

# AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI - COROGLIO (NA)

**D.P.C.M. 15.10.2015**

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio

**Infrastrutture, reti idriche, trasportistiche ed energetiche dell'area del  
Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli - Coroglio**



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO  
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA  
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE  
BAGNOLI - COROGLIO



## STAZIONE APPALTANTE

**INVITALIA S.p.a.:** Soggetto Attuatore, in ottemperanza all'art. 33 del D.L. n. 133/2014, convertito con legge n. 164/2014, e del D.P.C.M. 15 ottobre 2015, ai fini della predisposizione ed esecuzione del Programma di Risanamento Ambientale e la Rigenerazione Urbana per il Sito di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli-Coroglio

**RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:** Ing. Daniele BENOTTI

### PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

**PROGETTAZIONE GEOTECNICA, STRUTTURALE e STRADALE**  
Ing. Letterio SONNESSA

**RELAZIONE GEOLOGICA**  
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

#### GRUPPO DI LAVORO INTERNO

Collaboratori:  
Geom. Gennaro DI MARTINO  
Geom. Alessandro FABBRI  
Ing. Davide GRESIA  
Ing. Nunzio LAURO  
Ing. Alessio MAFFEI  
Ing. Angelo TERRACCIANO  
Ing. Massimiliano ZAGNI

Supporto operativo:  
Ing. Irene CIANCI  
Arch. Alessio FINIZIO  
Ing. Carmen FIORE  
Ing. Federica Jasmine GIURA  
Ing. Leonardo GUALCO

**PROGETTAZIONE IDRAULICA**  
Ing. Claudio DONNALOIA

**PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA**  
Ing. Michele PIZZA

**PROGETTAZIONE ENERGETICA e TELECOMUNICAZIONI**  
Ing. Claudio DONNALOIA

**COMPUTI E STIME**  
Geom. Gennaro DI MARTINO

**SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO**  
Prof. Ing. Alessandro PAOLETTI  
Ing. Domenico CERAUDO  
Ing. Cristina PASSONI

### RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

#### MANDATARIA



**VIA INGEGNERIA Srl**  
Via Flaminia, 999  
00189 Roma (RM)

**COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE**  
Ing. Matteo DI GIROLAMO

**PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI**  
Ing. Giovanni PIAZZA

**COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE**  
ai sensi D.Lgs. 81/08  
Ing. Massimo FONTANA

#### MANDANTI



**QUANTICA INGEGNERIA Srl**  
Piazza Bovio, 22  
80133 Napoli (NA)

**PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI SPECIALI**  
Ing. Francesco NICCHIARELLI

**PROGETTAZIONE OPERE IMPIANTISTICHE ELETTRICHE**  
Ing. Paolo VIPARELLI

**RELAZIONE GEOLOGICA**  
Geol. Maurizio LANZINI

**RELAZIONE ARCHEOLOGICA**  
Arch. Luca DI BIANCO



**WEE WATER ENVIRONMENT ENERGY Srl**  
Piazza Bovio, 22  
80133 Napoli (NA)

**PROGETTAZIONE OPERE DI VIABILITA' ORDINARIA**  
Ing. Giuseppe RUBINO

**PROGETTAZIONE ARENA SANT'ANTONIO-HUB DI COROGLIO**  
Ing. Giuseppe VACCA

**RELAZIONE ACUSTICA**  
Ing. Tiziano BARUZZO

**GIOVANE PROFESSIONISTA**  
Ing. Veronica NASUTI  
Ing. Andrea ESPOSITO  
Ing. Raffaele VASSALLO  
Ing. Serena ONERO



**AMBIENTE SPA**  
Via Frassina, 21  
54033 Carrara (MS)

**PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE A RETE**  
Ing. Giulio VIPARELLI

**PROGETTAZIONE OPERE A MARE E IMPIANTO TAF 3**  
Ing. Roberto CHIEFFI



**HYSOMAR SOCIETA' COOPERATIVA**  
Corso Umberto I, 154  
80138 Napoli (NA)



**ALPHATECH**  
Via S. Maria delle Libera, 13  
80127 Napoli (NA)

**ING. GIUSEPPE RUBINO**  
Via Riviera di Chiaia, 53  
80122 Napoli (NA)

Ing. Giuseppe Rubino

**DISEGNATORI**  
Geom. Salvatore DONATIELLO  
Geom. Paolo COSIMELLI  
P.I. Ugo NAPPI  
Ing. Daniele CERULLO

**COMPUTI E STIME**  
Per. Ind. Giuseppe CORATELLA  
Geom. Luigi MARTINELLI

**INVITALIA**

Agenzia nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo d'impresa SpA

Funzione Servizi di Ingegneria

Direzione Area Tecnica  
Opere civili:  
Arch. Giulia LEONI

## PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato			DATA	NOME	FIRMA
<b>ELABORATI GENERALI ELABORATI DESCRITTIVI</b>			REDATTO	GIU. 2023	A.C.
			VERIFICATO	GIU. 2023	G.V.
			APPROVATO	GIU. 2023	M.D.G
			DATA	GIU. 2023	CODICE ELABORATO
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI	SCALA	<b>DT-01-01-02-03_8/11</b>	
0	GIU. 2023	Emissione	-		
			CODICE FILE		
			2021INVDDDT01010203Parte8-11		

Disciplinari descrittivi e prestazionali - Parte 8 di 11

## Sommario

1. PREMESSA.....	10
2. CONTENUTO DEL DISCIPLINARE TECNICO.....	11
3. OGGETTO DELLE OPERE.....	12
4. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI .....	13
4.1. BUONA REGOLA DELL'ARTE .....	15
5. PRESCRIZIONI ESECUTIVE GENERALI .....	16
5.1. MATERIALI IMPIANTISTICI .....	16
5.2. LAVORI INCLUSI .....	17
5.3. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	18
5.4. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE.....	19
5.4.1. Coordinamento dei lavori.....	20
5.4.2. Sottomissioni .....	20
5.5. DATI DI CATALOGO DEL FABBRICANTE .....	20
5.6. DISEGNI .....	20
5.7. ISTRUZIONI .....	21
5.8. CERTIFICATI .....	21
5.9. MANUALI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE .....	21
5.10. SUPPORTO TECNICO .....	22
5.11. TARGHETTE DEL PRODUTTORE .....	22
5.12. VERIFICHE E COLLAUDI .....	22
5.12.1. Verifiche iniziali .....	22
5.12.2. Verifiche in corso d'opera .....	23
5.12.3. Collaudi .....	23

<b>6. IMPIANTI ELETTRICI</b> .....	<b>25</b>
<b>6.1. FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2. QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2.1. Caratteristiche costruttive e composizione</b> .....	<b>25</b>
<b>6.2.1. Collegamenti esterni</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2.2. Struttura del quadro</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2.3. Componenti elettrici</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2.4. Controllo funzionale e di rispondenza</b> .....	<b>27</b>
<b>6.2.5. Consistenza della fornitura</b> .....	<b>28</b>
<b>6.3. TRASFORMATORI DI MEDIA/BASSA TENSIONE</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3.1. Caratteristiche ambientali</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3.2. Caratteristiche della resina</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3.3. Accessori</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3.4. Caratteristiche tecniche</b> .....	<b>32</b>
<b>6.3.5. Prove e collaudi</b> .....	<b>33</b>
<b>6.3.6. Prove di tipo e speciali</b> .....	<b>34</b>
<b>6.3.7. Classe ambientale climatica e di comportamento al fuoco</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4. GRUPPO ELETTROGENO</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4.1. Consistenza della fornitura</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4.2. Caratteristiche generali</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4.3. Composizione del gruppo elettrogeno</b> .....	<b>35</b>
<b>6.4.4. Dati tecnici</b> .....	<b>36</b>
<b>6.4.5. Motore diesel</b> .....	<b>37</b>
<b>6.4.6. Generatore sincrono</b> .....	<b>38</b>
<b>6.4.7. Sistema di lubrificazione</b> .....	<b>38</b>

6.4.8. Sistema di raffreddamento .....	38
6.4.9. Sistema di preriscaldamento .....	39
6.4.10. Serbatoio interrato di deposito .....	39
6.4.11. Sistema di riempimento automatico .....	40
6.5. RIFASAMENTO .....	40
6.5.1. Regolatore di potenza reattiva .....	41
6.5.2. Apparecchiature di protezione e comando .....	41
6.6. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE .....	42
6.6.1. Componenti elettrici .....	43
6.6.2. Verifiche e collaudi .....	44
6.6.3. Caratteristiche tecniche .....	44
6.6.4. Struttura metallica .....	45
6.6.5. Sbarre principali e derivazioni .....	45
6.6.6. Isolmento e supporti sbarre .....	45
6.6.7. Circuiti ausiliari e cablaggi .....	45
6.6.8. Messa a terra .....	46
6.6.9. Accessori .....	46
6.7. CENTRALINI E QUADRI IN MATERIALE PLASTICO AUTOESTINGUENTE .....	46
6.8. QUADRI DI AUTOMAZIONE (QUADRI PLC) .....	47
6.8.1. Dispositivi di comando e controllo .....	48
6.8.2. Caratteristiche unità RIO .....	49
6.9. TUBAZIONI E CANALI PORTACAVI PER DISTRIBUZIONE ELETTRICA .....	49
6.9.1. Canaline porta cavi .....	50
6.9.2. Sistemi di tubi protettivi .....	50
6.9.3. Cassette di derivazione .....	51

<b>6.10. CAVI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA .....</b>	<b>52</b>
6.10.1. Cavi di media tensione .....	53
6.10.2. Cavi di bassa tensione .....	53
6.10.3. Modalità di installazione delle linee elettriche.....	54
6.10.4. Modalità di connessione .....	54
<b>6.11. APPARECCHI DI COMANDO E PRESE ELETTRICHE.....</b>	<b>54</b>
6.11.1. Apparecchi di comando.....	55
6.11.2. Prese di corrente .....	55
6.11.3. Prese di corrente per uso industriale.....	56
<b>6.12. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....</b>	<b>56</b>
6.12.1. Apparecchi per illuminazione ordinaria.....	57
6.12.2. Apparecchi per illuminazione di sicurezza .....	57
6.12.3. Apparecchi per illuminazione di emergenza.....	58
6.12.4. Sistema di alimentazione centralizzato per illuminazione di emergenza e di sicurezza.....	58
<b>6.13. IMPIANTO DI TERRA .....</b>	<b>59</b>
6.13.1. Dispensori di fatto.....	59
6.13.2. Dispensori intenzionali.....	60
6.13.3. Conduttore di protezione .....	60
6.13.4. Conduttori equipotenziali .....	60
<b>6.14. PULSANTE DI SGANCIO D'EMERGENZA.....</b>	<b>61</b>
<b>7. SISTEMA DI CABLAGGIO STRUTTURATO.....</b>	<b>62</b>
7.1.1. Cavi dati in fibra ottica .....	62
7.1.2. Conduttore dati in rame.....	63
7.1.3. Connettori RJ45.....	63
7.1.4. Armadio Rack Dati e Fonia .....	64

8. RETE DI COMUNICAZIONE (HMI/RIO/BUS).....	65
9. SISTEMA DI TELECONTROLLO .....	66
9.1. REQUISITI SOFTWARE GENERALI .....	66
9.1.1. Tipologia di software e caratteristiche del fornitore .....	66
9.1.2. Modellazione orientata agli oggetti (Templates) e “Modello d’Impianto” .....	66
9.1.3. Logica Client-Server nativa .....	67
9.1.4. Allarmi.....	68
9.1.5. Formazione e Certificazioni per i System Integrators designati .....	68
9.1.6. Architettura flessibile: scalabilità ed estensibilità .....	68
9.1.7. Sistemi operativi supportati.....	68
9.1.8. Virtualizzazione e ridondanza, alta disponibilità e recupero del disastro .....	69
9.2. REQUISITI SOFTWARE PER L’AMBIENTE DI SVILUPPO.....	69
9.2.1. Ambiente di Sviluppo integrato (IDE) .....	69
9.2.2. Ambiente di Sviluppo multi-utente .....	69
9.2.3. Organizzazione del progetto dall’Ambiente di Sviluppo.....	69
9.2.4. Sicurezza dell’utente .....	69
9.2.5. Tracciabilità dello sviluppo.....	70
9.2.6. Configurazione centralizzata delle impostazioni a livello di sistema .....	70
9.2.7. Archivio centralizzato di Templates e Oggetti applicativi .....	70
9.2.8. Integrità della configurazione (check in – check out).....	70
9.2.9. Archivio di oggetti e relazione con l’ambiente di Runtime .....	70
9.2.10. Template di oggetti standard (base): estendibilità .....	71
9.2.11. Security (integrazione con Microsoft “Active directory”) .....	71
9.2.12. Protezione dei Templates.....	72
9.2.13. Utilizzo dei Templates da parte di altri Teams di sviluppo o di Teams di Messa In Servizio.....	72

9.2.14. Configurazione integrata dei dati storici .....	72
9.2.15. Configurazione integrata dei dati di allarme .....	72
9.2.16. Grafica integrata .....	73
9.2.17. Script logici per l'applicazione di Template di Oggetti.....	73
9.2.18. Assegnazione delle Referenze di I/O per ciascun attributo di Oggetto, verso il PLC .....	74
9.2.19. Modifiche ai Templates e propagazione ai Templates-figli e alle Istanze (Oggetti applicativi) .	74
9.2.20. Utility di importazione, esportazione, bulk import.....	74
<b>9.3. REQUISITI PER IL SOFTWARE DI SVILUPPO DELL'INTERFACCIA HMI.....</b>	<b>74</b>
9.3.1. Repository della configurazione HMI .....	74
9.3.2. HMI e sviluppo Object-Oriented.....	74
9.3.3. Architetture per HMI .....	75
9.3.4. Aspetti di internazionalizzazione.....	75
9.3.5. Tool di sviluppo della Grafica .....	75
9.3.6. Librerie di Stili Grafici .....	76
9.3.7. Librerie grafiche di Simboli e Situational Awareness.....	76
9.3.8. Gestione di periferiche video multi-monitor .....	77
9.3.9. Gestione di Schermi applicativi (Screens) come insiemi di Display.....	77
9.3.10. Gestione di Layout Applicativi (Application Layouts) .....	77
9.3.11. Multi touch.....	77
9.3.12. Pan & Zoom.....	78
9.3.13. Ridimensionamento della Grafica e occultamento di particolari (cluttering / decluttering).....	78
9.3.14. Funzione di Alarm border.....	78
9.3.15. Navigazione: configurazione automatica basata sul Modello d'Impianto .....	78
9.3.16. Integrazione con Providers di Mappe e con Sistemi GIS .....	79
9.3.17. Controllo grafico di visualizzazione allarmi d'impianto .....	79

9.3.18. Funzione di Replay (visualizzazione a time lapse dei dati storici nella HMI) .....	79
9.3.19. Multi-istanza della HMI .....	80
9.3.20. Gestione di applicazioni HMI distribuite in rete .....	80
9.3.21. Notifica di modifiche dell'applicazione HMI al client.....	80
9.3.22. File di Logs (per applicazione HMI/Front End e per nodi Server) .....	81
<b>9.4. AMBIENTE RUNTIME .....</b>	<b>81</b>
9.4.1. Gestione allarmi (acquisizione, classificazione, storicizzazione, Alarm Analytics) .....	81
9.4.2. Architetture di comunicazione con Periferiche di Campo e sorgenti Dati (disponibilità di Drivers specifici) .....	83
9.4.3. Disponibilità di Protocol Converters / Gateway .....	84
9.4.4. Internet of Things (IoT).....	84
9.4.5. Driver multi-istanza, comunicazioni Driver-DI TELECONTROLLO, comunicazioni in MQTT) .....	84
9.4.6. Analizzatore (visualizzatore) di dati in runtime .....	85
9.4.7. Ridondanza nativa e Failover del runtime del Telecontrollo .....	85
9.4.8. Eventi di guasto: acquisizione e segnalazione .....	85
9.4.9. Tracciabilità in runtime (autenticazione utente in modalità Singola / Doppia) .....	86
9.4.10. Registro delle azioni degli operatori .....	86
9.4.11. Reporting .....	86
9.4.12. Dashboarding, Analytics e Data Collection .....	87
<b>9.5. STORICO DEI DATI (SERVIZIO "HISTORIAN"): REQUISITI .....</b>	<b>88</b>
9.5.1. Grande velocità di archiviazione dei samples .....	88
9.5.2. Gestione efficiente dell'occupazione di spazio su disco .....	88
9.5.3. Gestione del dato archiviato per circolarità .....	89
9.5.4. Architettura nativamente fault tolerant della comunicazione "real time vs. Historian": .....	89
9.5.5. Interfacce standard per il consumo del dato storico .....	89

9.5.6. Interfacce custom per l'accesso al dato storico (SDK e Toolkits) .....	90
9.5.7. Versionamento del dato storico .....	90
9.5.8. Disponibilità di Clients desktop-based o Web-based (HTML5) .....	90
9.5.9. Caratteristiche specifiche dei Clients.....	90
9.5.10. Ridondanza.....	91
9.5.11. Cloud readiness .....	91
9.5.12. Architetture Tiered .....	91
9.5.13. Aggregazione spontanea del dato .....	92
9.5.14. Motore ad Eventi.....	92
9.5.15. Integrazione con la suite MS Office .....	92
9.5.16. Integrazione con MS "Reporting Services" .....	93
<b>9.6. SERVIZI IN SUPPORTO ALLA SOLUZIONE.....</b>	<b>93</b>
9.6.1. Integrazione con MS "Reporting Services" .....	93
9.6.2. Assistenza in garanzia .....	93
9.6.3. Assistenza estesa e manutenzione del software .....	93
9.6.4. Aggiornamenti software.....	93
9.6.5. Supporto delle patch per il sistema operativo.....	93
9.6.6. Assistenza telefonica.....	94
9.6.7. Assistenza via posta elettronica .....	94
9.6.8. Scaricamento di file .....	94
9.6.9. Assistenza via Web.....	94
9.6.10. Newsletter e CD dell'assistenza tecnica .....	94
9.6.11. Retrocompatibilità del software.....	94

## 1. PREMESSA

Il presente Disciplinare Tecnico e Prestazionale Degli Elementi Tecnici delle opere elettriche rientra nella Progettazione Definitiva che ha ad oggetto l’intervento denominato “Infrastrutture, reti idriche, trasportistiche ed energetiche, dell’area del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli Coroglio”, il cui scopo è quello di realizzare, nell’ambito del complessivo **Piano di Risanamento Ambientale e di Rigenerazione Urbana di Bagnoli – Coroglio** (di seguito SIN Bagnoli Coroglio), **l’adeguamento del collettore Arena Sant’Antonio e le opere di urbanizzazione primaria**.

Il Programma di Risanamento Ambientale e di Rigenerazione Urbana (PRARU) del SIN di Bagnoli-Coroglio è proiettato verso condizioni ambientali, paesaggistiche e di fruizione di grande rilievo e prestigio, data anche l’eccezionale bellezza del contesto.



*Figura 1-1 – Area oggetto d’intervento*

Le esigenze di tutela del mare e della balneabilità del litorale di Bagnoli, di riequilibrio idrogeologico e di sicurezza idraulica dei bacini afferenti al medesimo litorale (bacini dell’Arena Sant’Antonio, della conca di Agnano, abitato di Bagnoli, area di Coroglio, etc.) sono state prioritariamente e unitariamente considerate dal Tavolo Tecnico Idrico istituito nell’ambito dell’Accordo Inter-Istituzionale tra Commissario di Governo, Regione Campania, Comune di Napoli ed Invitalia dal quale è poi scaturito il PRARU.

I riferimenti e base del presente progetto sono: il Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) “*Infrastrutture e Servizi dell’Area di Interesse Nazionale Bagnoli-Coroglio*”- febbraio 2020; gli esiti della Conferenza dei Servizi Preliminare sul PFTE – giugno 2020; le indicazioni dei “*Tavoli Tecnici di Confronto*” sulle determinazioni della CdS Preliminare - settembre 2020; il parere del Comitato Tecnico Amministrativo del Provveditorato Interregionale delle Opere Pubbliche per la Campania, il Molise e la Basilicata – maggio 2021.

## 2. CONTENUTO DEL DISCIPLINARE TECNICO

L'appalto ha per oggetto le opere di impiantistica elettrica a servizio dell'HUB idrico di Coroglio (Comune di Napoli) ed in particolare nell'area adiacente all'impianto di pretrattamento esistente (le cui acque sono indirizzate al Depuratore di Cuma) sarà realizzato un nuovo impianto di trattamento delle acque da convogliare in condotta sottomarina e un nuovo complesso impiantistico di grigliatura. A corredo di questo intervento vi sarà anche la realizzazione di un nuovo impianto di trattamento acque di falda denominato TAF3.

Le norme tecniche inserite nel presente disciplinare si intendono valide per le tipologie d'impianto tecnologico previsto o prevedibile per la realizzazione dell'opera. Tali impianti possono peraltro trovare una identificazione più dettagliata nelle descrizioni specifiche degli stessi riportate anche in altri elaborati di progetto, in particolare relazioni tecniche e tavole grafiche.

Saranno invece oggetto del presente documento aspetti di carattere tecnico inerente a:

- I. Modalità esecutive delle lavorazioni
- II. Esigenze del committente
- III. Criteri di accettazione dei materiali
- IV. Specifiche prestazionali dei componenti
- V. Rispetto della normativa vigente
- VI. Garanzia di funzionalità, continuità operativa e sicurezza
- VII. Gestione e manutenzione degli impianti
- VIII. Affidabilità, sicurezza e durata.

Le prescrizioni che seguono hanno carattere generale e pertanto esse possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto. Esse tuttavia vengono ugualmente riportate poiché si ritengono utili per eventuali realizzazioni di opere a corredo di quelle previste o in variante.

Le disposizioni del disciplinare generale (che devono esser espressamente richiamate nel contratto di appalto) devono essere di diritto sostituite a quelle del capitolato speciale qualora da esse difforni (laddove non esistano disposizioni legislative differenti).

### 3. OGGETTO DELLE OPERE

L'oggetto delle opere impiantistiche elettriche previste nell'ambito della presente sezione di progetto comprende impianti di potenza, di strumentazione e di sicurezza, di seguito elencati:

- Cabina elettrica di trasformazione mt/bt;
- Trasformatori mt/bt;
- Quadri elettrici di media tensione;
- Gruppi elettrogeni;
- Quadri elettrici di bassa tensione;
- Rete elettrica di distribuzione principale, secondaria e terminale;
- Impianto di distribuzione forza motrice (FM) al servizio delle apparecchiature elettromeccaniche e della strumentazione;
- Impianto di distribuzione forza motrice (FM) al servizio dei locali tecnici e accessori;
- Impianto di illuminazione normale e di emergenza;
- Gruppo di continuità soccorritore per illuminazione di emergenza;
- Impianto rete di terra;
- Sistema di telecontrollo.

#### 4. RIFERIMENTI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Le sotto elencate norme formano parte integrante del presente Disciplinare.

Il progetto degli impianti elettrici e successive realizzazioni, rispettano le disposizioni di legge e di normativa vigenti; si richiamano in particolare:

- Le norme CEI nella loro globalità;
- Le prescrizioni degli Enti preposti al controllo degli impianti: Ispettorato del Lavoro, USL, INAIL, Vigili del Fuoco, Ente Distributore dell'energia elettrica.

Ove non esistono prescrizioni di legge o di norme CEI, si farà riferimento alle norme CENELEC ed alle raccomandazioni IEC.

Si farà comunque riferimento alla regola d'arte in materia. I materiali saranno muniti, se previsto, del Marchio italiano di Qualità o pervenire da primarie case estere. In tal caso tutti i componenti elettrici dovranno essere, ove possibile, provvisti del marchio di qualità (IMQ) e conformi al regolamento prodotti da costruzione CPR (UE) N. 305/2011.

Per la messa a norma degli impianti dovranno essere seguite tutte le disposizioni legislative applicabili per l'esecuzione degli impianti elettrici e le norme CEI, CEI-UNEL in vigore al momento del progetto.

Di seguito si riportano le principali disposizioni legislative e normative in vigore:

- DM 37/08 22 gennaio 2008 Norme per la sicurezza degli impianti
- Legge 1 marzo 1968 n. 186 Regola dell'Arte e della buona tecnica
- D.lgs. 81/08 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.P.R. n. 462 20 ottobre 2011 Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazione e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- CEI 64-8 Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2: interruttori automatici;
- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili;

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113)      Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI 121-5      Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione;
- CEI 20-40      Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- CEI 23-3      Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- CEI 23-5      Prese a spina per usi domestici o similari;
- CEI 23-9      Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI 23-12      Spine e prese per uso industriale. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI 23-1      Prese a spina di tipi complementari per usi domestici e similari;
- CEI 23-26      Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- CEI 23-31      Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e porta apparecchi;
- CEI 23-39      Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI 23-42      Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche o similari. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI 23-46      Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2-4: prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati;
- CEI 23-48      Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI 23-49      Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari. Parte 2: prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile;
- CEI 23-50      Prese a spina di tipi complementari per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali;

- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico o similare;
- CEI 23-54 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI 23-55 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2-2: prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- CEI 23-56 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
- CEI 23-67 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche.
- CEI 34-22 Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza;
- CEI 34-23 Apparecchi di illuminazione. Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi fissi per uso generale;
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri.
- Regolamento UE n.305/11 Prodotti Da Costruzione soggetti al CPR

#### 4.1. BUONA REGOLA DELL'ARTE

Gli impianti dovranno essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente disciplinare, anche secondo le buone regole dell'arte. S'intendono "a regola d'arte", quei materiali ed impianti costruiti nel rispetto delle Leggi e Normative di cui sopra e dei migliori requisiti qualitativi e funzionali.

## 5. PRESCRIZIONI ESECUTIVE GENERALI

Gli impianti dovranno essere realizzati oltre che secondo le prescrizioni del disciplinare tecnico anche secondo la buona regola dell'arte, intendendosi con tale denominazione l'osservanza di tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori sopra riportate.

L'Appaltatore dovrà eseguire i lavori in conformità del progetto e non potrà nell'esecuzione apportare di propria iniziativa alcuna modifica se non dettata da inconfutabili esigenze tecniche. In tal caso l'Appaltatore dovrà sottoporre alla Direzione Lavori la soluzione per l'eventuale approvazione prima di poter eseguire tali lavori. Qualora l'Appaltatore avesse eseguito delle modifiche al progetto senza la prescritta approvazione, è facoltà della Direzione Lavori ordinare la modifica ed il rifacimento secondo quanto indicato nel progetto e senza che l'Appaltatore abbia nulla a pretendere.

Quale regola generale si intende anche che i materiali, i prodotti ed i componenti occorrenti, realizzati con materiali e tecnologie tradizionali e/o artigianali, per la costruzione delle opere in appalto, dovranno provenire da quelle località che la Ditta Appaltatrice riterrà di sua convenienza, purché, ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, rispondano tutti alle caratteristiche e prestazioni di seguito indicate.

Nel caso di prodotti industriali la rispondenza al presente Disciplinare Tecnico dovrà risultare da un attestato di conformità rilasciato dal produttore e comprovato da idonea documentazione e/o certificazione.

Per materiali di particolare produzione e di previsto impiego per i quali il presente Disciplinare Tecnico non fornisce specifici riferimenti di accettazione in merito alla loro qualità, alla loro tecnologia ed alla loro provenienza, si rimanda a quanto descritto e/o fissato nelle voci dei corrispondenti prezzi unitari di elenco ed anche alle indicazioni specifiche tecniche vigenti in materia. In ogni caso tutti i materiali forniti, con particolare riguardo a quelli relativi ad esecuzioni speciali e/o a tutte le finiture interne, dovranno essere preventivamente sottoposti all'esame del Direttore dei Lavori ed alla sua accettazione.

### 5.1. MATERIALI IMPIANTISTICI

Tutti i materiali e le apparecchiature, dovranno essere scelti in modo tale che risultino adatti all'ambiente, alle caratteristiche elettriche (tensione, corrente, grado di protezione, ecc.) ed alle condizioni di funzionamento previste. Essi dovranno inoltre resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e quelle dovute all'umidità, alle quali possono essere soggetti durante il trasporto, il magazzinaggio, l'installazione e l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi saranno costruiti in conformità con le norme e la documentazione di riferimento, in particolare dovranno rispondere ai requisiti imposti dal D. Lgs. 81/08, in termini di sicurezza, e dovranno essere in possesso della marcatura CE.

I materiali di consumo e gli accessori di montaggio e quanto necessario alla messa in funzione degli impianti, anche se non esplicitamente specificati, sono parte integrante della fornitura.

L'approvazione delle marche utilizzate per la realizzazione dell'opera dovrà essere autorizzata per iscritto dalla Direzione dei Lavori. Alcune configurazioni d'ingombro ed i disegni del progetto in genere sono stati valutati tenendo conto di alcune specifiche apparecchiature che potranno essere modificate dalla ditta purché i materiali proposti rispondano nelle caratteristiche funzionali e prestazionali a quanto prescritto nel capitolato. È onere della ditta l'adeguamento dei disegni ed il posizionamento delle apparecchiature diverse proposte; nell'ipotesi

che vengano indicati più produttori dello stesso componente od apparecchiatura, le dimensioni riportate potranno variare in funzione della scelta effettuata tra i costruttori indicati.

