

MANDATARIA:



STUDIO D' INGEGNERIA ASSOCIATO  
ISOLA-BOASSO & ASSOCIATI S.r.l.

MANDANTI:



ETATEC STUDIO PAOLETTI



C. & S. DI GIUSEPPE INGEGNERI  
ASSOCIATI SRL Socio Unico

CIG: 896704821A

Vs. Rif. arch.:

Riproduzione o consegna a terzi  
solo dietro specifica autorizzazione

Ente destinatario:



Via Triggiani, 9 - 28100 NOVARA (NO)  
Tel. 0321/413111 - Fax. 0321/413196



## PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO COMMESSA

# ADEGUAMENTO DEL DEPURATORE DI GRAVELLONA TOCE ALLE DIRETTIVE COMUNITARIE

Via Trattati di Roma in Comune di  
Gravellona Toce (VB)

Rif. N° Commessa: W01M - 10030635  
CUP: D49E17000030002  
RUP: Dott. Ing Barbara Dell'Edera

Data: Maggio 2022

Rif. archivio: 002.19

Scala

ELABORATO: IE.01.001

Rev.	AGGIORNAMENTI	DATA
1	Aggiornamento a seguito di verifica	Agosto 2022

OGGETTO

## RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA IMPIANTI ELETTRICI

Il Responsabile  
Dott. Ing. Riccardo ISOLA

Visto

\* Riservato all'Amministrazione

## Sommario

1	Premessa .....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	3
3	PARAMETRI DI PROGETTO.....	4
3.1	Parametri generali.....	4
3.2	Classificazione delle aree.....	5
3.3	Parametri illuminotecnici .....	5
4	FILOSOFIA DEL PROGETTO ESECUTIVO .....	5
4.1	Riduzione dei tempi di fermo impianto:.....	5
4.2	Affidabilità del processo di supervisione:.....	6
5	ELENCO DEGLI INTERVENTI .....	7
6	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI .....	8
6.1	Cabina di consegna e trasformazione .....	8
6.2	Quadri di media tensione .....	8
6.3	Trasformatori di potenza.....	8
6.4	Quadro generale BT.....	9
6.5	Quadro servizi ausiliari di cabina .....	9
6.6	Quadro elettrico di rifasamento.....	10
6.7	Quadri elettrici di processo e sistema di automazione .....	10
6.8	Impianto di distribuzione elettrica primaria.....	11
6.9	Impianto di distribuzione energia secondaria .....	12
6.10	Impianto di illuminazione normale e di sicurezza .....	12
6.11	Impianto di terra.....	12
7	SISTEMA DI SUPERVISIONE.....	14
7.1	Caratteristiche funzionali richieste ai PLC .....	17
7.2	Controllo tecnologico impianti Elettrici.....	19
8	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI SPECIALI .....	23
8.1	Impianto di cablaggio strutturato.....	23
9	MISURE DI PREVENZIONE E SICUREZZA .....	23
10	CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI.....	23
10.1	Scelta delle tubazioni.....	23
10.2	Scatole di derivazione.....	24

10.3	Vie cavi.....	24
10.4	Tipi e sezioni dei conduttori .....	24
10.5	Posa dei conduttori .....	25
10.6	Note installative generali.....	26
10.7	Coordinamento tra sezione del cavo e dispositivo di protezione .....	26
10.8	Verifica caduta di tensione .....	27
10.9	Verifica protezione al cortocircuito.....	27
10.10	Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione dell'alimentazione (per sistema TN-S). .....	28
11	PROVE E VERIFICHE .....	29
12	Documentazione da produrre .....	29
12.1	Schede di approvazione materiali .....	29
12.2	Progettazione di dettaglio per il cantiere .....	29
12.3	Documentazione per i collaudi e per l'organizzazione della gestione .....	30
12.4	Manuali operativi .....	30

## 1 Premessa

Scopo della presente relazione tecnica è di stabilire i requisiti per l'esecuzione degli impianti elettrici e speciali, nell'ambito della realizzazione delle opere denominate delle opere di "Ampliamento del depuratore di Gravelлона Toce (VB)".

Nella relazione vengono anche fornite le principali caratteristiche prestazionali e costruttive delle apparecchiature, nell'intento di identificarle al meglio nell'ambito delle funzioni a cui esse sono preposte. Per le prescrizioni dettagliate sulle caratteristiche e funzionalità si rimanda ai volumi di Specifiche Tecniche.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

### Norme e raccomandazioni CEI ed in particolare:

- CEI 0-2 "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata";
- CEI 11-27 "Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI 11-48 "Esercizio degli impianti elettrici" (CEI EN 50110-1);
- CEI 17-43 "Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- CEI 17-113 "Apparecchiature assiemate di protezione e manovra di bassa tensione" (CEI EN 60439-1-2-3-4);
- CEI 20-27 "Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione";
- CEI 20-40 "Guida per l'uso di cavi a bassa tensione";
- CEI 20-67 "Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV";
- CEI 64-8 "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata ed a 1500 V in corrente continua";
- CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";

### Norme UNI e tabelle UNEL ed in particolare:

- CEI UNEL 35024/1 "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa in aria";
- CEI UNEL 35026 "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa interrata";
- UNEL 35023-70 "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione".

- Legge 01-03-68 n. 186 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.M. 22-01-08 n. 37 "Regolamento (...) recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

#### Norme e raccomandazioni UNI ed in particolare:

- UNI EN 54: "Componenti dei sistemi di rivelazione automatica d'incendio";
- UNI 9795: "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione manuale d'incendio";
- UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna, requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso";
- UNI EN 12464-1 "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni";
- UNI EN 1838 "Illuminazione di emergenza";
- CEI UNEL 35024/1 "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa in aria";
- CEI UNEL 35026 "Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c. – Portate in regime permanente per posa interrata";
- UNEL 35023-70 "Cavi per energia isolati con gomma o con materiale termoplastico aventi grado di isolamento non superiore a 4 – Cadute di tensione".
- CEI UNEL 35027 "Cavi di energia per tensione nominale da 1 kV a 30 kV. Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata"
- D.M. 22-01-08 n. 37 "Regolamento (...) recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici".
- Prescrizioni della Società distributrice dell'energia elettrica.
- Prescrizioni dei VV.F.

## 3 PARAMETRI DI PROGETTO

### 3.1 Parametri generali

Si sono considerati i seguenti parametri generali di progetto:

Tensione di alimentazione:	15 kV;
Frequenza di alimentazione:	50 Hz;
Sistema di distribuzione impianto utilizzatore:	TN-S;
Corrente di corto circuito presunta alla consegna:	12,5 kA;
Massima caduta di tensione all'utilizzatore più sfavorito:	4%;
Potenza assorbita (stima):	1000 kW;
Potenza installata (n° 2 trasformatori):	1250 kVA;
Gruppo elettrogeno in emergenza	250 kW.

### 3.2 Classificazione delle aree

La classificazione delle aree è meglio descritta nel documento GEN.RT.014.00 allegato.

### 3.3 Parametri illuminotecnici

Le caratteristiche di un buon impianto di illuminazione con luce artificiale sono dettate dalla norma UNI EN 12464.

I parametri assunti in progetto sono i seguenti:

Tipo di locale	Illuminam. medio mantenuto (1) (lx)	Tonalità di colore (2) (K)	Indice di resa del colore (3) "Ra"	Indice unificato di abbagliam. Diretto (4) UGR <sub>L</sub>	Limitazione abbagliam. indiretto per terminali video
Centrali tecnologiche	200	3300 -5300	60	25	No

Note:

Nelle aree occupate continuamente, l'illuminamento mantenuto non può essere inferiore a 200 lx

La norma associa ai livelli di illuminamento la tonalità di colore più indicata affinché la sensazione visiva risulti "gradevole". Più basso è il valore più l'illuminamento tende alla luce gialla. Come riferimento si consideri che il colore della luce solare al tramonto è circa 3500-4000°K.

La norma associa alle varie attività svolte negli ambienti da illuminare e alle loro caratteristiche di finitura interna le proprietà di resa dei colori delle lampade in modo da incrementare il comfort visivo.

L'UGR è un numero il cui valore cresce con l'abbagliamento e dipende dalla luminanza dell'apparecchio di illuminazione e dello sfondo, nonché dalla posizione dell'apparecchio stesso rispetto all'osservatore. L'UGR<sub>L</sub> indicato in tabella rappresenta il valore limite per ogni ambiente.

## 4 FILOSOFIA DEL PROGETTO ESECUTIVO

L'oggetto dell'appalto riguarda la fornitura e posa in opera di tutti i manufatti, le apparecchiature, i materiali in genere, gli impianti, nonché l'esecuzione a regola d'arte di tutte opere elettriche, di assistenza muraria connesse, di ripristino e di fornitura necessarie alla realizzazione di tutte le opere elettro/strumentali per l'adeguamento dell'impianto di depurazione.

L'impianto oggetto della presente descrizione risulta essere l'ampliamento dell'attuale impianto di depurazione e pertanto le scelte progettuali saranno comunque strettamente dipendenti dalle disposizioni dettate dalla Committenza.

