locali ausiliari a diretto contatto con le sentine dovranno essere installate prese a spina a 24Vac e 48Vac monofase/bifase per l'alimentazione di attrezzi portatili, alimentate da trasformatori di sicurezza dedicati. La presenza delle predette prese è indispensabile per garantire la sicurezza nel corso di attività lavorative condotte con l'ausilio di attrezzi elettrici in ambienti umidi, ristretti ed elettroconduttivi quali possono essere le sentine.

Per quanto sopra, in linea di massima è vietata l'installazione di prese a tensione superiore a 50V (sia ac che dc) nei predetti locali.

Le prese a 24 e 48 Vac devono avere conformazione diversa rispetto a quelle a tensione superiore.

4.3 Suddivisione delle utenze per zone e/o servizi

A seconda della funzione svolta dagli utenti elettrici ai fini della sicurezza della nave e della capacità di svolgere la propria missione, vengono classificati in essenziali (vitali) e non essenziali (o non vitali o normali), come specificato in 2.2.30.¹

Tutti gli utenti possono essere poi suddivisi:

- per zone elettriche;
- per servizio.

Di norma, deve essere sempre adottata la suddivisione per zone elettriche, a meno che non sia espressamente prescritto diversamente.

Per **zona elettrica** si intende una porzione fisica di nave all'interno della quale la totalità delle utenze elettriche, a qualunque servizio appartengano, devono trarre alimentazione da uno o più quadri/sottoquadri ben definiti. I predetti quadri/sottoquadri alimentano inoltre unicamente le utenze della relativa zona elettrica e non altre.

La suddivisione delle utenze in zone viene attuata per soddisfare esigenze prevalentemente legate alla condotta delle operazioni del Servizio di Sicurezza (antincendio/antifalla e controllo danni), in relazione alla sicurezza del personale impegnato in tali operazioni. Per questo motivo, la suddivisione in zone elettriche deve essere coerente con la suddivisione in zone di sicurezza dell'unità, nel senso che ogni zona di sicurezza deve essere composta da una o più zone elettriche. Questo significa che:

- non è ammesso che una zona elettrica inglobi più zone di sicurezza;
- qualora una zona di sicurezza sia composta da più zone elettriche, la "somma" delle zone elettriche deve coincidere con la zona di sicurezza.

Significa inoltre che la dimensione e conformazione delle zone dipende prioritariamente dalle esigenze del servizio di sicurezza e di vulnerabilità. Infatti, normalmente, all'interno di ciascuna zona elettrica la distribuzione è del tipo radiale semplice, quindi la linea di alimentazione che dai sottoquadri di zona raggiunge gli utenti è singola. Considerazioni di vulnerabilità andranno fatte in relazione a questo aspetto per definire le dimensioni delle zone, la collocazione dei quadri all'interno delle stesse ed eventuali esigenze di ridondanza di alimentazione.

All'interno di ogni singola zona, inoltre, la distribuzione può essere strutturata in diversi modi, ad esempio per "servizi" (ulteriori sottoquadri che alimentano apparati simili o facenti capo alla stessa funzione, come ad esempio la luce, le prese, ecc...) o per sottozona (ogni ulteriore sottoquadro alimenta un volume fisico contenuto in una zona, al limite un singolo locale) oppure mista. La tipologia di strutturazione deve essere contenuta nelle specifiche tecniche relative ai singoli impianti.

In un impianto elettrico strutturato per zone sono ammesse deroghe solo in casi eccezionali e motivati, i quali devono trovare adeguato riscontro nella documentazione tecnica consegnata al personale di bordo. A puro titolo di esempio, si citano casi di possibili deroghe (le quali dovranno comunque essere autorizzate da NAVARM):

¹ E' possibile anche operare una ulteriore suddivisione, distinguendo tra utenze vitali ed essenziali, come specificato al para 2.2.30. Tuttavia quest'ultima classificazione è da considerarsi unicamente per casi specifici e non viene trattata nella presente norma.

- macchine del timone;
- pompe grande esaurimento;
- sistemi di comunicazione interna;
- componenti del Sistema di Combattimento;
- sistemi di comando e controllo.

Qualora l'alimentazione venga portata ad un apparato complesso o ad un impianto, bisogna essere certi che tutte le unità periferiche del predetto apparato/impianto che ricevono alimentazione elettrica tramite il sistema di alimentazione interno dell'apparato/impianto stesso, si trovino all'interno della medesima zona elettrica². Qualora ciò non sia possibile, si rientra nella casistica delle deroghe di cui al precedente capoverso.

La suddivisione per servizi, sia essa riferita alla totalità dell'impianto (ossia negli eccezionali casi in cui l'impianto è suddiviso esclusivamente per servizi) o ad una zona/sottozona elettrica viene attuata allo scopo di favorire le attività degli operatori e dei manutentori delle apparecchiature/impianti asserviti. Relativamente a questa suddivisione, non è possibile impartire disposizioni a priori: essa è lasciata alla responsabilità dell'estensore del progetto esecutivo. Schematicamente essa può essere articolata come segue:

- utenti forza;
- utenti piccola forza;
- utenti luce;
- utenti speciali;
- utenti del Sistema di Combattimento.

4.3.1 Utenti forza

Si definiscono utenze forza tutte quelle trifase. Appartengono pertanto a questa categoria tutte le utenze del sistema primario e le utenze trifase del/dei sistemi secondari. Appartengono a questa categoria anche i trasformatori trifase connessi sia al sistema primario che a quello secondario.

Le utenze forza sono tuttavia costituite principalmente dai motori elettrici che muovono le macchine operatrici (pompe, compressori, ventilatori, argani, tonneggi, gru, ecc..) ed, in misura minore, da resistenze elettriche di riscaldamento.

Ovunque tecnicamente fattibile, le utenze trifase devono essere preferite a quelle monofase, anche per piccole potenze.

4.3.1.1 *Motori elettrici e relative apparecchiature*

I motori elettrici dovranno di massima essere di tipo asincrono trifase con rotore in cortocircuito.

I motori dovranno come minimo rispondere alla norma IEC 72 - Dimensioni e potenze nominali per le macchine elettriche rotanti – nella versione più aggiornata.

² La ragione della presente norma discende dall'esperienza: sovente si è verificato che, nel caso di apparati/impianti complessi ed estesi, si sia dato per scontato che tutte le unità, comprese quelle alimentate tramite il sistema interno di alimentazione, fossero fisicamente collocate all'interno della zona elettrica dove era situato il punto di consegna dell'energia all'apparato/sistema. In realtà non esiste alcuna garanzia che le cose stiano effettivamente così in assenza di esplicite prescrizioni.

I motori saranno isolati in classe F e dimensionati per funzionare in servizio continuo nelle condizioni ambientali prescritte dal RINAMIL, con le precisazioni stabilite in 2.3.8 relativamente alla temperatura, e con sovratemperatura ammissibile per gli avvolgimenti di 80 gradi centigradi, misurata con il metodo per variazione di resistenza. In tal modo non verrà superato il limite di temperatura massima di esercizio previsto per gli isolanti in classe B (130°C), allo scopo di ottenere una maggiore affidabilità e durata dei motori stessi.