I materiali si devono intendere originali della casa costruttrice.

La fornitura comprenderà inoltre tutti i materiali necessari al montaggio ed i materiali di uso e consumo, per il collaudo e la messa in funzione, nonché tutti gli oneri per dare l'opera compiuta a perfetta regola d'arte.

## 5.2. LAVORI INCLUSI

Per la realizzazione degli impianti si intendono incluse nelle prestazioni della ditta appaltatrice, tutte le opere indicate e descritte nella documentazione di riferimento ed in genere tutto quanto necessario per una perfetta esecuzione e funzionamento degli impianti, anche nelle parti eventualmente non descritte o mancanti sui disegni.

Nella fornitura degli impianti, oggetto delle presenti specifiche, si ritengono incluse tutte le prestazioni necessarie a dare l'opera completamente finita e funzionante.

In particolare oltre alla fornitura dei materiali/componenti sono inclusi:

- Tutti i trasporti da officina a cantiere;
- Trasporto, scarico e posa in opera con mezzi speciali e mano d'opera specializzata di tutti i carichi speciali (vengono considerati tali quelli eccedenti i mezzi normalmente disponibili in cantiere);
- Tutte le opere murarie necessarie per l'installazione degli impianti;
- La trapanatura nel cemento armato dei fori per fissaggio di tasselli ad espansione per il sostegno degli ancoraggi;
- La fornitura di zanche, tasselli e quant'altro necessario per murare gli staffaggi e/o ancoraggi di tubazioni, apparecchi e apparecchiature;
- La verniciatura protettiva delle tubazioni o qualsiasi altra opera metallica facente parte del progetto;
- La strumentazione da installare sui circuiti e sulle apparecchiature;
- Il ripristino di eventuali isolamenti o verniciature danneggiate prima della consegna degli impianti;
- La riparazione e/o sostituzione di apparecchiature e materiali danneggiati prima della consegna degli impianti;
- L'assistenza tecnica durante l'esecuzione dei lavori;
- Tutte le forniture ed opere accessorie di qualsiasi tipo necessarie per dare l'opera completa e funzionante;

La protezione, mediante coperture o fasciature, di tutte le parti degli impianti, degli apparecchi e di quanto altro non sia agevole togliere da dove sono installati, per difenderli dalle rotture, guasti, manomissioni, ecc., in modo che alla ultimazione dei lavori il materiale venga consegnato come nuovo.

Inoltre, la ditta appaltatrice dovrà tenere conto anche di eventuali opere murarie. Si considerano opere murarie le seguenti opere:

- Tracce, forature con o senza trapano e rotture, riparazioni, ripristini nelle murature o tavolati;
- La muratura di zanche e tasselli;

- Tutti i lavori di fissaggio;
- Il trasporto a scarica dei materiali di risulta;
- Materiali edili necessari alle assistenze murarie.

L'Appaltatore prima dell'esecuzione di passaggi o forature per l'attraversamento di tubazioni, cavidotti o altro dovrà richiedere l'approvazione della Direzione Lavori.

### 5.3. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

L'Appaltatore assume l'obbligo di portare a compimento i lavori oggetto dell'appalto anche se, in corso di esecuzione, dovessero intervenire variazioni nelle componenti dei costi.

L'appaltatore che non conduce i lavori personalmente deve conferire mandato con rappresentanza a persona fornita dei requisiti d'idoneità tecnici e morali, per l'esercizio delle attività necessarie per la esecuzione dei lavori a norma del contratto. L'appaltatore rimane responsabile dell'operato del suo rappresentante.

I prezzi per la fornitura in opera degli impianti, oggetto del presente Capitolato, oltre agli oneri derivanti da quanto indicato nelle Specifiche Tecniche e nella Relazione tecnica, tengono conto e devono essere anche comprensivi:

- della qualità, della natura, del livello tecnologico e del riferimento commerciale dei materiali previsti dal progetto.
- degli oneri derivanti dall'incidenza di staffaggi, sostegni, ancoraggi, mensole, tasselli, viteria e bulloneria inossidabile, dei sistemi di scorrimento e di compensazione delle dilatazioni;
- degli oneri derivanti dall'approvvigionamento e dal trasporto fino al cantiere di tutti i materiali;
- degli oneri derivanti dal carico, dallo scarico e della movimentazione all'interno del cantiere di tutti i materiali e di tutte le attrezzature;
- degli oneri della movimentazione, del carico, del trasporto e dello smaltimento in scarica dei materiali di risulta;
- di tutti i mezzi d'opera, della manodopera di ogni genere e tipo, delle trasferte, delle attrezzature, delle movimentazioni e dei noli;
- di tutte le opere e le attrezzature per il tiro il quota di apparecchiature e quanto altro necessario per dare l'opera completa e funzionante;
- degli oneri di ingegneria, di computerizzazione, di progettazione, di contabilità, di elaborazione grafica, di copisteria, di segreteria, etc.;
- degli oneri di revisione ed aggiornamento della grafica architettonica ed impiantistica; degli oneri per l'ottenimento dei nullaosta da parte di enti od autorità preposte e l'espletamento di tutte le pratiche relative, fino all'ottenimento del nullaosta;
- degli oneri per l'ottenimento delle autorizzazioni, dei certificati e dei collaudi da parte degli enti preposti al controllo della prevenzione incendi;
- degli oneri delle opere provvisorie necessarie per l'esecuzione degli impianti;
- degli oneri derivanti dal rispetto di tutte le esigenze, soggezioni e vincoli che potessero verificarsi in cantiere, dovuti alla contemporanea esecuzione di altre opere affidate nel medesimo cantiere ad altre

DITTE e dalla necessità irrinunciabile di garantire l'operatività degli ambienti;

- degli oneri di tracciatura degli impianti in cantiere;
- degli oneri derivanti dalle verifiche da eseguire in cantiere per definire l'esatta collocazione delle apparecchiature, sempre previa approvazione del committente e dalle conseguenti eventuali variazioni quantitative dei materiali atte a garantire il perfetto funzionamento a regola d'arte;
- degli oneri derivanti dall'utilizzo di strumentazioni e di personale tecnico specializzato proprio e/o di altre ditte per l'esecuzione di impianti e/o porzioni di impianti;
- degli oneri derivanti per l'ottenimento delle certificazioni di corretta installazione e funzionalità da parte dei costruttori di apparecchiature e/o di sistemi impiantistici;
- degli oneri derivanti dall'assistenza e dal supporto da fornire alle prove tecnico-funzionali ed ai collaudi degli impianti e dalla messa a disposizione di tutti i materiali, gli strumenti e le apparecchiature tecniche necessarie;
- degli oneri derivanti dall'esecuzione non continuativa dei lavori.

Le opere devono essere consegnate realizzate a perfetta regola d'arte, pronte a funzionare ed idonee all'uso che ne viene fatto.

Oltre agli altri requisiti di natura tecnica e prestazionale, per ciò che concerne la Sicurezza dei luoghi di lavoro, l'appaltatore dovrà fornire tutta la documentazione e rispettare tutte le prescrizioni e gli obblighi previsti dalla normativa vigente. La ditta appaltatrice deve osservare nei confronti dei propri dipendenti gli obblighi, le norme e le prescrizioni stabiliti dai contratti di lavoro e dalla legislazione vigente sulla tutela, sicurezza, salute, assicurazione e assistenza dei lavoratori.

Tutte le voci di ogni prezzo unitario comprendono gli oneri di sicurezza specifici correlati alla lavorazione in oggetto.

#### 5.4. ONERI A CARICO DELL'APPALTATORE

La ditta appaltatrice è tenuta:

- all'esecuzione di un'opera campione delle singole categorie di lavoro o di parti campione di opera ogni volta che questo sia richiesto dalla Direzione Lavori, per ottenere il relativo nullaosta alla realizzazione delle opere simili;
- alla costruzione, gestione e manutenzione, entro il cantiere di spazi idonei per il proprio personale e di ogni ulteriore attività di gestione del cantiere che fosse ritenuta necessaria dalla direzione lavori;
- alla presentazione di tutti i progetti costruttivi ritenuti necessari dalla direzione lavori per l'esecuzione delle opere;
- alla consegna, nei tempi disciplinati dal contratto, di tutti gli as-built, le certificazioni, i manuali ed ogni altro documento richiesto dalla Direzione Lavori;
- al rispetto di tutti gli adempimenti in materia di sicurezza previsti dalla normativa vigente e di tutti gli ordini disposti dal coordinatore per la sicurezza in fase di esecuzione;
- a lavorare, se richiesto dalla Direzione Lavori o se necessario per garantire la ultimazione nei tempi utili, in giornate festive o su due o più turni giornalieri con presenza di personale che presenza adeguatamente

alla sovrapposizione dei turni per garantire la continuità delle lavorazioni;

- alla fedele esecuzione del progetto e degli ordini impartiti per quanto di competenza, dal direttore dei lavori, in conformità alle pattuizioni contrattuali, in modo che le opere eseguite risultino a tutti gli effetti collaudabili, esattamente conformi al progetto e a perfetta regola d'arte, richiedendo al direttore dei lavori tempestive disposizioni scritte per i particolari che eventualmente non risultassero da disegni, dal capitolato o dalla descrizione delle opere.

In ogni caso l'Appaltatore non deve dare corso all'esecuzione di aggiunte o varianti non ordinate dalla Direzione Lavori ed approvate dal committente.

#### 5.4.1. Coordinamento dei lavori

Sarà obbligo dell'Appaltatore coordinare e subordinare, secondo le disposizioni della Direzione Lavori, l'esecuzione delle opere alle esigenze che dipendano dalla contemporanea effettuazione di tutte le altre opere affidate sia all'Appaltatore che ad altre ditte. L'appaltatore assume completa responsabilità per l'esecuzione dei lavori, i quali saranno eseguiti a perfetta regola d'arte e secondo le prescrizioni della Direzione Lavori, in modo che gli impianti corrispondano perfettamente a tutte le condizioni prescritte dal presente Capitolato e nei documenti contrattuali.

L'esecuzione dei lavori deve essere coordinata e subordinata alle esigenze e soggezioni di qualsiasi genere che possano sorgere dovute anche alla contemporanea esecuzione di altre opere affidate ad altre ditte.

#### 5.4.2. Sottomissioni

Bisognerà ottenere l'approvazione prima dell'acquisto, dell'installazione o del trasporto di ciascun prodotto al cantiere. Sottomissioni parziali non saranno accettate e saranno restituite senza eseguire alcun esame. Le sottomissioni includeranno il nome del fabbricante, il marchio di mercato, il luogo di fabbricazione, il modello o numero di catalogo, i dati di targa, le dimensioni, la capacità, specifiche di progetto e riferimenti ai paragrafi tecnici. Le sottomissioni dovranno altresì includere le norme e gli standard applicabili, ed ogni altra informazione necessaria a garantire la conformità ai requisiti contrattuali di ciascun prodotto da fornire.

### 5.5. DATI DI CATALOGO DEL FABBRICANTE

Per ciascun prodotto fabbricato, le sottomissioni conterranno descrizione degli attuali prodotti del fabbricante, disegni delle apparecchiature, diagrammi, curve caratteristiche e prestazioni, e cataloghi. Qualora i dati del fabbricante richiedano informazioni supplementari per chiarezza, tali informazioni saranno sottomesse così come richiesto per i certificati di conformità.

### 5.6. DISEGNI

Oltre alle specifiche contenute nelle clausole del contratto, i disegni costruttivi dovranno essere conformi alle seguenti specifiche:

- I disegni dovranno avere dimensione minima di 210 mm per 290 mm, se non specificato altrimenti.
- I disegni conterranno schemi e dettagli d'installazione dei componenti con l'indicazione delle ubicazioni,

del layout e degli accorgimenti previsti, dei quadri di controllo, accessori, tubazioni.

- I disegni indicheranno la necessità di sufficiente spazio intorno alle apparecchiature per la loro conduzione, manutenzione e sostituzione.

## 5.7. ISTRUZIONI

Qualora le procedure d'installazione o parte di loro debbano essere eseguite in conformità con le istruzioni del fabbricante, sarà necessario sottomettere copia di tali istruzioni preliminarmente all'installazione delle apparecchiature stesse. La loro installazione non dovrà procedere finché le istruzioni del fabbricante non siano state ricevute. La mancanza delle istruzioni del fabbricante sarà causa del rigetto dell'apparecchiatura o materiale.

## 5.8. CERTIFICATI

Dovranno essere sottomessi certificati del fabbricante relativi a prodotti, materiali, finiture ed apparecchiature così come specificato nelle sezioni tecniche. Non saranno accettati certificati prodotti dal distributore dei prodotti. Le certificazioni saranno documenti preparati specificatamente per il presente contratto. Non saranno accettate certificazioni prestampate o copie di certificazioni sottomesse in precedenza. Le certificazioni del fabbricante faranno riferimento ai prodotti, alle apparecchiature o ai materiali ed alle relative pubblicazioni atte a garantirne qualità.

Le certificazioni non conterranno frasi che possano implicare che il prodotto non soddisfa alle specifiche, quali "buono come", "raggiunge lo stesso scopo finale o risultato dei materiali giudicati conformi alle pubblicazioni di riferimento", oppure "eguaglia o supera le prestazioni del materiale specificato". Le certificazioni dovranno semplicemente indicare che il prodotto è conforme ai requisiti stabiliti. I certificati dovranno essere stampati su carta intestata del fabbricante e firmati da persona autorizzata dal fabbricante a firmare certificati di conformità.

## 5.9. MANUALI OPERATIVI E DI MANUTENZIONE

Dovrà essere fornito un manuale operativo e di manutenzione per ciascuna apparecchiatura per cui sia necessario. Saranno fornite tre copie del manuale, rilegato in robusti raccoglitori o confezioni di tipologia equivalente, approvata. Una copia completa sarà consegnata prima dell'inizio delle operazioni di test delle apparecchiature, mentre le altre saranno fornite prima del termine del contratto. La seguente scritta identificativa sarà posta sulla copertina: "Manuale di Esercizio e Manutenzione", oltre al nome ed alla ubicazione oppure edificio dell'apparecchiatura, il nome dell'appaltatore oppure il numero di contratto. Il manuale dovrà altresì contenere il nome, l'indirizzo ed i numeri di telefono di ciascuno dei subappaltatori e dei rappresentanti locali di ciascuna delle apparecchiature installate. Le istruzioni dovranno essere di facile lettura, con i disegni di grande formato inseriti all'interno. Il manuale dovrà contenere: schemi con istruzioni che spieghino in dettaglio le modalità operative di ciascuna apparecchiatura; descrizione della funzione dei componenti principali dell'apparecchiatura; la procedura di esercizio; le istruzioni per l'installazione; istruzioni per la manutenzione; precauzioni, diagrammi ed illustrazioni di sicurezza; procedure di test e dati prestazionali. L'elenco dei materiali dovrà altresì indicarne la provenienza, le parti di cui si consiglia di avere i ricambi e l'organizzazione di servizi ragionevolmente più conveniente per il luogo. Il manuale dovrà essere completo in ogni particolare relativamente ad apparecchiature, al controllo ed agli accessori.

## 5.10. SUPPORTO TECNICO

Le apparecchiature tecniche dovranno essere supportate da un'organizzazione di servizi ragionevolmente conveniente alla loro installazione, per garantirne un'assistenza soddisfacente durante il periodo di garanzia, sia in condizioni ordinarie sia d'emergenza.

## 5.11. TARGHETTE DEL PRODUTTORE

Ciascuna unità di prodotto dovrà essere equipaggiata con una targhetta contenente il nome del fabbricante, l'indirizzo, il numero del modello ed il numero seriale, esposti in modo permanente; l'etichetta del distributore non è accettabile. L'Appaltatore deve inoltre identificare con targhette o fascette o altri mezzi le varie tubazioni, apparecchiature, circuiti, ecc., con numeri o diciture corrispondenti poi agli schemi.

Tutte le parti di impianto che presentano per la loro stessa natura pericolo per gli addetti alla manutenzione, devono essere dotate di cartelli monitori, a norme ISPEL, disposti in punti ben visibili, solidamente fissati e con diciture indelebili. In particolare devono essere indicati con opportuni cartelli:

- Le passerelle ed i condotti dei cavi con l'indicazione del valore di tensione;
- I quadri elettrici in tensione con l'indicazione del valore di tensione;
- Le porte di accesso dei cavedi contenenti montanti elettrici.

## 5.12. VERIFICHE E COLLAUDI

### 5.12.1. Verifiche iniziali

Dopo l'ultimazione dei lavori ed il rilascio dell'eventuale relativo certificato da parte della Direzione dei lavori, l'Amministrazione appaltante ha la facoltà di prendere in consegna gli impianti, anche se il collaudo definitivo degli stessi non abbia ancora avuto luogo.

Qualora l'Amministrazione appaltante non intenda avvalersi della facoltà di prendere in consegna gli impianti ultimati prima del collaudo definitivo, può disporre affinché dopo il rilascio del certificato di ultimazione dei lavori si proceda comunque ad una Verifica Iniziale "provvisoria" degli impianti.

La Verifica Iniziale ha lo scopo di consentire l'inizio del funzionamento degli impianti, accertando che siano in condizione di poter funzionare normalmente e realizzati conformemente alla regola dell'arte.

Tale verifica riguarderà:

- la rispondenza alle disposizioni di legge;
- la rispondenza alle prescrizioni dei Vigili del fuoco;
- la rispondenza alle prescrizioni particolari concordate in sede di offerta;
- la rispondenza alle norme CEI relative al tipo di impianto.

In particolare si verificherà che:

- siano state osservate le norme tecniche generali;
- gli impianti e i lavori siano corrispondenti a tutte le richieste e alle preventive indicazioni;
- gli impianti e i lavori siano in tutto corrispondenti alle indicazioni contenute nel progetto, purché non

siano state concordate delle modifiche in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;

- gli impianti e i lavori corrispondano inoltre a tutte quelle eventuali modifiche concordate in sede di aggiudicazione dell'appalto o nel corso dell'esecuzione dei lavori;
- i materiali impiegati nell'esecuzione degli impianti siano corrispondenti alle prescrizioni e/o ai campioni presentati.

La Verifica Iniziale è ripartita in:

- Esami a vista;
- Prove e misure;

A ultimazione della Verifica Iniziale verrà redatto apposito verbale e l'Amministrazione appaltante prenderà in consegna gli impianti.

### 5.12.2. Verifiche in corso d'opera

La Direzione Lavori, durante il corso dei lavori può eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o su parti degli stessi, in modo da poter intervenire per tempo qualora non fossero rispettate le specifiche del presente Capitolato Speciale e del progetto.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni convenute, nonché in prove parziali di isolamento e di funzionamento e in tutto quello che può essere utile allo scopo sopra accennato.

I risultati delle verifiche e delle prove potranno essere registrate a verbale.

I controlli e le verifiche eseguite dalla stazione appaltante nel corso dei lavori non escludono comunque la responsabilità dell'appaltatore per vizi, difetti e difformità dell'opera, di parte di essa, o dei materiali impiegati, né la garanzia dell'appaltatore stesso per le parti di lavoro e materiali già controllati. Tali controlli e verifiche non determinano l'insorgere di alcun diritto in capo all'appaltatore, né alcuna preclusione in capo alla stazione appaltante.

### 5.12.3. Collaudi

Il collaudo ha la principale funzione di tutelare il committente in merito alla corretta realizzazione dell'opera ed al pagamento del giusto corrispettivo all'esecutore per mezzo di un controllo che si applica non solo all'impresa appaltatrice, ma anche all'operato del direttore dei lavori.

Esso consente di verificare e certificare che l'opera o il lavoro sono stati eseguiti a regola d'arte e secondo le prescrizioni tecniche prestabilite, in conformità del contratto e delle varianti debitamente approvate.

Il collaudo comprende altresì tutte le verifiche tecniche e le modalità previste dalle leggi di settore.

Il collaudo di un'opera è affidato dalla stazione appaltante ad un tecnico diverso da colui che ha progettato e diretto i lavori eseguiti e comunque secondo le condizioni riportate nella normativa di riferimento.

L'organo di collaudo redige un'apposita relazione in cui formula le proprie considerazioni sul modo con cui l'impresa ha osservato le prescrizioni contrattuali e le disposizioni impartite dal direttore dei lavori.

Il certificato di collaudo emesso dall'organo di collaudo deve contenere:

- l'indicazione dei dati tecnici ed amministrativi relativi al lavoro;
- i verbali di visite con l'indicazione di tutte le verifiche effettuate;
- il certificato di collaudo.

Il certificato di collaudo viene trasmesso per la sua accettazione all'appaltatore, il quale deve firmarlo nel termine di venti giorni.

## 6. IMPIANTI ELETTRICI

### 6.1. FORNITURA DELL'ENERGIA ELETTRICA

La fornitura dell'energia elettrica viene effettuata in media tensione (MT) con tensione nominale 9kV.

### 6.2. QUADRI ELETTRICI DI MEDIA TENSIONE

I quadri di media tensione dovranno essere di tipo protetto realizzati affiancando scomparti completamente normalizzati, contenenti componenti di media tensione pure normalizzati, progettati singolarmente ed assemblati in modo che soddisfino i criteri di impianto e gli schemi indicati negli elaborati di progetto.

Caratteristiche ambientali:

- a) Temperatura ambiente massima 40°C
- b) Temperatura ambiente media (rif. 24 h) 35°C
- c) Temperatura ambiente minima -10°C
- d) Umidità relativa massima 25°C 90%
- e) Installazione all'interno di un fabbricato in muratura

Caratteristiche elettriche:

- a) Livello di isolamento nominale 24 kV
- b) Tensione di esercizio 9 kV
- c) Frequenza nominale 50±2,5% Hz
- d) Sistema elettrico trifase
- e) Stato del neutro isolato
- f) Corrente nominale sbarre principali e derivate 630A
- g) Corrente nominale amm.le di breve durata per 1 sec. 16 kA
- h) Tensione nominale circuiti ausiliari 230V-50Hz
- i) Tensione nominale circuiti illuminazione e riscaldamento 230V-50Hz
- j) Grado di protezione a vano chiuso IP3X

Rispondenza a norme tecniche e leggi antinfortunistiche: per quanto non espressamente precisato nel presente Disciplinare, i quadri dovranno essere rispondenti alle norme CEI vigenti in materia al momento della realizzazione.

#### 6.2.1. Caratteristiche costruttive e composizione

Quadro di tipo prefabbricato, isolato in aria in esecuzione normale, a struttura portante, con pannelli normalizzati e componibili per installazione all'interno.

Le particolari sagomature dei pannelli conferiranno alla struttura una perfetta rigidità e consistenza.

Il quadro sarà realizzato in scomparti singoli al fine di facilitare il trasporto ed il montaggio in opera.

Ogni scomparto sarà dotato di golfari per il sollevamento.

L'assemblaggio dei pannelli e delle strutture sarà del tipo imbullonato. I bulloni saranno marchiati secondo UNI 3740-74 e del tipo autograffiante per garantire la continuità di terra.

Il quadro dovrà aver superato le prove previste dall'appendice AA delle CEI 17-6 (IEC298) rispettando tutti e sei i criteri del paragrafo AA6 della suddetta norma.

### 6.2.1. Collegamenti esterni

- Cavi di potenza: ingresso dal basso.
- Cavi ausiliari (di misura, comando e segnalazioni): ingresso dal basso o dall'alto.

### 6.2.2. Struttura del quadro

Gli elementi fondamentali saranno:

- Carpenteria portante realizzata in lamiera di acciaio di prima scelta dello spessore minimo 20/10.
- Assemblaggio delle strutture con bulloni marchiati UNI 3740-74 e autograffianti per garantire la continuità elettrica di terra.
- Golfari di sollevamento
- Verniciatura a polveri epossipoliesteri
- Esterno: Grigio RAL 7030
- Particolari interni: Sendzimir

Il quadro sarà predisposto per l'ampliamento da ambo i lati con il semplice accoppiamento di nuovi scomparti.

### 6.2.3. Componenti elettrici

#### Sbarre e isolatori

- le sbarre saranno in rame elettrolitico ECU 99,9 (CEI 7-4)
- la bulloneria sarà zincopassivata.
- le sbarre omnibus saranno dimensionate in relazione alla corrente nominale del quadro.
- le sbarre di derivazione e tutti i collegamenti di potenza avranno una sezione in rame adeguata al valore della corrente nominale dei contatti principali dei rispettivi interruttori o sezionatori.
- tutti i bulloni di accoppiamento delle sbarre saranno serrati con una coppia ottimale, mediante chiave dinamometrica.

Le coppie di serraggio sono riscontrabili dalle tabelle UNI 37040-74 integrati dai risultati di prove pratiche.

### Apparecchiature elettriche

Per la costruzione del quadro saranno utilizzati componenti di primarie case costruttrici, rispondenti alle specifiche norme CEI/IEC con relativi certificati di prova.

### Collegamenti per la messa a terra

Il quadro sarà equipaggiato con una sbarra in rame nudo, opportunamente contraddistinta e disposta longitudinalmente nella parte inferiore, per la messa a terra dei componenti rispondente alle caratteristiche previste nelle norme CEI 7-4 e nelle norme CEI 11-8. Tutte le apparecchiature munite di morsetto di terra verranno collegate singolarmente a massa mediante conduttori di rame di sezione adeguata.

### Interblocchi

Per tutti gli interblocchi a chiave presenti sui quadri sia di MT che di BT deve essere realizzata la assoluta diversificazione delle chiavi che intervengono in ciascun interblocco, in modo che non sia possibile eludere il blocco stesso con l'utilizzo di chiavi estranee. Devono quindi essere previste le seguenti opere:

- esecuzione degli anelli saldati per rendere solidali le chiavi appartenenti ad un raggiungimento logico nell'ambito delle sequenze di manovra dipendenti da blocchi a chiave
- individuazione delle coppie di chiavi con targhette in plastica incisa indicanti la sigla di individuazione
- esecuzione delle istruzioni di manovra rispondenti alle sequenze logiche di comando per messa in servizio e per messa fuori servizio delle cabine da sistemare in apposite cornici da esporre nelle cabine

L'Assuntore è tenuto a dare esplicita garanzia scritta della predetta condizione; nella suddetta garanzia l'Assuntore deve altresì dichiarare di assumersi la piena ed esclusiva responsabilità per tutti i problemi che potrebbero derivare dal mancato adempimento della precitata prescrizione.

#### **6.2.4. Controllo funzionale e di rispondenza**

Prima della consegna, i quadri saranno provati nella officina del costruttore alla presenza del D/L e/o della Committenza. Le prove dovranno riscontrare la rispondenza della fornitura alle prescrizioni precedenti e riguarderanno:

- i. Controllo visivo e dimensionale.
- ii. Prova di tensione applicata del circuito principale.
- iii. Prova di tensione applicata del circuito ausiliario e di comando.
- iv. Verifica della corretta esecuzione del cablaggio
- v. Prova dei dispositivi ausiliari elettrici e pneumatici
- vi. Prova di funzionamento meccanico

I quadri saranno corredati di certificazione da parte di ente accreditato relativamente al corto circuito e all'arco interno. In concomitanza sarà rilasciata copia del certificato di collaudo per le prove di accettazione, unitamente al certificato di conformità e a tutta la documentazione secondo la vigente normativa.

### 6.2.5. Consistenza della fornitura

#### Quadro Media Tensione QMT 0 – Cabina ricevitrice MT

N°1 scomparto di arrivo linea da Cabina di consegna Enel, con risalita barre, sistema di sbarre in rame 630 A

- pannello di chiusura zona sbarre
- targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre
- targa di segnalazione pericolo
- sbarra collettoria di terra
- porta imbullonata per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione
- segnalazione presenza tensione su capacitivi.

N° 2 scomparto per partenza linea (Cabina 1 e Cabina 2) con Interruttore automatico in SF6 completo di:

- Sistema di sbarre omnibus in rame 630 A
- Pannello di chiusura zona sbarre
- Sezionatore di linea (IMS) sottocarico con isolamento in aria con manovra unificata, corrente nominale 630 A, tensione nominale 24 kV, I c.to c.to di 16 kA.
- Sezionatore di terra con potere di chiusura inserito all'interno dell'involucro dell'IMS.
- Interruttore automatico in SF6, corrente nominale 630A , tensione nominale 24 kV, corrente di C.to C.to di 16 kA
- Bobina d'apertura e contatti ausiliari
- Blocco a chiave
- Relé di protezione con funzioni 50-51-50N-51N conforme alla norma CEI 0-16
- Sezionatore di terra 16 kA con blocco a chiave
- Sistema di interblocchi meccanici ed a chiave che obbligano l'esecuzione della sequenza di manovra in completa sicurezza per l'operatore
- Targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre
- Targa di segnalazione pericolo
- Sbarra collettoria di terra
- Porta ad incastro per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione e maniglie
- Segnalazione presenza tensione su capacitivi

#### Quadro Media Tensione QMT 1 – Cabina n.1 (esistente)

N°1 scomparto di arrivo linea da Cabina ricevitrice, con Interruttore automatico in SF6 completo di:

- Sistema di sbarre omnibus in rame 630 A
- Pannello di chiusura zona sbarre
- Sezionatore di linea (IMS) sottocarico con isolamento in aria con manovra unificata, corrente nominale 630 A, tensione nominale 24 kV, I c.to c.to di 16 kA.
- Sezionatore di terra con potere di chiusura inserito all'interno dell'involucro dell'IMS.