Le scelte progettuali effettuate hanno perseguito i seguenti obiettivi:

### 4.1 Riduzione dei tempi di fermo impianto:

- l'intervento comporta anche il rifacimento dell'attuale cabina di trasformazione, a tal proposito si rende necessario lo smantellamento delle attuali apparecchiature di media tensione presenti nel

locale (quadro di media tensione e trasformatore); per garantire la continuità di servizio delle apparecchiature fondamentali per il funzionamento dell'impianto si procederà alla richiesta di una fornitura in bassa tensione legata al cantiere pari a 100kW necessari per garantire il funzionamento del depuratore.

- Si ri-alimenteranno quindi i quadri BT esistenti e si procederà quindi al rifacimento della cabina di trasformazione e alla sua energizzazione; una volta allacciata la cabina si alimenteranno i quadri esistenti come da progetto e si potranno iniziare le opere di ampliamento del depuratore.

#### 4.2 Affidabilità del processo di supervisione:

- realizzando un nuovo impianto di telecontrollo (PLC) per il nuovo impianto;
- posando le nuove linee di segnale e sostituendo tutte quelle esistenti, con passaggio nelle aree oggetto di intervento, al fine di garantire la massima efficienza del sistema; la posa delle nuove linee avverrà prevalentemente all'interno di nuovi cavidotti interrati al fine di evitare possibili interferenze con le linee esistenti;
- realizzando una sezione dedicata alla regolazione mediante un PLC, al quale potrà essere connesso un pannello touch screen riportante in tempo reale lo stato degli allarmi e/o delle avarie dell'intero impianto al fine di permettere un rapido controllo e/o intervento da parte del vostro personale abilitato direttamente dalla sua postazione di lavoro;
- installando un nuovo UPS dedicato al sistema di supervisione e controllo in modo da garantirne il funzionamento continuo;
- garantendo la massima semplicità dei controlli di processo
- prevedendo un gruppo elettrogeno in emergenza che alimenterà le utenze essenziali per garantire i trattamenti fondamentali anche in caso di assenza rete elettrica.

## 5 ELENCO DEGLI INTERVENTI

- Le opere oggetto del presente Progetto si distinguono essenzialmente in:
- Rifacimento cabina di trasformazione (celle di MT, trasformatori e Power Center);
- n°1 gruppo di continuità installato in cabina, con riserva di carica, 24Vcc;
- n. 1 batterie di rifasamento automatico da 120 kVar;
- n. 1 UPS con relativo quadro di distribuzione per l'alimentazione in continuità delle utenze privilegiate previsto nel locale quadri;
- Quadro elettrico relativo alle utenze previste nel presente lotto di intervento comprensivo di sezione privilegiata da gruppo elettrogeno predisposto per l'alimentazione delle utenze previste nella configurazione futura a servizio delle diverse zone di "processo" di tipo misto con opportune segregazioni (per permettere l'alloggiamento del PLC di regolazione dell'impianto);
- Collegamento, installazione e programmazione nuovo sistema di supervisione
- Posa dei nuovi cavi di potenza (MT e BT) posati nei nuovi cavidotti o in quelli esistenti che non interferiscono con la realizzazione dei nuovi edifici;
- i cavi di potenza a partire dai quadri elettrici di processo alle singole utenze (i quadri di processo sono forniti insieme agli impianti e si dovrà procedere al collegamento delle utenze da essi regolati gestiti e alimentati);
- i cavi di segnale dai quadri di regolazione agli elementi in campo;
- sezionatore locale in campo (un sezionatore a servizio di ogni singola utenza ove non previsto in fornitura dai costruttori degli impianti di processo);
- le derivazioni agli elementi in campo;
- impianto di illuminazione nuovi edifici;
- impianto di illuminazione esterna;
- ampliamento dell'impianto di terra mediante la posa di una nuova corda di terra di opportuna sezione e collegamenti ai ferri di armatura delle nuove strutture;
- posa e collegamento di nuovo gruppo elettrogeno in emergenza;
- sviluppo di sistema di telecontrollo e supervisione in accordo con le specifiche della Committenza e relativo interfacciamento con il sistema di gestione già presente presso la stazione appaltante; compreso software di programmazione e pagine grafiche e tabellari.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio si dovranno realizzare opere provvisorie (principalmente legate all'alimentazione delle utenze esistenti) mediante posa di contatore di cantiere che dovrà avere potenza sufficiente per garantire tale continuità di servizio. In particolare si dovrà alimentare il quadro Ossigeno esistente all'interno della cabina MT/BT e il quadro generale di gestione presente al piano primo della palazzina uffici/spogliatoi.



## 6 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

### 6.1 Cabina di consegna e trasformazione

L'impianto elettrico al servizio dell'impianto di depurazione è derivato da una cabina di trasformazione MT/BT. La cabina sarà rifatta completamente ed al suo interno si prevede l'installazione del nuovo quadro di media tensione, i trasformatori previsti uno in riserva all'altro per garantire maggior continuità di servizio; il quadro generale di bassa tensione, il sistema di rifasamento e il quadro elettrico esistente che alimenta alcuni servizi e le palazzine uffici.

### 6.2 Quadri di media tensione

Il quadro elettrico di media tensione sarà di tipo protetto isolato in gas, costituito da colonne prefabbricate affiancate destinate ad arrivo linea generale, risalita e partenze.

La tensione nominale sarà pari a 24 kV, la tensione di esercizio sarà di 15 kV.

La cella relativa all'interruttore generale sarà costituita da interruttore sottovuoto con bobina di apertura a lancio di corrente, controsbarre e sezionatore di terra, oltre a relè di protezione conforme a CEI 0-16 (protezioni 50, 51, 51N), Data Logger, trasformatori di corrente.

Le protezioni saranno del tipo a microprocessore.

Le celle dedicate alla protezione dei trasformatori saranno equipaggiate con interruttore sottovuoto con bobina di apertura a lancio di corrente, controsbarre e sezionatore di terra, oltre a relè di protezione conforme a CEI 0-16 (protezioni 50, 51, 51N), Data Logger, trasformatori di corrente.

La carpenteria sarà realizzata in lamiera d'acciaio di spessore 20/10; il grado di protezione non sarà inferiore a IP30.

### 6.3 Trasformatori di potenza

La trasformazione della tensione di alimentazione sarà effettuata con due macchine, la cui taglia dimensionale sarà pari a 1000 kVA.

I trasformatori saranno del tipo a secco, inglobati in resina, racchiusi in box metallici. Essi avranno le caratteristiche indicate sugli schemi allegati e saranno dotati di sensori termici atti a fornire una prima soglia di allarme ed una seconda che provoca lo sgancio, affinché la temperatura degli avvolgimenti non ecceda i valori stabili dalle classi di isolamento. Ogni trasformatore sarà fornito completo di una centralina termometrica, a 4 soglie di intervento, collegata a delle termoresistenze PT 100 inglobate negli avvolgimenti di B.T e in corrispondenza del pacco magnetico.

La soglia di allarme, di norma a 120°C, attiverà il segnale ottico acustico di allarme riportato al sistema Scada; la seconda soglia di allarme, previa verifica con il costruttore, sarà impostata a 140°C e comporterà l'apertura delle protezioni.

I trasformatori saranno individuati con la caratteristica E2, C1, F1.

Tutti i collegamenti in media e bassa tensione tra i trasformatori, il quadro di media tensione e il quadro generale di bassa tensione, così come il collegamento tra quadro gruppo elettrogeno e il quadro generale di bassa tensione, saranno realizzati in cavo posato in passerelle metalliche e cavidotti annegati nel massetto della pavimentazione.

## 6.4 Quadro generale BT

Il quadro generale di bassa tensione sarà di tipo a scomparti modulari, segregati (forma 3 norme CEI 17-113/1), comprendente i sistemi di sbarre, gli interruttori di arrivo e di partenza verso i quadri secondari. La struttura di ciascuno scomparto dovrà essere di tipo autoportante in profilati di lamiera di acciaio sendzimir di spessore minimo di 25/10 mm.

I pannelli e le porte saranno in lamiera pressopiegata e zincocromata dello spessore minimo di 20/10 mm (15/10 per i setti di separazione tra uno scomparto e l'altro).

L'accesso al quadro elettrico sarà possibile dal fronte, dove troveranno posto le apparecchiature, ed i terminali di collegamento dei cavi.

Il grado di protezione a portelle chiuse sarà IP 3X. La struttura metallica sarà trattata e verniciata secondo il ciclo descritto nelle specifiche tecniche allegate. Sul fronte del quadro dovrà essere indicato, a mezzo serigrafia o sistema adesivo, lo schema generale. Gli interruttori generali saranno di tipo estraibile con relè elettronici, gli interruttori delle partenze saranno di tipo rimovibile; pertanto dovranno essere uniformati anche quelli di taglia inferiore alla serie minima che monta relè di tale tipo.

Ogni colonna avrà una propria sbarra verticale di alimentazione. Tutti gli interruttori saranno alimentati solo dai morsetti di testa. Ogni interruttore di macchina sarà interbloccato con le relative protezioni di M.T.: l'apertura dei generali di B.T. comporterà l'apertura per trascinamento dei generali di M.T.