Qualora ritenuto necessario/opportuno, saranno adottati motori con caratteristiche tecniche rispondenti alla norma NAV-13-A066, nella versione più aggiornata.

Le taglie dei motori elettrici saranno per quanto possibile accorpate, onde ridurre il numero.

La tipologia di montaggio dei motori sarà idonea all'applicazione sul macchinario utilizzatore.

I cuscinetti saranno di tipo a sfere, precaricati.

I motori elettrici sistemati entro le sovrastrutture, nei locali A.M. e nei locali ausiliari saranno di tipo chiuso, con ventilazione esterna a mantello. Per i gradi di protezione degli involucri vale quanto riportato in 2.4.2.

Ove necessario, i motori elettrici saranno muniti di scaldiglie anticondensa.

I motori elettrici saranno per quanto possibile di un unico costruttore.

4.3.1.2 *Avviatori*

In generale, saranno previsti avviatori soltanto per motori di potenza uguale o superiore a 0.5 kW.

I gradi di protezione minimi degli involucri sono quelli prescritti in 2.4.2.

Deve essere evitata, per quanto possibile, la sistemazione all'esterno.

Ogni apparecchiatura sarà munita di interblocco sulla portella in modo che quest'ultima non possa essere aperta sotto tensione.

Gli avviatori saranno muniti di relè termico per la protezione di sovraccarico dell'utente e di dispositivo di apertura per mancanza di fase; i circuiti ausiliari saranno a 230 V c.a.

Nel caso di avviatori elettronici le funzioni di protezione potranno essere realizzate dal microcontrollore di gestione dell'avviatore.

Nel caso di comando di motori a mezzo pulsantiere portatili, i circuiti ausiliari interessanti la pulsantiera saranno a tensione uguale o inferiore a 48 V.

Qualora richiesto dalle specifiche contrattuali, gli avviatori saranno predisposti per il telecomando e la telesegnalazione remota.

Per quanto possibile gli avviatori saranno di un unico costruttore.

In generale ogni avviatore sarà dotato di:

sezionatore di linea;

contattore;

relè di sovraccarico;

dispositivo di apertura contattore per mancanza fase;
 pulsanti marcia/arresto;
 indicatori di segnalazione in moto/fermo;
 amperometro (per potenze superiori a 10 kW);
 commutatore comando locale/remoto (ove richiesto);
 commutatore manuale/automatico (ove richiesto).

Per motivi inerenti la sicurezza e la manutenibilità degli impianti non è previsto l'utilizzo di quadri avviatori centralizzati (Motor Control Centers).

4.3.2 Utenti piccola forza

Gli utenti piccola forza sono tutti quelli monofase, alimentati normalmente alla tensione di 230 V o inferiore.

La potenza degli utenti piccola forza non deve superare i 5kVA, a meno di casi specifici per i quali la presente prescrizione non possa essere applicata per motivi tecnici.

Il ricorso ad utenze monofase deve essere limitato ai casi di effettiva necessità.

4.3.3 Utenti luce

Gli utenti luce comprendono tutti gli impianti luce per l'illuminazione di bordo, i fanali e i segnali ottici, gli impianti di proiettori, gli impianti di segnalazione ottica dei ponti di volo. Si veda, in particolare, quanto prescritto al Capitolo 5.

4.3.4 Utenti speciali

Gli utenti speciali comprendono:
 gli impianti di natura prevalentemente elettronica;
 l'impianto di Smagnetizzazione;
 il SIASP;
 le utenze del Servizio medico-sanitario.

4.3.4.1 *Impianti elettrici per il servizio medico sanitario*

Gli impianti elettrici riguardanti l'area sanitaria debbono essere realizzati conformemente alle normative CEI 64-8/7 Variante 2 Fascicolo 5903 nella versione più aggiornata.

Qualora non diversamente indicato nelle specifiche tecniche contrattuali, ai fini dell'applicazione delle norme CEI 64-8/7 V2, i locali riguardanti l'area sanitaria vengono così classificati:

Gruppo 1:

ambulatori;
 sale di degenza;
 sala terapia ustioni;
 sala TAC;
 sala RX;

gabinetto odontoiatrico.

Gruppo 2:

sale operatorie;

sala terapia intensiva;

sala rianimazione.

Le utenze del Gruppo 2, ad eccezione delle utenze di potenza superiore a 5kVA e delle apparecchiature radiologiche, saranno alimentate da un sistema IT-M (IT medicale), realizzato con trasformatori di isolamento a uso medicale.

Saranno previsti uno o più gruppi di continuità (UPS), installati a monte dei trasformatori di isolamento utilizzati nel sistema IT-M per l'alimentazione, in caso di abbassamento della tensione dei locali del gruppo 2 e relative utenze.

L'UPS alimenterà inoltre le lampade scialitiche presenti negli ambulatori e le prese elettriche delle barre di servizio presenti nelle sale degenza. Alimenterà inoltre anche il compressore gas/generatore, se presente.

L'UPS avrà caratteristiche le costruttive descritte in 3.2.3.

L'UPS alimenterà tramite trasformatori di isolamento le utenze nei locali appartenenti al Gruppo 2 e direttamente le altre utenze previste.

L'autonomia del/degli UPS sarà almeno di 60 minuti alla potenza nominale.

Le utenze del gruppo 1 saranno alimentate da trasformatori trifase triangolo/stella dedicati. I centri stella dei secondari dei trasformatori saranno collegati a scafo (sistema TT). Le utenze saranno alimentate da linee dotate di interruttore differenziale.

L'illuminazione dell'area sanitaria includerà anche la luce notturna.

4.4 Quadri e sottoquadri

4.4.1 Quadri Elettrici Principali (QEP)

I cubicoli avranno chiusure laterali e superiori, portelle frontali e posteriori; queste ultime di tipo asportabile; la parte inferiore sarà protetta.

Qualora necessario per esigenze installative, i Quadri Elettrici Principali potranno essere di tipo accessibile solo dal fronte quadro, per installazione a paratia.

Il grado di protezione è quello previsto al para 2.4.2.. In generale, la ventilazione sarà di tipo naturale tramite adeguate feritoie munite di griglie antitopo.

Il basamento sarà di robusto profilato, la struttura portante dei cubicoli sarà in lamiera di acciaio ribordata e saldata. Le portelle e le strutture portanti in lamiera avranno spessore minimo di 2 mm; in generale la costruzione sarà adeguata alle condizioni di impiego a bordo ed adeguatamente trattata e protetta contro la corrosione.

Saranno previsti diaframmi divisorii in lamiera per la separazione delle celle sia in senso verticale che orizzontale.

Ciascun QEP sarà provvisto di sistema di sbarre adeguatamente dimensionato per il carico continuativo più oneroso e opportunamente ancorato per resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche generate da corto circuito nelle condizioni di parallelo col numero massimo di generatori previsti simultaneamente in azione.

La parte frontale ed il retro dei quadri saranno provvisti di corrimano.