- Interruttore automatico in SF6, corrente nominale 630A , tensione nominale 24 kV, corrente di C.to C.to di 16 kA
- Bobina d'apertura e contatti ausiliari
- Blocco a chiave
- Relé di protezione con funzioni 50-51-50N-51N conforme alla norma CEI 0-16
- Sezionatore di terra 16 kA con blocco a chiave
- Sistema di interblocchi meccanici ed a chiave che obbligano l'esecuzione della sequenza di manovra in completa sicurezza per l'operatore
- Targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre
- Targa di segnalazione pericolo
- Sbarra collettoria di terra
- Porta ad incastro per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione e maniglie
- Segnalazione presenza tensione su capacitivi

N° 4 scomparto per partenza linea trasformatore (Trasformatore 1, Trasformatore 2, Trasformatore 3 e Trasformatore 4) con Interruttore automatico in SF6 completo di:

- Sistema di sbarre omnibus in rame 630 A
- Pannello di chiusura zona sbarre
- Sezionatore di linea (IMS) sottocarico con isolamento in aria con manovra unificata, corrente nominale 630 A, tensione nominale 24 kV, I c.to c.to di 16 kA.
- Sezionatore di terra con potere di chiusura inserito all'interno dell'involucro dell'IMS.
- Interruttore automatico in SF6, corrente nominale 630A , tensione nominale 24 kV, corrente di C.to C.to di 16 kA
- Bobina d'apertura e contatti ausiliari
- Blocco a chiave
- Relé di protezione con funzioni 50-51-50N-51N conforme alla norma CEI 0-16
- Sezionatore di terra 16 kA con blocco a chiave
- Sistema di interblocchi meccanici ed a chiave che obbligano l'esecuzione della sequenza di manovra in completa sicurezza per l'operatore
- Targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre
- Targa di segnalazione pericolo
- Sbarra collettoria di terra
- Porta ad incastro per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione e maniglie
- Segnalazione presenza tensione su capacitivi

Quadro Media Tensione QMT 2 – Cabina n.2 (nuova realizzazione)

N°1 scomparto di arrivo linea da Cabina ricevitrice, con Interruttore automatico in SF6 completo di:

- Sistema di sbarre omnibus in rame 630 A
- Pannello di chiusura zona sbarre
- Sezionatore di linea (IMS) sottocarico con isolamento in aria con manovra unificata, corrente nominale 630 A, tensione nominale 24 kV, I c.to c.to di 16 kA.
- Sezionatore di terra con potere di chiusura inserito all'interno dell'involucro dell'IMS.
- Interruttore automatico in SF6, corrente nominale 630A , tensione nominale 24 kV, corrente di C.to C.to di 16 kA
- Bobina d'apertura e contatti ausiliari
- Blocco a chiave
- Relé di protezione con funzioni 50-51-50N-51N conforme alla norma CEI 0-16
- Sezionatore di terra 16 kA con blocco a chiave
- Sistema di interblocchi meccanici ed a chiave che obbligano l'esecuzione della sequenza di manovra in completa sicurezza per l'operatore
- Targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre
- Targa di segnalazione pericolo
- Sbarra collettoria di terra
- Porta ad incastro per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione e maniglie
- Segnalazione presenza tensione su capacitivi

N° 2 scomparto per partenza linea trasformatore (Trasformatore 1 e Trasformatore 2) con Interruttore automatico in SF6 completo di:

- Sistema di sbarre omnibus in rame 630 A
- Pannello di chiusura zona sbarre
- Sezionatore di linea (IMS) sottocarico con isolamento in aria con manovra unificata, corrente nominale 630 A, tensione nominale 24 kV, I c.to c.to di 16 kA.
- Sezionatore di terra con potere di chiusura inserito all'interno dell'involucro dell'IMS.
- Interruttore automatico in SF6, corrente nominale 630A , tensione nominale 24 kV, corrente di C.to C.to di 16 kA
- Bobina d'apertura e contatti ausiliari
- Blocco a chiave
- Relé di protezione con funzioni 50-51-50N-51N conforme alla norma CEI 0-16
- Sezionatore di terra 16 kA con blocco a chiave
- Sistema di interblocchi meccanici ed a chiave che obbligano l'esecuzione della sequenza di manovra in completa sicurezza per l'operatore
- Targa serigrafata con sinottico e sequenza manovre

- Targa di segnalazione pericolo
- Sbarra collettrice di terra
- Porta ad incastro per l'accesso allo scomparto completa di oblò d'ispezione e maniglie
- Segnalazione presenza tensione su capacitivi

### 6.3. TRASFORMATORI DI MEDIA/BASSA TENSIONE

#### 6.3.1. Caratteristiche ambientali

L'installazione è prevista in ambiente interno, con normale atmosfera e nelle sotto indicate condizioni climatiche:

- Minima temperatura prevista per l'ambiente di installazione 0°C
- Minima temperatura prevista per il trasporto e lo stoccaggio 0°C
- Massima temperatura prevista + 40°C
- Valore di umidità relativa massima 90 %

#### 6.3.2. Caratteristiche della resina

La resina impiegata per inglobare gli avvolgimenti di media tensione sarà del tipo epossidico caricata con silice ed allumina triidrata, trattata in autoclave sotto vuoto al fine di ottenere una degassificazione ottimale per quanto riguarda presenza di aria od altri eventuali gas.

Il composto epossidico dovrà essere caratterizzato da ottime proprietà dielettriche e meccaniche in modo da poter resistere alle varie sollecitazioni alle quali sarà sottoposto nel corso della vita della macchina.

La classe di isolamento termico sarà rispondente alla classe F certificata dal fornitore e supportata da prove di invecchiamento. Dovrà avere una totale assenza di igroscopicità ed essere autoestinguento, sarà inoltre caratterizzato da un coefficiente di dilatazione molto simile a quello del conduttore in modo da contenere al massimo i rischi di cricature nel caso di violenti sbalzi termici o di carico.

#### 6.3.3. Accessori

La macchina dovrà essere poi equipaggiata con i seguenti ulteriori accessori:

- 4 ruote bidirezionali
- Barre di collegamento MT
- Piastre di collegamento BT
- Barrette di regolazione del rapporto di trasformazione lato MT
- Golfari di sollevamento
- Carrello costituito da ferri ad omega con fori per la traslazione della macchina
- 1 punto di collegamento di messa a terra
- Targa dati
- Targa di avvertenza "Pericolo elettrico", W012 secondo ISO 7010
- 3 sonde termometriche Pt 100 (una per colonna) installate sugli avvolgimenti BT all'interno di appositi tubetti di protezione
- Cablaggio sonde termiche in apposita morsettiera
- Certificato di collaudo
- Manuale d'installazione, messa in servizio e manutenzione.

Se richiesti in sede d'ordine, dovranno poter essere forniti i seguenti accessori:

- n° 3 sonde termometriche supplementari Pt 100 nell'avvolgimento BT
- n° 1 sonda termometrica Pt 100 nel nucleo magnetico
- n° 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde con visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro determinazione del set point di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC
- n° 1 centralina termometrica digitale a 4 sonde con visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del neutro determinazione del set point di allarme e sgancio predisposizione per il controllo automatico dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC/DC, con uscita seriale RS485 ModBus
- n° 1 centralina termometrica digitale per il comando dei ventilatori di raffreddamento tensione di alimentazione universale AC
- Set di 3 terminali a cono esterno (parte fissa)
- Set di 3 scaricatori MT
- Supporti antivibranti in gomma.

#### 6.3.4. Caratteristiche tecniche

I trasformatori devono rispettare il nuovo regolamento 548/2014 della Commissione recante modalità di applicazione della Direttiva sulla progettazione ecocompatibile 2009/125/CE. Inoltre dovrà avere conformità rispetto alle norme:

- CEI EN 60076-1 a 5;
- CEI EN 60076-11;
- EN 50541-1;
- IEC 61378-1;
- IEC 76-1 a 76-5;
- IEC 726 ed. 1982 + Modificazione n 1 del 01 febbraio 1986;
- Documento d'armonizzazione CENELEC HD 538-1 S1 IEC 905 ed. 1987 - Guida di carico dei trasformatori di potenza a secco.

Saranno inoltre, fabbricati seguendo un sistema di Garanzia di Qualità conforme alla norma UNI EN 29001 -ISO 9001.

Il trasformatore sarà completo e pronto al funzionamento entro i seguenti limiti meccanici ed elettrici:

- rulli di scorrimento orientale;
- golfari di sollevamento;
- ganci di traino sul carrello;
- 2 morsetti di messa a terra;
- targa delle caratteristiche;
- barre di collegamento con piastrina di raccordo per cavi MT;
- morsettiera di regolazione lato MT;
- barre di collegamento per cavi BT;

- certificato di collaudo;
- N.03+1 sonde PT 100, di cui 3 su avvolgimenti di BT e 1 su nucleo tutte cablate in cassetta IP 54;
- N.01 centralina termometrica digitale a 4 sonde.

Dati tecnici Trasformatori 9000/400 V – 1600kVA:

Potenza nominale in servizio continuo	1600 kVA
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale primaria	9000 V
Regolazione primaria	± 2 x 2,5 %
Tensione secondaria a vuoto	400 V
Materiale conduttore	Al / Al
Protezione avvolgimento (Prim/Sec)	Inglobato / Impregnato
Installazione	Interna
Tipo di raffreddamento	AN
Classe di isolamento primaria	12-28-75 kV
Classe di isolamento secondaria	1,1 - 3 kV
Gruppo vettoriale	Dyn11
Connessione Primario	Triangolo
Connessione Secondario	Stella + Neutro
Classe isolamento ( Prim / Sec )	F - F
Temperatura ambiente massima	40 °C
Sovratemperature ( Prim-Sec-Nucleo )	100 - 100 - 100 K
Altitudine	≤ 1000 m
Garanzie riferite al rapporto	15 / 0,4 kV
Livello scariche parziali	≤ 10 pC
Perdite a Vuoto Tolleranza +0%	1980 W
Perdite a Carico (120°C) Tolleranza +0%	13000 W
Tensione di cortocircuito ( 120°C )	6 %
Corrente a vuoto	0,6 % In
Livello Acustico ( Lpa - Lwa ) Toll. +0	57 - 67 dBA
Dimensioni Trafo (Larghezza x Profondità x Altezza)	1780 x 1000 x 2100 mm
Interasse carrello (M x M)	820 x 820 mm

**6.3.5. Prove e collaudi**

Tutte le macchine oggetto della presente fornitura dovranno superare con esito positivo le prove di accettazione e di tipo eventualmente previste. Il valore massimo ammesso delle scariche parziali risulta essere di 10 PC.

La società committente si riserva il diritto di partecipare ai collaudi presso la sale prove del fornitore e di poter procedere, previo avviso, a visite ispettive prima e nel corso dell'esecuzione della commessa.

Tutte le prove dovranno essere eseguite in piena conformità alle normative vigenti e specificatamente CEI 14.8 ediz 1992.

### 6.3.6. Prove di tipo e speciali

La società committente potrà far eseguire oltre alle prove di accettazione anche quelle di tipo, nonché verifiche sulla resistenza dinamica a corto circuito presso laboratori del CESI su un trasformatore prescelto a caso sull'intera fornitura.

Gli oneri relativi saranno a carico della stessa nel caso di esito positivo, ed a carico della società fornitrice nel caso di esito non conforme.

In quest'ultimo caso, inoltre, la società fornitrice dovrà ripetere a suo onere le prove fino ad esito positivo. Eventuali modifiche od accorgimenti costruttivi adottati, per conseguire la conformità della macchina alla prova eseguita, dovranno essere estesi all'intera fornitura.

### 6.3.7. Classe ambientale climatica e di comportamento al fuoco

In merito alla classe ambientale E2, climatica C2 e di comportamento al fuoco F1, alla quale i trasformatori dovranno essere conformi, la certificazione dell'intero ciclo di prove emessa da ente ufficiale (CESI), dovrà riferirsi ad un unico trasformatore avente classe di isolamento termico pari a quello oggetto riportato nella scheda tecnica e le prove dovranno essere in conformità alle norme IEC 60076 – 11 del 05/2004.

## 6.4. GRUPPO ELETTROGENO

Per l'impianto in oggetto vengono impiegati gruppi elettrogeni per sopperire alle interruzioni casuali di energia elettrica che si possono verificare nella rete di distribuzione, poiché dalla suddetta interruzione possono derivarne gravi disagi alle persone oppure danni materiali o finanziari.

### 6.4.1. Consistenza della fornitura

- Gruppo elettrogeno a servizio HUB idrico zona esistente, potenza 900 kVA;
- Gruppo elettrogeno a servizio HUB idrico zona nuovo ampliamento, potenza 60 kVA;
- Gruppo elettrogeno a servizio nuova Grigliatura, potenza 200 kVA.

### 6.4.2. Caratteristiche generali

La potenza viene garantita da un generatore elettrico posto in cascata ad un motore termico alimentato a gasolio, con serbatoio incorporato nella struttura del gruppo.

Il gruppo elettrogeno può essere installato all'interno di un locale dedicato, nel rispetto della normativa vigente, tale da garantire le distanze laterali minime non inferiori a 0,6 m per l'effettuazione della relativa manutenzione ordinaria e straordinaria oppure all'esterno, prevedendo opportuna cofanatura.

### 6.4.3. Composizione del gruppo elettrogeno

Il gruppo elettrogeno adibito a fonte di energia elettrica di riserva e sarà costituito da:

- motore diesel, aspirazione sovralimentata ed interrefrigerata, 12 cilindri a "V", raffreddamento ad acqua, regolazione di velocità con controllo elettronico, avviamento elettrico 24Vcc;
- alternatore di primaria marca (Marelli o Mecc-Alte o similare), della potenza nominale conforme all'applicazione, autoeccitato ed autoregolato, senza spazzole (brushless), con regolatore elettronico della tensione, Icc > 3 In, protezione meccanica IP 23, classe di isolamento/sovratemperature H/H, forma costruttiva monosupporto.

Il gruppo elettrogeno è realizzato su un telaio autoportante pressopiegato ed elettrosaldato in acciaio al carbonio, sorretto da piedini direttamente collegati al telaio stesso, provvisti di fori per il fissaggio diretto al pavimento e completo di supporti antivibranti. Nella struttura portante è inglobato il serbatoio di capacità pari a 636 litri, completo di tappo di drenaggio e galleggiante.

Il gruppo elettrogeno è predisposto per funzionamento automatico ed è completo di:

- Sensore per allarme/arresto bassa pressione olio;
- Sensore per allarme/arresto alta temperatura acqua;
- Serbatoio di servizio della capacità di lt. 600, incorporato all'interno del basamento del G.E., completo di indicatore livello carburante a quadrante, di sensore di allarme per minimo livello. Il serbatoio è dotato di vasca di contenimento per l'intera capacità e sensore rilevamento perdite, come disposto dalla Regola Tecnica sulla Prevenzione Incendi – Decreto 13/07/2011.

Il gruppo, inoltre, è completo del sistema di lubrificazione, del sistema di raffreddamento e del sistema di preriscaldamento (scaldiglia dedicata).

La fornitura comprende altresì:

- Radiatore di tipo meccanico montato a bordo gruppo con ventilatore meccanico completo di valvola termostatica;
- Impianto preriscaldamento acqua;
- Batterie di avviamento 24Vcc;
- Silenziatori gas di scarico di tipo residenziale, forniti sciolti;
- Giunti dilatazione gas scarico, in acciaio inox, per collegamento uscite gas scarico motore;
- Griglie di protezione parti calde motore contro i contatti accidentali;
- Golfari di sollevamento;
- Borsa attrezzi per manutenzione;
- Monografia e schemi elettrici;
- Ciclo di verniciatura e colore secondo standard casa costruttrice.
- QUADRO di comando e controllo tipo, in armadio separato per montaggio a pavimento, con logica di gestione a microprocessore idoneo sia per fare intervenire automaticamente il G.E. entro pochi secondi al mancare della tensione di rete anche su una sola fase o dalla ricezione del segnale di avviamento.

Il quadro è completo di:

- Dispositivo elettronico di ultima generazione per il controllo ed il monitoraggio di tutti i parametri che entrano in gioco per la gestione del gruppo elettrogeno completo di display alfanumerico retroilluminato

per la visualizzazione delle grandezze elettriche: tensione delle 3 fasi di rete, tensione delle 3 fasi di gruppo, corrente delle 3 fasi di gruppo, frequenza, contaore, contavviamenti, potenza attiva, potenza reattiva, fattore di potenza;

- Indicatore pressione olio, temperatura acqua, livello carburante serbatoio di servizio;
- Carica batterie elettronico con punto di cross-over automatico;
- Orologio programmatore per prova periodica automatica;
- Morsettiera contatti puliti per riporto a distanza telesegnali;
- Uscita seriale RS 485 modbus;
- Telecommutazione Rete/G.E, Quadro di commutazione, in armadio separato da collocare all'interno del Vs. Power Center, comprendente la telecommutazione Rete/GE realizzata con sezionatori quadripolari (In=2000 A) interbloccati meccanicamente ed elettricamente.
- Protezione corto circuito: Interruttore automatico magnetotermico, 4x 2000 A, a protezione generatore, in esecuzione fissa con comando manuale.
- Protezione contatti indiretti: Relè protezione massa statorica 64S tarabile in portata e tempi di intervento

Oltre a quanto sopra, si completa l'impianto con:

- Valvola a strappo intercettazione gasolio con maniglia in cassetta di custodia con vetro;
- Pulsante arresto di emergenza in cassetta di custodia con vetro;
- Sezionatore in cassetta di custodia IP54 per il sezionamento dei circuiti ausiliari alimentati da rete;
- Gruppo di riempimento automatico serbatoio di servizio G.E., comprendente una elettropompa autoadescante (IP54), più una pompa ad azionamento manuale con circuito di by-pass, circuito di comando e controllo integrato nel quadro del gruppo elettrogeno.

#### 6.4.4. Dati tecnici

Le caratteristiche nominali dei gruppi devono essere:

- potenza in servizio continuo (PRP-ISO 8528)
  - 900 kVA – GE HUB idrico zona esistente;
  - 200 kVA – GE nuova grigliatura;
  - 60 kVA – GE HUB idrico zona nuovo ampliamento;
- tensione: 400/230V trifase con neutro accessibile in morsettiera
- frequenza: 50Hz
- fattore di potenza 0,8
- n.giri motore: 1500 rpm
- stato del neutro rigidamente a terra
- sistema di distribuzione secondo CEI 64-8/3 TN-S
- sovraccaricabilità per un'ora, ogni 12 ore alla tensione, frequenza e fattore di potenza nominali 10 %
- tempo di avviamento per intervento a freddo ma con sistema di preriscaldamento in servizio ≤15 s, comprensivo dei tre tentativi ammessi. Dopo tre tentativi, in caso di mancato avviamento, il gruppo deve andare in blocco con conseguente segnalazione

- entro un intervallo di tempo 15 secondi dal segnale di avviamento il gruppo deve raggiungere la velocità e tensione nominale, pronto per l'applicazione del carico
- corrente di corto circuito permanente simmetrica trifase:  $\geq 3 I_n$ .
- L'alternatore deve sopportare senza danno un corto circuito bifase o trifase ai morsetti della durata di 5 secondi; i TA sul centro-stella devono essere dimensionati di conseguenza
- Targa d'identificazione CE secondo ISO 8528

Per la gestione e il controllo del funzionamento, il gruppo elettrogeno verrà corredato di quadro elettrico a bordo macchina.

#### 6.4.5. Motore diesel

Il motore primo del GE sarà di tipo industriale, a ciclo diesel con alimentazione a gasolio, idoneo per installazione all'interno, con partenza rapida da freddo, completo di tutti gli accessori e i dispositivi di sicurezza, richiesti dalla normativa vigente per il suo regolare funzionamento; le sue caratteristiche saranno adeguate alle prestazioni richieste al gruppo elettrogeno e descritte in precedenza.

Sarà, indicativamente, corredato di:

- radiatore con ventilatore soffiante per il raffreddamento dell'acqua motore, completo di convogliatore e serrande anti-pioggia con rete anti insetto;
- pompa di circolazione acqua di raffreddamento;
- sistema di preriscaldamento dell'acqua di raffreddamento comprensivo di resistenza elettrica, valvola termostatica per la regolazione automatica della temperatura dell'acqua di raffreddamento e dispositivo di segnalazione di avaria ("mancato preriscaldamento");
- turbo compressore azionato dai gas di scarico, per sovralimentazione motore, con eventuale raffreddamento aria di combustione tramite scambiatore;
- volano con corona dentata;
- filtri olio pre-filtro;
- refrigerante olio;
- filtro combustibile;
- pompa alimentazione combustibile;
- pompa iniezione;
- regolatore automatico di velocità di tipo elettronico;
- collettori e condotti di scarico coibentati, completi di silenziatore gas di scarico;
- compensatore flessibile tra collettore e tubo di scarico;
- leva variazione giri e arresto motore;
- strumentazione motore montata a bordo del quadro di comando e controllo, comprendente:
  - manometro olio;
  - termometro acqua;
  - contagiri;
  - contatore di funzionamento del motore;

- contatore del numero di avviamenti;
- cablaggio ed accessori dell'impianto elettrico a bordo gruppo per le interconnessioni degli equipaggiamenti elettrici esterni;
- dispositivo elettronico di arresto per sovravelocità indipendente dal regolatore di velocità, incorporato nel quadro di comando e controllo.

#### 6.4.6. Generatore sincro

Il generatore sincro sarà trifase, auto eccitato ed auto regolato (con regolatore automatico di tensione), senza spazzole; dovrà essere in grado di alimentare carichi distorcanti per una potenza complessiva stimabile dalla potenza dell'UPS, rilevabile dalle specifiche tecniche e dagli schemi generali.

Le caratteristiche tecniche principali saranno:

- Tipo brushless monosupporto;
- Potenza minima per servizio di riserva idonea alla potenza del gruppo;
- Frequenza nominale 50 Hz;
- Sovraccarichi minimi: o per la durata di 1 ora 10%;
- Fattore di potenza 0,8;
- Tensione nominale 400/230 V;
- Velocità 1500 giri/min.;
- Raffreddamento aria, autoventilato;
- Grado di protezione IP 23;

Il centro stella per la formazione del neutro dovrà essere realizzato all'interno della scatola morsettiere.

#### 6.4.7. Sistema di lubrificazione

Il sistema di lubrificazione a pressione dovrà essere realizzato con una o più pompe ad ingranaggi di tipo volumetrico azionate direttamente dal motore.

Dovranno essere previste valvole di sicurezza e di regolazione per il controllo della pressione di esercizio dell'olio, oltre ad una pompa manuale per l'estrazione dell'olio stesso dove non sia accessibile lo scarico della coppa.

Il sistema di lubrificazione dovrà essere corredato dei seguenti strumenti e protezioni:

- manometro pressione olio
- termometro temperatura olio
- pressostato di minima pressione olio
- termostato di massima temperatura olio (per gruppi raffreddati ad aria)

Tutti i dispositivi con funzione di sicurezza, dovranno essere approvati e certificati secondo la normativa vigente in merito.

#### 6.4.8. Sistema di raffreddamento

Il sistema di raffreddamento, che dovrà essere conforme alla norma CEI EN 60034-6, deve essere realizzato ad

acqua dolce (con aggiunta di antigelo) in ciclo chiuso con radiatore, pompa acqua e ventola. Il radiatore deve essere installato sul telaio del gruppo. Il sistema di raffreddamento dovrà essere termometro acqua raffreddamento all'ingresso del motore e termostato massima temperatura acqua in uscita dal motore per segnalazione e blocco. Il livello del liquido di raffreddamento dovrà essere visibile esternamente al radiatore.

Tutti i dispositivi con funzione di sicurezza, di cui al D.M. n.256 del 3 Novembre 2007, dovranno essere approvati e certificati dal Ministero dell'Interno.

#### 6.4.9. Sistema di preriscaldamento

Il sistema di preriscaldamento deve essere previsto per assicurare l'immediata partenza del gruppo a freddo anche con temperatura ambiente di -15 °C e dopo una settimana di fermata.

Il sistema di preriscaldamento dovrà essere inserito automaticamente all'arresto del motore e disinserito al suo avviamento e dovrà essere corredato delle seguenti protezioni: termostato bassa temperatura olio termostato bassa temperatura acqua.

#### 6.4.10. Serbatoio interrato di deposito

Il serbatoio di deposito è ad uso esclusivo del gruppo elettrogeno. La circolare Mi.Sa. n° 31/78 che regola l'installazione dei gruppi elettrogeni esclude esplicitamente la possibilità di avere depositi di carburante, all'interno del locale del gruppo elettrogeno, diversi dal serbatoio incorporato ai gruppi stessi. La costruzione di questi serbatoi è disciplinata dalla Circolare n.73 del 29 luglio 1971 del Ministero dell'Interno. I serbatoi per gasolio e per olio combustibile devono presentare idonea protezione contro la corrosione, devono inoltre essere costruiti con materiali, forme e caratteristiche costruttive approvati dal Ministero dell'Interno. Deve essere garantita la loro chiusura ermetica in modo da risultare a tenuta stagna sotto una pressione di prova non inferiore ad 1 kg/cm<sup>2</sup>: l'esito favorevole di tale prova deve essere documentato dal costruttore del serbatoio.

Le dotazioni minime da prevedere per un serbatoio di servizio sono:

- una tubazione metallica per il rifornimento (carico) del carburante;
- una tubazione di sfiato dei vapori avente diametro interno pari alla metà del diametro del tubo di carico (comunque non inferiore a 25 mm), la cui estremità deve essere protetta con reticella tagliafiamma;
- un dispositivo atto ad interrompere, in fase di carico, il flusso del combustibile al raggiungimento del 90 % della capacità del serbatoio;
- sensori per la misura del livello del combustibile;
- indicatore di livello da installare nel quadro di comando.

A queste dotazioni se ne aggiungono altre che permettono la connessione al gruppo elettrogeno e che facilitano il mantenimento in buono stato di esercizio dell'impianto.

Il serbatoio di servizio può essere utilizzato per due usi ben distinti che possono essere l'alimentazione diretta del gruppo elettrogeno o il rabbocco del serbatoio incorporato al gruppo elettrogeno.

Il serbatoio di servizio del combustibile, con capacità minima di 1000 litri, è costituito da una cisterna adatta per la posa interrata, di forma cilindrica ad asse orizzontale. La cisterna è realizzata a doppia camera con sistema di verifica tenuta e rilevamento perdite, in particolare la camera interna è in lamiera d'acciaio di prima scelta dello spessore di 4 mm, chiusa ermeticamente con elettrosaldatura a cordone continuo dei fondi stampati,

mentre la camera esterna è in lamiera d'acciaio di prima scelta con rivestimento per la protezione contro la corrosione realizzato con plastificazione in vetroresina. La cisterna è dotata poi di pozzetto, con coperchio di chiusura in lamiera striata, contenente al suo interno il boccaporto (passo d'uomo) realizzato a flangia bordata imbullonata con guarnizione, di dimensioni non inferiori a 70x70 cm. All'interno del pozzetto sono montati il tappo di caricamento con il dispositivo limitatore di carico atto ad interrompere il flusso del combustibile al raggiungimento del 90% della capacità geometrica della cisterna (valvola limitatrice di carico approvata dal Ministero dell'Interno presso il Centro Studi ed Esperienze Antincendi), il raccordo filettato per il tubo di sfiato dei vapori, i raccordi filettati per i tubi di aspirazione gasolio e ritorno del troppo pieno. Inoltre sono resi disponibili i raccordi filettati per il montaggio del livello di segnalazione di riserva gasolio in cisterna e quello aggiuntivo per presa di combustibile per esami, o eventuale montaggio di un rivelatore di presenza acqua.

Sono previsti i bulloni per il collegamento al dispersore di terra sia della cisterna che del coperchio del pozzetto, e la barra di rame per la messa a terra della pinza dell'autobotte. L'accessibilità delle tubazioni ai raccordi è prevista da una parete laterale del pozzetto sulla quale è realizzato un foro di diametro adeguato.

La costruzione è eseguita in conformità alla circolare n. 73 del 29/07/1971 del Ministero dell'Interno. La prova di tenuta è eseguita ad una pressione non inferiore a 1 Kg/cm<sup>2</sup>. Sul raccordo di aspirazione del gasolio è montata la valvola multipla (approvata dal Ministero dell'Interno presso il centro Studi ed Esperienze Antincendi) completa del dispositivo di intercettazione a chiusura rapida azionabile a distanza mediante una maniglia a strappo da ubicare all'esterno del locale, del tubo per il pescaggio del gasolio e della presa per il collegamento dell'eventuale indicatore di livello di tipo pneumatico. Sono consegnate le certificazioni di prova a pressione, di omologazione della valvola limitatrice di carico, di omologazione della valvola multipla per l'approvazione da parte dei VV.FF.