Il quadro e le apparecchiature installate saranno dimensionati con le seguenti caratteristiche: tensione concatenata d'alimentazione:

400 V

tensione circuiti ausiliari:

24Vcc

tensione isolamento:

690 V

tensione di prova a frequenza industriale per 1 min.:

2500 V

frequenza:

50 Hz

potere d'interruzione degli interruttori a 400 V 3F

secondo CEI EN 60947-2

Ics :65 kA

rispondenza normative:

quadro :

CEI 17-113/114

interruttori :

CEI EN 60947-2

protezione meccanica della parti attive:

esterna :

IP 30

interno :

IP 20

Protezione contro gli urti meccanici:

IK08

## 6.5 Quadro servizi ausiliari di cabina

In prossimità del quadro generale bassa tensione sarà installato il quadro elettrico per i servizi ausiliari di cabina. La carpenteria sarà suddivisa in due sezioni indipendenti completamente segregate. Nella prima troveranno posto il raddrizzatore e le apparecchiature di protezione per le linee di alimentazione dei servizi ausiliari dalla cabina di trasformazione MT/BT. Il raddrizzatore sarà del tipo a doppio ramo con raddrizzatori uguali e commutabili in emergenza.

Nella seconda sezione saranno installate le batterie per l'alimentazione d'emergenza. Queste saranno del tipo ermetico al piombo a ricombinazione di gas. Il vano di contenimento sarà segregato dal resto del quadro elettrico e dotato di opportune feritoie di ventilazione. Il quadro dovrà garantire l'effettuazione di

n° 10 manovre di tutti gli interruttori e dispositivi comandabili essenziali, anche in caso di mancanza di alimentazione primaria e garantire l'alimentazione di tutte le segnalazioni e relè per almeno 24 ore, dopo la manovra di cui sopra.

## 6.6 Quadro elettrico di rifasamento

E' prevista la fornitura di un gruppo per la compensazione automatica dell'energia reattiva, di potenza pari a 120 kvar.

Sarà costituito da un minimo di sei batterie di condensatori, di tipo montato su cassette indipendenti estraibili.

Le batterie saranno composte da condensatori modulari gestite da una centralina elettronica di regolazione automatica.

La logica di funzionamento dovrà garantire un valore di  $\cos\phi$  sempre superiore a 0,95.

I condensatori saranno previsti per sopportare le armoniche in rete; nel caso le armoniche presenti dovessero raggiungere un valore non tollerabile dai condensatori, sarà attivato il dispositivo che li esclude temporaneamente fornendo un allarme.

## 6.7 Quadri elettrici di processo e sistema di automazione

Il progetto prevede che i quadri elettrici di potenza siano completi di una colonna cieca nella quale verranno alloggiati i componenti dell'impianto di regolazione (sole schede I/O, gli alimentatori, i fusibili di protezione delle elettrovalvole, ecc).

Ciascun sub-fornitore dei singoli Package dovrà inderogabilmente fornire anche i relativi quadri di potenza comprensivi di sezioni dedicate alla regolazione o in alternativa, oltre ai quadri di potenza anche i quadri di regolazione.

Ogni quadro di regolazione dovrà essere dotato di interfaccia modbus o cassetto ottico che garantisca la trasmissione dei segnali su fibra ottica, indipendentemente dal protocollo utilizzato da ciascun costruttore del package.

Per garantire la massima uniformità di installazione, tutti i quadri di potenza e di regolazione dovranno avere stesso RAL (da concordare con la D.L.) ed identica altezza e profondità. La larghezza dei quadri dovrà invece essere dimensionata dal costruttore del quadro, sulla base della verifica termica.

Dovrà essere garantita la massima separazione fisica tra i cavi di segnale e quelli di potenza e dove questi debbano correre lungo le stesse tratte dovranno essere separati in due canaline distinte in materiale plastico.

I quadri saranno progettati in modo da garantire tutte le misure di sicurezza; inoltre consentiranno l'acquisizione dei segnali di controllo dello stato delle utenze, i telecomandi per l'accensione spegnimento e regolazione delle stesse e le misure analogiche eseguite nelle varie sezioni dell'impianto.

La struttura sarà costituita da una carpenteria metallica autoportante in pannelli di lamiera d'acciaio pressopiegata, suddivisa in colonne accostabili con vano cavi laterale ed accesso dal fronte adatti per posa a pavimento, profondità minima 400 mm. All'interno del quadro sarà realizzata una segregazione delle parti attive secondo le modalità espresse con la "Forma 2" della norma CEI 17-113/1. L'involucro avrà grado di protezione interno IP2X ed esterno IP4X (salvo ove diversamente indicato sugli schemi unifilari), munito di portella anteriore di protezione con finestra in vetro infrangibile. La suddetta portella dovrà essere dotata

di serratura per impedire l'accesso al personale non autorizzato. I pannelli d'accesso saranno interbloccati con la manovra del sezionatore generale. Le partenze saranno realizzate con interruttori magnetotermici differenziali per l'alimentazione di circuiti terminali, con interruttori magnetotermici senza relè differenziale per l'alimentazione dei sotto quadri.

Per garantire uniformità e facile intercambiabilità dei componenti, tutti i quadri secondari saranno dimensionati per una corrente di corto circuito presunta non inferiore a 6 kA, secondo norma CEI EN 60898 a cui fare riferimento per i poteri di interruzione indicati sugli schemi progettuali.

Solanto per gli interruttori aperti o scatolati si farà riferimento al potere di interruzione di servizio (Ics) secondo la norma CEI EN 60947-2

Per i sezionatori e gli interruttori di manovra sezionatori (IMS) dovrà essere verificato il back-up con l'interruttore a monte, in modo da garantire il corretto potere di chiusura nominale di corto circuito (Icm – inteso come valore di picco) e la corrente ammissibile di breve durata (Icw) sul punto di installazione (inteso come valore efficace), secondo la norma EN 60947-3 (CEI 17-11).

I quadri dovranno essere suddivisi in scomparti completamente segregati, per le alimentazioni di tipo ordinario e di continuità (da UPS).

Il numero di segregazioni è evidenziato sugli elaborati grafici progettuali allegati.

Per ogni sezione dei quadri dovrà essere garantita una riserva in termini di spazio disponibile almeno pari al 20%.

Su tutte le sezioni dovrà essere previsto un analizzatore di rete con porta RS485.

Tutte le misure dovranno poi essere acquisite dal sistema BMS.

Tutti le apparecchiature (interuttori, IMS, scaricatori, fusibili, ecc.) dovranno essere dotate di contatti ausiliari in modo da poterne vedere lo stato di funzionamento (stato-scattato).

Al sistema di supervisione dovrà essere riportato il solo cumulativo degli allarmi, ad eccezione del quadro generale di bassa tensione, nel quale saranno riportati singolarmente.

Ogni motore sarà inoltre dotato di sezionatore locale di sicurezza in custodi IP55 in materiale plastico.

Ciascun elemento in campo (strumenti, elettrovalvole, ecc.), farà capo al relativo quadro I/O ubicato nel locale quadri.

All'interno di ogni quadro di regolazione I/O saranno connessi e montati:

Morsettiere remote con moduli CPU

Modulo comunicazione modbus

Porta Profibus IP

Porta Ethernet

Alimentatore doppio ridondante

Circuiti ausiliari (ad esempio per l'alimentazione ed il comando delle elettrovalvole e delle valvole pneumatiche) e accessori vari

Schede I/O

## 6.8 Impianto di distribuzione elettrica primaria

L'alimentazione dei quadri di processo e dei quadri di zona, così come delle utenze in campo, sarà realizzata mediante cavi tipo FG16(O)R16 posati in cavidotti interrati o su passerelle tipo cablofil zincate a caldo dopo lavorazione all'interno dell'edificio.

Ove richiesto dai costruttori delle apparecchiature saranno utilizzati cavi schermati tipo FG16H2OR

I cavi appartenenti ai servizi di sicurezza (sganci di emergenza, pannelli di allarme, illuminazione di sicurezza, ecc.) dovranno essere resistenti al fuoco ai sensi della norma CEI 20-45, secondo i metodi di prova prescritti dalla norma CEI 20-36 (cavi tipo FTG18OM16).

## 6.9 Impianto di distribuzione energia secondaria

La distribuzione sarà realizzata in passerelle forate in materiale plastico (nettamente separate fra segnali e potenza) con conduttori multipolari tipo FG16OR16, mentre i raccordi terminali saranno realizzati entro tubazioni in PVC posate a vista e conduttori tipo FS17.

Tutti gli attraversamenti di solette o muri tagliafuoco di tipo certificato delimitanti i compartimenti antincendio, dovranno essere sigillati con barriere tagliafuoco aventi grado di resistenza al fuoco equivalente al compartimento attraversato.

Sono previste prese di servizio di tipo industriale CEE 17, gradi di protezione IP55.

All'interno dei locali tecnici sono previste anche prese di tipo civile UNEL P30, con custodia in materiale plastico con guaina cedevole con ritorno a molla, IP55.

## 6.10 Impianto di illuminazione normale e di sicurezza

La distribuzione relativa agli impianti di illuminazione si svilupperà in analogia con quanto prescritto per la distribuzione F.M., a cui si deve far riferimento anche per le prescrizioni di carattere generale relative all'esecuzione degli impianti.

Verranno generalmente utilizzati apparecchi illuminanti di tipo stagno con lampade fluorescenti lineari, corpo e coppa in policarbonato, cablaggio elettronico, IP 65.

L'illuminazione di sicurezza sarà di tipo misto:

illuminazione segnaletica mediante apparecchi con gruppo autonomo di emergenza incorporato, dotati di sistema autotest.

## 6.11 Impianto di terra

Il sistema di collegamento a terra dell'impianto sarà il TN-S (neutro e masse dell'impianto collegate allo stesso dispersore; separazione tra i conduttori di protezione e i conduttori di neutro).