I cavi di collegamento entreranno dal basso o dalla parte superiore tramite passaggi stagni multipli.

I quadri saranno dotati di illuminazione interna costituita da almeno 2 fanali stagni con lampada da 40 W.

In prossimità di ciascun quadro sarà sistemato uno schema fotoinciso con l'indicazione dei circuiti principali.

Qualora su un QEP insista più di un generatore, dovrà essere previsto un sistema di sbarre indipendente per ogni generatore, connesse tramite sezionatore predisposto per l'esecuzione del parallelo tra le sbarre.

Ogni generatore sarà dotato di due regolatori di tensione, uno di rispetto all'altro, oppure di un singolo regolatore ridondato.

Gli strumenti montati a fronte quadro saranno del tipo ad incasso, di massima con quadrante 96x96 mm.

La classe degli strumenti sarà dell'1,5 % del valore di fondo scala, se analogici dotati di segno rosso in corrispondenza del valore nominale.

Sui QEP in bassa tensione saranno montati esclusivamente interruttori automatici di tipo aperto e interruttori automatici di tipo scatolato.

Tutti gli interruttori installati sui QEP saranno in esecuzione estraibile.

Tutti gli interruttori avranno un potere di interruzione commisurato alle correnti di corto circuito che possono verificarsi nel caso peggiore (massimo numero di generatori in parallelo).

Tutti gli interruttori saranno dotati di sganciatori elettronici a microprocessore

interfacciato col SIASP/SACIE, tramite il quale dovrà essere possibile:

inviare ordini di apertura/chiusura;

rilevare lo stato dell'interruttore (aperto/chiuso/estratto);

rilevare tutte le grandezze disponibili sul microprocessore;

ove tecnicamente possibile, verificare la taratura delle soglie di protezione e, in caso di intervento delle sicurezze, rilevare la causa che ha determinato l'intervento.

Quando dallo studio delle protezioni elettriche dovesse emergere la necessità/opportunità di adottare un sistema di tarature variabile in funzione della configurazione/assetto dell'impianto elettrico, gli interruttori dovranno essere dotati di sganciatori in grado di supportare questa funzionalità

Gli interruttori di macchina, i sezionatori sbarre e gli interruttori di interconnessione con gli altri QEP saranno dotati, sul quadro, di comando elettrico, oltre a quello manuale. Gli interruttori sulle linee dirette agli utenti saranno, di massima dotati del solo comando manuale. Comandi elettrici saranno previsti in caso di necessità.

Gli interruttori di macchina saranno almeno dotati di protezioni di massima corrente, con ritardo a tempo lungo, breve ed istantaneo, di ritorno di energia e di minima tensione, oltre alle altre eventualmente previste dal RINA e dalle norme CEI.

All'apertura dell'interruttore di macchina verranno automaticamente inserite le scaldiglie del generatore protetto.

Gli interruttori di macchina saranno interbloccati elettricamente con quelli delle prese da terra. L'interblocco sarà escludibile quando la generazione elettrica è gestita dal SIASP per consentire il trasferimento automatico dell'alimentazione da terra a bordo e viceversa senza interruzione dell'energia elettrica.

Le linee in partenza dai quadri per l'alimentazione delle utenze saranno protette con interruttori corredati come minimo di protezioni di corto circuito e di sovraccarico, oltre alle altre eventualmente previste dal RINA e dalle norme CEI.

Su ciascun QEP saranno sistemati come minimo due interruttori disponibili per ogni sistema di sbarre.

I quadri principali comprenderanno di massima:

un pannello per ciascun generatore;

un pannello per ciascun sezionatore sbarre;

un pannello per ciascun collegamento con gli altri QEP;

un pannello per il parallelo;

un gruppo di pannelli per le utenze.

Sui vari pannelli saranno montati di massima i seguenti apparecchi:

Pannello generatore

interruttore automatico tripolare;

pulsanti luminosi per il comando elettrico di apertura e chiusura dell'interruttore del generatore;

amperometro con commutatore;

voltmetro con commutatore;

wattmetro;
 amperometro per l'eccitazione (solo per i DD/GG);
 cosfmetro;
 frequenzimetro;
 segnalazione scaldiglie inserite;
 interruttore scaldiglie;
 reostato calibratore motorizzato;
 commutatore regolatore di tensione n°1 e n°2.

Pannello sezionatore sbarre

Sezionatore tripolare;
 pulsanti luminosi per il comando elettrico di apertura e chiusura dell'interruttore di collegamento con il quadro di anello.

Pannello per il collegamento con gli altri QEP

interruttore automatico tripolare;
 pulsanti luminosi per il comando elettrico di apertura e chiusura dell'interruttore di collegamento con il quadro di anello.

Pannello per il parallelo

doppio voltmetro;
 doppio frequenzimetro a indice;
 sincronoscopio a indice con lampade;
 n. 2 voltmetri;
 n. 1 zerovoltmetro;
 n. 1 frequenzimetro differenziale;
 n. 2 lampade di sincronismo;
 commutatore per le operazioni di parallelo;
 comando variagiri generatore.

Pannello servizi vari

uno o più selettori per passaggio comandi locale/automazione;
 pannello allarmi per sovraccarico generatore, intervento protezioni generatore, intervento ritorno di energia;
 selettore illuminazione gronda.

Pannelli per le utenze

interruttori automatici tripolari per il collegamento di tutti i circuiti richiesti;
 L'entrata dei cavi nei QEP potrà essere realizzata con passaggi stagni singoli ovvero multipli, anche di tipo modulare, purché sia consentito lo sfilamento e sostituzione di ogni singolo cavo ed il ripristino del sistema di imboccolamento senza la necessità di disconnettere anche gli altri cavi.

4.4.2 Sottoquadri e quadri di distribuzione

In generale i sottoquadri/quadri di distribuzione devono essere installati per alimentare gruppi di carichi ubicati molto vicini fra loro e devono essere sistemati in posizione centrale rispetto agli utenti alimentati.

Il grado di protezione è quello previsto in 2.4.2.. In generale, la ventilazione sarà di tipo naturale tramite adeguate feritoie eventualmente munite di griglie antitopo.

Le strutture portanti in lamiera e le portelle saranno in lamiera di acciaio ribordata e saldata, dallo spessore minimo di 2 mm; in generale la costruzione sarà adeguata alle condizioni di impiego a bordo ed adeguatamente trattata e protetta contro la corrosione. Ove necessario, saranno previste strutture portanti e basamenti di robusto profilato.

I sottoquadri ed i quadri di distribuzione, in relazione alla taglia ed alla tipologia degli interruttori installati, saranno suddivisi in più sezioni e cubicoli (ad esempio, sezioni dedicate agli interruttori d'interconnessione con i QEP o altri sottoquadri e sezioni destinate alle linee verso gli utenti).

A seconda della tipologia del sottoquadro e della sua collocazione a bordo, gli interruttori potranno essere immediatamente accessibili a fronte quadro o protetti da portelle incernierate. La prima soluzione è consentita unicamente per quadri installati in locali dedicati, ai quali l'accesso sia consentito esclusivamente a personale tecnico. In tutti gli altri casi, e in particolar modo per i quadri installati nelle aree comuni (es. corridoi), dovrà essere prevista la portella a protezione degli interruttori, dotata di idoneo sistema di chiusura; le parti attive dovranno essere protette da schermo in maniera tale da impedirne il contatto a portella aperta.