#### 6.4.11. Sistema di riempimento automatico

Per il rifornimento di combustibile, deve essere previsto un sistema automatico e manuale che prelevi il gasolio dal serbatoio di stoccaggio e l'invii a quello incorporato con il motore. Tale sistema prevede un quadro di alimentazione e controllo, alimentato direttamente dalla linea del gruppo; pertanto, è attivato solo quando il gruppo è in servizio. La logica di controllo è alimentata dalla batteria del gruppo. Il gruppo di pompaggio è dotato di un'elettrovalvola d'intercettazione del gasolio, comandata dal massimo livello assoluto del serbatoio di servizio. Il quadro deve ricevere i segnali di livello del serbatoio: massimo assoluto, massimo operativo e minimo operativo.

### 6.5. RIFASAMENTO

I complessi di rifasamento saranno installati in armadi dedicati (lamiera 20/10) dotati di aperture di ventilazione e/o torrini di ventilazione comandati da termostato. Il grado di protezione minimo degli armadi dovrà essere IP30 (IP20 a portelle aperte). Se indicato nei documenti progettuali, i complessi di rifasamento potranno essere anche integrati nei quadri elettrici in scomparti separati.

Si prevede un impianto di rifasamento ad inserzione automatica in relazione al fattore di potenza di prelievo: tale impianto deve essere dimensionato sulla base della massima energia reattiva capacitiva necessaria al contenimento del fattore di potenza entro i limiti concessi da distributore ( $\cos\phi < 0.9$  tenendo conto l'eventuale presenza di impianti di rifasamento a compensazione locale. Nel caso di grossi impianti potranno essere previsti più impianti di rifasamento a compensazione parziale (posizionando i banchi di condensatori sull'arrivo delle linee ad ogni reparto nel relativo quadro di distribuzione) oppure un impianto a compensazione globale (posizionando

i banchi di condensatori sulle partenze del quadro generale di bassa tensione).

Per l'alimentazione in media tensione deve essere installata una batteria di condensatori per ogni trasformatore, connesso permanentemente ai morsetti bt, (rifasamento fisso). La potenza di tale batteria di condensatori deve essere commisurata alla potenza e alla tipologia del trasformatore stesso.

Il rifasamento si rende necessario al fine di mantenere il fattore di potenza medio mensile dell'energia prelevata dal distributore inferiore a 0.9 (valore stabilito dal comitato interministeriale prezzi CIP 11/1978). Inoltre, l'inserzione dei condensatori deve avvenire in modo da evitare in ogni momento cessioni di energia reattiva induttiva al distributore.

### 6.5.1. Regolatore di potenza reattiva

Il dispositivo per l'inserzione automatica/manuale delle batterie di condensatori sarà completo di:

- Trasformatori di misura, collegamenti circuito amperometrico e voltmetrico
- Led presenza tensione
- Led induttivo/capacitivo
- Led segnalazione batterie inserite
- Selettore man/aut.
- Selettore per l'inserzione manuale delle batterie di condensatori
- Potenziometro per la regolazione del cosj da 0,8 induttivo a 0,9 capacitivo
- Potenziometro per la regolazione del C/K

Il regolatore effettua anche il controllo della temperatura azionando il torrino di estrazione (ove previsto) al raggiungimento della temperatura di 40 °C.

Nel caso venga superata la temperatura di 60°C, il regolatore dovrà disattivare automaticamente entro 3 secondi le batterie di condensatori attivando nel contempo il relè di allarme. Il regolatore dovrà riprendere a funzionare automaticamente al ritorno della temperatura entro i limiti della normalità; due led sul fronte del regolatore segnalano il superamento delle due soglie di temperatura; la temperatura in gradi (°C) può essere rilevata sul display.

### 6.5.2. Apparecchiature di protezione e comando

Le apparecchiature di comando e protezione dovranno essere montate su piastre separate dai condensatori e saranno accessibili anteriormente.

Date le caratteristiche di assorbimento dei condensatori, il circuito di alimentazione deve essere dimensionato per sopportare almeno 1.5 In. Le apparecchiature in oggetto sono le seguenti:

- Sezionatore generale tripolare con comando rinviato blocco porta
- Sezionatore tripolare di protezione sulle singole batterie di condensatori con fusibili di portata adeguata alla potenza in kVAR della batteria da proteggere
- Contattori tripolari per l'inserzione dei condensatori con dispositivo di limitazione della corrente d'inserzione dei condensatori; categoria AC-6b con corrente nominale di esercizio  $I_e > 1.5 I_n$
- Reattanze di scarica rapida per ridurre la tensione ai morsetti ad un valore di 50 V entro un tempo di 10 secondi

- Condensatori cilindrici trifasi a bassissime perdite, isolati in gas (N<sub>2</sub>) o altro isolante equivalente, rispondenti alle normative IEC 70-EN 60831.1, dotati di dispositivo antiscooppio e dielettrico autocicatizzante, perdite inferiori a 0,25 W/kVA, tensione nominale 400V+10%, corrente max ammissibile 1,5xI<sub>n</sub>, vita elettrica > 100.000 h, adatti per valori di 5<sup>a</sup> armonica pari a 20%

Qualora necessario, dovrà essere possibile realizzare una tensione ausiliaria 230 V c.a. tramite apposito trasformatore installato all'interno del quadro.

## 6.6. QUADRI ELETTRICI DI BASSA TENSIONE

Nella fornitura sarà prevista la realizzazione dei quadri elettrici per consentire l'alimentazione e la protezione delle linee elettriche delle utenze in campo. I quadri di bassa tensione dovranno essere di tipo di forma indicata a progetto, realizzati affiancando scomparti completamente normalizzati, contenenti le apparecchiature di bassa tensione, pure normalizzate, progettati singolarmente e nel loro insieme per offrire con la massima semplicità costruttiva una molteplicità di impiego per soddisfare alle più svariate esigenze di impianto.

I quadri elettrici oggetto del presente disciplinare sono evidenziati nelle tavole di progetto, i cui schemi di potenza sono riportati sugli elaborati allegati al progetto.

Devono essere fornite le seguenti opere e prestazioni:

- Lamiere di chiusura laterali e per chiusura passaggio cavi comprese;
- Attacchi per collegamento cavi di potenza compresi;
- Morsetti per collegamento cavi ausiliari esterni compresa;
- Trasporto;
- Posa in opera;
- Esecuzione di opere civili minori necessarie per la posa in opera.

I quadri devono avere grado di protezione minimo IP55 e saranno idonei per l'installazione nelle condizioni ambientali indicate nel progetto. Le carpenterie devono essere costituite da strutture portanti e involucri di tipo prefabbricato e modulare, facilmente assiemabili ed in grado di consentire la realizzazione di carpenterie diverse per forme, dimensioni e funzioni.

Tutte le apparecchiature elettriche interne al quadro devono essere fissate su piastre metalliche o su telai realizzati in profilati DIN, opportunamente contrassegnate da targhette che devono riportare le sigle identificative definite dallo schema unifilare di progetto.

Gli apparecchi elettrici, interruttori e sezionatori, devono essere in grado di interrompere o sopportare la corrente di corto circuito nel punto dove sono installati; inoltre devono sezionare sia i conduttori attivi che il neutro.

Deve essere garantita l'equipotenzialità degli elementi strutturali metallici della carpenteria mediante messa a terra automatica per contatto.

Al fine di avere un maggiore spazio per le leve degli organi di comando la porta frontale in vetro deve essere in vetro curvo temprato di sicurezza. Per le porte in vetro si richiede inoltre un grado di resistenza meccanica agli urti IK≥07.

I limiti di batteria della fornitura faranno capo alla morsettiera del quadro; ogni componente interno sarà a cura

del fornitore. Gli schemi elettrici costruttivi saranno realizzati dal fornitore come parte integrante della fornitura e saranno soggetti ad approvazione da parte della Committente.

Il Fornitore sarà responsabile dell'espletamento della fornitura nel pieno rispetto di tutte le prescrizioni riportate dell'Ordine di Acquisto, dei documenti allegati o menzionati nello stesso e dei documenti approvati dalla Committente. L'esercizio o il mancato esercizio del diritto di controllare o approvare attività o documenti non solleva il Fornitore dall'obbligo di fornire quanto ordinato nel pieno rispetto di tutti i requisiti dell'ordine. La Committente potrà presenziare, sia presso le officine del Fornitore sia in cantiere, alle fasi esecutive o di controllo. Il Fornitore dovrà fornire le modalità secondo le quali effettuerà la taratura della strumentazione utilizzata durante lo sviluppo e la realizzazione della sua fornitura, indicare lo stato di essa sui singoli strumenti e mantenerne registrazione.

### 6.6.1. Componenti elettrici

Per la costruzione del quadro saranno utilizzati componenti di primarie case costruttrici, rispondenti alle specifiche norme CEI/IEC con relativi certificati di prova.

Il quadro sarà costituito da sbarre che saranno in rame elettrolitico ECU 99,9 (CEI 7-4) e con relativa bulloneria zincopassivata. Le sbarre omnibus saranno dimensionate in relazione alla corrente nominale del quadro e tutte le sbarre di derivazione e vari collegamenti di potenza avranno una sezione in rame adeguata al valore della corrente nominale dei contatti principali dei rispettivi interruttori o sezionatori. Tutti i bulloni di accoppiamento delle sbarre saranno serrati con una coppia ottimale, mediante chiave dinamometrica.

Le coppie di serraggio sono riscontrabili dalle tabelle UNI 37040-74 integrati dai risultati di prove pratiche.

Il quadro sarà equipaggiato con una sbarra in rame nudo, opportunamente contraddistinta e disposta longitudinalmente nella parte inferiore, per la messa a terra dei componenti rispondente alle caratteristiche previste nelle norme CEI 7-4 e nelle norme CEI 11-8.

Tutte le apparecchiature munite di morsetto di terra verranno collegate singolarmente a massa mediante conduttori di rame di sezione adeguata.

Per tutti gli interblocchi a chiave presenti sui quadri sia di MT che di BT deve essere realizzata la assoluta diversificazione delle chiavi che intervengono in ciascun interblocco, in modo che non sia possibile eludere il blocco stesso con l'utilizzo di chiavi estranee.

Devono quindi essere previste le seguenti opere:

- esecuzione degli anelli saldati per rendere solidali le chiavi appartenenti ad un raggiungimento logico nell'ambito delle sequenze di manovra dipendenti da blocchi a chiave;
- individuazione delle coppie di chiavi con targhette in plastica incisa indicanti la relativa sigla identificativa;
- esecuzione delle istruzioni di manovra rispondenti alle sequenze logiche di comando per messa in servizio e per messa fuori servizio delle cabine da sistemare in apposite cornici da esporre nelle cabine;

L'Assuntore è tenuto a dare esplicita garanzia scritta della predetta condizione; nella suddetta garanzia l'Assuntore deve altresì dichiarare di assumersi la piena ed esclusiva responsabilità per tutti i problemi che potrebbero derivare dal mancato adempimento della precitata prescrizione.

### 6.6.2. Verifiche e collaudi

Prima della consegna, i quadri saranno provati nella officina del costruttore alla presenza del D/L e/o della Committenza.

Le prove dovranno riscontrare la rispondenza della fornitura alle prescrizioni precedenti e riguarderanno:

- a) Controllo visivo e dimensionale;
- b) Prova di tensione applicata del circuito principale;
- c) Prova di tensione applicata del circuito ausiliario e di comando;
- d) Verifica della corretta esecuzione del cablaggio;
- e) Prova dei dispositivi ausiliari elettrici e pneumatici;
- f) Prova di funzionamento meccanico.

I quadri saranno corredati di certificazione CESI, o di altro ente accreditato, relativamente al corto circuito e all'arco interno. Inoltre, sarà rilasciata copia del certificato di collaudo per le prove di accettazione, unitamente al certificato di conformità e a tutta la documentazione secondo la vigente normativa. In seguito alla richiesta del Committente il Costruttore dovrà essere in grado di effettuare o ripetere la prova di riscaldamento nella propria Sala Prove.

### 6.6.3. Caratteristiche tecniche

#### Caratteristiche ambientali:

Temperatura ambiente massima	40 °C
Temperatura ambiente media (rif. 24h)	35 °C
Temperatura ambiente minima	-10 °C
Umidità relativa massima a 25 °C	90%
Altitudine s.l.m.	< 1000 m

#### Caratteristiche elettriche

Tensione di esercizio	400/690 V
Frequenza nominale	50 Hz
Sistema elettrico	3F+N
Corrente nominale sbarre	630 A
Materiale	Lamiera
Grado di protezione esterno	IP 31
Grado di protezione interno	IP 20

#### 6.6.4. Struttura metallica

Ogni scomparto dovrà essere una unità indipendente, costituita da una struttura autoportante in lamiera di acciaio, spessore 20-30/10 mm, composta da elementi normalizzati, provvisti di forature modulari, assiemati tra loro mediante punti elettrici e viti speciali che ne assicurano robustezza e continuità elettrica.

Su tale struttura, ove previsto progettualmente, dovranno essere applicate le chiusure laterali e posteriori in lamiera, le portelle anteriori, i setti di compartimentazione e segregazione, i supporti metallici per i diversi apparecchi.

Lo spessore minimo della lamiera d'acciaio per tali elementi non dovrà essere inferiore a 20/10 di mm, riscontrato prima dei trattamenti protettivi.

Gli scomparti dovranno essere suddivisi nelle seguenti zone:

- Zona anteriore riservata alle celle degli apparecchi di potenza, agli strumenti di misura e/o protezioni e ai servizi ausiliari; tale zona è suddivisa da celle individuali, chiuse metallicamente su tutti i lati con dimensioni modulari in
- funzione delle apparecchiature da alloggiare
- Prima zona posteriore, contenente le sbarre di derivazione e le connessioni in sbarra degli interruttori di grande portata
- Seconda zona posteriore, riservata alle connessioni di potenza degli interruttori che sono normalmente realizzate in cavo

La zona anteriore che alloggia la sezione delle apparecchiature a conformazione modulare dovrà essere dotata di doppio frontale con pannellatura in vetro trasparente stratificato.

#### 6.6.5. Sbarre principali e derivazioni

Le sbarre principali e le derivazioni dovranno essere in piatto elettrolitico di rame nudo (ETP UN1 5649-71) a spigoli arrotondati, opportunamente dimensionate e ammarate per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche conseguenti alle correnti di corto circuito.

#### 6.6.6. Isolamento e supporti sbarre

L'isolamento dovrà essere completamente realizzato in aria; i supporti sbarre dovranno essere realizzati mediante elementi componibili stampati in materiale isolante autoestinguento con elevata resistenza meccanica e caratteristiche antitraccia.

#### 6.6.7. Circuiti ausiliari e cablaggi

Le apparecchiature ausiliarie dovranno essere disposte in celle separate metallicamente dalle celle interruttori. Dovrà essere sempre possibile accedere alle apparecchiature ausiliarie con il quadro in tensione.

Il cablaggio interno dovrà essere realizzato con cavi di tipo flessibile non propaganti l'incendio (sec. CEI 20-22), di

sezione non inferiore a 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti ausiliari e 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di potenza. Tutte le connessioni dovranno essere effettuate mediante capocorda a compressione, e ciascun conduttore dovrà essere numerato con idonei contrassegni. I conduttori dovranno essere alloggiati su apposite canalette di materiale plastico e in appositi vani all'interno degli scomparti. Tutti i conduttori dovranno far capo a morsettiere componibili numerate.

Opportune targhette, pantografate, dovranno indicare a fronte quadro, ciascuna apparecchiatura e relativa sequenza di manovra.

Tutte le indicazioni di stato e i comandi di ogni apparecchiatura dovranno essere riportati in morsettiere per poter essere utilizzati per il telecomando e il telecontrollo dal Centro Operativo ove previsto dal progetto.

#### 6.6.8. Messa a terra

Una sbarra collettoria in rame, avente una sezione nominale di 200 mm<sup>2</sup>, dovrà percorrere longitudinalmente tutto il quadro; a tale sbarra dovranno essere collegati tutti i componenti principali.

Tutti gli elementi di carpenteria dovranno essere francamente collegati fra loro per mezzo di viti speciali atte a garantire un buon contatto elettrico fra le parti.

Le porte dovranno essere collegate in modo equipotenziale alla struttura per mezzo di treccia di rame avente sezione di 16 mm<sup>2</sup>.

#### 6.6.9. Accessori

Serie di accessori che dovranno essere forniti:

- Mensola di supporto leve varie e maniglie
- Golfari di sollevamento
- Vernice per ritocchi punti danneggiati
- Schemi e disegni di progetto
- Istruzioni per l'installazione, l'esercizio e la manutenzione del quadro
- Targhe d'identificazione apparecchiature
- Schema unifilare in dotazione alla carpenteria
- Cartellonistica di prevenzione antinfortunistica conforme alla normativa vigente
- Prove di tipo
- Manuale di manutenzione ordinaria e straordinaria.

### 6.7. CENTRALINI E QUADRI IN MATERIALE PLASTICO AUTOESTINGUENTE

Centralini stagni IP65 da 4 a 72 moduli, in versione porta trasparente fumè. Principali accorgimenti tecnici: fondi e frontali reversibili, telai e pannelli finestrati estraibili e portelle con apertura fino a 180 ° sganciabili ed equipaggiabili con serratura di sicurezza. I centralini sono accessoriabili con morsettiere bipolari e unipolari da

80A e 125A, con cablaggio a vite, che consentono di realizzare un cablaggio semplice e ordinato riducendo i tempi per la messa in opera del centralino.

## 6.8. QUADRI DI AUTOMAZIONE (QUADRI PLC)

Il quadro di automazione elettrico deve svolgere tutte le funzioni richieste alla macchina, nelle varie modalità di funzionamento e nelle previste condizioni ambientali, deve contenere tutti i dispositivi necessari a svolgere queste funzionalità e tutte le protezioni elettriche. I quadri PLC in campo e il sistema centrale devono essere interfacciati tra di loro tramite collegamento alla rete ethernet di campo in fibra ottica.

All'interno del quadro elettrico devono essere presenti l'interruttore generale con funzione di blocco porta, tutti i dispositivi di protezione dei circuiti e degli apparati, sia di potenza che ausiliari, del tipo automatico magnetotermico, accuratamente dimensionati per cortocircuito, sovraccarico, contatti indiretti.

Le funzioni della macchina devono essere svolte da un controllore programmabile PLC serie industriale di primaria marca, interno al quadro, completo dei moduli di acquisizione dal campo e dei moduli di comando verso gli apparati, sia di tipo seriale, ethernet, analogico, digitale o altri protocolli di comunicazione per il dialogo da/a apparati in campo. Il controllore programmabile deve prevedere un numero adeguato (circa 25%) di predisposizioni e numero di punti di scorta, intesi come numero di ingressi/uscite, sia analogiche che digitali, aggiuntive a quanto strettamente necessario al funzionamento.

I quadri PLC dovranno essere predisposti con una parte di spazio dell'armadio riservata all'attestazione della fibra sul cassetto ottico che dovrà essere protetto dall'accesso di polvere e roditori, e comunque dovranno essere presi particolari precauzioni ad evitare il danneggiamento della stessa fibra ottica. Dovrà essere previsto, all'interno degli armadi, un patch-panel categoria 5e con 2 connessioni

I quadri PLC, in campo, sono basati su schede RIO (I/O remoti) ovvero sostanzialmente sono rack collegati a quello principale (PLC master della sala controllo), e sul quale vengono montate delle schede. Il sistema di I/O remoti non prevede moduli "intelligenti", e tutto il lavoro di gestione dei punti e della diagnostica dei moduli avviene nell'unità principale. Su tale quadri deve comunque essere resa disponibile l'interfaccia utente con tutto il sistema principale di gestione e controllo (SCADA).

L'interfaccia con l'operatore ovvero il personale di gestione, deve avvenire in modo semplice ed intuitivo, con alcune funzioni di blocco e manuali, tramite selettori di comando e spie a led per ogni utenza, mentre per le funzioni più complesse ed integrate dell'intero sistema/macchine, l'interfaccia deve essere di tipo HMI verso l'operatore, con pannello di controllo e comando costituito da un Display a colori di tipo touch di dimensioni minime 10 pollici, in cui devono essere rappresentate le varie pagine grafiche delle funzioni, delle misure, dei comandi, ecc. Il sistema di controllo e comando della macchina, ovvero del controllore programmabile PLC, deve prevedere la propria integrazione nell'ambito di un sistema/impianto complesso e più ampio. Deve essere in grado di riportare su un sistema SCADA centralizzato, tutte le visualizzazioni, controlli e comandi, che si rendono necessari per la perfetta integrazione. Deve pertanto prevedere una comunicazione verso un livello di gestione impiantistica superiore, con un collegamento ethernet di tipo elettrico o ottico, in modo da poter eseguire la connessione fino alla postazione di supervisione centralizzata.

Allo stesso tempo, l'automazione in oggetto deve essere in grado di funzionare in base agli eventuali parametri di funzionamento a monte e valle, che si rendessero necessari.

L'involucro esterno del quadro elettrico deve essere in lamiera di acciaio, con una porta di tenuta esterna, munita di oblò trasparente ed una porta funzionale interna su cui sono montate le apparecchiature di interfaccia con l'operatore, come ad esempio pulsanti, selettori, spie, strumenti, display HMI. La lamiera di acciaio che costituisce il quadro elettrico deve essere in acciaio inox AISI 304 minimo, per le installazioni all'aperto/esterno. Per le installazioni all'interno in luoghi protetti, ordinari e senza particolari aggressioni o umidità ed acqua, il quadro elettrico può essere in lamiera di acciaio zincato e verniciato a polveri.

### 6.8.1. Dispositivi di comando e controllo

Il sistema di automazione del quadro/macchina elettrica è costituito da un controllore programmabile PLC di tipo industriale, fornito e montato all'interno del quadro di automazione, completamente programmato nell'ambito di un processo e sistema di controllo e comando di livello superiore, di tipo SCADA, in cui deve essere perfettamente integrato e reso funzionante.

Le apparecchiature devono essere prevalentemente installate nei quadri elettrici di automazione, controllo e comando. Devono essere complete di ogni onere ed accessorio per dare il lavoro finito e funzionante, quindi completo di:

- Apparati hardware e software, licenze e quant'altro con particolare riferimento a:
  - Controllori programmabili PLC, Remote I/O (RIO) a microprocessore per gestione e acquisizione dati, alimentatori, moduli di ingresso ed uscita, sia digitali che analogici, porte di comunicazione e rete verso l'esterno, completi e dotati di tutti i moduli necessari ed essenziali al funzionamento completo ed integrato;
  - Switch verso la rete interna al sito ovvero al sistema di supervisione SCADA;
  - Comunicatori dual ethernet;
  - Alimentatori;
  - Processori CPU e unità di memoria mediante memory card su cui risiede il software, display frontale LCD a colori con tasti navigazioni;
  - Moduli di comunicazione ethernet con LED stato;
  - Moduli di ingresso/uscita digitali con LED stato;
  - Moduli di ingresso/uscita analogici con LED stato;
  - Moduli di comunicazione con protocolli specifici;
  - Moduli vari e scorte disponibili in misura non inferiore al 25% hardware;
  - Connessioni e collegamenti;
  - Integrazione totale nello schema complessivo d'impianto;
- Targhettatura di descrizione dell'utenza/partenza, in materiale plastico multistrato, con scritta bianca mediante asportazione su fondo nero e fissaggio mediante viti;
- Programmazione completa, messa in servizio, prove, collaudi, taratura delle apparecchiature, ecc.

### 6.8.2. Caratteristiche unità RIO

Le unità remote RIO delle varie zone di processo devono potersi collegare alla rete di campo Ethernet (TCP/IP) in fibra ottica multimodale 50/125 micro tramite convertitore elettro/ottico. Le unità remote RIO dei presidi idraulici saranno collegati direttamente al nodo concentratore della sala controllo in Ethernet (TCP/IP) con fibra ottica multimodale 50/125 micro tramite convertitore elettro/ottico.

Tali unità dovranno essere montate nei quadri PLC slave predisposti; una parte di spazio dell'armadio dovrà essere riservata all'attestazione della fibra sul cassetto ottico che dovrà essere protetto dall'accesso di polvere e roditori, e comunque dovranno essere presi particolari precauzioni ad evitare il danneggiamento della stessa fibra ottica. Dovrà essere previsto, all'interno degli armadi, un patch-panel categoria 5e con 2 connessioni.

Dovrà essere previsto uno spazio disponibile per eventuali ampliamenti pari al 20 % della superficie occupata e gli I/O dei relativi moduli dovranno avere una riserva installata pari al 20 % di quelli effettivamente collegati. Dovrà essere previsto un alimentatore a 230V – 50Hz di ingresso per RIO. Dovranno essere previste n° 2 prese elettriche alimentate dalla rete (non sotto UPS) tipo Schuko da 10/16 A e n° 1 presa telefonica.

La tipologia generale di tutti i RIO dovrà essere del tipo Modulare. Montaggio su guida DIN e successivo blocco con vite. Le sollecitazioni meccaniche permesse dovranno essere conformi alle norme IEC-68 per le vibrazioni e alle IEC-62 per lo shock.

Di base ogni scheda RIO deve essere in grado di fornire funzioni diagnostiche per anomalie di funzionamento, mancanza moduli.

### 6.9. TUBAZIONI E CANALI PORTACAVI PER DISTRIBUZIONE ELETTRICA

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni provvisorie volanti per le quali occorre seguire idonee procedure di installazione, devono sempre essere protetti e salvaguardati meccanicamente mediante posa in tubazioni, canaline porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc.. Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi, quali pavimenti, muri, tetti, soffitti o parete, che devono conservare, per un tempo determinato, la resistenza meccanica, la tenuta alle fiamme ed ai gas, l'isolamento termico deve essere previsto il ripristino di tale condizione.

I tipi di posa delle condutture in funzione del tipo di conduttore o di cavo utilizzato e delle varie situazioni, devono essere in accordo con quanto prescritto dalla CEI 64-8. È consentita la posa di circuiti diversi in una sola conduttura a condizione che tutti i conduttori siano isolati per la tensione nominale presente più elevata.

Le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti speciali.

Le dimensioni interne dei tubi protettivi e dei relativi accessori di percorso devono essere tali da permettere di tirare i cavi dopo la messa in opera di questi tubi protettivi e relativi accessori.

I cavi devono inoltre poter essere sfilati, per agevolare eventuali riparazioni o futuri ampliamenti dell'impianto.

I raggi di curvatura delle condutture devono essere tali che i conduttori ed i cavi non ne risultino danneggiati.

I supporti dei cavi e gli involucri non devono avere spigoli taglienti.

Il rapporto tra il diametro interno del tubo (in cui sono posati i cavi) e il diametro del cerchio circoscritto ai cavi

contenuti deve essere:

- almeno 1,3 volte (minimo 10mm) Negli ambienti ordinari;
- almeno 1,4 volte (minimo 16mm) Negli ambienti speciali.

Il rapporto tra la sezione interna del canaline o della passerella e l'area della sezione occupata dai cavi, deve essere almeno il doppio.

I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).

Si deve prestare particolare attenzione, nella posa, ai raggi di curvatura imposti alla tubazione come richiesto dalla norma CEI 11-17 (art. 2.3.03).

Le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.

### 6.9.1. Canaline porta cavi

Le canaline porta cavi per la distribuzione principale e per la distribuzione secondaria sono realizzate in acciaio elettrozincato conforme alle norme DIN 50961. Nel caso di posa in controsoffitto e/o pavimento flottante le scatole di derivazione devono comunque essere posate in posizione facilmente accessibile. Le giunzioni delle canaline devono essere eseguite in modo tale da evitare il pericolo di abrasione della guaina dei cavi durante la posa. Le canaline devono essere fissate direttamente a parete; altre situazioni in cui non sia possibile tale soluzione prevedono l'utilizzo di mensole di sostegno; l'interasse di dette mensole deve essere calcolato in funzione del carico; la freccia non deve comunque superare 1/150 della luce libera. Dovendo posare le canaline direttamente a parete si rende necessario l'impiego delle traverse reggicavo, che, inoltre, hanno la funzione di impedire la rimozione del coperchio senza l'ausilio di attrezzi. Le canaline devono comunque essere comprensive di coperchi, giunti d'unione, curve, derivazioni a "T", derivazioni a croce, riduzioni, pezzi speciali, mensole varie di sostegno, bulloneria, setti separatori, e tutto quant'altro necessario a una perfetta installazione. Le canaline porta cavi devono potere essere suddivise in scomparti per consentire la separazione dei conduttori dei vari sistemi elettrici presenti nell'impianto. Per l'agevole accesso dei cavi, la distanza minima libera ammessa tra due canaline sovrapposte o tra le canaline e/o i canali e tubazioni degli altri impianti (CDZ, fluidi, ecc.) non deve essere inferiore a 200 mm, qualora per ragione di spazio si rendesse necessario diminuire detta distanza, l'approvazione dovrà essere data dalla D.L., inoltre, come prescritto dalla norma CEI 23-32, si deve applicare un coefficiente di riempimento delle canaline pari al 50%, relativamente agli scomparti destinati ad ospitare cavi per energia. Per agevolare il riconoscimento del percorso delle canaline, oltre a riportarlo nelle tavole di progetto, si deve provvedere ad identificare le stesse con opportune targhette identificatrici indicanti la tipologia di impianto posata all'interno del canaline.