La rete generale sarà unica per tutto il complesso e sarà costituita da:

dispersori intenzionali costituiti da: corde di rame nudo interrate ad anello lungo tutto lo sviluppo delle nuove strutture collegate ai ferri di armatura;

collettori generali di terra: sbarra di rame per il collegamento fra dispersore, rete dei conduttori di protezione e conduttori equipotenziali; i morsetti saranno in posizione accessibile; apribili, per permettere le verifiche, ma solo mediante attrezzo;

conduttori di protezione PE: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde, posati lungo gli stessi percorsi dei conduttori di energia, aventi la funzione di collegare tutte le masse dell'impianto elettrico - sempre distinti dai conduttori di neutro;

conduttori equipotenziali: conduttori isolati, con guaina di colore giallo-verde per il collegamento all'impianto di terra di tutte le masse estranee.

La sicurezza contro i contatti indiretti sarà quindi conseguita limitando le tensioni di contatto mediante un collegamento equipotenziale supplementare tra le masse.

In particolare occorre che la resistenza  $R$  tra le masse e le masse estranee simultaneamente accessibili soddisfi la condizione:

$$R < 50/I$$

Dove  $I$  è la corrente di intervento in 5 s del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

Per garantire tale condizione, lungo tutta la galleria sono stati previsti collettori equipotenziali.

## 7 SISTEMA DI SUPERVISIONE

È previsto un sistema di supervisione e telecontrollo tipo Scada, il quale dovrà poter gestire l'intero impianto, comprese le logiche di funzionamento di ogni package. In particolare mediante la presenza del PLC, previsto nel quadro automazione nel locale quadri elettrici, saranno centralizzati i segnali, stati e comandi previsti nei misuratori, sonde e livelli dislocati nell'impianto, i comandi e controlli dei quadri dei package (mediante modbus) e gestite le possibili automazioni e temporizzazioni.

Il software dovrà comprendere anche la realizzazione delle pagine grafiche per la visualizzazione del sinottico di impianto in cui sono presente i parametri di controllo e supervisione. In fase di sviluppo del software si dovrà garantire la telelettura dei parametri richiesti dalla Committenza che dovranno essere riportati al sistema centra di gestione e supervisione mediante collegamento internet (webserver)

Il software, che dovrà gestire complessivamente circa 2000 punti, sarà installato su un PC dedicato (oggetto di fornitura) e sarà costituito da almeno 10 pagine grafiche ad altrettante pagine tabellari (una per ogni macroarea di impianto) o comunque quanto richiesto in fase realizzativa dalla Committenza.

Tipicamente saranno previste le seguenti logiche di I/O:

Ogni partenza motore: comando, stato (marcia o arresto), anomalia, stato selettore A/O/M;

Ogni inverter: comando analogico mediante profibus; stato, anomalia, gestione parametri elettrici;

Ogni valvola modulante: comando mediante segnale analogico; posizionamento mediante segnale analogico; ritorno di posizione;

Ogni serranda/paratia On/OFF: comando e stato; e posizione (mediante quadro fornito con la serranda/paratia)

Acquisizione segnali Profibus da multimetri;

Gruppo elettrogeno: comando, stato, allarme; commutazione su power center, livello gasolio, livello olio

UPS: stato, allarme;

Ogni multimetro: mediante profibus acquisizione di potenza, tensione, corrente, frequenza, energia.

L'adozione di un sistema di supervisione centralizzato dovrà consentire il raggiungimento di strategie gestionali e di ottimizzazione, quali:

Realizzare l'automazione degli impianti elettrici (regolazioni automatiche, avviamenti / spegnimenti, sequenze a tempo e ad evento, ecc.) consentendone il comando centralizzato supportato da pagine video grafiche ed interattive

Consentire il monitoraggio centralizzato e continuo dello stato e degli allarmi relativi agli impianti tecnologici ed agli impianti di sicurezza a servizio delle aree del complesso

Pianificare e controllare la manutenzione degli impianti e delle apparecchiature

Realizzare, e documentare, tutte le strategie di risparmio energetico e di ottimizzazione possibili e necessarie per una gestione sensibile agli sprechi e orientata al raggiungimento dei budget di spesa

Storicizzare e rendere disponibili per ulteriori elaborazioni tutti i dati relativi ai consumi, con eventuale addebito ai differenti centri di costo

Il sistema previsto dovrà comunque, per sua natura, essere in grado di gestire un numero elevato di punti controllati e poter utilizzare protocolli di comunicazione di tipo aperto standardizzati a livello internazionale, il sistema sarà di tipo espandibile e ampliabile anche in previsione di futuri ampliamenti.

L'architettura del sistema di gestione centralizzata degli impianti, dovrà tenere presente che:

Il controllo da parte del personale di presidio deve essere possibile sia da una postazione operativa principale sia da postazioni operative secondarie identificate anche successivamente;

Per esigenze di supervisione amministrativa, una o più postazioni operative devono potere essere anche "remote" e collegate "via web";

Il sistema deve garantire il filtraggio delle informazioni presentate agli operatori, che devono essere alleggeriti da compiti di routine, da funzioni programmabili e da quanto può essere realizzato in forma automatica, e coinvolti solo "per eccezione" in condizioni di anomalia ed allarme;

Le funzionalità critiche del sistema devono essere strutturate in modo da garantire adeguati livelli di "back-up" funzionale che garantiscano l'espletamento delle funzioni vitali anche in caso di fuori servizio di uno o più componenti del Sistema.

Il Sistema dovrà essere in grado di supportare implementazioni quantitative e qualitative, hardware e software, senza impatti su quanto già installato o necessità di modifiche dello stesso che comportino interventi di "refitting" con conseguente disservizio.

L'impianto da controllare sarà costituito dalle seguenti sezioni principali, cui corrispondono isole di acquisizione dei segnali di ingresso/uscita da collegare al controllore principale:

- Sghiaiatore
- Grigliatura grossolana
- Sollevamento iniziale - Grigliatura fine - Dissabbiatura
- Filtrazione primaria
- Biologico a cicli alternati
- Soffianti
- Defosfatazione
- Sedimentazione
- Filtrazione
- Disinfezione
- Trattamenti
- Ispessimento
- Centrifuga
- Dosaggi

Il sistema sarà costituito da più quadri elettrici, installati in zona sicura, contenenti gli apparati di controllo e da un sistema di supervisione installato in sala controllo.

La comunicazione tra le CPU e le isole I/O sarà resa possibile tramite una LAN Ethernet basata su protocollo EthernetIP con struttura in fibra ottica tra locale quadri e locale operatori.



Sulla stessa rete dei nodi I/O, il PLC raggiungerà i sistemi di azionamento dei motori elettrici (inverter) tramite collegamento dati con protocollo EthernetIP.

E' prevista l'acquisizione di misure elettriche da quindici analizzatori di rete collegati tramite protocollo Modbus (Ethernet o Seriale RS485).

La supervisione dell'impianto sarà realizzata integrando un'applicazione già esistente installata su un server, collegato al PLC.

Lo sviluppo delle applicazioni sarà realizzato sulla base dei documenti sopra elencati, nella loro versione "per costruzione".

Il cliente inoltre dovrà le seguenti informazioni:

- Lista di assegnazione dei segnali del PLC;
- Schemi elettrici dei quadri di controllo;
- Specifiche funzionali di processo-Back-up aggiornato dell'applicazione di supervisione esistente-  
Mappa Modbus analizzatori di rete.

La stesura del software sarà fatta sulla base delle specifiche descrittive del processo che dovranno essere redatte dal Cliente.

L'applicazione comprenderà come minimo le seguenti parti:

- Configurazione hardware del sistema
- Acquisizione e trattamento dei canali di ingresso
- Logiche di controllo e regolazione, in accordo alle specifiche narrative di riferimento
- Attivazione dei canali di uscita - Generazione allarmi - Comunicazione dati con apparati di comando dei motori elettrici - Comunicazione dati con analizzatori di rete - Comunicazione dati con sistema di supervisione.

Dovrà essere aggiornata l'applicazione software di supervisione esistente per integrare le nuove parti d'impianto.

Le grafiche saranno realizzate in conformità a quanto già implementando, mantenendo per quanto possibile l'uniformità della grafica e delle modalità operative attuali.

L'applicazione dovrà comprendere come minimo le seguenti parti:

- Aggiornamento menù di navigazione
- Sinottici d'impianto
- Pagine di gestione sequenze
- Face plates per le device di controllo (motori, valvole, ecc)
- Face plates per l'impostazione dei loop di regolazione
- Face plates per le misure analogiche
- Pagine allarmi, in tempo reale e storico
- Trend storico delle variabili analogiche

- Gestione utenti e password
- Diagnostica di sistema

I file sorgente dell'applicazione dovranno tassativamente essere consegnati al termine dei collaudi comprensivi di eventuali password di livello di accesso anche per la programmazione.

Al sistema master sarà richiesta l'integrazione delle funzioni di supervisione e comando delle unità indipendenti utilizzando lo specifico protocollo (Profinet, Bacnet, Modbus, Lon) o segnali di ingresso/uscita fisici.

Un selettore software Automatico/Acceso/Spento definirà il modo di funzionamento di ogni singola unità in combinazione con il relativo orologio ed eventuali specifiche richieste di attivazione.