In ingresso a ciascun sottoquadro/quadro dovrà essere installato un interruttore generale. L'interruttore generale può essere omesso qualora il sottoquadro/quadro sia associato ad un commutatore tra più linee di alimentazione in grado di poterle escludere tutte simultaneamente ed il commutatore stesso sia installato nelle immediate vicinanze del sottoquadro/quadro.

Altre cause di deroga dalla precedente prescrizione possono essere previste in presenza di situazioni particolari, da valutare caso per caso, dietro approvazione di NAVARM.

Ciascun sottoquadro/quadro dovrà essere provvisto di sistemi di sbarre adeguatamente dimensionati per il carico continuativo più oneroso e opportunamente ancorati per resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche dovute al corto circuito nelle peggiori condizioni previste.

Ciascun sottoquadro/quadro sarà dotato di voltmetro con selettore per la misura della tensione delle sbarre ed, eventualmente, di commutatore per il trasferimento comandi degli interruttori al SIASP.

La necessità di dotare il sottoquadro di interruttori telecomandabili a distanza dal SIASP deve essere esplicitata nelle specifiche tecniche relative alle singole UU.NN. caso per caso, in relazione all'importanza degli apparati alimentati ed al requisito operativo.

Il valore della tensione presente sulle sbarre di ciascun sottoquadro/quadro dovrà essere trasmessa al SIASP.

Su ciascun sottoquadro/quadro saranno sistemati un congruo numero di interruttori disponibili, comunque mai meno di due.

I sottoquadri/quadri sistemati in locali rivestiti saranno incassati nell'intercapedine e dotati di cornice di finitura; la parte frontale sarà allo stesso livello dei pannelli di rivestimento.

L'entrata dei cavi nei quadri/sottoquadri elettrici potrà essere realizzata con passaggi stagni multipli, anche di tipo modulare, purchè sia consentito lo sfilamento e sostituzione di ogni singolo cavo ed il ripristino del sistema di imboccolamento senza la necessità di disconnettere anche gli altri. Pertanto, in nessun caso potranno essere impiegati sistemi di imboccolamento che prevedano l'ingresso di tutti i cavi in un unico fascio e la realizzazione della tenuta tramite un singolo manicotto termorestringente, o similari.

4.4.3 Interruttori in B.T.

Tutti gli interruttori aperti, installati in qualsivoglia quadro, dovranno essere in esecuzione estraibile.

Gli interruttori scatolati installati nei QEP dovranno essere in esecuzione estraibile. Parimenti, dovranno essere in esecuzione estraibile tutti gli interruttori scatolati installati in qualsivoglia sottoquadro/quadro di taglia superiore a 400 Ampere.

Tutti i rimanenti interruttori scatolati, in qualsivoglia sottoquadro/quadro, dovranno essere in esecuzione rimovibile; il sottoquadro/quadro di distribuzione deve essere realizzato in maniera tale da consentire la rimozione di un interruttore mantenendo in tensione il sottoquadro stesso. Non è mai consentito l'impiego di interruttori scatolati in esecuzione fissa in quanto ciò creerebbe problemi per l'esecuzione delle manutenzioni.

Gli interruttori dotati di sganciatori a microprocessore dovranno rendere disponibili tutti i dati elaborati, per i quali il costruttore degli interruttori prevede la possibilità di trasferimento degli stessi all'esterno, al SIASP.

4.4.4 Quadro Presa da Terra - Collegamento a terra.

Devono essere sistemati appositi quadri, dimensionati in base al bilancio elettrico della Nave in assetto di porto, per consentire l'alimentazione da terra dell'impianto di bordo.

Se non diversamente specificato, ciascun quadro P.T. dovrà avere:

un interruttore automatico tripolare per il sezionamento della linea da terra;

due interruttori/sezionatori tripolari privi di dispositivi automatici di sgancio, opportunamente interbloccati e adatti a realizzare lo scambio fasi della linea proveniente da terra;

un voltmetro;

un frequenzimetro;

un indicatore sequenza fasi;

un gruppo sbarre e terminali per il collegamento dei cavi da terra;

un sistema di rilievo della temperatura dei terminali di collegamento dei cavi da terra, con possibilità di lettura dei dati in locale e, ove richiesto, in grado di trasmettere il dato anche al SIASP;

un sistema, corredato di morsettiera, per il collegamento a terra dello scafo della nave;

un commutatore per il passaggio comandi degli interruttori al Sistema Integrato di Automazione della Piattaforma;

per le prese da terra in alta tensione, un sistema di protezione dalle sovratensioni.

Tutti gli interruttori dovranno essere dotati di comando elettrico e manuale di riserva.

All'interno del QPT o in sua prossimità, dovrà essere prevista una morsettiera, eventualmente protetta da idoneo involucro, per il collegamento a terra dello scafo della nave.

Ogniquale volta tecnicamente realizzabile e compatibile con le sistemazioni di bordo, dovranno essere previste a bordo sistemazioni per il corretto stivaggio e l'agevole posa in opera dei:

cavi flessibili per il collegamento a terra ai fini del prelievo dell'energia elettrica;

cavi flessibili per il collegamento a terra dello scafo della nave.

L'impianto elettrico deve essere realizzato in maniera tale da consentire l'erogazione di energia in uscita tramite il quadro presa da terra. Questa possibilità non deve essere considerata normale, ma da adottarsi solo in caso di effettiva necessità. Pertanto le tarature dei dispositivi di sicurezza, gli stessi dispositivi di sicurezza e le *routine* dell'impianto di automazione (SACIE) devono essere concepiti in maniera da garantire una doppia possibilità di funzionamento, da adottare dietro esplicito comando dell'operatore in maniera semplice (idealmente tramite un singolo comando sul SACIE): una "normale", che impedisca l'erogazione di energia in uscita ed una modalità "erogazione energia in uscita" che lo consenta.

L'impianto elettrico ed il SACIE devono consentire l'esecuzione in automatico, su comando dell'operatore, del passaggio di carico terra/bordo e bordo/terra, prevedendo il parallelo con terra, quindi senza soluzione di continuità nell'erogazione dell'energia agli utenti di bordo.

L'entrata dei cavi nei QPT potrà essere realizzata con passaggi stagni singoli ovvero multipli, anche di tipo modulare, purché sia consentito lo sfilamento e sostituzione di ogni singolo cavo ed il ripristino del sistema di imboccolamento senza la necessità di disconnettere anche gli altri cavi.

4.5 Cavi elettrici

4.5.1. Generalità

I cavi installati a bordo delle UU.NN. della M.M. dovranno assicurare i seguenti requisiti:

- durata di impiego, nelle condizioni di temperatura, umidità e tormento meccanico relative al servizio prestato, pari a tutto l'arco di vita previsto per la nave;
- minimo peso in relazione al servizio cui sono destinati;
- ubicazione adeguata per ridurre al minimo la possibilità di danni in combattimento;
- ubicazione adeguata per evitare interferenze fisiche ed elettriche con altri cavi o altre apparecchiature;
- ubicazione adeguata per ottenere la massima dispersione del calore interno generato.