### 6.9.2. Sistemi di tubi protettivi

Il sistema di tubazioni impiegato sarà completo di tutti i sistemi adatti alla realizzazione di condutture e vie cavi per posa a vista, sottotraccia, bordomacchina e interrata. Il sistema sarà dotato di differenti tipologie di tubazioni

e di un sistema di accessori e complementi per l'installazione elettrica.

In particolare faranno parte della gamma le seguenti tipologie di tubazioni:

- tubazioni rigide adatte alla realizzazione di condutture a vista in ambiente civile, terziario, industriale;
- tubazioni corrugate pieghevoli adatte per realizzazione di distribuzione sottotraccia in ambienti civile/terziario;
- tubazioni flessibili (guaine spiralate) adatte alla realizzazione di condutture a vista e bordomacchina in ambiente civile, terziario, industriale;
- tubazioni per distribuzione interrata adatte alla realizzazione di condutture interrate (es. distribuzione di servizi comuni) per impianti elettrici e/o telecomunicazioni.

Per la distribuzione principale e secondaria, all'interno dell'impianto di depurazione, si realizzano cavidotti interrati realizzati con tubazioni rigide corrugate doppia parete serie pesante, con resistenza allo schiacciamento 450 N oppure 750 N, in funzione delle condizioni installative.

Mentre, per le derivazioni d'impianto agli apparati utilizzatori, disposti all'interno di locali tecnici e/o in ambiente esterno, si impiegano condotti rigidi in acciaio zincato (elettrosaldato con zinco depositato su saldatura) posato a vista. Tali tubazioni, identificate come tubazioni TAZ, sono adatta per applicazioni statiche dove sono richieste prestazioni meccaniche e termiche molto elevate, hanno una buona resistenza agli agenti chimici e alla corrosione garantendo una protezione IP68 se utilizzate con i connettori TILOK. I tubi TAZ che collegano la scatola di derivazione con l'utenza finale, sono posati a vista con gli appositi sostegni ferma tubo, compresi eventuali connettori, raccordi e accessori.

Per i locali accessori come uffici, laboratori e servizi in genere la distribuzione terminale si adotteranno le tubazioni adatte per la realizzazione di condutture in ambiente civile.

In ogni caso, le tubazioni, al fine di consentire un agevole passaggio dei conduttori, devono presentare un diametro maggiorato del 30% rispetto al diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi, con un minimo di 20 mm. Le tubazioni devono seguire percorsi perpendicolari od orizzontali, evitando accuratamente percorsi obliqui per installazioni nelle pareti.

### 6.9.3. Casette di derivazione

Tutte le canalizzazioni principali devono essere collegate tra di loro e con le canalizzazioni derivate, tramite interposizione di idonee cassette di derivazione ispezionabili. Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale, o dorsale, a linea secondaria ed in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione.

Le scatole e le cassette di derivazione saranno dei seguenti tipi:

- Casette da incasso in materiale isolante con coperchio liscio a filo muro munite di viti di fissaggio, da utilizzare per derivazioni e come rompitratta in tutti gli impianti incassati in pareti tradizionali; per scatole di dimensione superiore a 196x162x70 mm devono essere dotabili di separatori per la suddivisione di circuiti a tensione diversa;

- Casette per posa a parete da esterno per tubi rigidi di industriale in PVC pesante antiurto con bordi rinforzati con coperchio fissato con viti, munite di pressatubi o passacavi agli imbocchi con grado di protezione minimo IP 44;
- Casette di derivazione e connessione realizzate in lega di alluminio pressofuso; le pareti lisce sono equipaggiate con coperchio fissato con viti imperdibili in acciaio con testa a doppio intaglio; la guarnizione di tenuta è in gomma silconica. Le cassette sono dotate della duplice possibilità di fissaggio a parete sia interno sia esterno; in particolare le operazioni di fissaggio esterno, tramite opportune staffe, non interferiscono con il coperchio e non pregiudicano il grado di protezione. L'esterno della cassetta può essere verniciato con vernice a polveri poliestere oppure la cassetta può essere facilmente dotata di opportune predisposizioni interne per il montaggio sia della guida DIN sia della piastra di fondo preforata in lamiera di acciaio zincato, disponibile come accessorio, in modo tale da garantire la massima flessibilità nel fissaggio di morsetti ed apparecchiature varie.

Tutte le derivazioni e le giunzioni sui conduttori saranno eseguite entro le cassette; non sarà mai realizzato nelle scatole di contenimento di prese interruttori etc. oppure entro gli apparecchi illuminati o nelle tubazioni protettive. Le derivazioni saranno effettuate mediante morsettiere fisse oppure di tipo componibile montate su guida di tipo unificato. Il serraggio dei conduttori sarà a vite con l'interposizione di una piastrina metallica. Tutte le cassette di derivazione saranno contrassegnate in modo chiaro con le sigle di progetto, indicante la tipologia di impianto posata all'interno.

#### 6.10. CAVI DI ALIMENTAZIONE ELETTRICA

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione dell'impianto elettrico devono essere rispondenti alle norme UNEL, CEI ed al Regolamento Prodotti da Costruzione – CPR (UE) N.305/2011.

L'insieme dei cavi e delle canalizzazioni rappresenta la rete di distribuzione principale che a partire dal punto di prelievo dell'energia consente di distribuire l'energia elettrica ai diversi quadri della singola stazione.

Per l'identificazione dei cavi senza guaina mediante simboli si applica la Norma CEI 16-1 "Individuazione dei conduttori isolati".

I conduttori devono essere distinguibili per tutta la loro lunghezza tramite il colore dell'isolante o per mezzo di marcatori colorati.

I cavi devono essere distinti tramite le seguenti colorazioni (CEI-UNEL 00722):

- giallo verde per il conduttore della terra;
- blu per il conduttore del neutro;
- marrone, nero, grigio, per le tre fasi di potenza;
- blu chiaro con marcature giallo-verde alle terminazioni oppure giallo-verde con marcature blu chiaro alle terminazioni per il conduttore PEN;
- rosso per i conduttori positivi e nero per i conduttori negativi in c.c. (ovviamente posati in canalizzazioni differenti da quelle contenenti circuiti in c.a.).

Il colore delle guaine dei cavi è normalizzato dalla norma CEI UNEL 00721.

I conduttori di equipaggiamento elettrico delle macchine possono essere identificati con mezzi alternativi alla colorazione (CEI EN 60204-1).

I circuiti sono dimensionati considerando le massime cadute di tensione ammesse e il coordinamento con le protezioni contro i sovraccarichi ed i corto circuiti. La sezione dei conduttori adottati è stata determinata sulla base delle correnti convenzionali di impiego, ricavate sulla base delle tabelle dei carichi precedentemente riportate, dei fattori di potenza ipotizzati e dei coefficienti di riduzione dipendenti dal tipo di posa, dalla temperatura ambiente e dalla temperatura massima che può raggiungere il cavo senza che vi siano danneggiamenti dell'isolante stesso. Il dimensionamento, è stato eseguito considerando un aumento della potenza disponibile all'utenza pari a circa il 10% rispetto alle potenze sopra indicate.

### 6.10.1. Cavi di media tensione

I cavi MT di collegamento tra il punto di consegna e la sezione ricevitrice e quelli in partenza dallo/dai scomparto/i MT e i terminali MT del/i trasformatore/i dovranno essere del tipo RG26H1M16 conformi al regolamento CPR, isolati in gomma HEPR di qualità G26, a spessore ridotto, con temperatura massima di esercizio di 105°C (un'elevata temperatura di esercizio ne consente l'impiego con un sovraccarico del 10% circa in esercizio continuo e/o maggiori margini in situazioni critiche rispetto ai cavi tradizionali),

I cavi saranno unipolari con conduttore in rame rosso, formazione rigida compatta, classe 2, strato semiconduttore estruso, isolamento (spessore ridotto) in gomma di qualità G26 senza piombo (HD 620 DIH 2), schermo in fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale, guaina termoplastica LSOH di qualità M16 e colore rosso.

La sezione sarà adeguata e comunque non inferiore a 25 mmq, dotati di schermo metallico con resistenza non superiore a 3W/km a 20°C connesso a terra ad entrambe le estremità e di apposite teste di cavo. La temperatura di posa, i raggi di curvatura minimi e gli sforzi di tiro durante la posa devono essere conformi alle prescrizioni del costruttore del cavo. La tensione di isolamento  $V_0/V$  dovrà essere compatibile con la tensione nominale dell'impianto.

### 6.10.2. Cavi di bassa tensione

Salvo diversa prescrizione degli elaborati progettuali, tenuto conto delle condizioni di posa (norma CEI 11-17) che prevedono sempre una protezione meccanica del cavo costituito da tubo o canaline, è prevista l'installazione di cavi adatti per l'alimentazione delle utenze dell'impianto per posa fissa fissa all'interno o all'esterno, anche in ambienti bagnati, per installazione all'aria aperta, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canaline e sistemi simili.

I collegamenti elettrici di bassa tensione saranno realizzati con cavi unipolari/multipolari di tipo FG16(O)R16, ovvero cavi con conduttori elettrici in rame rosso, isolati con gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, con elevate caratteristiche meccaniche e termiche, sotto guaina di PVC qualità R16, non propaganti l'incendio, non propaganti la fiamma ed a ridotta emissione di gas corrosivi, conforme alla normativa vigente. Tensione nominale di esercizio  $U_0/U$  0,6/1 kV; tensione massima  $U_{max}$  1,2 kV c.a; temperatura massima di

esercizio 90°C; temperatura minima di esercizio -15°C; temperatura massima di corto circuito 250°C.

Oltre ai cavi suddetti si prevede l'utilizzo di cavi unipolari/multipolari di tipo FG16(O)H2R16, ovvero cavi schermati a treccia di rame rosso per energia e segnalamento, con isolamento in gomma di qualità G16, sotto guaina di PVC qualità R16 a ridotta emissione di gas corrosivi. Tensione nominale di esercizio  $U_0/U$  0,6/1 kV; tensione massima  $U_{max}$  1,2 kV c.a; temperatura massima di esercizio 90°C; temperatura minima di esercizio -15°C; temperatura massima di corto circuito 250°C.

I cavi presentano particolari caratteristiche di reazione al fuoco e sono conformi al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR (UE) n.305/11, classificato secondo la norma CEI UNEL 35016, rispondente alle norme EN 50575, EN 50575 A1, CEI UNEL 35318 35322, marchiatura CE ed IMQ, con Classe di reazione al fuoco Cca- s3,d1,a3.

### 6.10.3. Modalità di installazione delle linee elettriche

Tutti i cavi ed i conduttori devono essere posti in opera a regola d'arte, nel rispetto delle normative di riferimento a secondo quanto indicato nella presente specifica e nella descrizione degli impianti.

I cavi da posare nelle canaline devono essere posati in modo ordinato, ed affiancati, in modo da formare un semplice strato; qualora per ragioni di ingombri non sia possibile adottare il semplice strato, è ammesso il doppio strato a condizione che il coefficiente di contenimento della canale e/o passerella risulti uguale a quanto prescritto precedentemente.

I cavi da posare nei tratti verticali devono essere fissati alle canaline e/o passerelle a mezzo di legature tipo Colson e le stesse devono essere provviste di coperchio.

Lungo tutto il percorso, i cavi devono essere identificati con opportune targhette in PVC, indicante il numero di cavo, il tipo di impianto e tutte le informazioni necessarie all'identificazione.

Deve essere garantita un'agevole rimozione dei cavi e conduttori, a tale scopo il raggio di curvatura dei tubi e dei condotti dovrà essere tale da soddisfare le prescrizioni per le curvature dei cavi indicato nella norma CEI 11-17.

### 6.10.4. Modalità di connessione

Le connessioni elettriche fra i circuiti di distribuzione ed i circuiti utilizzatori devono essere effettuate all'interno delle cassette di derivazione prima descritte ed eseguite con appositi dispositivi di connessione aventi grado di protezione minimo IP 20, quindi non sono ammesse giunzioni e/o derivazioni eseguite con semplice attorcigliamento e nastratura. E' altresì vietato eseguire giunzioni all'interno delle canalizzazioni. Per raggiungere lo scopo prefissato è previsto l'impiego di morsetti volanti, conformi alle norme CEI 23-20 e 23-21, costruiti in policarbonato autoestinguento V0, dotati di elevata resistenza meccanica, resistenza al calore (130 °C), resistenza alla fiamma ed all'accensione, idoneità alla prova del filo incandescente a 850 °C, elevata rigidità dielettrica. Il materiale di contatto deve essere realizzato in ottone OT58, viti o grani di ferro zincato.

## 6.11. APPARECCHI DI COMANDO E PRESE ELETTRICHE

Tutti gli apparecchi di comando e le prese di corrente previste nella realizzazione del complesso, devono essere conformi alla normativa vigente. Si impiegheranno prese di tipo definito civile e prese di tipo industriale con grado

di protezione minimo IP 55.

L'installazione della serie civile non protetta è prevista in tutti quei locali dove non è prevista la presenza eccessiva di polveri o umidità, ad esempio gli uffici e locali similari; tale serie è costituita, sia per gli apparecchi di comando sia per le prese, da apparecchio di tipo modulare componibile, delle dimensioni indicative di 20x45 mm, installato su supporto in resina, con vite, di tipo modulare per tre apparecchi installato su scatola da incasso in resina. A finitura dell'apparecchio deve essere installata la placca, di colore a scelta della Direzione Lavori, del tipo in resina a scatto. Per i locali soggetti al facile accumulo di polveri e/o ad un elevato grado di umidità, o a spruzzi di acqua, è previsto l'impiego di apparecchi protetti, grado di protezione minimo IP 55; tale realizzazione prevede l'impiego dei medesimi apparecchi, ma installati su placca in resina di tipo autoportante, con sportello di chiusura e membrana plastica trasparente, dotata di guarnizione in grado di garantire il grado di protezione richiesto. La placca autoportante, a tre moduli, è destinata all'installazione su scatola di incasso.

Nei casi in cui sia previsto un impiego gravoso delle prese elettriche è previsto l'impiego di prese di corrente di tipo industriale con grado di protezione minimo IP 55. Queste sono installate a semi incasso, incassando la parte fissa del corpo della presa.

La scelta della linea dei componenti modulari dovrà essere sottoposta all'approvazione della Direzione dei Lavori.

Poiché è previsto che nel medesimo ambiente coesistano forme di energia diversa, ordinaria, preferenziale, e assolutamente continua, le prese devono essere di tipo non intercambiabile. Per evitare difficoltà di interconnessione fra le apparecchiature e le prese elettriche si adotterà una colorazione delle prese in accordo con la Direzione Tecnica.

Tutti gli apparecchi devono avere la marcatura CE ed il marchio IMQ e non devono costituire pericolo d'innescio o di propagazione dell'incendio.

#### **6.11.1. Apparecchi di comando**

Gli apparecchi di comando, quali interruttori, deviatori, pulsanti e similari, devono appartenere a serie industriali di tipo modulare componibile.

L'apparecchio di comando deve essere installato ad altezza di 90 cm da quota del pavimento finito, e, se unipolare, deve interrompere la fase di alimentazione dell'utilizzatore; non è ammessa l'interruzione del neutro se non tramite l'impiego di interruttori bipolari.

#### **6.11.2. Prese di corrente**

Le prese elettriche per il prelievo di energia, sia con corrente nominale da 10A sia con corrente nominale da 16A, per uniformità con gli apparecchi di comando, devono appartenere a serie civili di tipo modulare componibile delle dimensioni, indicative di 20x45 mm, installabili su supporto modulare a tre posti in resina da posare su scatola da incasso, idonea al contenimento fino a tre apparecchi.

Tutte le prese, salvo quanto diversamente indicato nelle tavole di progetto, sono del tipo ad alveoli allineati, e devono possedere i seguenti dati elettrici: tensione nominale 250 V 50 Hz, corrente nominale 10A o 16A, alveoli attivi schermati – grado di protezione 2.1 –, resistenza d'isolamento > 5 MΩ, rigidità dielettrica 2.000 V, vita

elettrica minima, in condizioni di uso normale, pari a circa 5.000 manovre, morsetti posizionati a tergo; sezione massima dei conduttori allacciabili 2x4 mm<sup>2</sup>; alveoli elastici con priorità di contatto su alveolo o contatto di terra. Le prese di corrente devono essere installate ad altezza di 30 cm da quota del pavimento finito; le prese elettriche installate in prossimità dei lavabi o in presenza di banchi di lavoro devono essere installate ad altezza di 110 cm nella medesima scatola dell'apparecchio di comando; le prese elettriche destinate ad alimentare gli apparecchi televisivi nelle camere di degenza devono essere installate ad altezza 250 cm; fatta salva diversa prescrizione riportata sulle tavole di progetto.

### 6.11.3. Prese di corrente per uso industriale

Le prese di corrente da impiegare per carichi elevati, prossimi a 16A o superiori, sono di tipo CEE monofase o trifase rispondenti alle norme CEI EN 60309-1e CEI EN 60309-2.

Le prese sono complete di interruttore di blocco atto a permettere l'inserimento ed il disinserimento della spina solo in mancanza di tensione nella presa.

Presa, interruttore di blocco e organo di protezione sono installati entro custodie di materiale termoplastico autoestingente di tipo sporgente, complete di coperchio di protezione a molla con ghiera e pressatubo. Le prese di corrente interbloccate devono rispondere ai seguenti requisiti elettrici: impossibilità di accoppiare prese e spine con differenti caratteristiche nominali di impiego – corrente, tensione, frequenza -; correnti nominali pari a 16A e 32A, numero dei poli 2P+T, 3P+T, 3P+N+T; grado di protezione minimo IP 55, prese con coperchio a molla spine senza ghiera; grado di protezione IP 55, prese con coperchio a molla con ghiera, IP 67 prese e spine con ghiera; materiale isolante termoplastico resistenza al filo incandescente a 850 °C per le prese fino 32 A, materiale isolante in termoplastico con resistenza al filo incandescente a 960 °C per portate superiori a 32 A; interblocco con manovra di chiusura dell'interruttore possibile solamente a spina inserita e coperchio chiuso, estrazione della spina solo a interruttore aperto; interruttore conforme alle norme CEI EN 60947-3; basi portafusibili per cartucce a tappo tipo D.

## 6.12. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

L'illuminazione naturale dei locali sarà integrata dall'illuminazione artificiale, che è impiegata quando quella naturale non è sufficiente a garantire un buon confort visivo all'interno del locale. Affianco all'illuminazione dei locali sarà prevista l'illuminazione delle grandi aree esterne, al fine di illuminare efficacemente tutte le singole apparecchiature e strutture in campo.

Per la determinazione del numero degli apparecchi illuminanti, della relativa tonalità di colore delle lampade e della resa di colore, sono presi a base di calcolo i dati caratteristici indicati dalle norme EN 12464-1:2002 con particolare riferimento ai valori dell'illuminamento medio su un piano a 0,8 m dal suolo. I coefficienti di riflessione degli ambienti, riferiti alle condizioni locali, considerati nell'elaborazione computerizzata dei valori dell'illuminamento medio sono in linea di massima: soffitti 60%; pareti 40%; posto di lavoro 20%.

I valori di illuminamento medio di esercizio da raggiungere sono quelli riportati, come valore centrale, nel prospetto I delle norme EN 12464-1:2002; il coordinamento effettuato tra il valore dell'illuminamento medio di esercizio ed il compito visivo si riferisce a persone con capacità visive normali. I valori di illuminamento medio di esercizio calcolati tengono conto di un fattore di deprezzamento relativo all'invecchiamento ed

all'insudiciamento dei materiali pari a 0,8; tale coefficiente corrisponde ad una manutenzione ordinaria dell'impianto di illuminazione.

### 6.12.1. Apparecchi per illuminazione ordinaria

L'illuminazione interna artificiale è realizzata con apparecchi illuminanti del tipo a sospensione (nel gergo tecnico "cappelloni").

Si prevedono degli apparecchi illuminanti in base alla classificazione del locale e al tipo di installazione.

L'illuminazione generale è ottenuta con apparecchi illuminanti dotati di lampada con sorgente luminosa a LED che permette una buona illuminazione con bassi costi energetici.

Si prevedono i seguenti corpi illuminanti per il capannone:

- Corpo illuminante circolare per installazione a sospensione
- Flusso in uscita 20763 lm
- Potenza 139W
- Grado di protezione IP66
- CCT 4000K
- CRI 80

L'illuminazione esterna viene garantita mediante proiettori da installare a parete in facciata, lungo il perimetro dell'edificio con le seguenti caratteristiche:

- Corpo illuminante di tipo proiettore per installazione a parete
- Flusso in uscita 20207 lm
- Potenza 196W
- Grado di protezione IP66
- CCT 4000K
- CRI 80

Tutti gli apparecchi si intendono completi di ogni accessorio elettrico di funzionamento e meccanico di fissaggio e di ogni altro accessorio d'installazione. Tali devono avere approvazione IMQ di rispondenza alle norme CEI, certificazione di conformità europea ENEC e marcatura CE.

### 6.12.2. Apparecchi per illuminazione di sicurezza

Sono apparecchi autonomi provvisti di Sorgente LED di lunga durata tipo non Permanente (SE) o Permanente (SA), con grado di protezione IP65 e resistenza agli urti IK08.

Il corpo è in materiale termoplastico (EN 60598-1 cl 13, UL94-V2) di colore Bianco (RAL 9003), provvisto di prerotture sul fondo per fissaggio diretto su scatole incasso 503 e altre scatole standardizzate. Ingresso cavi predisposto su tutti i lati del prodotto.

Alimentatore: integrato, di tipo elettronico composto di sezione caricabatteria programmabile in due diverse

modalità (standard e veloce), generatore di corrente costante e unità di controllo. Conforme ai requisiti della EN61347-2-7 e 61347-2-13. La sezione di uscita a corrente costante, assicura un flusso luminoso costante. Batteria: LTO (Litio Titanato) Ermetica Ricaricabile, idoneo per funzionamenti in ampi range di temperatura (-20°C/75°C). Alta affidabilità in vita e cicli di funzionamento. Autonomia 1h.

Sorgenti: Moduli LED integrati non sostituibili; temperatura colore 4000K o maggiore; Vita minima dichiarata 50000h /L80B20. Rischio Fotobiologico del prodotto (acc. EN62471) 0 o 1.

Installazione: su superfici normalmente incombustibili a parete, a soffitto o ad incasso, direttamente su scatole 503. Predisposizione per tubi diametro 16 e 20mm.

### 6.12.3. Apparecchi per illuminazione di emergenza

L'illuminazione di emergenza è ottenuta mediante l'impiego dei corpi illuminanti normali alimentati però da un sistema centralizzato.

### 6.12.4. Sistema di alimentazione centralizzato per illuminazione di emergenza e di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza deve intervenire automaticamente al mancare dell'illuminazione ordinaria.

La centralizzazione dell'energia è assicurata da un gruppo di continuità conforme la norma di costruzione CEI-EN50171, con uscita in corrente alternata.

Il sistema centralizzato, mediante unità di verifica, è in grado di fornire gli stati di funzionamento per:

- funzionamento in condizioni normali;
- funzionamento in condizioni di test in rispondenza alla norma CEI-EN62034;
- funzionamento in modalità di emergenza generale;
- funzionamento in modalità di emergenza parziale per singola zona (CEI64-8/5).

In condizioni normali, il sistema centralizzato verrà interfacciato con la rete in maniera tale da poter "sentire" l'eventuale assenza tensione dalla rete ordinaria.

L'UPS/Soccorritore dovrà acquisire e segnalare eventuali allarmi/guasti che si possono verificare; in particolare, gli eventuali allarmi indicati sono:

- UPS/Soccorritore in errore, quindi l'operatività in emergenza non è garantita;
- UPS/Soccorritore in errore di comunicazione;
- UPS/Soccorritore in sovraccarico;
- UPS/Soccorritore in bypass;
- Controllore KO;
- Fallimento dell'ultimo test di autonomia o funzionalità.

In modalità di emergenza generale, ossia quando l'UPS/Soccorritore si trova nella condizione di non ricevere l'alimentazione principale, l'UPS/Soccorritore entra in modalità di emergenza e va ad alimentare l'uscita da batterie.

In questa condizione, le batterie forniscono la potenza necessaria ai corpi illuminanti designati come di emergenza ad ai corpi illuminanti di sicurezza (segnalazione vie di esodo).

Tutti gli apparecchi si intendono completi di ogni accessorio elettrico di funzionamento e meccanico di fissaggio e di ogni altro accessorio d'installazione. Tali devono avere approvazione IMQ di rispondenza alle norme CEI, certificazione di conformità europea ENEC e marcatura CE.

### 6.13. IMPIANTO DI TERRA

L'intervento consiste nella realizzazione dell'impianto di protezione contro i contatti indiretti in tutte le aree di intervento, e su tutte le parti metalliche accessibili degli apparecchi, dei quadri e delle altre parti dell'impianto elettrico, non appartenenti a circuiti a bassissima tensione di sicurezza. La protezione è attuata mediante messa a terra delle parti metalliche accessibili o con isolamento speciale.

Il collegamento all'impianto di terra esistente deve essere realizzato mediante appositi conduttori di protezione (PE). Il conduttore di protezione deve essere separato dal conduttore di neutro.

Ad esso sarà connesso sia l'impianto di dispersione a terra, sia l'impianto di protezione ai contatti indiretti delle apparecchiature installate nella struttura. La protezione contro i contatti indiretti, trattandosi di sistema TN-S è generalmente assicurata nel sistema di distribuzione principale (dai quadri principali ai quadri di zona) dal coordinamento interruttore di protezione (magnetotermico, o magnetotermico differenziale) ed impedenza di guasto in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi, superiori a quelli previsti nelle norme di riferimento secondo la relazione

$$I_a \leq Z_s / U_0$$

dove

- $Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto
- $I_a$  è la corrente di intervento dell'interruttore secondo le norme CEI 64-8 (Sistemi TN)
- $U_0$  è la tensione nominale in valore efficace tra fase e terra (50 V)

Le giunzioni dei vari conduttori di terra devono essere realizzate con giunti a compressione con ampia superficie di contatto posti in opera con apposita pinza.

#### 6.13.1. Dispensori di fatto

I dispersori di fatto sono altro che le strutture metalliche la cui principale funzione ha scopi diversi dalla messa a terra degli impianti elettrici, ma che contribuiscono notevolmente alla dispersione delle correnti di guasto, anche in modo preponderante rispetto ai dispersori intenzionali. Costituiscono dei dispersori di fatto, per esempio, i ferri delle fondazioni in cemento armato, i plinti, le tubazioni metalliche interrato ed altri componenti esistenti della struttura edile; questi tipi di dispersori sono chiaramente convenienti e realizzabili solo in fase di costruzione delle fondazioni, quando lo scavo è ancora aperto.

Nel caso vengano utilizzati i tubi dell'acqua, è necessario il consenso dell'esercente dell'acquedotto e un accordo che preveda che il responsabile dell'impianto elettrico venga informato sulle modifiche dell'acquedotto stesso. Tali condizioni valgono anche nel caso in cui vengano utilizzati i rivestimenti metallici di cavi non soggetti a

danneggiamento per corrosione.

Le tubazioni per liquido gas infiammabile non devono essere usate come dispersori.

### 6.13.2. Dispersori intenzionali

Sono costituiti da elementi installati unicamente per la dispersione a terra delle correnti di guasto. Essi possono essere di tipo verticale ed orizzontale: i primi sono comunemente denominati "picchetti" e sono costituiti da tubi, barre cilindriche o altri profilati metallici, infissi nel terreno a distanze superiori a 50 cm; gli elementi di tipo orizzontale, sono invece costituiti da nastri e conduttori cordati anch'essi interrati a profondità superiori ai 50cm.

Si impiegano:

- dispersori verticali a croce, lunghezza 1,5 m, in profilato di acciaio zincato a caldo, munito di bandierina con 2 fori diametro 13 mm per allacciamento conduttori tondi e bandelle alloggiato in opportuno pozzetto;
- dispersori orizzontali, in corda nuda in rame, completa di morsetti e capicorda, di sezione 50 mm<sup>2</sup> posata direttamente a contatto con il terreno nella trincea prevista per le vie cavi interrate.

### 6.13.3. Conduttore di protezione

Conduttore prescritto per il collegamento al nodo, o collettore principale, delle parti che in caso di anomalia possono procurare contatti indiretti quali: masse, masse estranee, collettori secondari. La sezione del conduttore di protezione deve rispondere a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8/5:2003-05 art. 543.1.

I conduttori di protezione devono essere protetti contro il danneggiamento meccanico, chimico e contro le sollecitazioni elettrodinamiche; le connessioni devono essere accessibili per ispezioni e prove; sui conduttori di protezione non devono essere interposti organi di interruzione, ma possono essere installati dispositivi apribili con attrezzo ai fini delle verifiche.

Per il conduttore di protezione viene impiegato un cavo unipolare, designato dalla sigla FS17, con conduttore di rame rosso ricotto isolato in PVC di qualità S17, guaina di colore giallo-verde, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e conforme al Regolamento Prodotti da Costruzione CPR (UE) n.305/11, classificato secondo la norma CEI UNEL 35016, rispondente alle norme EN 50575, EN 50575 A1, CEI UNEL 35716, marchiatura CE ed IMQ, Tensione nominale: U<sub>o</sub>/U: 450/750 V - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3,d1,a3.