In modalità automatica una logica di ottimizzazione e risparmio energia coordinerà la gestione delle unità intervenendo sullo loro stato o aggiustando Setpoint di regolazione.

Le funzioni generali del software di controllo della centrale saranno:

Gestione e attivazione unità indipendenti

Gestione logiche funzionamento

Gestione Stati e Allarmi

Contabilizzazione energia

Gestione scambio dati con le unità indipendenti

Contabilizzazione energia Caldo

Gestione scambio dati con Master rete LON

Gestione Stati e Allarmi su SCADA

Contabilizzazione energia elettrica prodotta

Contabilizzazione Vapore prodotto

Contabilizzazione gas consumato

Gestione scambio dati con Master via RS485 ModBus

## 7.1 Caratteristiche funzionali richieste ai PLC

I PLC dovranno avere le seguenti caratteristiche minime essere del tipo a microprocessore, essere forniti di sistema operativo residente su memorie non volatili gestire direttamente i punti ad essi afferenti ed avere pertanto i programmi applicativi necessari residenti su memorie non volatili o su memorie RAM di adeguata capacità. In quest'ultimo caso batterie a secco in tampone devono garantire un'autonomia di mantenimento delle memorie non inferiore a 7 giorni;

prevedere un software di comunicazione per la trasmissione di dati tra i PLC stessi e con la supervisione basato su protocolli provati e standard della Committenza;

essere in grado di gestire il campo e la comunicazione con le altre CPU, nei casi previsti dalle azioni dirette, anche in mancanza del collegamento con la supervisione

presentare modularità e flessibilità di configurazione software ed essere provvisti di schede per lo scambio di segnali in ingresso ed uscita di tipo digitale (mantenuto od impulsivo) ed analogico;

presentare modularità hardware;

essere dimensionati e distribuiti in modo che un'unica CPU controlli porzioni limitate di un singolo impianto, al fine che un eventuale guasto di un'unità periferica possa provocare un disservizio limitato agli impianti controllati; una CPU non dovrà in ogni caso controllare un numero di punti fisici superiore a 250 (riserva compresa).

Dovranno essere dotati di autodiagnosi per l'hardware ed il software per il controllo del corretto funzionamento dei propri programmi e degli elementi in campo gestiti. Nel caso in cui vengano rilevate anomalie di funzionamento, i PLC devono informare la supervisione. Per i PLC che controllano parti di impianto di particolare importanza (UPS, impianti di sicurezza) le segnalazioni di "watch-dog" (cumulative di qualunque anomalia presente) dovranno essere collegate via hardware ad altre CPU ed essere trattate come "allarmi gravi" di livello 1.

avere un buffer di memoria per consentire la memorizzazione dei cambiamenti di stato e degli allarmi dell'impianto controllato, con date ed orari relativi, in caso di interruzioni nella comunicazione con l'unità di supervisione per periodi non inferiori a 60 minuti;

compatibilità elettromagnetica: conforme alle norme IEC 870-2-1

Classe severità prove = 3

protezione meccanica: IP55 in armadio o cofano a parete

reconfigurazione locale: a mezzo di PC portatile

tempo di scansione ingressi digitali funzioni di base: 10,33 ms

tempo di scansione ingressi digitali funzioni RCE: 10 / 20 / 50 / 100 ms programmabile

tempo di scansione ingressi analogici: 1,5 s

durata degli impulsi delle uscite digitali: 50 ms 12 s (risoluz. 50 ms) programmabile singolarmente

tipologie di gestione degli ottetti di ingressi digitali: semplici/doppi programmabile per ottetto

tempo di correlazione breve (ottetti ingressi doppi): 0 3000 ms programmabile

tempo di correlazione lungo (ottetti ingressi doppi): 0 12000 ms programmabile

Eventi con abilitata la registrazione cronologica: programmabili singolarmente, max 20 con scansione 10 ms

senso di variazione registrato positivo/negativo/entrambi programmabile singolarmente

gestione antirimbando opzionale

eventi memorizzati max 2000

precisione orologio:  $10 \times 10^{-6}$

stabilità orologio:  $10 \times 10^{-6}$

sincronizzazione orologio messaggio da centro calendario secolare con anni bisestili

ora legale non gestita localmente - tempo tra due sincronizzazioni orarie da centro max 30 minuti

presenza di almeno 1 porta dedicata alla comunicazione con la supervisione e per l'interfacciamento con altre CPU;

presenza di almeno 1 porta per il collegamento locale di 1 terminale di dialogo;

presenza di modulo di alimentazione e di sistema di ricarica delle batterie in tampone.

Il comando degli impianti ed il rilevamento di informazioni dovranno essere realizzati collegando i punti da comandare, controllare e gestire con le unità periferiche.

I segnali di comando e di rilevamento potranno essere di tipo digitale ed analogico.

I comandi digitali dovranno essere realizzati sia verso i quadri elettrici sia verso gli elementi in campo, tramite un contatto elettrico "pulito" con portata di 2A, 250V, 50 Hz.

I rilevamenti digitali dovranno essere emessi dai quadri elettrici o dagli elementi in campo, tramite un contatto elettrico "pulito" con portata di 2A, 250V, 50 Hz.

I comandi analogici dovranno essere emessi dall'unità periferica verso i quadri elettrici o gli elementi in campo tramite un segnale standard (0÷20 mA, 4÷20 mA, 0÷10V).

Analogamente i rilevamenti analogici dovranno essere emessi dai quadri elettrici o dagli elementi in campo tramite un segnale compatibile con le periferiche.

I PLC da utilizzare e tutti gli accessori dovranno essere di primaria marca.

La composizione dei PLC dovrà essere modulare e compatta.

L'assemblaggio degli stessi dovrà essere realizzato su appositi profilati modulari.

Ogni PLC dovrà essere completo di un'unità CPU dotata di memoria non volatile, anche asportabile (tipo memory card), con sufficiente velocità di calcolo e dotazione di memoria atta a garantire le performances delle unità di trattamento. Sarà inoltre predisposto per la comunicazione mediante porta Industrial Ethernet, e possedere un'interfaccia Bus per il collegamento delle unità periferiche e di eventuali dispositivi di misura o azionamento che ne sono provvisti. La tecnologia costruttiva e la logica di programmazione dovranno essere rispondenti alle norme IEC 61131-1 - IEC 61131-2 - IEC 61131-3

I moduli di I/O analogici dovranno avere isolamento galvanico per ogni canale.

Dovrà essere garantita la reperibilità dei ricambi sul mercato per almeno 10 anni dalla data di collaudo del sistema.

Dovranno essere previsti circuiti di auto diagnostica che permettano anche localmente di verificare lo stato di funzionamento degli apparati.

Le periferiche, non essendo duplicate, rappresentano l'anello debole della catena.

È quindi richiesta quindi una elevatissima affidabilità delle apparecchiature di ultima generazione.

Il degrado delle funzioni dovrà essere di tipo "morbido".

Le interfacce fisiche da esse presentate al campo dovranno essere tali da garantire la sicurezza degli apparati e del personale in caso di accidentali avarie ai sistemi di connessione al campo.

Particolare cura dovrà essere rivolta alla loro protezione contro disturbi transienti e sovratensioni, in modo da garantire adeguati livelli di qualità del servizio.

## 7.2 Controllo tecnologico impianti Elettrici

Al sistema di controllo tecnologico elettrico competerà la gestione della cabina di trasformazione e distribuzione e del monitoraggio dei quadri di distribuzione.

Il sistema dovrà inoltre gestire le funzioni di illuminazione degli ambienti.

Il sistema acquisirà le informazioni di stato e attiverà il controllo delle luci attraverso le unità I/O (RIO) ad essa collegata via ProfiBUS e poste nei quadri locali, o in prossimità dei punti di accensione, in apposite scatole installate nei controsoffitti o a parete.

Un collegamento ProfiNET consentirà di acquisire e controllare gli interruttori del quadro generale di cabina (sistema iQuadro) e permetterà anche di acquisire dati circa:

- Consumi
- Stato Interruttori
- Scattato Interruttori
- Intervento SPD

- Apertura Interruttore/Sezionatore Generale Quadro

In aggiunta a questi stati, verranno gestite anche tutte le apparecchiature sensibili, in particolare:

- Quadri di Media Tensione
- Trasformatori
- UPS
- Rifasamenti

Un'attenzione particolare dovrà essere posta nella configurazione dei criteri e delle logiche di chiusura degli interruttori di media tensione e degli interruttori Generali di bassa tensione a valle dei trasformatori, in modo da garantire la non inserzione contemporanea di tutte le apparecchiature ed evitare quindi picchi di corrente in fase di avvio dell'intero impianto.

In base a quanto previsto si dovranno supervisionare e poter gestire gli stati e i comandi delle varie apparecchiature principalmente interagendo con i quadri dei fornitori dei vari processi previsti (package) e interagendo con gli strumenti di misura e sensori dislocati nei vari punti di controllo e campionamento del depuratore.

Di seguito si riporta la carta punti in cui sono indicate le tipologie di segnali da controllare e gestire, in fase esecutiva in base all'effettiva scelta delle componentistiche si dovrà verificarne la correttezza e integrarne il numero e tipo.