4.5.2 Scelta dei cavi

I cavi elettrici di potenza da installare a bordo delle Navi da combattimento dovranno rispondere ai requisiti espressi dalla norma NAV-13-A075 "Capitolato tecnico MM per cavi isolati con materiali sintetici per uso di bordo", nella versione più recente.

I cavi per interconnessioni elettriche ed elettroniche dovranno rispondere ai requisiti espressi dalla norma NAV-80-6145-0002-40-00B000, nella versione più recente.

In alternativa, le singole specifiche tecniche contrattuali potranno prevedere l'impiego di cavi omologati dal RINa per lo specifico impiego, privi di sostanze alogene e rispondenti almeno alle seguenti norme, nella loro versione più recente:

- IEC 92 - 353 *Design Guidelines*
- IEC 92 - 350 *Design Guidelines*
- IEC 92 - 351 *Materials*
- IEC 92 - 359 *Materials*
- IEC 332 - 3/A *Flame retardance*
- IEC 332 - 1 *Flame retardance*
- IEC 1034 - 1 *Low smoke emission*
- IEC 1034 - 2 *Low smoke emission*
- IEC 754 -1 *Halogen free properties*

I cavi installati nei locali AM ed ausiliari saranno del tipo resistente agli olii.

Per i circuiti di comando degli impianti di estinzione incendio e per i circuiti di alimentazione delle pompe grande esaurimento saranno utilizzati cavi di tipo resistente al fuoco.

Saranno utilizzati cavi schermati ove necessario per ottenere la compatibilità elettromagnetica.

Ovunque esista il rischio che il cavo venga sottoposto a sollecitazioni meccaniche esterne, dovrà essere di tipo armato, a meno che non vengano posti in opera idonei dispositivi atti a proteggerlo.

Tutti i cavi sistemati esternamente alle sovrastrutture saranno provvisti di armatura in rame.

I cavi di collegamento all'interno delle apparecchiature saranno in accordo con lo standard del fornitore come tipo, dimensioni, isolante, ma saranno di tipo non propagante la fiamma ed a bassa emissione di fumi e gas tossici.

I cavi per apparecchi portatili, quali lampade portatili, lampade da tavolo e similari, saranno di tipo flessibile, isolati con materiale "flame retard" e "zero halogen".

4.5.3 Installazione dei cavi

I cavi esposti a danni meccanici saranno protetti con lamiere, tubi o guaine metalliche flessibili.

I cavi installati sugli alberi saranno fissati su staffe in acciaio e, se necessario, saranno protetti in tubo fino a circa 2 metri di altezza dal ponte.

I cavi passanti attraverso ponti e/o paratie stagne e/o tagliafuoco saranno provvisti di passaggi multipli, di tipo modulare, approvati dal RINA; parimenti, quelli passanti attraverso ponti o paratie esposte saranno provvisti di passaggi stagni approvati dal RINA. Tutti gli altri cavi singoli o in fascio passanti attraverso ponti o paratie, saranno provvisti di passaggi con tenuta al fumo.

I fori per il passaggio dei cavi nei bagli, nelle anguille e nelle strutture in genere, saranno provvisti di boccole in piombo o di collari, quando gli spessori delle strutture forate sono inferiori a 6 mm.

In generale i cavi negli alloggi rivestiti saranno sistemati all'interno delle intercapedini, mentre le discese avverranno, per quanto possibile, lungo le fughe dei pannelli o nelle casse delle porte oppure, dove necessario, entro apposite canalette.

L'entrata dei cavi nei macchinari e apparecchiature sarà realizzata con bocchettoni metallici.

L'entrata dei cavi nei generatori e nei quadri/sottoquadri elettrici potrà essere realizzata con passaggi stagni multipli, anche di tipo modulare, purché sia consentito lo sfilamento e sostituzione di ogni singolo cavo ed il ripristino del sistema di imboccolamento senza la necessità di disconnettere anche gli altri. Pertanto, in nessun caso potranno essere impiegati sistemi di imboccolamento che prevedano l'ingresso di tutti i cavi in un unico fascio e la realizzazione della tenuta tramite un singolo manicotto termorestringente, o similari.

4.5.4 Dimensionamento dei circuiti

La scelta della sezione di un cavo dovrà essere effettuata, in prima approssimazione, sulla base della massima corrente di carico dell'utente alimentato. La portata sarà la minore tra quella indicata dal Costruttore e quelle previste dal RINAMIL, previa applicazione, se necessario, dei coefficienti di riduzione previsti per la temperatura ambiente e per più cavi in parallelo e in fascio. Per i coefficienti di riduzione, si dovrà applicare sempre la riduzione maggiore tra quella prescritta dal costruttore del cavo e quella prevista dalle norme CEI e RINA.

Sarà quindi fatta la verifica della caduta di tensione, che dovrà rimanere entro il 3% (con riferimento al valore efficace) per i circuiti della distribuzione primaria (calcolata a partire dalle sbarre del quadro di distribuzione primaria) e della distribuzione secondaria (calcolata a partire dalle sbarre del quadro di zona).

Sarà poi verificata la tenuta del cavo alla corrente di cortocircuito presunta all'estremità a monte in caso di guasto. A tale scopo si utilizzeranno le curve dell'energia specifica passante fornite dal Costruttore del dispositivo di protezione.

Per le linee in bassa tensione la sezione minima dei cablaggi, salvo maggiori esigenze legate all'entità del carico, alla caduta di tensione o alla tenuta al corto circuito, sarà di 6 millimetri quadrati; per i circuiti piccola forza la sezione minima sarà 2,5 millimetri quadrati.

Le sezioni minime dei cablaggi per i circuiti luce, salvo maggiori esigenze in termini di carico, caduta di tensione e tenuta al cortocircuito, saranno le seguenti:

2,5 millimetri quadrati, per la tratta dai centralini alle scatole di derivazione o ai circuiti luce di un gruppo di lampade "cucite";

1,5 millimetri quadrati dalle scatole di derivazione ai punti luce.

I cavi di collegamento dei DD/GG, se questi ultimi sono boxati, saranno dimensionati in accordo a quanto sopra prescritto, per la massima temperatura prevista nel box anche per periodi di tempo limitati (ad esempio, assetto NBC) e, comunque, per una temperatura almeno uguale a quella prescritta in 2.3.8.. La sezione così calcolata sarà maggiorata del 10%.

Le linee in partenza da convertitori o trasformatori saranno dimensionate per la potenza nominale del convertitore o trasformatore.

Le linee che alimentano i quadri di distribuzione principali e secondari, sottoquadri o centralini saranno dimensionate sulla base del carico connesso, tenuto conto dei coefficienti di contemporaneità, e maggiorato del 20 % quale margine di crescita.

Le linee che alimentano utenze finali saranno dimensionate sulla base della massima corrente assorbita dal carico.