### 6.13.4. Conduttori equipotenziali

È il conduttore destinato ad assicurare il collegamento equipotenziale tra diverse masse e masse estranee in modo da portarle allo stesso potenziale. La sezione è definita in conformità alle prescrizioni normative CEI. Anche per questa tipologia di conduttori viene impiegato il cavo designato FS17 con guaina di colore giallo-verde, descritto precedentemente.

#### 6.14. PULSANTE DI SGANCIO D'EMERGENZA

Sarà costituito da un pulsante posto entro un contenitore in robusto materiale plastico o in lega leggera pressofusa, provvisto in vetro frangibile antischeggia e di scritta indicatrice in lingua italiana. Il contenitore sarà di tipo sporgente o da semincasso secondo le necessità di installazione o quanto richiesto; se installato all'esterno o nei locali con pericolo di esplosione o incendio avrà un grado di protezione non inferiore a IP55. Avrà caratteristiche che lo contraddistinguono in modo inequivocabile da altri apparecchi di comando e che ne consentano la immediata identificazione a distanza. Costruttivamente dovrà essere tale che non sia possibile avviare la segnalazione di allarme senza produrre la frattura del vetro e viceversa che non sia possibile il ripristino senza la sostituzione del vetro o l'ausilio di un attrezzo o di una chiave.

## 7. SISTEMA DI CABLAGGIO STRUTTURATO

Il sistema di cablaggio viene realizzato utilizzando componenti e cavi certificati di categoria 6 con caratteristiche rispondenti a quanto previsto nella normativa di riferimento.

Per i locali dell'edificio di interesse per il progetto, il centro stella è rappresentato dall'armadio di edificio, interfacciato mediante collegamento in fibra ottica con il centro stella principale dell'ente distributore.

I locali interessati da sistema di cablaggio strutturato sono rappresentati dagli uffici, dai laboratori e da tutti i servizi accessori all'impianto, nonché la control room di interfaccia con il sistema di gestione e controllo.

### 7.1.1. Cavi dati in fibra ottica

La rete, basata su protocollo Ethernet/TCP-IP, utilizza un supporto in fibra ottica multimodale (FO), con topologia ad anello chiuso, nelle tratte esterne agli edifici e connessioni in rame, con topologia a stella o ad anello, all'interno degli stessi. La rete in fibra ottica, quindi, consentirà di connettere la rete di supervisione e controllo a partire dall'unità centrale fino ai vari sottosistemi RIO dislocati in campo.

Si impiegano cavi in fibra ottica multimodale OM3, adatti sia per la posa interna che per la posa esterna, aventi la seguente struttura:

1. Fibra ottica
2. Gel protettivo
3. Tubo PBT
4. Fibra di vetro
5. Filo tagliaguaina
6. Guaina

Le caratteristiche principali della fibra ottica sono le seguenti:

Diametro nucleo	$50 \pm 2,5 \mu\text{m}$
Non circolarità del nucleo	< 6%
Diametro mantello	$125 \pm 2 \mu\text{m}$
Non circolarità del mantello	< 1%
Errore di concentricità nucleo/mantello	< 1,5 $\mu\text{m}$
Errore di concentricità rivestimento/mantello	< 12 $\mu\text{m}$
Diametro esterno	$245 \pm 10 \mu\text{m}$

La fibra ottica viene protetta mediante gel per garantire resistenza all'acqua e all'umidità e attraverso fibra di vetro per la protezione antiroditore e allo stesso tempo fornire un'opportuna resistenza alla trazione. Il tutto viene rivestito con guaina termoplastica senza alogeni di colore nero RAL 9005.

Si impiegano cavi multimodali che presentano un numero di fibre per cavo pari ad 12, con un diametro esterno

medio del cavo pari a 7 mm.

Le caratteristiche complessive del cavo in fibra multimodale sono le seguenti:

Resistenza allo schiacciamento	1000 N / 100 mm
Resistenza alla trazione	breve 1500 N ; prolungata 600 N
Raggio di curvatura	4 ÷ 12 fibre / 16 ÷ 48 fibre ( in posa 15/16 cm) (installato 10/11 cm)
Temperatura di esercizio	- 30 °C ÷ +70 °C

### 7.1.2. Conduttore dati in rame

All'interno dei locali adibiti ad uffici e servizi, viene sviluppato un sistema di cabalggio strutturato per il trasporto di segnali telefonici e di rete dati. Inoltre i cavi dati di collegamento in rame possono essere impiegati anche per le dovute connessioni nei rack industriali di gestione e controllo.

In particolare ogni presa viene attestata ad un cavo F/UTP, schermato sul complesso e non sulle singole coppie, di categoria 6a con guaina LSZH (bassa emissione di fumi senza alogeni) classe CPR Cca-s1-d1-a1 proveniente dall'armadio di edificio.

Le caratteristiche principali del cavo sono le seguenti:

• Numero di coppie	4
• Guaina d'isolamento	Polietilene (PE)
• Rivestimento	LSZH
• Sezione	AWG 23
• Diametro esterno cavi	7,5 mm

### 7.1.3. Connettori RJ45

Tutti i connettori RJ45 faranno capo all'armadio Dati e Fonia.

Le prese saranno tutte del tipo RJ45 in categoria 6a con connessione ad incisione d'isolante senza l'ausilio di attrezzi, conformi alla normativa ISO/IEC 11801 e 2.0, EN 50173-1 e EIA/TIA 568 con contatti oro/nickel con uno spessore > 0.8 µm di oro in area localizzata e lamelle in bronzo, nickel, platino e oro e rappresentano i punti terminali di utente.

I punti terminali a presa devono essere realizzati con terminali auto-spellanti. Questo modo di procedere consente una connessione diretta del cavo di distribuzione orizzontale con i terminali di contatto della presa stessa e quindi una riduzione della degradazione del segnale, migliorando così l'affidabilità della rete.

Ogni presa è corredata di etichetta identificatrice non rimovibile accidentalmente, che consenta di individuare il corrispondente terminale presso l'armadio di piano.

#### 7.1.4. Armadio Rack Dati e Fonia

Il sistema fa capo ad un quadro rack, costituito da armadio per installazione da pavimento in lamiera di acciaio del tipo rack 19", completo di montanti anteriori e posteriori, sui quali sono stampigliati in senso progressivo il numero di unità rack, con pannelli laterali e posteriori di chiusura, fissabili anche alla fine del cablaggio, per consentire una più agevole operazione di fissaggio e cablaggio cavi. La messa a terra della struttura è assicurata in modo automatico senza la necessità di ricorrere ai consueti Kit di messa a terra, ottenuta per semplice accostamento e fissaggio di tutti i componenti alla struttura. L'armadio ha dimensioni 800x600x600mm minime, è completo di zoccolo e dotato di porta frontale in vetro temperato con bordi serigrafati e serratura di sicurezza. Le aperture a pre-fratture superiori ed inferiori della testata e del fondo offrono maggiore agilità per passaggio dei cavi. Le porte laterali e posteriori sono completamente asportabili.

Il rack dati e fonia sarà comprensivo del convertitore rame/fibra ottica, a fronte del collegamento in fibra ottica con il centro stella principale di edificio.

Per ogni armadio deve essere prevista l'etichettatura completa per l'identificazione dei cavi anche sul lato punto terminale e la compilazione di una tabella di localizzazione cavi, che viene depositata all'interno dell'apposita tasca nell'armadio. Lo stesso dicasi per ciascun cavo di collegamento dei punti - presa con l'armadio fonia/dati, sia secondario che principale, i quali sono dotati di anellino segnafile con chiare identificazioni su entrambe le estremità.

## 8. RETE DI COMUNICAZIONE (HMI/RIO/BUS)

Nell'ambito della realizzazione del Sistema di Automazione e Supervisione, saranno implementate diverse reti di comunicazione, dividendo a livello gerarchico il flusso delle informazioni scambiate all'interno del Sistema di Controllo stesso e verso la sua periferia. Sono state previste le seguenti reti di comunicazione.

- **Rete Supervisione (HMI):** per connettere il PLC Ridondato ad alta disponibilità con tutti i dispositivi in Centrale di Supervisione: Server Fault Tollerant, PC Client, Stampante di Sistema ed eventuali Router/Firewall per connessioni esterne.
- **Rete I/O:** per connettere il PLC Centrale con la periferia RIO installata all'interno di ogni quadro di sezione. Basata su Protocollo Standard Ethernet e supporto fisico in Rame (cavo Cat.5) per le connessioni locali e Fibra Ottica (cavo multimodale 50/125) per l'anello di collegamento dorsale.
- **Bus di Campo** : per interfacciare analizzatori di rete, strumentazione complessa e/o per la gestione di attuatori tipo Inverter Statici, potrà essere utilizzato un BUS di Campo (protocolli standard ed ampiamente utilizzati come Ethernet IP, Modbus Ethernet, Modbus) connesso alla Rete I/O e quindi al PLC Centrale

## 9. SISTEMA DI TELECONTROLLO

### 9.1. REQUISITI SOFTWARE GENERALI

#### 9.1.1. Tipologia di software e caratteristiche del fornitore

La piattaforma di sviluppo della soluzione di telecontrollo dovrà essere un prodotto software di mercato (non una soluzione basata su codice custom), distribuita da un fornitore di software che soddisfi i seguenti requisiti:

- oltre 100.000 implementazioni in tutto il mondo
- rete di System Integrator composta da oltre 3.000 aziende nel mondo
- R&D (roadmap di prodotto per i prossimi due anni)
- garanzia di aggiornamento delle versioni
- diversi livelli di assistenza e supporto tecnico, anche in lingua italiana

#### 9.1.2. Modellazione orientata agli oggetti (Templates) e "Modello d'Impianto"

La piattaforma di sviluppo dovrà esprimere un concetto di modellazione degli Asset e della loro supervisione totalmente Orientato agli Oggetti (approccio Object Oriented).

Gli Asset da monitorare dovranno essere modellati da oggetti software con la funzione di Templates (Modelli), che incapsuleranno tutte le caratteristiche salienti quali:

- anagrafica degli attributi di I/O (comandi, stati, misure, setpoints ecc.)
- logica (codice, nel linguaggio di scripting della Piattaforma) per implementare funzioni da eseguirsi lato-Server quando in Esercizio
- grafica (uno o più simboli grafici per molteplici rappresentazioni dello stesso Asset in contesti diversi)
- configurazione della storicizzazione (quali attributi di I/O sono storicizzati e con che policy)
- configurazione della security (quali profili-operatore possono accedere quali attributi, ed in che modo)
- configurazione della comunicazione (indipendente dal protocollo di comunicazione di Campo che sarà effettivamente usato in Esercizio)

#### Creazione di Templates

A partire da librerie di Templates-base fornite dal Produttore del software, si potranno definire nuovi Templates-utente secondo le modalità tipiche dello sviluppo Object-Oriented, ovvero per Derivazione padre-figlio (definire Templates "figli" più specifici – con più attributi e caratteristiche -a partire da Templates "padri" più generici. I "figli" ereditano tutte le caratteristiche dei "padri" aggiungendo maggiori dettagli in più al loro livello), ma anche per Inclusione (si generano nuovi Templates includendo dentro a un Template "contenitore" uno o più altri Templates "contenuti", che non hanno nessuna parentela padre-figlio con il Container).

#### Creazione di Istanze, ovvero Oggetti applicativi

In seguito, a partire da un Template di asset, la piattaforma darà la possibilità di generare Istanze del Template (altrimenti dette Oggetti applicativi) in numero corrispondente agli Equipment in campo che sono tecnicamente

descritti/rappresentati da quel Template (per esempio, dato un Template "Pompa", se un impianto di sollevamento fognario sotto supervisione possiede tre equipment di quella classe/tipo, si procederà a derivare da "Pompa" le istanze "Pompa\_01", "Pompa\_02", "Pompa\_03" che corrisponderanno a processi da mettere in esercizio sulla parte Server del sistema di Telecontrollo).

### Semantica dei Templates

I Templates potranno anche rappresentare funzioni logiche o astratte del sistema (per esempio, comunicazioni con processi esterni, come Databases di sistemi gestionali/amministrativi), dunque non solo per forza di cose degli Equipment o degli Asset fisici.

### Istanze e "Modello d'Impianto"

Le Istanze create dai Templates, a livello "topologico", andranno a popolare una descrizione gerarchica, a "Modello d'Impianto", del patrimonio di Asset dell'utente finale.

La terminologia "Modello d'Impianto" viene usata in senso generale. Il termine "impianto" qui non è relazionato al concetto di manufacturing, ma viene utilizzato nel senso di un parco-assets generico, organizzato per gerarchia, ovvero:

Sito di Esercizio

Aree ...

Sotto-Aree ...

Equipment complessi ...

Equipment elementari (parti costituenti) ...

Singoli segnali (I/O)

### 9.1.3. Logica Client-Server nativa

Il sistema di Telecontrollo deve supportare una architettura e una logica operativa Client-Server, che permetta di distribuire su più server l'intera applicazione.

L'insieme dei Server su cui è distribuita l'applicazione deve risultare come un unico cluster a cui puntano tutti i client.

I Client devono vedere un unico namespace di variabili, a prescindere dalla distribuzione dell'applicazione su qualsivoglia numero di Server. Deve essere possibile il trasferimento mirato di parti dell'applicazione da un server ad un altro (es. a scopo manutentivo o di load balance) senza dover riconfigurare nulla lato-Client.

I meccanismi con cui i Server si allineano deve essere nativo del prodotto e non deve richiedere sviluppo applicativo dedicato.

Al fine di mantenere l'integrità del progetto e ridurre al minimo i rischi di errore dovute a operazioni manuali, la distribuzione dell'applicazione dal repository unico di progetto verso i server e client deve essere nativo di prodotto e non deve richiedere allineamenti manuali (es. copie di file o cartelle).

#### 9.1.4. Allarmi

Al fine di identificare gli allarmi in maniera efficace, deve essere possibile dare ad ogni allarme una priorità almeno fino a 999 livelli. Deve poi essere possibile raggruppare gli allarmi in 4 categorie di severità (cfr. standard EEMUA). Le severità devono poter essere associate a icone grafiche e colori che siano automaticamente richiamati sui sinottici, al fine di rendere più agevole agli operatori il rilevamento degli allarmi in base alla severità.

La storicizzazione degli allarmi deve permettere di sostenere fino a 1 milione di eventi al secondo. La storicizzazione degli allarmi, come per la parte di dati di campo, deve basarsi su meccanismi non-SQL al fine di efficientare lo storage.

#### 9.1.5. Formazione e Certificazioni per i System Integrators designati

Il produttore della Piattaforma di Telecontrollo deve avere un "Programma di Certificazione" per valutare la qualità dei diversi System Integrator e ingegneri che implementeranno l'applicazione.

Al tempo stesso deve essere fornito un "Programma di Formazione", sia per i System Integrator sia per il personale dell'autostrada. Tale formazione riguarderà la tecnologia e non le modalità di utilizzo dell'applicazione sviluppata.

#### 9.1.6. Architettura flessibile: scalabilità ed estensibilità

L'architettura software deve poter supportare potenzialmente un elevato numero I/O real time (dell'ordine del milione) e di centinaia di nodi-Server in una rete distribuita, anche geograficamente (WAN).

Per quanto riguarda i dati storici, deve essere possibile gestire fino a 500.000 historical tag su di un unico Historian Server. Se necessario, devono poter essere implementati (aggiunti) altri Server (possibilità di scaling out della soluzione, sia per la parte real time che storica, senza re-ingegnerizzare quanto già in Esercizio).

La piattaforma dovrà consentire - in generale - modifiche dell'architettura hardware. Si potranno includere, escludere o separare nuovi server senza che sia necessario cambiare o modificare le applicazioni installate su di essi.

Questa scalabilità verrà applicata non solo alle licenze ma anche all'esecuzione delle applicazioni. Quindi, progetti, espansioni o modifiche futuri devono poter essere realizzati senza apportare cambiamenti all'applicazione o alle applicazioni già sviluppate.

#### 9.1.7. Sistemi operativi supportati

La Piattaforma di telecontrollo dovrà supportare la tecnologia Microsoft per ciò che riguarda l'utilizzo di Sistemi Operativi di Classe "Server" e "Client", come anche le piattaforme DBMS Microsoft "SQL Server", alle loro ultime versioni disponibili.

Devono potere essere supportati ambienti hardware con processori multicore (o ambienti multi-processor in generale), e supporti di archiviazione di massa di dati basati su tecnologie a Stato Solido (SSD).

### 9.1.8. Virtualizzazione e ridondanza, alta disponibilità e recupero del disastro

La parte Back End della Piattaforma di Telecontrollo (lato-Server) deve potere garantire la ridondanza come strumento nativo per rendere sia la comunicazione con le periferiche, sia l'esecuzione di logica lato-Server robuste e tolleranti ai guasti (a meno di tempi tecnici di failover tra elementi ridondati dell'architettura definitiva dell'applicazione).

La Piattaforma di Telecontrollo deve essere altresì compatibile con ambienti di virtualizzazione come Microsoft "Hyper-V" e "VMWARE VSphere", alle loro versioni più recenti, includendo anche compatibilità con loro caratteristiche avanzate quali funzioni di High Availability (HR), Fault tolerance (FT) e Disaster Recovery (DR).

## 9.2. REQUISITI SOFTWARE PER L'AMBIENTE DI SVILUPPO

### 9.2.1. Ambiente di Sviluppo integrato (IDE)

L'Ambiente di Sviluppo è costituito da un'unica applicazione integrata (Integrated Developing Environment) in grado di gestire tutti gli aspetti di sviluppo e test dell'applicazione di Telecontrollo.

### 9.2.2. Ambiente di Sviluppo multi-utente

L'Ambiente di Sviluppo deve offrire funzionalità multi-utente simultanee, con permessi di sicurezza e autorizzazioni in base al ruolo di ciascun utente.

### 9.2.3. Organizzazione del progetto dall'Ambiente di Sviluppo

L'Ambiente di Sviluppo deve offrire la possibilità di:

- organizzare i Template di Oggetti in Librerie-utente
- organizzare i simboli grafici utilizzati nei Templates in Librerie-utente
- visualizzare e configurare l'applicazione dal punto di vista del Modello d'Impianto (distribuzione delle Istanze, ovvero gli Oggetti applicativi distribuiti per Aree di appartenenza)
- visualizzare e configurare gli Oggetti mostrando la genealogia all'indietro dell'Oggetto stesso, fino al suo Template-genitore e ritornando in avanti all'Oggetto-base, indipendentemente dalla lunghezza della relazione genitore-figlio
- visualizzare e configurare l'applicazione dal punto di vista delle comunicazioni con il Campo

### 9.2.4. Sicurezza dell'utente

L'Ambiente di Sviluppo deve essere in grado di utilizzare la sicurezza del sistema operativo Microsoft, ad esempio i servizi di dominio Active Directory per autorizzare gli utenti a visualizzare, configurare e/o modificare i template e gli Oggetti applicativi.

### 9.2.5. Tracciabilità dello sviluppo

L'Ambiente di Sviluppo deve registrare un "tracciato" delle operazioni di check-out, check-in e revisione effettuate per ciascun template e oggetto applicativo, riportando l'ID dell'utente che ha effettuato le modifiche, un timbro con data e ora e un riepilogo dettagliato delle modifiche apportate.

### 9.2.6. Configurazione centralizzata delle impostazioni a livello di sistema

L'Ambiente di Sviluppo deve consentire la gestione e la configurazione centralizzata delle impostazioni a tutti i livelli del sistema, con la possibilità di:

- configurare la rappresentazione grafica standard (icone standard valide per tutta l'applicazione) della qualità della comunicazione e dello stato di lettura (valido/invalido) di ogni singolo attributo di campo.
- configurare gli stili standard per la formattazione numerica in tutta l'applicazione
- organizzare gli allarmi su quattro livelli di gravità: critico, alto, medio e basso, per agevolare l'interpretazione da parte degli operatori.
- assegnare priorità numeriche agli allarmi in base alla gravità
- selezionare le icone-standard per rappresentare i vari livelli di gravità di allarme previsti
- aggregazione di allarmi: capacità di creare Risolutivi di allarme, ovvero di contare e totalizzare tutti gli allarmi di ciascuna Area del Modello, e fornire informazioni per esempio su quale è l'allarme più grave o più prioritario.

### 9.2.7. Archivio centralizzato di Templates e Oggetti applicativi

L'Ambiente di Sviluppo deve utilizzare un archivio centrale (repository) di template e oggetti applicativi, gerarchia degli oggetti, configurazione dell'implementazione e genealogia. Deve inoltre offrire la possibilità di utilizzare lo stesso archivio per conservare e gestire template grafici e l'applicazione di visualizzazione.

Il repository deve essere implementato come Database relazionale su tecnologia Microsoft SQL Server.

### 9.2.8. Integrità della configurazione (check in – check out)

L'Ambiente di Sviluppo deve consentire a tutti gli utenti che dispongono dei diritti di configurazione di visualizzare gli oggetti e deve garantire che una sola persona alla volta possa mettere in check-out uno specifico template o un oggetto applicativo a scopo di modifica.

### 9.2.9. Archivio di oggetti e relazione con l'ambiente di Runtime

L'archivio (repository) deve essere utilizzato a solo scopo di configurazione, pertanto deve poter essere scollegato da un sistema in esecuzione senza compromettere il funzionamento runtime del sistema stesso. Deve essere possibile utilizzare il repository nella fase di runtime, ma non deve essere necessario.

### 9.2.10. Template di oggetti standard (base): estendibilità

L'Ambiente di Sviluppo deve rendere disponibili Librerie di Template-Base, cioè i template forniti dal produttore di software, sia rendere possibile la definizione di Template-Utente con le modalità di sviluppo *Object-Oriented*, per come descritte al Paragrafo della "Modellazione orientata agli oggetti".

Deve comunque essere disponibile un kit di strumenti di programmazione (SDK o Toolkit) con il quale l'utente possa creare nuovi oggetti base utilizzando linguaggi Microsoft Visual Studio come Visual C++, Visual C#, Visual Basic .NET.

### 9.2.11. Security (integrazione con Microsoft "Active directory")

L'ambiente di sviluppo deve potere permettere di configurare Ruoli e Utenti associati ai Ruoli sia in modo nativo (indipendente) sia integrato con i Servizi di Microsoft "Active Directory" (ovvero importare nella *security* dell'applicazione i Gruppi e gli utenti Windows membri di tali Gruppi, da dei nodi con qualifica di "Domain Controller", reperibili in rete).

Deve essere possibile definire una serie di privilegi tipici della Piattaforma di Telecontrollo, privilegi sia operativi (di *runtime*) sia di sviluppo e di configurazione (circa l'utilizzo dell'IDE o di strumenti affini) da associare ai Ruoli precedentemente definiti.

L'utente membro di un Ruolo deve ereditare tutti i privilegi del Ruolo.

Per privilegi operativi si devono intendere ad esempio:

- possibilità di tacitare allarmi
- possibilità di cambiare setpoints e in che modo (liberamente, con firma/autenticazione singola, o in doppia autenticazione)
- possibilità di inviare comandi critici (liberamente, con firma/autenticazione singola, o in doppia autenticazione)
- possibilità di interagire con Oggetti applicative in certe Aree ma non con Oggetti in altre aree differenti
- Possibilità di silenziare allarmi, o di mettere alcuni attributi allarmati in "shelving" (silenziamento limitato nel tempo)

Per privilegi di configurazione/sviluppo si deve intendere generalmente la possibilità di usare l'IDE o strumenti affini a piena capacità oppure no, profilando gli Utenti a seconda del Ruolo, e inibendo per esempio per alcuni Ruoli la possibilità di fare operazioni critiche sul progetto, quali:

- mettere fuori-scansione alcuni oggetti applicativi
- ripristinare backup di progetti al di sopra del progetto attualmente in Esercizio

### Comunicazioni inter-nodo e inter-processo nel sistema di Telecontrollo

Per le comunicazioni interne alla piattaforma di Telecontrollo (tra nodi di architettura distribuita o più in generale tra processi della Piattaforma a prescindere dall'architettura dell'applicazione) deve essere possibile l'utilizzo di *protocolli di crittografia* di famiglia TLS (*Transport Layer Security*).

La soluzione deve essere in grado di implementare comunicazioni su Protocollo TLS a versione 1.2, utilizzando canali di comunicazione sicuri sopra i quali operare con le primitive tipiche del protocollo quali: *TLS handshake*, *Key Exchange* e Validazione di Certificati.

### 9.2.12. Protezione dei Templates

Per favorire gli standard di progettazione, distribuzione e protezione, il sistema di sviluppo deve consentire l'esportazione dei template di oggetti in modalità protetta, in modo che possano essere utilizzati da altri senza la possibilità di modificarli. Lo stesso vale per i template grafici.

### 9.2.13. Utilizzo dei Templates da parte di altri Teams di sviluppo o di Teams di Messa In Servizio

#### Sviluppo

Altri sviluppatori possono ricevere Templates, protetti oppure no, esportati dal progetto originario e trapiantati in un nuovo progetto. Nel nuovo ambiente, non sarà possibile modificare il Template se questo è protetto, ma lo si potrà sempre sotto-classare (derivare Templates-figli) e implementare relazioni di Contenimento tra Templates-figli per modellare asset complessi. In pratica, il Template protetto nel nuovo progetto viene assimilato a un Template-base.

#### Messa In Servizio

In una situazione di Messa in Servizio, i tecnici potranno creare Istanze a piacimento (oggetti applicativi) del Template, anche se protetto: la protezione non deve essere di ostacolo alla creazione di Istanze. Se il Template è stato sviluppato con determinate opzioni di configurazione, i Tecnici potranno scegliere diverse versioni del medesimo Template da istanziare, per creare Oggetti applicativi con più attributi o meno attributi, strutturalmente tra loro diversi, ma sempre direttamente derivati da quell'unico Template.

Semplificando, si vuole che i Tecnici di messa in servizio creino istanze anche strutturalmente diverse tra loro, maneggiando uno o pochi Templates, invece di utilizzare tanti Templates differenti ogni volta che debbano istanziare Oggetti applicativi anche leggermente / di poco diversi tra loro.

Questo meccanismo deve rendere la Messa In Servizio più semplice per i Tecnici, perché fa in modo che debbano maneggiare meno Templates, e contemporaneamente deve limitare l'eccessiva proliferazione del numero di Templates nelle Librerie, rendendole più comprensibili e leggibili a una loro navigazione (*browsing*).

### 9.2.14. Configurazione integrata dei dati storici

I Template di Oggetti devono consentire di configurare la memorizzazione dei dati storici degli attributi all'interno dell'oggetto con una semplice casella di spunta (checkbox). Non deve essere richiesto uno strumento apposito.

### 9.2.15. Configurazione integrata dei dati di allarme

I Template di Oggetti devono consentire di configurare il collegamento a un sottosistema di allarme che

supporti allarmi condizionali (LoLo, Lo, Hi, HiHi, Rate-of-Change Deviation, ecc.), allarmi basati su eventi (True/False, Fail to Open, Fail to Close, Command Disagree, ecc.) con strumenti predefiniti che guidino lo sviluppatore lungo il processo di definizione della configurazione.

### 9.2.16. Grafica integrata

I Template di Oggetti devono consentire l'incapsulamento di una o più rappresentazioni grafiche dell'apparato modellato, a scopo di visualizzazione in diversi contesti di HMI (esempio: un simbolo per la rappresentazione a "faceplate": pannello di controllo. Un differente simbolo per la rappresentazione dentro un Ainottico di Area, eccetera).

### 9.2.17. Script logici per l'applicazione di Template di Oggetti

I Template di Oggetti devono consentire l'associazione e la configurazione di uno o più script logici (logica lato-Server che l'Oggetto istanziato a partire dal Template eseguirà, se certe condizioni in esercizio – trigger – si verificano).

Gli script contenuti in un Template di Oggetti devono implementare ed essere aperti alla tecnologia Microsoft .NET (dot NET) e la compilazione su .NET Common Language Runtime. Il linguaggio di scripting della Piattaforma deve essere di facile comprensione, possibilmente somigliante a (o essere anche) Microsoft C++, C#, Visual Basic .NET.

L'utente deve essere in grado di modificare gli script logici mentre il sistema sta monitorando il processo, e decidere poi se e quando propagare la modifica (nuovo script o script modificato) al sistema in *runtime*.

Il linguaggio di scripting deve essere di tipo Imperativo e supportare costrutti e operatori quali IF, THEN, ELSE, ELSE IF, FOR, AND, OR, NOT, ADD, SUBTRACT, MULTIPLY, DIVIDE, EQUAL TO, NOT EQUAL TO, GREATER THAN e LESS THAN.

L'editor di codice deve offrire: funzionalità di completamento automatico (Intellisense-like); sintassi colorata per distinguere a colpo d'occhio parole-chiave, variabili, operatori; indice di riga/linea; controllo statico della sintassi nel codice (consapevolezza di possibili errori statici, senza dovere mettere in runtime il codice). Devono potere essere disponibili delle capacità almeno basilari di *debug*, come un log di sistema o un tool di osservazione delle variabili nell'applicazione di Telecontrollo (attributi di Oggetti applicativi) impattate dallo script.