Tipo	Servizio	Segnali a PLC				Tipo
		DIGITALI		ANALOGICI		
		n°	n. Input	n. Output	tipo	
CAMPIONATORE AUTOMATICO REFRIGERATO DA 24 BOTTIGLIE	Ingresso reflui	1				ModBus
MIS. LIVELLO A ULTRASUONI PER CONTROLLO SFIORO INIZIALE IMPIANTO PORTATE ECCEDENTI LA 50m	Ingresso reflui	1		4-20 mA		
MIS. PORTATA TIPO CLAMP-ON AD ULTRASUONI DN700 SU MANDATA COMPLESSIVA SOLLEVAMENTO	Sollevamento e sfioro iniziale	2		4-20 mA		
MIS. LIVELLO A ULTRASUONI PER CONTROLLO SFIORO PORTATE ECCEDENTI LA 30m	Manufatto scolmatore	1		4-20 mA		
MIS. PORTATA VALLE RIPARTITORE VERSO OSSIDAZIONE TIPO CLAMP-ON AD ULTRASUONI DN500	Ripartitore verso reattori biol.	2		4-20 mA		
MIS. PORTATA VALLE RIPARTITORE VERSO OSSIDAZIONE TIPO CLAMP-ON AD ULTRASUONI DN500	Ripartitore verso reattori biol.	3		4-20 mA		
MISURA DI PORTATA D'ARIA COMPRESSA PER DN400 (O INFERIORE) PN6 MEDIANTE FLANGIA TARATA E TRASMETTITORE DI PRESSIONE - QMIS. 500mc/h-3500mc/h	Produtz. e distribuzione aria compressa	2		4-20 mA		
MISURA DI PORTATA D'ARIA COMPRESSA TIPO VORTEX PER DN400 (O INFERIORE) PN6 MEDIANTE FLANGIA TARATA E TRASMETTITORE DI PRESSIONE - QMIS. 500mc/h-3500mc/h	Produtz. e distribuzione aria compressa	6		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE SINGOLA MANDATA ALL USCITA DAL COMPRESSORE	Produtz. e distribuzione aria compressa	2		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE SINGOLA MANDATA ALL USCITA DAL COMPRESSORE	Produtz. e distribuzione aria compressa	4		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE MANDATA VASCA	Produtz. e distribuzione aria compressa	2		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE MANDATA VASCA	Produtz. e distribuzione aria compressa	6		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE IDROSTATICA PER CONTROLLO TRACIMAZIONE IN VASCA BIOLOGICA	Trattamento Biologico	1		4-20 mA		
TRASMETTITORE DI PRESSIONE IDROSTATICA PER CONTROLLO TRACIMAZIONE IN VASCA BIOLOGICA	Trattamento Biologico	3		4-20 mA		
SENSORE O2 DISCIOLTO	Trattamento Biologico	2		4-20 mA		
SENSORE NH4/NH3/pH	Trattamento Biologico	6		4-20 mA		
SENSORE NH4/NH3/pH	Trattamento Biologico	1		4-20 mA		
SENSORE NH4/NH3/pH	Trattamento Biologico	3		4-20 mA		
CENTRALINA MULTIPARAMETRICA+DISPLAY GRAFICO	Trattamento Biologico	2		4-20 mA		
CENTRALINA MULTIPARAMETRICA+DISPLAY GRAFICO	Trattamento Biologico	3		4-20 mA		
SENSORE TSS	Ripartitore alla sedimentazione	1		4-20 mA		
MIS. LIVELLO A ULTRASUONI PER CONTROLLO PORTATA A SEDIMENTATORI	Ripartitore alla sedimentazione	2		4-20 mA		
MIS. PORTATA RIRICOLO FANGHI SECONDARI TIPO ELETTROMAGNETICO DN300 PN6-PN10	Sedimentatori secondari	2		4-20 mA		
MIS. PORTATA FANGO DI SUPERO TIPO ELETTROMAGNETICO DN150 PN6-PN10	Sedimentatori secondari	2		4-20 mA		

MIS. PORTATA POLIELETTROLITA TIPO ELETTROMAGNETICO	Disidratazione fanghi		1			4÷20 mA	
DN50 PN6-PN10	Filtrazione		1			4÷20 mA	
SENSORE TSS MONTE FILTRI							
TRASMETTITORE DI PRESSIONE IDROSTATICA IN VASCA DI FILTRAZIONE PER APERTURA PARATOIA DI BY-PASS AL SUPERAMENTO DI UNA SOGLIA	Filtrazione		3			4÷20 mA	
SENSORE TSS VALLE FILTRI	Filtrazione		1			4÷20 mA	
MIS. PORTATA FANGO TERZIARIO TIPO ELETTROMAGNETICO	Filtrazione		1			4÷20 mA	
DN150 PN6-PN10							
MIS. LIVELLO A ULTRASUONI SU STRAMAZZO DI USCITA	Disinfezione		1			4÷20 mA	
DISINFEZIONE	scarico impianto		1				ModBus
CAMPIONATORE AUTOMATICO REFRIGERATO DA 24 BOTTIGLIE	cabina MT/BT		13	2			
INTERRUTTORE QGBT	Locale quadro elettrico		80	2			
INTERRUTTORE ALIMENTAZIONE UTENZA	Locale quadro ausiliari di cabina		2	2			
INTERRUTTORE ALIMENTAZIONE UTENZA							
UPS	Gruppo di continuità locale quadro elettrico		1				ModBus
GRUPPO ELETTROGENO	Gruppo elettrogeno in emergenza		1				ModBus
ANALIZZATOE DI RETE	Locale quadro elettrico		1				ModBus
ANALIZZATOE DI RETE	cabina MT/BT		1				ModBus
SITRANS FS220 Clamp-On Ultrasonic Clamp-on flowmeter			2				ModBus
SITRANS F M MAG 5100 W			2	2	1	4÷20 mA	ModBus
SITRANS FS220	Ingresso reflui Manufatto scolmatore		5				ModBus
SITRANS F X330 Flanged design	Produz. e distribuzione aria compressa		2			4÷20 mA	
SITRANS F M MAG 5100 W	Sedimentatori secondari		2	2	1	4÷20 mA	ModBus
SITRANS F M MAG 5100 W	Sedimentatori secondari Ispessimento/disidratazione fanghi		2	2	1	4÷20 mA	ModBus
SITRANS P320	Produz. edistribuzione aria compressa		4			4÷20 mA	
SITRANS TS Thermowell	Trattamento Biologico		1			4÷20 mA	
Transmitters SITRANS LH100	Filtrazione		3			4÷20 mA	
SITRANS LUT400:	Disinfezione		1		4		
Echomax XRS-5	Disinfezione		1			4÷20 mA	
UNITA' GESTIONE E CONTROLLO (BORDO MACCHINA)	SEZIONE CICLI ALTERNATI		1				ModBus
UNITA' GESTIONE E CONTROLLO (BORDO MACCHINA)	MISURA SST RIPARTITORE		1				ModBus
UNITA' GESTIONE E CONTROLLO (BORDO MACCHINA)	SEZIONE FILTRI A DISCO		2	2	4	4÷20 mA	ModBus
Quadri elettrici gestione serrande/paratoie			25	5	4	4÷20 mA	

## 8 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI SPECIALI

### 8.1 Impianto di cablaggio strutturato

È previsto un sistema di cablaggio strutturato per reti integrate fonia-dati di tipo locale.

Il permutatore principale (centro stella) per fonia e connessione dati sarà ubicato nel locale di controllo nel fabbricato esterno. Nel locale quadri all'interno della galleria sarà invece ubicato il permutatore di zona.

I permutatori fonia-dati mediante patch panel UTP RJ45 categoria 6, con le apparecchiature per la connessione delle fibre ottiche e spazio libero saranno ubicati all'interno degli armadi, oltre agli apparati attivi di rete (anch'essi oggetto di fornitura).

La distribuzione primaria dai permutatori agli apparati di rete e da questi ai convertitori RS485/FO sarà realizzata mediante fibra ottica tipo OM3 50 ÷ 125 antiroditore con n. 8 monofibre per cavo, posate ad anello su passerelle asolate

La distribuzione secondaria, sia per quanto riguarda la fonia sia i dati, mediante cavi UTP in rame categoria 6.

## 9 MISURE DI PREVENZIONE E SICUREZZA

Le misure di prevenzione e sicurezza adottate saranno le seguenti:

utilizzo di componenti adatti ai luoghi di installazione e dotati ove previsto del marchio IMQ o del contrassegno CE;

protezione contro i contatti diretti attraverso isolamento delle parti attive;

protezione contro i contatti indiretti e contro le sovracorrenti assicurata con l'utilizzo di componenti in doppio isolamento o per mezzo dell'interruzione automatica dell'alimentazione.

## 10 CRITERI DI SCELTA DEI COMPONENTI PRINCIPALI

### 10.1 Scelta delle tubazioni

Le tubazioni usate, in relazione alla classificazione degli ambienti, saranno:

per la distribuzione nei tratti incassati nel sottofondo di pavimenti e pareti, nonché sopra la controsoffittatura: tubo protettivo isolante flessibile pesante in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente conforme secondo norma CEI EN 50086-1, marcatura IMQ.

Per la distribuzione nei tratti a vista: tubo isolante rigido serie pesante in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) autoestinguente conforme secondo norma CEI EN 50086-1, marcatura IMQ.