4.5.5 Targhettatura dei cavi elettrici

I cavi installati a bordo debbono essere chiaramente identificati in accordo a quanto prescritto dalla norma NAV 50-6145-0003-14-00B000 (ex NAV 13A083), nella versione più aggiornata.

4.6 Alimentazione elettrica per la timoneria

L'impianto timone deve essere completamente ridondato, pertanto debbono essere realizzate n°2 linee di alimentazione separate per ogni singola elettropompa (linea normale e linea di riserva).

Tali linee elettriche dovranno essere derivate da sottoquadri ubicati in zone elettriche distinte della Nave ed i relativi percorsi dei cavi dovranno essere separati. I predetti sottoquadri, a loro volta, dovranno poter trarre alimentazione da almeno due QEP/Quadri di emergenza diversi.

La linea elettrica normale dovrà essere attestata al quadro elettrico ubicato nella zona elettrica più vicina all'impianto timone.

4.7 Sistema rilievo isolamento

Fatto salvo quanto previsto dalle norme CEI e dal RINA, dovrà essere installato un sistema di rilievo isolamenti in grado di fornire le letture ed i relativi allarmi in maniera centralizzata. La soluzione da preferirsi è quella che prevede l'interfaccia col SACIE/SIASP.

Le potenzialità del sistema dovranno essere tali da poter consentire le letture centralizzate e l'individuazione delle linee in basso isolamento di tutti i sistemi IT presenti a bordo (sia primari che secondari). Deroghe a questa prescrizione possono essere concesse unicamente per i sistemi di distribuzione secondaria, in presenza di difficoltà tecniche o quando il loro numero e la relativa conformazione sia tale da far ritenere non costo/efficace dotarsi di un sistema rilievo isolamenti così capillare. In tali casi dovranno però essere fornite al personale di bordo idonei strumenti portatili per la ricerca guasti.

Il sistema rilievo isolamento dovrà funzionare in maniera automatica. Inoltre, qualora per l'individuazione dei guasti sia necessario operare riconfigurazioni della rete, queste dovranno essere gestite in maniera automatica, dietro richiesta dell'operatore, dal SACIE/SIASP.

Capitolo 5 - Impianto Luce e criteri d'illuminamento

5.1 Tipi di luce e loro impiego

I tipi di luce da impiegare a bordo delle Unità Navali della M.M. sono i seguenti:

Luce normale BIANCA;

Luce di tonalità ROSSO BRUNA. Coordinate tricromatiche entro l'area di coordinate:

X	0650	0668	0723	0735
Y	0334	0334	0260	0265

Luce di tonalità GIALLO BRUNA. Coordinate tricromatiche entro l'area di coordinate:

X	0556	0559	0560	0610	0620
Y	0426	0416	0440	0380	0380

Non è da escludersi l'impiego di luce di altri colori o di lampade con caratteristiche speciali per il soddisfacimento di particolari esigenze della M.M.

5.1.1 Impiego della luce BIANCA.

E' adottata per l'illuminazione generale della Nave e deve essere impiegata a bordo il più diffusamente possibile, compatibilmente con le prescrizioni di oscuramento e con la necessità di assicurare l'adattamento visivo dell'equipaggio al buio notturno.

L'illuminazione media nei vari locali deve avere, di massima, i valori riportati al successivo paragrafo 5.2 .

5.1.2 Impiego della luce ROSSO BRUNA:

Deve essere impiegata, in aggiunta alla luce bianca normale, usando globi o schermi colorati, nei locali con accessi diretti o indiretti verso l'esterno ed i quelli in cui staziona del personale il quale, espletando un servizio che lo obbliga a spostarsi all'aperto, occorre abbia un adattamento visivo all'oscurità.

Inoltre, deve essere impiegata luce rosso-bruna nei locali collettivi destinati al riposo dell'equipaggio.

Il valore di illuminamento deve essere compreso tra 4 e 10 lux.

5.1.3 Impiego della luce GIALLO BRUNA:

Deve essere impiegata per l'illuminazione limitata di tavoli da lavoro e tavoli tattici nei locali operativi della Nave dove, per motivi di oscuramento, non si può adottare la luce bianca.

Il valore di illuminamento deve essere di almeno 10 lux.

5.2 Criteri d'illuminamento

I valori sotto riportati si riferiscono ai normali sistemi d'illuminazione a luce bianca, il cui uso a bordo deve essere il più diffuso possibile. Dovrà infatti essere prevista un'adeguata illuminazione a luce bianca per tutti i locali di bordo.

Sono esclusi dalle presenti prescrizioni sistemi d'illuminazione particolari (ad esempio, l'illuminazione di emergenza costituita da dispositivi asportabili, i sistemi per l'illuminazione notturna, percorso pilota, ecc.) e per i ponti scoperti.

Nella tabella seguente, sono stati inseriti i valori minimi di illuminamento medio accettabili per tutti i locali interni. Pertanto, di massima, non dovranno essere ammesse nelle specifiche tecniche esecutive tolleranze in difetto agli stessi.

I criteri generali da adottare per conseguire un livello d'illuminamento ottimale e le definizioni sono quelli della pubblicazione NATO ANEP-25, nella sua versione più aggiornata.

Le prescrizioni contenute nella presente specifica hanno carattere generale. Qualora nei locali considerati sia prevista l'installazione di apparati che richiedono particolari condizioni d'illuminamento (ovvero le richiedano le peculiari attività ivi svolte - es. Plancia, COC, ADT), dovrà essere installato un sistema d'illuminazione aggiuntivo che consenta di realizzarle. Dovrà comunque sempre essere installato anche un sistema d'illuminazione di tipo tradizionale, conforme alle presenti norme almeno per quanto riguarda il livello d'illuminamento generale. Per l'illuminazione locale, la rispondenza andrà decisa di volta in volta sulla base delle specifiche esigenze.

Se un locale, in funzione delle sue dimensioni e/o uso prevede l'esistenza di un sistema di illuminazione generale frazionato in più sottosistemi azionabili separatamente, il valore d'illuminamento complessivo dovrà essere garantito con tutti questi sottosistemi attivi simultaneamente.

Qualora una parte del sistema di illuminazione funga anche da illuminazione di emergenza essendo posto sotto UPS, e ne sia previsto l'impiego in normali condizioni, il livello d'illuminamento prescritto potrà essere raggiunto con queste porzioni d'impianto attive.

Viceversa, i sistemi d'illuminazione d'emergenza/riserva che in condizioni normali non sono attivi (es. lampade ricaricabili asportabili dalle relative postazioni) non possono essere considerati a questo scopo.

Il progetto e l'installazione dovranno prevedere una corretta direzione di provenienza della luce ed la sua diffusione con buona uniformità. Sarà posta la massima cura per eliminare l'abbagliamento diretto e riflesso e le ombre troppo nette. Il rapporto tra gli illuminamenti massimo e minimo nello stesso ambiente non deve eccedere 3.

Il piano di riferimento è posto ad 1 metro dal pavimento.