Deve essere disponibile una libreria completa di funzioni matematiche e script più complessi.

Deve essere possibile includere nel codice dello Script chiamate a metodi esposti da *Class Libraries* .NET esterne (previa importazione e registrazione delle .DLL che li espongono, nel sistema di sviluppo del Telecontrollo).

La guida allo scripting (contestuale allo strumento di sviluppo – IDE – o esterna, su manualistica) deve comprendere esempi reali di codice funzionante che possano essere copiati e incollati nell'editor, per soddisfare tipiche esigenze applicative come: manipolazione di attributi dell'oggetto locale o di oggetti remoti, interazione con files o con *databases* esterni, ecc.).

### 9.2.18. Assegnazione delle Referenze di I/O per ciascun attributo di Oggetto, verso il PLC

L'Ambiente di Sviluppo deve offrire la possibilità di assegnare automaticamente referenze di Campo agli attributi degli oggetti applicativi (regole di autobinding che sfruttano regole basate su mappature e naming convention predefinite per i Topici e gli Items dei PLC disponibili).

### 9.2.19. Modifiche ai Templates e propagazione ai Templates-figli e alle Istanze (Oggetti applicativi)

La propagazione delle modifiche di un Template ai Templates-figli e agli Oggetti applicativi da loro derivati per Istanza, deve essere governabile se la propagazione debba avvenire e quando, è lasciato alla decisione dello sviluppatore.

### 9.2.20. Utility di importazione, esportazione, bulk import

L'intero progetto dell'applicazione di Telecontrollo (configurazione completa) o – selettivamente – gruppi di Templates, di Oggetti applicativi, di Simboli grafici devono potere essere esportati e reimportati su altri ambienti di sviluppo, a mezzo di trasferimento di files (anche di formato proprietario), per replicare un progetto esistente o dividerne elementi con altri Team di sviluppo.

L'Ambiente di Sviluppo deve anche supportare l'importazione e l'esportazione degli Oggetti applicativi in un formato di file leggibile e standard, ad esempio .CSV (separato da virgole), per la praticabilità di modifiche a mezzo di editor di testo o di un foglio elettronico come Microsoft Excel.

Deve essere possibile istanziare massivamente Oggetti applicativi in grande numero (funzione di *bulk import*), a mezzo di importazione di files .CSV che li descrivono.

## 9.3. REQUISITI PER IL SOFTWARE DI SVILUPPO DELL'INTERFACCIA HMI

Questo paragrafo illustra i requisiti per il software di sviluppo e di esercizio della HMI dell'applicazione di Telecontrollo.

### 9.3.1. Repository della configurazione HMI

Tutto il lavoro di sviluppo e configurazione della HMI (pagine grafiche) deve essere contenuto nella stessa Repository centrale (Archivio di Oggetti) dei Templates di progetto.

### 9.3.2. HMI e sviluppo Object-Oriented

L'applicazione di Telecontrollo stessa, come HMI/Front end, deve essere gestita secondo un ciclo di vita e manutenzione simile a quello dei Templates di Oggetti applicativi. Dunque, anche per l'HMI dovrà esistere un Template, e tanti Oggetti applicativi (sue istanze) corrispondenti alle postazioni-operatore che ne fruiranno.

### 9.3.3. Architetture per HMI

L'HMI dovrà poter essere utilizzata come:

*Thick/Fat Client* (istanza di applicazione HMI, fisicamente installata sulla workstation o PC o Panel PC dell'Operatore);

*Thin Client* (una istanza di applicazione HMI risiede fisicamente su un nodo Server – Terminal Server - che permette l'accesso remoto concorrente a N Thin Clients via Microsoft Remote Desktop Services/RDP o via Web/http).

Nel caso di installazione dell'HMI su di una architettura a un Terminal Server HMI + N Thin clients, si richiede che:

Esista la possibilità di avere un Server HMI ridondato e/o di *load balancing*

Si possa far risiedere il Server di HMI in una DMZ, o comunque in una LAN diversamente segmentata rispetto alla rete di produzione (dove lavora la parte Server-side del sistema di Telecontrollo), che rimane protetta da Firewall o da Gateway che gestiscono il traffico HMI su particolari porte sorvegliate e monitorate.

L'installazione di una applicazione HMI, sia su un Terminal Server, sia su una stazione-operatore indipendente, deve avvenire via rete con comandi e manovre lanciati remotamente dall'IDE della Piattaforma di Telecontrollo.

Non deve essere obbligatoria la presenza di operatori in sito, per completare l'installazione di una istanza di HMI.

### 9.3.4. Aspetti di internazionalizzazione

Utilizzando il software di sviluppo del sistema di Telecontrollo, deve essere possibile costruire un'applicazione che, durante l'esecuzione (runtime), possa essere commutata dinamicamente da una lingua a un'altra.

Il sistema deve supportare qualsiasi impostazione linguistica attualmente disponibile nel sistema operativo.

Devono poter essere configurate diverse lingue (più di due).

Le stringhe utilizzate negli oggetti testuali con grafica devono poter essere configurate e visualizzate in diverse lingue, con possibilità di impostazione da parte del sistema all'accesso dell'operatore in base alle preferenze locali dell'operatore stesso.

I messaggi di allarme devono poter essere configurati e visualizzati nella lingua selezionata in ciascun momento.

Un testo privo di stringa tradotta nella lingua corrente deve essere visualizzato nella lingua di default.

### 9.3.5. Tool di sviluppo della Grafica

Lo strumento di sviluppo e configurazione della grafica deve essere integrato nell'ambiente di sviluppo (IDE) principale dell'applicazione di Telecontrollo. Le possibilità di modellazione grafica devono includere: primitive di disegno grafico vettoriale (linee, poligoni), linee curve/splines, possibile importazione di immagini esterne (per esempio files .JPEG o .PNG o altri formati comuni per file grafici).

Deve essere possibile applicare animazioni alle grafiche in sviluppo, animazioni collegate a referenze di Campo (*items* da PLC) o a condizioni calcolate, in base al quale la rappresentazione dell'oggetto cambia (per esempio: Ente visibile/non visibile, Ente cliccabile/non cliccabile, cambio di colore su condizione, o cambio di forma, blinking su allarme, comparsa di Alarm Border su evento di allarme ecc.)

Deve essere possibile includere, nei simboli grafici, degli oggetti software quali Controlli Client .NET (previa importazione e registrazione della .DLL che li espone, nel sistema di sviluppo del sistema di Telecontrollo), o in alternativa Controlli a tecnologia WPF (Microsoft Windows Presentation Foundation).

Lo strumento deve poter permettere l'utilizzo di grafica sviluppata con *software* esterni e di mercato (per esempio sistemi CAD) importando dati e metadati da questi sistemi in forma di files di formato .dwg, .xaml o .svg. da questi generati. Deve essere possibile convertire questi formati nella grafica nativa della Piattaforma e quindi, tramite l'editor grafico poter applicare le animazioni o le personalizzazioni necessarie.

Lo strumento deve potere supportare lo sviluppatore nel suo lavoro con *features* quali: comando di "undo" modifiche, utilizzo di una griglia per facilitare allineamenti reciproci di elementi della grafica, comandi per implementare all'istante allineamenti verticali, orizzontali, o equi-spaziare array di elementi sul piano verticale o orizzontale, possibilità di *copy & paste / cut & paste* di elementi grafici.

Lo strumento deve permettere di applicare al simbolo grafico in sviluppo una serie animazioni predefinite che lo sviluppatore dovrà soltanto configurare (es. Visibilità, lampeggio, riempimento orizzontale\verticale, linea multipunto, trascinamento, posizione X\Y ecc.), senza dovere scrivere codice.

### 9.3.6. Librerie di Stili Grafici

Al fine di ottenere un'interfaccia grafica coerente a livello di tutta l'intera applicazione (per tutte le pagine grafiche dell'HMI), deve essere possibile definire degli Stili Grafici salvabili e richiamabili all'occorrenza (Stili Grafici intesi come insiemi di valori predefiniti per proprietà quali: tipo/colore/peso di linee, tipo di colori di riempimento, *font sizes*, *font colors* eccetera). Dovrà essere possibile salvare Stili Grafici in Librerie-utente, e al momento del caricamento di uno Stile Grafico prescelto, tutte le caratteristiche di quello Stile devono essere applicate immediatamente "a caldo" a tutta l'applicazione (ovvero, non ci deve essere bisogno di mettere fuori linea una stazione-operatore, per applicare un nuovo Stile Grafico alla sua HMI).

### 9.3.7. Librerie grafiche di Simboli e Situational Awareness

Devono essere disponibili nel prodotto delle Librerie grafiche di base, con enti grafici che rappresentano sia oggetti elementari di navigazione come: pulsanti, bottoni, tabulazioni, ecc. sia rappresentazioni grafiche di asset produttivi comuni (basici): equipment elettrici, equipment meccanici/rotazionali, pompe, valvole, serbatoi, *conveyors* ecc.

A partire dagli Enti grafici di base, potranno essere definiti simboli via via più complessi e ricchi di proprietà e animazioni.

Deve essere disponibile - come Libreria di base – una Libreria di simboli orientata alla grafica "Situational Awareness", ovvero uno stile grafico di rappresentazione degli Asset produttivi svincolato da immagini fotorealistiche, quanto piuttosto legato a rappresentazioni P&ID o in stile ISA, di modo che l'operatore concentri

l'attenzione sul processo produttivo in sé – o sull'esercizio in sé dell'Infrastruttura – piuttosto che sulla grafica fine a sé stessa.

Generalmente in una implementazione "Situational Awareness" di una HMI, l'attenzione dell'operatore deve essere attirata principalmente da anomalie del Processo Produttivo (scostamenti dalla norma dell'Esercizio). Se invece il processo si sviluppa entro parametri normali, nulla di particolare che richiami attenzione appare nella HMI.

### 9.3.8. Gestione di periferiche video multi-monitor

Lo strumento di sviluppo grafico deve permettere nativamente di sviluppare una applicazione grafica Multi-monitor.

### 9.3.9. Gestione di Schermi applicativi (Screens) come insiemi di Display

Lo strumento di sviluppo grafico deve permettere di definire uno Screen layout come insieme di singoli display (intesi come monitor, *hardware*), per ognuno dei quali si registra la risoluzione e il posizionamento reciproco l'uno rispetto all'altro.

Ad esempio, dovrà essere possibile definire uno Screen Layout per videowall, fatto da un quadrato 3x3 di 9 display a risoluzione 3840x2160 pixels ciascuno.

Oppure uno Screen Layout fatto da un array da scrivania di due monitor disomogenei, uno di rapporto dimensionale 16/9 ed uno 4/3, messo alla destra del primo.

Lo strumento di sviluppo grafico integrato con l'IDE della Piattaforma deve permettere di potere salvare nel progetto anagrafiche (librerie) di possibili Screen Layouts, per modellare i possibili *hardware* video composti ove l'applicazione di Telecontrollo (la sua HMI) potrà essere visualizzata.

### 9.3.10. Gestione di Layout Applicativi (Application Layouts)

Lo strumento di sviluppo grafico deve permettere di definire un Application Layout inteso come suddivisione in Frames dell'applicazione HMI (esempio: un frame superiore a sviluppo orizzontale per indicazione della data e ora, logo del cliente e pulsanti per commutazione lingua; un frame centrale di visualizzazione contenuti, e un frame laterale a sinistra del centrale, per compiti di navigazione tra le pagine con un controllo grafico ad Albero), suddivisione grafica che – *a priori* – è indipendente da una particolare risoluzione del sistema Video.

Lo strumento di sviluppo grafico integrato con l'IDE della Piattaforma di Telecontrollo deve permettere di potere salvare nel progetto anagrafiche (librerie) di possibili Application Layouts.

### 9.3.11. Multi touch

Dovrà essere possibile sviluppare una HMI per l'applicazione DI TELECONTROLLO, gestibile da periferiche video con possibilità di interazione tattile *multitouch*.

### 9.3.12. Pan & Zoom

Dovrà essere possibile sviluppare una HMI per l'applicazione di Telecontrollo, che permetta di effettuare panoramiche sulle pagine grafiche e *zoom-in / zoom-out* di particolari zone della pagina. Le Panoramiche e gli Zoom dovranno essere praticabili da *gestures* della mano (con una o due dita, con funzionalità *multitouch* della periferica video), oppure con trascinamento del mouse o con bottoni o link che compaiano sulla pagina automaticamente (come proprietà-utente da abilitare o disabilitare) nel caso che la periferica video non gestisca eventi di *multitouch*.

### 9.3.13. Ridimensionamento della Grafica e occultamento di particolari (cluttering / decluttering)

Per limitare il carico computazione dei processori grafici, e migliorare la capacità di *rendering* delle pagine grafiche in velocità di apertura, dovrà essere possibile configurare un comportamento di ridimensionamento della grafica, per cui quando si osserva una pagina con un grande valore di "ZOOM –"(piccola scala), i particolari di piccole dimensioni della grafica non vengono visualizzati (esclusi dalla visualizzazione).

Quando invece si utilizza un valore di Zoom molto grande ("ZOOM +": grande scala) i particolari prima di dimensione troppo piccola per essere percepiti tornano nel ciclo di visualizzazione del motore grafico della piattaforma.

Se un meccanismo come questo non è presente, alle piccole scale (grandi valori di "ZOOM –") i particolari di piccole dimensioni sono comunque visualizzati dal motore grafico, ma sono comunque troppo piccoli perché l'occhio dell'Operatore possa percepirli.

### 9.3.14. Funzione di Alarm border

La rappresentazione grafica di un Ente (asset) allarmato, dovrà essere circondabile con un rettangolo (entro cui il simbolo allarmato rimane circoscritto), poligono che manifesterà colore e comportamenti (per esempio *blinking*) in base all Severità e allo Stato dell'Allarme in quel momento più prioritario per l'Ente.

Lo sviluppatore non si dovrà fare carico di disegnare materialmente l'Alarm border per ogni ente grafico: la presenza dell'Alarm border sarà scelta in base alla configurazione di una proprietà nativa del simbolo grafico, richiamabile dallo strumento di sviluppo della grafica.

### 9.3.15. Navigazione: configurazione automatica basata sul Modello d'Impianto

Dovrà essere possibile, in base al Modello di Impianto configurato in precedenza (rappresentazione topologica/gerarchica dell'impianto, organizzata per Sito produttivo, Aree contenute nel Sito, eventuali Sotto-aree contenute nell'Area corrente) configurare automaticamente dei Controlli grafici di navigazione: controlli ad esempio ad albero, o controlli a *breadcrumbs*).

I controlli grafici di navigazione non andranno configurati o programmati, ma desumeranno automaticamente dal Modello d'Impianto la loro configurazione e/o profondità.

### 9.3.16. Integrazione con Providers di Mappe e con Sistemi GIS

Lo strumento di sviluppo del sistema di Telecontrollo dovrà mettere a disposizione controlli grafici o *applets* visuali da integrare nelle pagine grafiche, a seguito della quale integrazione la HMI sarà in grado di visualizzare Mappe *multilayer* da tipici Map Providers quali ad esempio:

OpenStreetMap, Yahoo, Bing, ArcGIS, Google ecc.

Anche Map providers conformi allo standard OGC potranno essere agganciati (Providers che implementano servizi WMS/WMTS).

I Templates e Oggetti applicativi disseminati nel Modello di Impianto dovranno essere in grado di determinare (popolare) un *Asset Registry* per il Sistema GIS di riferimento.

In generale, l'ambiente di sviluppo e configurazione del Sistema GIS dovrà essere integrato (o comunque integrabile) con quello della Piattaforma.

L'ambiente di sviluppo e configurazione del Sistema GIS deve favorire il riutilizzo di codice mediante template che definiscono i suoi oggetti applicativi e/o il suo Asset registry. I template possono essere personalizzati per creare nuovi template di oggetti applicativi, mantenendo le relazioni genitore-figlio.

L'ambiente di sviluppo e configurazione del Sistema GIS deve supportare l'importazione e l'esportazione della sua modellistica in formati standard di file leggibili, ad esempio .XML, o comunque formati che facilitino la manipolazione all'interno di un foglio elettronico come Microsoft Excel.

Deve essere possibile creare risorse e definizioni di dati per il sistema GIS, utilizzando il modello di impianto e le istanze di oggetti applicativi già contenuti nell'applicazione di Telecontrollo.

Deve essere possibile importare definizioni di Assets a mezzo di files. BIM ("Building Information Modeling") o di CAD files 2D o 3D, anche con metadati all'interno (per esempio files .DWG con *layers*).

### 9.3.17. Controllo grafico di visualizzazione allarmi d'impianto

Gli allarmi devono essere visualizzati configurando un oggetto grafico di riepilogo, che può essere posizionato separatamente o insieme ad altri oggetti in una finestra.

Gli allarmi devono avere un codice colore in base allo stato e alla priorità dell'allarme: allarme ricevuto/rilevato, allarme non ricevuto/rilevato e allarme rientrato ma non ricevuto/rilevato. L'utente deve poter scegliere fra colori differenti per la visualizzazione degli stati di allarme. L'oggetto "visualizzatore allarmi" deve supportare anche la visualizzazione di Eventi, laddove il colore utilizzato per gli Eventi deve essere anch'esso identificabile in fase di configurazione.

Gli allarmi devono poter essere visualizzati come allarmi in tempo reale o allarmi storici. Lo stesso oggetto deve comunicare con il processo in tempo reale (live) o con il database degli allarmi storici.

### 9.3.18. Funzione di Replay (visualizzazione a time lapse dei dati storici nella HMI)

Dovrà essere possibile scollegare una postazione-operatore dal monitoraggio *real time* degli asset produttivi, per collegare gli attributi animati non a referenze di campo, ma ai loro corrispondenti *historical tags* nella base di

dati storica (l'Historian del sistema di Telecontrollo).

Qualora l'operatore scelga di entrare in modalità *replay/time lapse* con la sua postazione, dovrà poter specificare:

- un intervallo di dati storici da rappresentare, scelto tra due coordinate temporali (data/ora "DA", data/ora "A")
- una velocità di *time lapse* (1X, 2X, ecc.)

e, attivata la modalità *time lapse*, si dovranno potere vedere variare gli enti grafici in aspetto, colore, valori rappresentati in funzione dei dati raccolti nell'intervallo di tempo specificato, e alla velocità desiderata.

L'opzione *time lapse* lavorerà solo su quegli attributi (stati, comandi, misure, *setpoints* ecc) che sono anche storicizzati (attributi non storicizzati non esibiranno valori che cambiano durante il *time lapse*).

L'opzione *time lapse* dovrà essere caratteristica della singola postazione-operatore (attivare il *time lapse* su una postazione non dovrà mandare per forza in *time lapse* le altre stazioni, che continueranno il monitoraggio in *real time*).

### 9.3.19. Multi-istanza della HMI

Dovrà essere possibile attivare più di una istanza dell'applicazione HMI sul medesimo host (Operator workstation o Terminal server HMI), per esempio nel caso si vogliano differenziare le HMI per diversi profili-operatore.

### 9.3.20. Gestione di applicazioni HMI distribuite in rete

Il software di gestione del Telecontrollo deve fornire funzionalità standard che semplifichino la configurazione, l'utilizzo, la correzione e la manutenzione dell'applicazioni HMI da posizione di sviluppo centralizzata (remota rispetto ai client).

Il software di configurazione e sviluppo deve consentire di mantenere una singola applicazione-master in forma di Template sul repository centralizzata.

L'Ambiente di Sviluppo deve consentire la distribuzione automatica dell'applicazione-master a tutti i nodi-operatore sulla rete di telecontrollo, oltre alla propagazione delle modifiche apportate all'applicazione master a tutte le sue istanze nel sistema.

### 9.3.21. Notifica di modifiche dell'applicazione HMI al client

Quando viene rilevata una modifica all'applicazione HMI "template", ogni nodo-utente registrato come HMI client deve essere avvisato della modifica.

L'Ambiente di Progettazione deve consentire all'utente di definire la modalità di notifica della modifica dell'applicazione al nodo client: il nodo client può caricare automaticamente la nuova applicazione, oppure segnalare e fare scegliere all'utente di caricare o ignorare le modifiche, oppure ignorare automaticamente le

modifiche.

In caso di caduta di rete fra l'archivio (repository centrale di Templates) e il client che si deve aggiornare, il client deve continuare a eseguire l'ultima applicazione distribuita. Quando la rete viene ripristinata, il sistema distribuirà l'applicazione server eventualmente modificata al client.

### 9.3.22. File di Logs (per applicazione HMI/Front End e per nodi Server)

I file di Log dell'applicazione, a scopo di diagnostica e risoluzione dei problemi, devono risiedere sugli hard disk locali per un numero di giorni definibile dall'utente. Ogni nodo di rete (sia esso postazione-operatore che nodo Server) deve mantenere un file di Log indipendente per le applicazioni specifiche di ciascun nodo (locali).

Deve essere disponibile un visualizzatore del Log, possibilmente implementato come *snap-in* delle Management Consoles/System Console di Microsoft, per la visualizzazione del Registro Eventi. Il visualizzatore deve supportare differenti colori per diversi tipi di Evento (Informazione, Warning, Errore) e la granularità del Log, almeno per i moduli e processi costituenti l'applicazione di Telecontrollo, deve potere essere selezionabile.

Un visualizzatore di Log locale deve poter visualizzare anche il Log di un nodo remoto, se la topologia di rete consente ai nodi di comunicare.

Il Log (porzione del Registro Eventi, estesa da una data ad un'altra) deve potere essere esportabile su file.

## 9.4. AMBIENTE RUNTIME

Questo capitolo descrive le varie funzioni e caratteristiche che devono esibire sia il *Front end* / HMI del Sistema, sia la parte *Back End* (nodi Server del Sistema) in situazione di Esercizio.

### 9.4.1. Gestione allarmi (acquisizione, classificazione, storicizzazione, Alarm Analytics)

Gli allarmi devono essere rilevati e segnalati da un servizio di Gestione Allarmi. Il servizio Gestione Allarmi deve supportare almeno duecento (200) schermate client simultanee di allarme. Nell'eventualità di una tempesta di allarmi (centinaia o migliaia di allarmi al secondo), la Gestione Allarmi deve notificare e il client deve essere in grado di visualizzare fino a mille (1000) nuovi allarmi entro dieci (10) secondi dal rilevamento degli allarmi stessi.

Il sistema deve consentire lo "shelving" degli allarmi (cioè la sospensione temporanea) in modo che gli operatori autorizzati possano rimuovere temporaneamente gli allarmi selezionati dalla lista di allarmi attivi, sopprimendoli per un determinato intervallo di tempo. Il sistema deve chiedere agli operatori di specificare il motivo di tale soppressione.

Il sistema deve offrire la possibilità di sopprimere allarmi in base a determinati stati dell'impianto, per evitare di visualizzare allarmi inutili in presenza di specifici stati operativi.

Il sistema deve essere in grado di indicare il numero totale di allarmi per ogni categoria di gravità (critica, alta, media e bassa) in ogni Area del Modello di Impianto.

Il sistema deve essere in grado di gestire allarmi per le risorse di sistema (utilizzo della CPU, memoria ecc.).

Gli allarmi devono poter essere registrati in un database Microsoft SQL Server (o altrimenti, salvati in una base

di dati non relazionale ma che sia aperta a consultazioni di clients che intendono consumare il dato via-linguaggio SQL). Gli eventi registrati relativamente agli allarmi devono comprendere istanza dell'allarme, ritorno alla condizione di normalità e riconoscimento/rilevamento dell'allarme. I parametri da registrare oltre all'evento dell'allarme devono comprendere data e ora dell'allarme, gruppo di allarme, nome del tag dell'allarme, tipologia di tag dell'allarme (reale/intero/booleano), tipo di allarme (LoLo, Lo, Hi, HiHi, ROC, Deviazione ecc.), nome dell'operatore, nodo operatore di riconoscimento dell'allarme, e priorità dell'allarme.

Gli allarmi devono poter essere stampati su una stampante locale o in rete. Gli allarmi stampati da un determinato nodo possono essere tutti gli allarmi, solo gli allarmi non riconosciuti/ricevuti, solo gli allarmi riconosciuti/ricevuti, gli allarmi di uno o più gruppi (aree del Modello D'Impianto), gli allarmi con determinate priorità o gli allarmi provenienti da diverse fonti.

### **Classificazione degli Allarmi (Priorità e Severità: Standard EEMUA 191)**

La Piattaforma di Telecontrollo deve implementare nativamente un Sotto-sistema di Gestione Allarmi in grado di catalogare gli allarmi per Priorità, e suddividere lo spazio totale delle Priorità in quattro (4) Categorie Generali di Severità d'allarme (cfr. Standard EEMUA 191 \ ISA 18.2).

La configurazione delle Categorie Generali di Severità d'allarme (come anche stili grafici associati alla rappresentazione visuale della Severità nell'HMI: colore, altri stili grafici ecc.) deve essere accentrata per tutta l'applicazione.

La configurazione delle Priorità di allarme invece si può considerare prerogativa del singolo Template o del singolo Oggetto applicativo (per ogni attributo allarmato di ogni Oggetto applicativo, sarà possibile definire una Priorità d'allarme).

### **Alarm Analytics**

Deve essere disponibile nella Piattaforma di Telecontrollo una soluzione web (portale web, sito web) di reportistica predefinita per *Analytics* sugli allarmi. La soluzione web deve esporre dashboard predefinite quali ad esempio:

- I Top-N eventi di allarme che hanno avuto rientri spontanei dopo X minuti
- I Top-N eventi di allarme tacitati entro i primi X minuti
- Distribuzione per Priorità (o Severità) degli Allarmi su un Asset, in un dato periodo di tempo (Da... a...)

La soluzione di *Alarm Analytics* dovrà mettere in grado gli Operatori – con un profilo adeguato – di sviluppare nuovi contenuti (nuove e differenti *dashboards*) e pubblicarle sul Portale Web dedicato.

### **Alarm Alerting**

Deve essere disponibile un sottosistema integrato nell'architettura con lo scopo di centralizzare gli allarmi di un sito supervisionato e diffonderli in maniera affidabile ed efficace al personale dedicato, tenendo conto i media di diffusione scelti, secondo la pianificazione di servizio scelta.

Tutti gli allarmi gestiti devono essere registrati in uno storico dettagliato che indica per ciascun allarme informazioni quali la data di attivazione, il tempo di attivazione, il nome dell'operatore che lo ha tacitato e i tempi di reazione e d'intervento.

Lo storico degli allarmi e degli interventi deve permettere anche di disporre di statistiche complete per un singolo allarme, un gruppo di allarmi o tutti gli allarmi, per un determinato periodo (un giorno, una settimana o un mese) consultare le seguenti statistiche:

- Il numero di fermi sul periodo
- La durata totale dei fermi
- La durata media dei fermi

Possono essere anche presentate delle statistiche sugli interventi per operatore per un determinato periodo (un giorno, una settimana o un mese) per ottenere:

- Il numero d'interventi
- Il tempo medio d'intervento
- Il tempo medio di reazione

Deve essere disponibile un'APP su Android e iOS che permetta la notifica degli allarmi e di poter interagire con il sistema di alerting, inoltre deve essere integrabile un server vocale che permetta la diffusione e la consultazione degli allarmi tramite messaggi vocali.

Per ultimo deve essere possibile notificare gli allarmi tramite messaggi di testo.

#### 9.4.2. Architetture di comunicazione con Periferiche di Campo e sorgenti Dati (disponibilità di Drivers specifici)

L'ambiente runtime deve essere basato su un'architettura di sistema distribuita. Deve essere possibile scalare l'architettura da un singolo nodo a 100 nodi e oltre. L'architettura deve contenere un modello multi-computer che viene visto con un unico namespace distribuito all'interno dell'ambiente runtime e non richiede la replica di dati da un nodo a un altro.

Su alcuni dei nodi menzionati posso risiedere istanze di Driver (I/O Servers) o Gateway/Protocol Converters che comunicano con tutti gli Oggetti applicativi utilizzati dalla Piattaforma di Telecontrollo, senza per forza dovere essere installati su ogni nodo dell'architettura distribuita.

La piattaforma deve fornire (direttamente, o a mezzo di *3rd party* - Partner Tecnologici certificati come compatibili) i Driver di comunicazione per protocolli/interfacce standard di comunicazione industriale e IoT come:

- **Modbus** (Seriale e TCP)
- Protocolli di famiglia **IEC 104**
- Protocolli di famiglia **618150**
- **DNP3**
- **OPC DA e UA**
- **MQTT**
- **Web Services SOAP** oppure con **RESTful API** (scambio di stringhe JSON), ecc.

Qualora un driver specifico non esista, dovrà essere fornito un kit di strumenti di programmazione (un SDK o

un Toolkit) per poterlo sviluppare, in linguaggi comuni per l'ambiente di sviluppo Microsoft Visual Studio (C#, C++, Visual Basic .NET).