Per la distribuzione nei tratti a vista nei reparti produttivi e nelle centrali tecnologiche: tubi TAZ in acciaio zincato elettrosaldato con riporto di zinco sulle saldature. Materiale: acciaio zincato sendzimir secondo EURONORM 142/95 e 147/91

Per installazione ad incasso a pavimento, entro traccia su pareti e tavolati: tubo isolante in materiale plastico autoestinguente flessibile, serie pesante, esecuzione idonea alla posa in ambienti a maggior rischio



in caso d'incendio (CEI 64-8/7 art. 751.04.1 punto d), autoestinguenta a ridotta emissione di gas tossici, corrosivi e fumi opachi.

Per la distribuzione nei tratti interrati o incassati nel sottofondo di pavimenti o pareti: cavidotti di protezione isolante flessibile sezione circolare, in polietilene ad alta densità autoestinguenta, conforme secondo norme CEI EN 50086-1 e CEI EN 50086-2-4, marcatura IMQ.

I tubi avranno un diametro interno non inferiore a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori contenuti con un minimo di 20 mm.

Le passerelle avranno un coefficiente di riempimento non superiore al 50%.

I cavidotti interrati avranno diametro interno non inferiore a 1,8 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori contenuti.

## 10.2 Scatole di derivazione

Per posa in vista su pareti o strutture, le scatole saranno in materiale plastico, di robusta costruzione, con coperchio fissato con viti, grado di protezione IP 55 o superiore, con imbocchi con raccordi a pressione.

Per posa incassata le scatole saranno in materiale plastico con coperchio fissato con viti, grado di protezione IP 40.

## 10.3 Vie cavi

Le passerelle e le tubazioni avranno un andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali ed accavallamenti.

Per le passerelle dovranno essere impiegati solo pezzi speciali dedicati. Non è ammesso l'impiego di pezzi prefabbricati in sito. L'interasse dei supporti dovrà essere non superiore a tre metri e comunque secondo le prescrizioni del fabbricante.

Tutte le passerelle saranno dotate di coperchio e di setto di separazione fra impianti elettrici e speciali

Le derivazioni delle tubazioni saranno eseguite esclusivamente mediante l'impiego di scatole di derivazione.

Le tubazioni interrate faranno sempre capo a pozzetti o vani d'attestamento, completi di chiusino o coperchio; per tratte particolarmente lunghe saranno inoltre previsti pozzetti rompitratta ogni 30 metri.

## 10.4 Tipi e sezioni dei conduttori

Tutti i conduttori impiegati saranno costruiti da primaria casa, rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI, alle norme dimensionali stabilite dall'UNEL e dotati di marchio di qualità IMQ, ove previsto.

In relazione alla classificazione degli ambienti e al servizio svolto, i conduttori saranno:

I cavi da utilizzare nei percorsi di posa in canale oppure nei cavidotti interrati, saranno del tipo FG16OR16 0,6/1 kV con le seguenti caratteristiche: conduttore in rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolante elastomerico di qualità G7 e guaina esterna in pvc speciale di qualità Rz, tensione di isolamento 0,6/1kV, non propagante l'incendio, a ridotta emissione di gas (CEI 20-22, CEI 20-37), usato per qualunque condizione di posa, per servizio energia normale con tensione fino a 500V all'interno e all'esterno.

I cavi da utilizzare nelle passerelle e tubazioni metalliche, nei cunicoli all'interno dei fabbricati, saranno del tipo FTG18OM161 0,6/1 kV con le seguenti caratteristiche: conduttore in rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolamento in gomma HEPR e guaina termoplastica speciale M1, non propagante l'incendio, a norme CEI 20-22 III, CEI 20-38, a bassissima emissione di fumi, gas tossici e gas corrosivi, tipo FTG18OM161, usato per qualunque condizione di posa, per servizio energia normale con tensione fino a 500V all'interno e all'esterno.

Tutti i cavi relativi agli impianti di sicurezza saranno realizzati con cavi di tipo FTG18OM16, con le seguenti caratteristiche: conduttore in rame ricotto stagnato a corda flessibile, isolante elastomerico reticolato di qualità G16 e barriera ignifuga, guaina esterna termoplastica di qualità M1, tensione di isolamento 0,6/1kV, non propagante l'incendio secondo CEI 20-22 II e III, non propagazione della fiamma secondo CEI 20-35, ridottissima emissione di gas corrosivi in caso d'incendio CEI 20-37, resistente al fuoco secondo 20-36 usato per qualunque condizione di posa, per servizio energia normale con tensione fino a 500V all'interno e all'esterno.

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) in regime permanente in aria sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35024/1, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di posa e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura ambiente di 30° C.

Per la determinazione della portata dei cavi (Iz) interrati sarà impiegata la tabella CEI UNEL 35026, applicando i coefficienti di riduzione relativi alle condizioni di posa e al raggruppamento dei cavi, nelle condizioni più restrittive lungo lo sviluppo della linea, considerando una temperatura del terreno pari a 20° C ed una resistività termica pari a 2 K.m/W.

In particolare, con riferimento alla tabella UNEL 35026, verrà adottato il coefficiente correttivo K2 per gruppi di tubi affiancati sullo stesso piano.

Detta tabella non considera però condizioni di posa largamente utilizzate nella pratica impiantistica, quali la posa di più circuiti all'interno della stessa tubazione (posa in fascio) e di tubi disposti su più strati.

Nel caso di posa in fascio si applica il coefficiente k2 indicato nella tabella CEI UNEL 35024/1 nel caso di posa in aria, come previsto dalla norma IEC 60364-5-523.

Nel caso di posa in tubi su più strati occorre ricorrere alla letteratura tecnica; si adottano i seguenti coefficienti riduttivi:

n. 2 strati:  $K = 0,8$ ;

n. 3 strati:  $K = 0,78$ .

Tutte le condutture saranno protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti, comprese quelle che alimentano eventuali utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione. Rimangono esclusi solo i circuiti la cui interruzione potrebbe dar luogo a pericolo per le persone.

La protezione dai sovraccarichi e dai corto circuiti sarà realizzata esclusivamente con interruttori automatici rispondenti alle norme CEI 17-5 e CEI 23-3.

## 10.5 Posa dei conduttori

Si eviteranno tubazioni separate per ogni singola fase.

Sarà evitata ogni giunzione dritta sui cavi, che saranno tagliati della lunghezza adatta ad ogni singola applicazione.

Saranno eseguite giunzioni dritte solo sui cavi le cui tratte superano la pezzatura commerciale allestita dai fabbricanti.

Le giunzioni e le derivazioni saranno eseguite esclusivamente entro scatole con morsetti conformi alle norme CEI, di sezione adeguata alla sezione dei cavi e alle correnti di transito.

L'ingresso di cavi non intubati nelle cassette di derivazione o di transito sarà sempre eseguito a mezzo di appositi pressacavo.

## 10.6 Note installative generali

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, dovranno rispondere alle norme di legge e di regolamenti vigenti.

I conduttori saranno di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (ove prescritto ed esistente), rispondenti alle norme costruttive stabilite dal CEI e dall'UNEL.

Unico materiale ammesso per i conduttori sarà il rame.

L'uso di rivestimenti isolanti colorati sarà obbligatorio per consentire la rapida individuazione della funzione dei conduttori posti nelle tubazioni e/o canalizzazioni.

Opportune fascette segnacavo, poste sui quadri, nelle cassette di derivazione e nel punto di arrivo all'utenza, identificheranno il conduttore, riportando i dati identificativi del cavo e del quadro da cui proviene.

Per ogni linea attestata a morsetti entro quadri elettrici o cassette si provvederà:

siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore;

siglatura della fase sul singolo conduttore e sul morsetto.

Tutti i materiali e gli apparecchi da utilizzare negli impianti descritti dovranno essere idonei all'ambiente in cui verranno installati; dovranno resistere alle sollecitazioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità, alle quali potranno essere esposte durante l'esercizio.

Indipendentemente da altre considerazioni, dove è stato previsto un impianto eseguito con un determinato grado di protezione IP, tutti i componenti dell'impianto dovranno essere racchiusi in contenitori aventi il grado di protezione richiesto; tutte le giunzioni delle tubazioni e/o dei cavi dovranno essere eseguite con idonei bocchettoni pressatubo e/o pressacavo; non sono ammesse giunzioni di altro tipo.

Tutti i cavi dovranno essere liberamente sfilabili ed essere forniti con il relativo Certificato di prova in fabbrica (controllo o accettazione).

## 10.7 Coordinamento tra sezione del cavo e dispositivo di protezione

La protezione termica al sovraccarico e la definizione della taratura del dispositivo di protezione è effettuata in base alla corrente nominale di impiego dell'utenza ( $I_b$ ), alla corrente nominale di taratura del

rispettivo dispositivo di protezione posto a monte ( $I_n$ ) ed alla portata della linea secondo il relativo sistema di posa ( $I_z$ ), in modo da soddisfare le relazioni (CEI 64-8/art. 533.2):

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 \times I_z$$

dove  $I_f$  è la corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

## 10.8 Verifica caduta di tensione

La caduta di tensione sul tratto di cavo in esame viene desunta utilizzando i valori delle tabelle UNEL 35023-70 con la formula:

$$dV = I \times dU \times L$$

dove:

$dV$  caduta di tensione tra fase e fase per sistemi trifase o tra fase e neutro per linee monofase [mV];

$I$  corrente nominale di impiego  $I_b$  [A];

$L$  lunghezza del cavo [m]

$dU$   $K (R \cos \phi + X \sin \phi)$  [mV/(A.m)]

$K$  coefficiente pari a 2 per linee monofasi e pari a  $\sqrt{3}$  per linee trifasi

$R$  resistenza del cavo [ $\Omega$ /km]

$X$  reattanza del cavo [ $\Omega$ /km]

$\phi$  angolo di sfasamento in radianti fra tensione e corrente.