Locale	Illuminamento (lux)
Locali operativi adibiti esclusivamente al comando e controllo su eventuali piani di lavoro (a meno che non siano richieste condizioni d'illuminazione particolari. Vds prescrizioni a carattere	150 300

generale)	
Locali quadri elettrici	100
su quadri elettrici, armadi d'automazione, postazioni locali di comando	150
Corridoi e passaggi coperti	100
Locali apparato motore	100
su quadri elettrici, armadi d'automazione, postazioni locali di comando	150
Locali apparati/impianto scafo	100
su quadri elettrici, armadi d'automazione, postazioni locali di comando	150
Segreterie	200
sui piani di lavoro	300
Cucine	200
su piani di lavoro e sui distributori	300
Lavanderie e stiratorie	200
sui piani di lavoro	300
Officine	200
sui piani di lavoro ed in corrispondenza di macchine utensili	300
Mense, quadrati, salette comuni	225
zone lettura	300
Alloggi (cabine uff.li, Sott.li, Truppa)	150
zone lettura	300
Locali igienici e docce	100
Cale e depositi	100
Depositi munizioni e locali preparazione armi	100
su eventuali piani di lavoro	200
(a meno che non esistano prescrizioni specifiche in relazione alle particolari attività svolte. Vds prescrizioni a carattere generale)	
Aree riservate al controllo delle operazione del Servizio di Sicurezza (eccetto COP/CS)	150
sulle Incident & State Board	300
Infermerie, ambulatori, laboratori relativi	400
(su tavoli operatori, poltrone odontoiatriche, ecc: illuminazione localizzata speciale secondo standard medici)	
Locali degenza	200
Tutti gli altri locali non specificati sopra	75

I valori sopra riportati sono quelli di servizio, ovverosia "a regime". Pertanto, allo scopo di tener conto del naturale invecchiamento dei componenti e del normale insudiciamento delle superfici, in fase di progetto i predetti valori devono essere incrementati, moltiplicandoli per un fattore di progetto minimo di 1,25 (fattore di manutenzione MF = 0,8). Ad impianto nuovo (i.e. in occasione del collaudo per l'accettazione), devono essere garantiti i valori così incrementati.

5.3 Distribuzione luce

Le prescrizioni contenute nel presente paragrafo si applicano sia nel caso in cui la distribuzione elettrica sia a zone, sia nel caso in cui essa sia strutturata per servizi (cfr. 4.3.). Tuttavia, anche nel caso in cui la distribuzione sia per zone elettriche, all'interno di una medesima zona i sistemi di illuminazione saranno alimentati da sottoquadri ad essi dedicati. Inoltre, l'impianto luce sarà suddiviso in **luce normale** e **luce emergenza** a seconda del tipo di alimentazione.

Si definisce:

impianto **luce normale** quello che trae alimentazione direttamente dal sistema di distribuzione;

impianto **luce emergenza** quello che trae alimentazione da gruppi UPS.

L'autonomia in condizioni di black-out della luce di emergenza sarà minimo di 30 minuti.

I due impianti dovranno essere azionabili separatamente e, in condizioni normali, saranno in funzione contemporaneamente, al fine di concorrere al raggiungimento dei livelli di illuminamento prescritti in 5.2.

L'impianto luce di emergenza, di massima, sarà limitato ai locali operativi normalmente presidiati, ai corridoi di transito, ai locali A.M. ed ausiliari, all'hangar, ai locali di vita comuni ed ai locali di grandi dimensioni ed avrà una potenza di illuminazione pari ad almeno il 25 % della potenza totale installata in ciascun locale interessato.

L'impianto di illuminazione di emergenza sarà alimentato mediante un sistema IT.

L'impianto di illuminazione normale sarà alimentato mediante un sistema TT realizzato secondo le prescrizioni contenute in 4.2.1.

In assenza di esigenze particolari, i corpi illuminanti saranno tutti alimentati a 230Vac monofase o bifase (due conduttori).

In relazione alla dimensione dell'ambiente considerato, al suo uso ed alla presenza eventuale di sorgenti d'illuminazione locale, l'impianto di illuminazione generale dovrà essere razionalmente suddiviso in più impianti azionabili separatamente.

In assenza di altri dispositivi che limitino il flicker, ogni sottoimpianto deve essere alimentata da una fase diversa del sistema d'alimentazione. Questa prescrizione deve essere particolarmente applicata in tutti i locali ove siano installate apparecchiature con parti rotanti, al fine di prevenire l'insorgenza di effetti stroboscopici.

La disposizione, la tipologia, il numero degli apparecchi illuminanti e la potenza delle lampade in essi contenute assicurerà i valori di minimi di illuminamento medio indicati al precedente para 5.2.

In generale i circuiti previsti nei corridoi, scale, apparato motore, hangar, luce esterna, saranno comandati direttamente dai sottoquadri di distribuzione; i circuiti di illuminazione dei locali saranno invece comandati da un interruttore sistemato vicino alla porta, se non diversamente indicato.

Per la navigazione in oscuramento l'impianto di illuminazione sarà realizzato, limitatamente alle zone ad accesso diretto con l'esterno, con luce commutabile bianco-rossobruna e saranno adottati tutti i provvedimenti atti ad evitare qualsiasi

filtrazione di luce all'esterno. La commutazione bianco-rossobruna sarà telecomandata dalla plancia.

Per gli alloggi multipli con più di quattro persone sarà prevista illuminazione rosso bruna notturna o azzurra a banda larga comandata sul posto.

L'illuminazione esterna sarà telecomandata dalla plancia.

5.4 Prescrizioni aggiuntive per alcuni sistemi d'illuminazione

5.4.1 Illuminazione esterna

Dovrà essere presente un sistema di illuminazione esterno realizzato, di massima, mediante corpi illuminanti fissi di immediato impiego (i.e. che non richiedano operazioni di posa in opera propedeutica al funzionamento). E' consentito l'utilizzo di dispositivi amovibili unicamente di fronte all'impossibilità di far ricorso a quelli fissi.

Il sistema d'illuminazione esterno dovrà essere composto da più sottosistemi azionabili separatamente da locale e, in distante, dalla plancia. La scelta ed il posizionamento dei corpi illuminanti dovrà essere fatta col criterio di ottenere un livello di illuminamento sufficiente a garantire il transito sicuro del personale. Nelle aree dove è previsto svolgere anche operazioni (es. zone manovra, stazioni d'imbarco combustibili, barcarizzi, ecc...) l'illuminazione dovrà essere maggiormente curata ed adeguata alla tipologia di operazioni da svolgere.

Sarà previsto un sistema di illuminazione, per quanto possibile fisso, per l'illuminazione delle sovrastrutture.

Saranno previste tratte di fanali in gomma per l'illuminazione dei barcarizzi ed il "nominativo luminoso" dell'unità, con le relative prese di alimentazione.

Saranno previste prese stagne di alimentazione in prossimità di barcarizzi, scale di banda, aste di posta, zone d'ormeggio e di rifornimento ed un congruo numero di prese stagne per l'alimentazione delle lampade subacquee. Saranno inoltre previsti proiettori per l'illuminazione dello specchio d'acqua messa a mare imbarcazioni e mezzi di salvataggio.