A prescindere dai Protocolli da supportare, data la possibile presenza di un Campo eterogeneo (PLC e RTU di differenti fornitori, presenza di SCADA *legacy* con tecnologie proprietarie ecc.) la Piattaforma deve potere nativamente interfacciare Periferiche di Campo di fornitori quali:

- **Siemens** (S7-300(F), S7-400(H), S7-1200, S7-1500)
- **OMRON** (CJ1 Series, CJ2 Series, CS1 Series, CP1 Series, CV Series CVM1 e CVM1D)
- **Allen Bradley** (ControlLogix, GuardLogix, CompactLogix, FlexLogix, SoftLogix, MicroLogix, PLC-5, SLC50)
- **Mitsubishi** (MELSEC-Q, MELSEC-QnA, MELSEC-L)
- **Hardware "CODESYS" in generale** (Schneider Electric 241/M251, Bosch Rexroth L40 e L65, CODESYS SP WIN V3.5.1, PLCWinNT V2.4.4.0, EATON XC-CPU202 CODESYS v3.5, WAGO CPU 750-841)
- **Hardware "SoMac"** (Modicon M241 PLC, Modicon M251 PLC, PacDrive 3 LMC Eco/Pro/Pro 2)
- **General Electric / hardware "SRTP"** (Series 90-30, 90-70 Versamax, Micro, Nano PACSystems RX3i, RX7i)
- **Texas instruments** (Control Technology Inc. CTI2500, TI545 / 565 / 575)
- **Beckhoff** (ADS Library TC1000:TC3 Beckhoff TwinCAT PLC/IO CX1000 e CX1020, PLC BC9000, BX9000 e CP66xx)
- **Automation Direct** (DirectLOGIC DL05 e DL06, DirectLOGIC DL205 Family, Controllers Serie 2000 & 3000, Controllers Do-More H2 Serie)
- **Opto22** (SNAP PAC Controllers)

Il supporto all'hardware menzionato potrà essere nativo della Piattaforma, o fornito a mezzo di *3rd party* - Partner Tecnologici certificati come compatibili con la Piattaforma stessa.

#### 9.4.3. Disponibilità di Protocol Converters / Gateway

Nell'ottica di implementare connettività a sistemi eterogenei (non solo sistemi o asset di Campo contraddistinti da presenza di PLC e RTU, ma eventualmente sistemi informativi Gestionali o Amministrativi, che si espongono come Databases pubblici e/o *Web Services*), la Piattaforma deve fornire al riguardo strumenti nativi o di suoi diretti partner tecnologici, come Protocol Converters / Gateway atti a trasferire le conversazioni (traffico dati) da un protocollo all'altro di quelli precedentemente menzionati.

#### 9.4.4. Internet of Things (IoT)

La piattaforma deve essere aperta alla connettività della *Internet Of Things* (IoT), potendo gestire comunicazioni su protocolli tipici di quell'ambito come il MQTT o *Web Services* SOAP o REST.

#### 9.4.5. Driver multi-istanza, comunicazioni Driver-DI TELECONTROLLO, comunicazioni in MQTT)

I Driver specifici della Suite di comunicazione della Piattaforma devono consentire la connessione da parte di

più Client contemporaneamente, e per ragioni di bilanciamento del carico e robustezza dell'applicazione, devono potere essere presenti in più istanze sul medesimo nodo Server, se occorre (Driver multi-istanza).

Per la comunicazione tra Driver specifico e livello *real time* del Telecontrollo, il Driver si deve esporre come Server OPC, oppure (nativamente o con l'utilizzo di un opportuno Protocol Converter / Gateway *out-of-the-box*) deve presentarsi come un MQTT *Publisher* (in grado di effettuare upload di dati ad un Servizio "MQTT Broker" raggiungibile in rete).

Deve anche essere possibile (previo utilizzo di driver specifico o di Protocol Converter / Gateway *out-of-the-box*) effettuare il *Subscribe* ad un Servizio "MQTT" Broker in rete, per consumare il dato ed alimentare con questo la Piattaforma DI TELECONTROLLO (comunicazioni MQTT nelle due direzioni: "da Telecontrollo a Broker" e "da Broker a Telecontrollo").

#### 9.4.6. Analizzatore (visualizzatore) di dati in runtime

Il sistema deve mettere a disposizione una utility nativa (extra-HMI) per visualizzare lo stato in tempo reale, la qualità e il valore di qualsiasi attributo di Oggetto Applicativo in esercizio.

Lo strumento deve potere permettere anche la scrittura del dato (per esempio, forzatura di un attributo *real time* di un qualche Oggetto applicativo nel sistema di Telecontrollo)

Questa applicazione di utility deve potere essere utilizzata per scopi di *debug* o diagnosi del sistema, e non è intesa essere essa stessa uno strumento di supervisione (non si richiede che visualizzi simboli grafici o sinottici tipici di una HMI).

#### 9.4.7. Ridondanza nativa e Failover del runtime del Telecontrollo

Il software del sistema di Telecontrollo deve garantire l'alta disponibilità di tutte le funzioni in un normale ambiente di monitoraggio e telecontrollo. I componenti specifici per i quali è richiesta la ridondanza nel sistema sono: Oggetti applicativi (Istanze dei Templates) e Host dell'Oggetto Applicativo (Server fisico o virtuale), comunicazioni con PLC/RTU e sotto-sistema di Allarmi. I requisiti di alta disponibilità si applicano anche al registro dei dati di processo storici. La configurazione di *Failover* deve prevedere un oggetto di sistema Primario e uno di Backup che gestisca gli oggetti Primario e Backup incorporati. Questo sistema deve eseguire (scandire) gli Oggetti attivi e sincronizzare lo stato degli Oggetti attivi sul nodo primario con quelli in standby. Qualora venga rilevato qualsiasi guasto/difetto nell'esecuzione di un oggetto attivo o nella comunicazione con l'oggetto attivo, gli Oggetti in standby devono entrare in funzione e iniziare comunicare all'interno del sistema, con le periferiche di Campo.

#### 9.4.8. Eventi di guasto: acquisizione e segnalazione

Devono essere rilevabili e riportabili all'operatore i seguenti eventi all'interno del sistema di Telecontrollo e dei suoi processi e componenti:

- interruzione delle comunicazioni verso i PLC/RTU
- interruzioni delle comunicazioni verso il server di comunicazione

- guasto della logica applicativa
- guasto della gestione Allarmi
- interruzione delle comunicazioni verso lo storico dei dati
- spazio residuo ridotto in qualsiasi archivio storico in rete

#### 9.4.9. Tracciabilità in runtime (autenticazione utente in modalità Singola / Doppia)

Il sistema deve poter essere configurato in modo che qualsiasi modifica a una variabile in fase di *runtime* venga tracciata con ID utente, nome completo dell'utente, valore precedente e valore nuovo.

L'implementazione di questa raccolta dati deve fare in modo che l'Utente, quando vuole inviare un comando critico o cambiare un setpoint critico, debba reinserire le sue credenziali di login, per esempio, in una finestra modale di popup (funzione nativa della Piattaforma: autenticazione in firma singola).

Per la doppia firma, un secondo Utente con privilegi operativi superiori al primo, dovrà inserire a sua volta le sue credenziali.

I dati raccolti dalle autenticazioni devono essere registrati come campi di record di Eventi di *security*, che vanno storicizzati su una base dati permanente e aperta a successive consultazioni.

#### 9.4.10. Registro delle azioni degli operatori

Tutte le operazioni svolte dall'operatore devono essere registrate in un registro degli eventi. Il registro eventi deve tenere traccia di ogni attività dell'operatore: quando accede ed esce dal sistema, quando modifica setpoint, quando assume il controllo di dispositivi.

Ogni registrazione deve contenere data, ora, operatore collegato e tipo di azione (modifica setpoint, cambio di stato ecc.).

#### 9.4.11. Reporting

Il sistema di Telecontrollo deve consentire la realizzazione di report completi e approfonditi.

Nel dettaglio delle funzionalità deve integrare un editor di report personalizzato, che conferisca ai report un'interfaccia grafica accattivante e professionale per visualizzare e analizzare eventi transazionali e in real time.

La funzionalità di reporting deve permettere di crea report in modo veloce e condividerli con il personale interessato. La gestione e la configurazione dei report deve utilizzare un approccio low code, offrendo una semplice interfaccia di configurazione drag and drop.

Deve essere presente la possibilità di creare report complessi su diverse tematiche:

- batch
- OEE,
- log operatore

- MES
- report di produzione
- efficienza energetica
- inserimento manuale dei dati

Dovrà essere possibile definire il template del report e come esso verrà generato:

- su richiesta dell'utente
- al verificarsi di una particolare condizione (es. fine batch)
- su cadenza temporale definita
- I report dovranno essere generati in diversi formati:
  - PDF
  - CSV
  - Excel
  - XML
  - Web Page

Dopo la generazione dei report dovrà essere possibile condividere i documenti tramite diverse modalità:

- File Server
- E-mail
- Print
- FTP Server

#### 9.4.12. Dashboarding, Analytics e Data Collection

La piattaforma deve centralizzare i dati provenienti da più fonti in un unico ambiente cloud, integrando funzionalità di data collection, dashboarding e analytics per condividere le informazioni rendendole disponibili da qualsiasi posizione.

Deve fornire l'accesso ai dati operativi da remoto e consentire agli operatori di collaborare in real-time, lavorando in modo più efficace ed efficiente, monitorando in tempo reale le prestazioni degli asset e riducendo i costi di manutenzione.

Deve fornire la possibilità, attraverso l'utilizzo delle dashboard, di combinare i dati operativi con i dati di business, per identificare le opportunità di miglioramento delle Operations.

La piattaforma deve inoltre integrate funzioni di data Analytics permettendo di rilevare tempestivamente le anomalie del processo produttivo e di monitorare lo stato di salute degli asset garantendo agli operatori maggior consapevolezza delle condizioni dell'impianto, aumentando così l'efficienza e riducendo i downtime.

Un valore aggiunto è dato dalla possibilità di effettuare il monitoraggio e il controllo consentendo l'acquisizione e la supervisione, in tempo reale, dei consumi energetici e dei principali parametri di funzionamento degli impianti massimizzando così l'efficacia delle azioni di risparmio.

È importante che i dati siano crittografati e pubblicati sul cloud in modo sicuro, in modo che la rete sia protetta dall'accesso esterno.

Deve supportare la visualizzazione dei dati per:

- Smart Phone come iPhone, Android
- Tablet e Phablet (es. Samsung Galaxy Note)
- PC Desktop e Laptop mediante qualsiasi browser HTML5, tra cui Chrome, Safari, Edge
- Grandi video display come uno schermo di proiezione o HDMI TV

## 9.5. STORICO DEI DATI (SERVIZIO "HISTORIAN"): REQUISITI

I dati storici generati dal processo di Esercizio (si intendono sia *Trends* di variabili storiche come Record di Allarmi d'impianto storicizzati) devono essere immagazzinati in una base di dati centralizzata. La base di dati centralizzata, oltre che per mera consultazione dello Storico di processo/esercizio, dovrà potenzialmente servire anche come *Training Set* per algoritmi avanzati di *Machine Learning* (Esempio: analisi di storia passata di guasti, con apprendimento per *Pattern Recognition* a scopo di manutenzione predittiva), o come *dataset* per validare o istruire eventuali Sistemi di Supporto alle Decisioni, oppure come sorgente dati affidabile per Reportistica/*Analytics*.

Per queste premesse, la base di dati storica centralizzata dovrà essere implementata con una soluzione avente:

- caratteristiche di estrema robustezza e *fault tolerance* sia per l'acquisizione del dato alla fonte (da periferiche *real time*) sia per la scrittura e conservazione sul supporto di archiviazione, poiché eventuali interruzioni dei Trends di dati storici invaliderebbero i processi di apprendimento dei servizi basati su Algoritmi, o i risultati di reportistica avanzata/*analytics*.
- Apertura alla consultazione dei dati da parte di processi esterni, per tramite di interfacce *standard* di accesso (consumo) del dato.

Nel dettaglio, si richiedono alla soluzione le seguenti caratteristiche specifiche.

### 9.5.1. Grande velocità di archiviazione dei samples

Si richiede una performance di archiviazione di targa dell'ordine di grandezza dei 100.000 (centomila) samples/sec.

Tale livello di frequenza di archiviazione deve essere raggiunto senza perdita di risoluzione del dato, ovvero senza compressioni o aggregazioni artificiose/obbligatorie del dato. Tutti i samples in uscita da un I/O Server o Driver di Campo devono potere essere acquisiti.

### 9.5.2. Gestione efficiente dell'occupazione di spazio su disco

Si richiede un'occupazione di spazio-disco di circa 2 ordini di grandezza inferiore ad una soluzione basata su Database commerciali puramente relazionali (in assenza di compressioni aggiuntive indotte da sistemi operativi o *utility* dedicate), a parità di numero, tipo di dato e *policy* di archiviazione delle stesse historical tags. A questo

proposito, per raggiungere tale livello di compressione del dato (compressione trasparente rispetto all'utilizzatore) sono anche accettate tecnologie non relazionali di archiviazione (basi di dati NO-SQL) per l'implementazione del requisito.

Non sono invece accettate compressioni del dato in termini di eliminazione di samples, allo scopo di minimizzare uso di spazio o di inseguire alte velocità di archiviazione diversamente non praticabili (l'eliminazione forzata dei samples "primitivi" in luogo di valori aggregati comporterebbe perdita di risoluzione sul fenomeno osservato), ovvero: non è accettato archiviare solo degli aggregati (per esempio Medie pesate o Sommarie/Integrali) in luogo della sequenza completa dei campioni.

La possibilità di archiviare dati aggregati (o di rappresentarli aggregati nei Trends) non deve essere in alternativa alla archiviazione con *policy* "full", ma deve essere un'opzione che semmai affianchi l'archiviazione "full".

Devono essere forniti strumenti o Tools di semplice uso, per stimare l'occupazione di spazio-disco di una procedura di archiviazione, specificando in input i tipi di dato e i numeri complessivi delle historical tags da gestire, nonché la loro *policy* di archiviazione (*full*, *delta*, *delta/w deadband* ecc). Questo strumento verrà utilizzato dal Cliente finale e dal suo Integratore per predisporre una architettura di archiviazione (spazio disco) adeguata al set di historical tags di interesse, e permanente per tutto il tempo che il Cliente desidera (dati storici *online* potenzialmente per anni addietro).

### 9.5.3. Gestione del dato archiviato per circolarità

Quando il dato è più vecchio di una certa soglia temporale configurabile, oppure quando si è prossimi alla saturazione del Folder di archiviazione, il dato più vecchio viene spostato su Folder alternativi o – se richiesto – viene cancellato: funzione di "auto purge".

### 9.5.4. Architettura nativamente fault tolerant della comunicazione "real time vs. Historian":

Se i processi *real time* del sistema di Telecontrollo perdono temporaneamente la comunicazione con l'Historian Server (per problemi di rete intermittente, o perchè l'Historian Server stesso sperimenta un *downtime*), onde evitare di perdere informazione storica, i nodi dei driver di comunicazione o comunque i nodi dove risiedono Oggetti applicativi devono trattenere l'informazione storica non ancora archiviata in una *cache* locale, limitata solo dallo spazio fisicamente disponibile sul disco locale del nodo.

Quando l' historian Server recupera il disservizio (o la rete è di nuovo disponibile) la cache dei nodi periferici viene progressivamente copiata sull'Historian e localmente cancellata.

Questa funzionalità deve essere nativa dell'intera Piattaforma di Telecontrollo: non si devono richiedere al Vendor del *software* licenze speciali per esercirla, nè si deve integrare con codice custom o scripting.

### 9.5.5. Interfacce standard per il consumo del dato storico

Si richiede:

- Comprensione del linguaggio SQL a mezzo di interfaccia ODBC per ambienti Microsoft

- Disponibilità di una WEB API o di una API RESTful per il consumo del dato (esempio: Protocollo OData, traffico di stringhe JSON).

#### 9.5.6. Interfacce custom per l'accesso al dato storico (SDK e Toolkits)

Deve essere disponibile un kit di strumenti di programmazione (SDK o Toolkit) con il quale l'utente possa creare nuove modalità *custom* di accesso e di consumo del dato storico (interfacce non standard), utilizzando linguaggi di programmazione comuni di di Microsoft Visual Studio come Visual C++, Visual C#, Visual Basic .NET.

#### 9.5.7. Versionamento del dato storico

In caso di modifica *a posteriori* del dato storico acquisito, la soluzione deve mantenere traccia sia del dato originale che dell'ultimo dato entrato.

#### 9.5.8. Disponibilità di Clients desktop-based o Web-based (HTML5)

Per analisi di trend storici multi-variabile o rappresentazioni del dato orientate al *dashboarding* (Paretos, Torte, etc.), sia in ambiente *desktop* che *Web*.

#### 9.5.9. Caratteristiche specifiche dei Clients

- Deve essere possibile rappresentare Trends in modalità storica o "*near - real time*" (*autoplay*) di historical tags singole o multiple. Per i Trends multipli, deve essere possibile rappresentarli su una scala comune (sovrapposti) o ciascuno con un suo proprio plot e scala (*stacked*).
- Su specifici punti dei Trends devono potere essere scritti e salvati permanentemente dei commenti degli Operatori.
- Deve essere possibile eseguire l'analisi di un Trend di una variabile "*x*" non solo in funzione del Tempo, ma anche in funzione di un'altra variabile "*y*" (stile Diagrammi di isteresi o *Scatter Plots*).
- Deve essere possibile definire graficamente nei Trends o negli *Scatter Plots x/y* delle Regioni Critiche (poligoni) che rappresentano l'area "di comfort" del processo di esercizio.
- Se un Trend o uno *Scatter Plot x/y* si allontana dalla regione, deve essere evidente immediatamente all'Operatore che analizza il dato storico, che in quel momento era accaduta un'Anomalia.
- Deve essere possibile salvare la configurazione del Trend che si sta osservando su file (configurazione intesa come numero delle variabili e come stili di rappresentazione) per poterla richiamare all'occorrenza, come anche salvare su file (per esempio in formato tabellare, su file .CSV) i samples che costituiscono l'andamento di un Trend osservato.
- Deve essere possibile applicare interpolazioni ai dati del Trend, come Lineare o *Stair-step*.
- Deve essere possibile configurare un Trend applicando al *rendering* della linea un algoritmo di *retrieval* del dato, che può essere diverso dall'algoritmo (*policy*) di archiviazione del dato dalla periferica di campo. Per esempio, se i samples di un Trend sono stati acquisiti con policy "full" dalla periferica (acquisito ogni singolo *sample* rinfrescato dal Driver a ogni tempo-ciclo di lettura del PLC), si può

scegliere di reindirizzare il Trend con algoritmo "Delta", applicando o meno deadband sui valori, oppure con un algoritmo di famiglia "Best-Fit". Questo al fine di velocizzare il rendering del Trend (e l'evasione della conseguente Query sottostante al Sottosistema Historian del Telecontrollo). Come algoritmi di *retrieval* del dato, a parte il "Delta" e "Best-Fit" deve essere possibile anche:

- Rappresentare l'andamento di un Trend tra due date (da... a...) in stile "N samples equi spaziate nell'intervallo di tempo comunicato", con N parametrabile.
  - Rappresentare l'andamento di un Trend tra due date (da... a...) in stile "samples equi spaziate di T secondi o millisecondi", con T parametrabile e numero di samples rappresentati che aumenterà al diminuire di T.
- Deve essere disponibile sui Client un Tool o un'interfaccia che possa aiutare l'operatore a profilare il dato storico (introducendo per esempio in un Form parametri come: la singola historical tag o il set di historical tags da cui estrarre i *samples*, intervallo di data/ora "da... a..." per l'estrazione del dato, eventuali filtri tipo eliminazione di valori NULLs o di *Outliers*, ecc.) e, in conseguenza della profilazione, generare il corrispondente codice SQL corretto con cui per esempio un'applicazione esterna non nativa del sistema di Telecontrollo, possa eseguire successivamente una Query e recuperare quel dato.

#### 9.5.10. Ridondanza

Possibilità di implementare una architettura ridondata, in termini della presenza di un Server "Historian" gemello, trasparente rispetto alle richieste dei Client che non distinguono tra i Server membri del Pool. L'allineamento continuo dei dati tra i due Server deve essere implementato come servizio automatico.

#### 9.5.11. Cloud readiness

La soluzione "Historian" deve essere *cloud-ready*: il nodo "Historian" della soluzione potrà essere un Server Historian locale "on premises" o un Server "Software as a Service" basato su un *cloud system* di tecnologia Microsoft "Azure".

#### 9.5.12. Architetture Tiered

Possibilità di implementazione di architetture TIER-2 (TIER-N in generale) tra Historian multipli.

Ad esempio, un Historian di un sito periferico (TIER-1) replica i dati su un Historian di Posto Centrale (TIER-2), il quale a sua volta potrebbe replicare altri suoi dati ad un livello ancora superiore (per esempio TIER-3: Historian di livello Corporate / Intercompany).

All'estremo superiore di una architettura TIER-N deve esservi la possibilità di definire un *cloud-based* Historian (Historian Server "SaaS" su Cloud Microsoft "Azure").

Al livello superiore di una architettura *Tiered*, i server Historian possono essere multipli (ovvero, un Historian di un sito remoto deve poter replicare il dato a due server distinti al livello TIER-2, magari geograficamente distanti, implementando di fatto una funzione di "Disaster Recovery" sui dati storici).

Oltre che per architetture orientate al Recupero del Disastro, il *Tiering* permette di creare Basi di Dati replicati

disaccoppiate ed indipendenti dagli Historian "di produzione", in modo che applicazioni avanzate di Reportistica oppure applicazioni di *training* per Algoritmi (*Machine Learning*) agiscano sui livelli superiori del *Tiering*, lasciando gli Historian "di produzione" più liberi dal punto di vista del carico computazionale (meno evasioni di richieste di possibili *Clients*).

### 9.5.13. Aggregazione spontanea del dato

Deve essere possibile generare degli historical tags "calcolati" (non direttamente acquisiti dal Campo collegato al sistema di Telecontrollo) che rappresentino dati aggregati di historical tags primitive (non aggregate). Per esempio:

- deve essere possibile aggregare una historical tag analogica calcolandone la media, il minimo, il massimo, l'integrale, la standard deviation ecc.
- deve essere possibile aggregare una historical tag discreta (valori che variano in un numero finito di stati, potenzialmente fino a 10, non soltanto tags booleane) calcolandone il numero di volte che è transitata in uno stato (per ogni stato), o il tempo complessivo di permanenza in uno stato (per ogni stato)

Questa caratteristica deve essere nativa della piattaforma "Historian" proposta. Non deve essere richiesto di sviluppare codice o scripting per implementare questi comportamenti. Chi configura queste caratteristiche di funzionamento dell'Historian, dovrà solo specificare quali sono le tags da aggregare, e l'intervallo di tempo di aggregazione (ogni 30 minuti, ogni ora, ogni giorno ecc.), intervallo che potrà essere diverso per ogni singola historical tag aggregata.

### 9.5.14. Motore ad Eventi

Deve possedere un motore ad eventi: a fronte di condizioni configurabili da verificare sulle historical tags (triggers) il Server deve potere eseguire una serie di azioni di risposta come:

- invio di e-mail
- esecuzione di codice SQL in linea o di *stored procedures* su un DB esterno
- registrazione (archiviazione) di uno snapshot di dati: valori istantanei di un vettore di historical tags configurabili a piacere, nel caso per esempio che l'evento "trigger" sia stata la registrazione di un guasto, e che i valori dei dati di *snapshot* possano aiutare il personale di Manutenzione a interpretare correttamente il guasto stesso.

### 9.5.15. Integrazione con la suite MS Office

La soluzione "Historian" deve essere compatibile e integrabile con Microsoft Office (Excel): le celle di fogli di calcolo Excel devono potere essere collegate (referenziate) ad historical tags disponibili nella base di dati storica del sistema di Telecontrollo.

### 9.5.16. Integrazione con MS "Reporting Services"

La soluzione "Historian" deve essere compatibile con la tecnologia Microsoft SQL Server Reporting Services (MSSRS), in altre parole deve essere possibile identificare la base di dati storica come una possibile Data Source in una soluzione MSSRS, onde potervi sviluppare della reportistica *custom* visibile sul portale web di prodotto di MSSRS (*home page* di "Report Manager" e relativa navigazione).

## 9.6. SERVIZI IN SUPPORTO ALLA SOLUZIONE

### 9.6.1. Integrazione con MS "Reporting Services"

Il fornitore del software deve offrire un programma di manutenzione e assistenza per garantire che l'utente possa sfruttare tutti i benefici del software lungo tutto il suo ciclo di vita. Il programma deve prevedere una copertura assicurativa di base e un'estensione di garanzia per l'assistenza prioritaria e gli aggiornamenti software che verranno rilasciati. Deve essere fornita assistenza telefonica attraverso un numero gratuito nei normali orari di ufficio. L'assistenza deve essere accessibile anche via fax, posta elettronica o un sito web di assistenza tecnica.

### 9.6.2. Assistenza in garanzia

Il fornitore di software deve garantire i prodotti per un periodo di 90 giorni dopo la consegna. Durante il periodo di garanzia il fornitore deve offrire assistenza tecnica telefonica gratuita nei normali orari di lavoro attraverso un numero gratuito. Tutti i difetti del software devono essere corretti tempestivamente.

### 9.6.3. Assistenza estesa e manutenzione del software

Dopo un periodo di garanzia di 90 giorni, l'utente può continuare a ricevere assistenza tecnica tramite fax, e-mail o accesso a un sito web di assistenza tecnica. Per garantire che l'utente abbia sempre accesso alle versioni del software più recenti, alla garanzia a lungo termine e all'assistenza tecnica, il fornitore deve offrire un programma di assistenza estesa con un canone fisso annuale.

### 9.6.4. Aggiornamenti software

Il programma di assistenza estesa deve dare all'utente il diritto di ricevere le versioni più recenti del software del sistema di Telecontrollo e gli aggiornamenti delle versioni, man mano che vengono resi disponibili. Per garantire un'assistenza di qualità a tutti gli utenti, tutte le licenze software installate in un sito devono essere allineate alla stessa versione.

### 9.6.5. Supporto delle patch per il sistema operativo

Il fornitore deve testare e supportare le patch del sistema operativo rilasciate periodicamente da Microsoft. Il fornitore deve avere una politica di assistenza definita per le patch di sicurezza.

#### **9.6.6. Assistenza telefonica**

Il programma di assistenza estesa deve prevedere l'assistenza telefonica nei normali orari di lavoro. Tale assistenza telefonica verrà fornita da un tecnico dell'assistenza certificato dal fornitore software con un programma di formazione certificato. Le chiamate nei normali orari di lavoro devono essere raccolte da un addetto che fornisca assistenza telefonica illimitata. Non è accettabile un sistema di assistenza con segreteria telefonica.

#### **9.6.7. Assistenza via posta elettronica**

Il programma di assistenza estesa deve comprendere l'assistenza tramite posta elettronica con risposta entro un giorno lavorativo e una priorità superiore agli utenti senza assistenza in garanzia, inoltrando la richiesta al più vicino centro di assistenza tecnica certificato. L'assistenza elettronica deve inoltre offrire l'accesso a servizi avanzati sulla nostra pagina web dei servizi tecnici. Il programma di assistenza estesa deve prevedere l'accesso in tempo reale a problemi presenti e passati registrati in un database delle chiamate, oltre alla possibilità di aprire nuove segnalazioni che verranno assegnate immediatamente a un tecnico per la risoluzione.

#### **9.6.8. Scaricamento di file**

Il programma di assistenza estesa deve prevedere l'accesso a un sito web sicuro per lo scaricamento di file. Su questo sito web sicuro devono essere disponibili nuove release software, service pack, patch, server I/O aggiornati e altri file per gli utenti con servizio di assistenza.

#### **9.6.9. Assistenza via Web**

Il fornitore software deve avere un sito web dedicato allo sviluppo e all'assistenza, che fornisca informazioni tecniche sul software del sistema di Telecontrollo, best practice di implementazione e forums per gli utenti.

#### **9.6.10. Newsletter e CD dell'assistenza tecnica**

Il fornitore software deve distribuire una newsletter e un CD con note tecniche a tutti gli utenti abbonati al programma di assistenza estesa, almeno due volte all'anno. Il CD dell'assistenza tecnica deve contenere un riepilogo completo di note tecniche, allarmi, applicazioni, utility applicative, utility diagnostiche, controlli ActiveX, driver, script, funzioni script, wizard e consigli utili per agevolare lo sviluppo di applicazioni.

#### **9.6.11. Retrocompatibilità del software**

Il fornitore del software deve garantire la compatibilità a ritroso per un periodo non inferiore a 10 anni e un percorso di migrazione graduale per proteggere l'investimento. Le applicazioni obsolete devono consentire una facile migrazione alle nuove versioni del software senza modifiche tecniche.

SI FA PRESENTE CHE OVUNQUE NEI DOCUMENTI DI PROGETTO FOSSERO CITATI MARCHI O MODELLI DI PRODOTTI DI MERCATO, QUESTI COSTITUISCONO TERMINE DI RIFERIMENTO PER LE PRESTAZIONI, MA FORNITURE E OPERE COMPIUTE SI INTENDERANNO COMUNQUE REALIZZABILI CON MATERIALI DI DIVERSO PRODUTTORE DI DIMOSTRATE CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI EQUIVALENTI.