## 10.9 Verifica protezione al cortocircuito

La protezione contro il corto circuito è verificata sia all'inizio sia al termine della linea e cioè in corrispondenza dei valori massimo e minimo risultanti in questi punti dell'impianto.

Il dimensionamento della linea è verificato se, in caso di cortocircuito, l'energia specifica passante ( $I^2t$ ) del dispositivo di protezione è sufficiente a non arrecare danni alle caratteristiche ed alla sezione del cavo, rispettando la seguente formula:

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

dove:

$I$  corrente di corto circuito presunta nel punto considerato [A]

$S$  sezione della conduttura [ $\text{mm}^2$ ]

$t$  tempo di intervento del dispositivo di protezione [s]

$K$  coefficiente funzione del tipo di isolamento del cavo ( $K = 115$  per conduttori in rame isolati in PVC;  
 $K = 143$  per conduttori in rame isolati in EPR o HEPR).

La corrente di corto circuito più elevata su una condotta si ha nel caso di guasto ad inizio linea ed è solitamente dovuta a guasto trifase:

$$I_{cc3} = \frac{U}{\sqrt{3}} \frac{1}{\sqrt{R_t^2 + X_t^2}}$$

dove:

- $I_{cc3}$  corrente di corto circuito presunta trifase [A];  
U tensione concatenata [V];  
 $R_t$  somma delle resistenze situate a monte del punto considerata [ $\Omega$ ];  
 $X_t$  somma delle reattanze situate a monte del punto considerato [ $\Omega$ ].

Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produce tra fase e neutro nel punto più lontano della condotta protetta e si può calcolare con la formula seguente:

$$I_1 = \frac{0,8U_0}{1,5\rho(1+m)\frac{L}{S}}$$

dove:

- $I_1$  corrente di corto circuito presunta monofase [A];  
 $U_0$  tensione di fase [V];  
L lunghezza della condotta protetta [m];  
S sezione del conduttore di fase [ $\text{mm}^2$ ].  
 $\rho$  resistività a 20°C del materiale dei conduttori [ $\Omega \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}$ ]; per il rame 0,018;  
m rapporto tra la resistenza del conduttore di fase e quella del conduttore di neutro.

### 10.10 Verifica della protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione dell'alimentazione (per sistema TN-S).

Le caratteristiche dei dispositivi di protezione devono essere tali che sia garantita la seguente condizione:

- $Z_s \times I_a \leq 50 \text{ V}$  per ambienti ordinari;  
 $Z_s \times I_a \leq 25 \text{ V}$  per ambienti soggetti a normativa specifica;

dove:

- $Z_s$  è l'impedenza del circuito di guasto [ $\Omega$ ];  
 $I_a$  corrente [A] che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, nei tempi previsti dalla norma CEI 64-8.

## 11 PROVE E VERIFICHE

L'Appaltatore al termine della realizzazione dell'impianto e prima del collaudo dovrà eseguire e documentare tutte le prove e verifiche previste dalla norma CEI 64-8/6, CEI 99-2 e CEI 99-3, seguendo le modalità previste dalla norma.

In particolare:

- prova a campione di sfilabilità dei cavi;
- verifica della continuità di tutti conduttori di protezione;
- misura di isolamento dei cavi principali;
- prova di funzionamento strumentale di tutti gli interruttori differenziali;
- misura dell'impedenza degli anelli di guasto;
- misura della resistenza di terra;
- eventuale misura delle tensioni di contatto e di passo;
- controllo coordinamento delle protezioni;
- controllo dello squilibrio fra le correnti di fase (max 10%);
- controllo della sequenza delle fasi.

## 12 Documentazione da produrre

### 12.1 Schede di approvazione materiali

Prima di installare qualsiasi materiale, l'Appaltatore predisporrà una scheda di approvazione da sottoporre alla D.L.

Tale scheda dovrà comprendere almeno le seguenti indicazioni, anche sottoforma di fotocopie di cataloghi del costruttore:

- Marca e modello;
- Caratteristiche tecniche;
- Dimensioni;
- Schemi unifilari e funzionali (ove applicabili).

### 12.2 Progettazione di dettaglio per il cantiere

L'Appaltatore eseguirà i disegni di dettaglio per la costruzione in cantiere ad integrazione delle documentazione approvata per renderla da un lato coerente con le apparecchiature selezionate e dall'altro idonea all'utilizzo da parte degli operatori addetti all'installazione (redazione progetto costruttivo).

Saranno a carico dell'Appaltatore i seguenti documenti:

- disegni per le predisposizioni nelle opere civili da fornire per la costruzione all'esecutore di queste ultime;
- disegni degli impianti in grande scala per i punti più significativi come cavedi, aree interessate da più impianti, controsoffitti, passaggi obbligati delle strutture;
- disegni costruttivi della cabina di trasformazione con la posizione delle grandi macchine e di tutti i relativi collegamenti;
- disegni costruttivi degli staffaggi e dei supporti in genere;

disegni per l'esecuzione delle eventuali opere provvisoriale;  
schemi costruttivi dei quadri elettrici;  
gestione di pratiche autorizzative;  
gestione di pratiche ENEL.

### 12.3 Documentazione per i collaudi e per l'organizzazione della gestione

La documentazione da predisporre prima della esecuzione dei collaudi da mettere a disposizione del Collaudatore e della Committente è costituita da :

dichiarazione di conformità ai sensi del D.M. 37/08

disegni e schemi as-built;

schemi costruttivi unifilari e funzionali dei quadri elettrici;

descrizione generale, relazioni di calcolo e tabelle aggiornate in relazione alle eventuali varianti intervenute in corso d'opera;

raccolta delle certificazioni relative alle macchine, alle apparecchiature ed ai materiali posti in opera;

predisposizione della denuncia all'INAIL dell'impianto di terra da consegnare al Committente per inoltro all'Ente;

raccolta delle documentazioni tecniche delle case costruttrici relative alle macchine, apparecchiature e materiali facenti parte degli impianti, che consentano la loro perfetta identificazione e la possibilità di reperire i pezzi di ricambio;

preparazione di un manuale con l'elenco delle operazioni di ordinaria manutenzione e la prescrizione di dettaglio delle modalità e periodicità di esecuzione;

elenco delle parti di ricambio occorrenti per l'esercizio di due anni;

report di tutte le prove effettuate sugli impianti elettrici e speciali.

### 12.4 Manuali operativi

L'Appaltatore dovrà predisporre i manuali operativi, essenziali per permettere al Committente di gestire correttamente i sistemi; raggiungere gli obiettivi progettuali dei sistemi; mantenerli nelle corrette condizioni di lavoro; far partire, operare, fermare i sistemi e intraprendere i necessari lavori di manutenzione.

A questo scopo i manuali devono contenere tutte le informazioni tecniche necessarie su ogni singolo equipaggiamento e su ogni componente che sia stato installato.

Inoltre i manuali relativi a ogni sistema devono contenere informazioni sugli intenti progettuali, sui risultati delle prove di funzionamento, nonché gli schemi di principio che mostrino:

come il singolo sistema sia inserito negli edifici e nel complesso dando la posizione di ogni macchina e componente;

il sistema di controllo;

come il sistema deve essere condotto in situazione normale e di emergenza;

i controlli di routine che devono essere fatti e lo schema del documento su cui riportare i parametri di funzionamento di progetto da confrontare con quelli rilevati durante i controlli;

la lista dei pezzi di ricambio da tenere pronti e l'elenco di tutti gli attrezzi necessari.

I manuali devono essere preparati in modo tale che un tecnico, che non abbia nessuna conoscenza precedente del progetto, li possa usare per condurre gli impianti e farne la manutenzione.

Per ottenere questo scopo, i manuali devono essere completi e articolati in modo che ci sia un manuale specifico per ciascuno dei sistemi presenti nel complesso.

La documentazione relativa agli impianti realizzati sarà suddivisa in tre sezioni:

- a) documentazione tecnica e certificati
- b) istruzioni per il funzionamento
- c) istruzioni per la manutenzione

Della sezione a) faranno parte i seguenti documenti:

- documentazione tecnica delle apparecchiature installate;
- certificati e verbali di ispezione ufficiali;
- rapporti di controlli, verifiche, messe a punto e prove effettuate in sede di realizzazione e di collaudo dell'impianto;
- certificati di omologazione delle apparecchiature.

Della sezione b) faranno parte i seguenti documenti:

- descrizione dell'impianto;
- dati di funzionamento, in forma di tabelle, per tutte le condizioni di funzionamento previste dal progetto;
- descrizione delle procedure di avviamento e arresto dell'impianto e delle procedure di modifica del regime di funzionamento;
- descrizione delle sequenze operative con identificazione codificata dei componenti di impianto interessati;
- schemi funzionali e particolari costruttivi significativi;
- schede delle tarature dei dispositivi di sicurezza;
- schede delle tarature dei dispositivi di regolazione.

Della sezione c) faranno parte i seguenti documenti:

- istruzioni per l'esecuzione delle operazioni di manutenzione periodica;
- elenco delle parti di ricambio codificate;
- fogli di catalogo relativi ai principali componenti di impianto.