Le prese di cui sopra saranno alimentate a gruppi tramite circuiti aventi sistema di comando in zona.

Tutti i sistemi sopra descritti ed i relativi accessori dovranno essere idonei all'impiego esterno con grado di protezione minimo IP56.

5.4.2 Fanali portatili ad intervento automatico per luce di riserva

La luce di riserva è prevista per:

- garantire un minimo d'illuminazione allorché sono in avaria gli impianti luce normale e luce emergenza;
- integrare con punti luce supplementari l'impianto luce di emergenza quando l'impianto luce normale è in avaria.

A tal fine devono essere presenti a bordo un congruo numero di fanali portatili ad intervento automatico per luce di riserva, una parte dei quali dovranno essere dedicati ai posti di primo soccorso. I fanali saranno opportunamente disposti per garantire le funzioni sopra descritte e mantenuti in posizione tramite un idoneo dispositivo di fermo. Quest'ultimo dovrà consentire un rapido sgancio per il prelievo del fanale in caso di necessità.

Qualora non diversamente specificato i fanali saranno di tipo industriale, in robusta custodia e dotati di maniglia, dalle seguenti caratteristiche:

Grado di protezione:	non inferiore a IP55
Tipo batteria	ermetica; priva di litio; idonea all'impiego in luoghi chiusi; idonea alla carica a tampone; vita non inferiore ai 5 anni
Autonomia:	non inferiore alle 6 (sei) ore
Tempo di ricarica:	non superiore alle 24 ore
Tipo di lampada:	Alogena, ad incandescenza o a Led
Potenza illuminante:	Idonea all'impiego in ambiente chiuso
Temperatura di esercizio:	da -20°C a + 45°C (+55°C per quelli installati in A.M. ed in locali ausiliari)
Materiale impiegato per la costruzione:	"flame retard", "zero halogen", a bassa emissione di gas tossici in caso d'incendio

I fanali saranno completi di dispositivo di ricarica individuale (caricabatteria) incorporato o, se esterno, posizionato in corrispondenza del luogo di dislocazione del fanale stesso. Il funzionamento del caricabatterie sarà tale per cui, rimanendo sempre collegato alla rete, al mancare della tensione il relativo fanale si accenderà automaticamente.

Sarà previsto un circuito fisso per l'alimentazione dei dispositivi di ricarica in corrispondenza delle normali posizioni di dispiegamento. Esso sarà del tipo IT, 230Vac bifase. I caricabatterie saranno connessi al circuito di alimentazione mediante idonee prese e, qualora non incorporati nel fanale, dovranno consentire:

- l'asportazione del solo fanale;
- l'asportazione del fanale e del caricabatteria.

I fanali saranno sistemati nei locali operativi, in A.M., nei locali ausiliari, negli alloggi collettivi con più di sei persone, nei tunnel assi, nelle cale p.d.r., in mense, quadrati, corridoi e passaggi. Non saranno previsti negli altri alloggi, all'esterno ed in quelle zone dalle quali può filtrare luce verso l'esterno.

5.4.3 Low location light

Sarà previsto un impianto low location light in accordo con la Risoluzione IMO A 752 (18) (o eventuale altra norma che la sostituisca) e omologato R.I.Na.

L'impianto sarà esteso ai corridoi ed alle scale delle zone alloggi e di transito.

Ogni porta facente parte dei percorsi di fuga sarà contrassegnata dal segnale "Exit" e da una guida fotoluminescente verticale estesa fino a fianco maniglia.

I corridoi senza sbocco saranno evidenziati con frecce indicatrici opportunamente intervallate.

Segnali specifici saranno collocati anche in corrispondenza di ogni primo ed ultimo gradino delle scale facenti parte dei percorsi di fuga ed in corrispondenza di estintori e manichette.

5.4.4 Circuiti di alimentazione delle lampade testaletto

Per l'alimentazione dei circuiti lampade testaletto è prevista la tensione di 24Vac tramite trasformatori di sicurezza dedicati.

In deroga alle prescrizioni di cui sopra è ammessa la possibilità di alimentare i circuiti testaletto a 230 Vac, previa autorizzazione di Navarm, rispettando i seguenti requisiti minimi:

- a) alimentazione mediante sistemi TT realizzati in conformità a quanto prescritto in 4.2.1; utilizzo a protezione dei circuiti di interruttori automatici bipolari (tutte le fasi devono essere interrotte) magnetotermici dotati di elemento differenziale. La taglia degli interruttori dovrà essere strettamente commisurata alla potenza della linea. La taratura del differenziale dovrà essere non superiore a 30 mA;
- b) derivazione della alimentazioni da trasformatori dedicati di potenza non superiore a 1 kVA;
- c) i testaletto devono avere l'involucro connesso a massa, a meno che non sia del tipo a doppio isolamento in materiale isolante.

5.4.5 Fanali di navigazione

Il sistema di fanali di navigazione fa parte dell'impianto di illuminazione di bordo e deve essere realizzato in conformità al "International agreement dated 1972 to prevent collisions at sea (COLREG 1972) IMO-901F" (o eventuale altra norma che lo sostituisca).

I fanali di navigazione sono alimentati da apposito centralino che deve essere alimentabile sia dalla rete nave, che da UPS.

L'autonomia delle batterie dell'UPS deve essere tale da garantire il funzionamento dei fanali almeno per 12 ore nella peggiore situazione di assorbimento elettrico ipotizzabile.

Valgono inoltre le prescrizioni specifiche stabilite dal RINAMIL.

Capitolo 6 - Impianti elettrici di propulsione

6.1 Generalità

Si parla di Propulsione Elettrica quando le eliche vengono mosse da motori elettrici, da soli o col concorso di motori tradizionali.

Nel primo caso si parla di propulsione totalmente elettrica (*Full Electric Propulsion*), nel secondo di propulsione ibrida (elettrica e meccanica).

I sistemi di generazione dovranno farsi carico sia della potenza necessaria ai servizi nave, sia di quella necessaria alla propulsione.

Possono esistere:

1. Due sistemi di generazione e distribuzione distinti per propulsione e servizi nave;
2. Due sistemi di generazione e distribuzione interconnessi, uno per la propulsione ed uno per i servizi nave;
3. Un unico sistema di generazione ed uno o due sistemi di distribuzione.

Nel secondo e terzo caso si parlerà di Propulsione Elettrica Integrata (*Integrated Electric Propulsion*). La caratteristica dei sistemi integrati è quella di consentire l'esercizio della propulsione elettrica e dei servizi nave a partire, se lo si desidera, da un'unica sorgente di energia (ovvero un unico generatore).

In assenza di prescrizioni specifiche, legate al soddisfacimento di particolari requisiti operativi, le opzioni di propulsione elettrica integrata (sia nel caso di propulsione integralmente elettrica che ibrida) sono da preferirsi.

6.2 Normativa applicabile

Si applicano le parti del RINAMIL Pt C, Ch 2 relative alla propulsione (Sec 14 alla data di emissione della presente normativa).