

**Q.tHermo s.r.l.**  
Via Baccio da Montelupo 52  
50142 Firenze

**Q.tHermo s.r.l.**  
L'Amministratore Delegato  
Dott. Ing. Roberto Barilli



## IMPIANTO DI RECUPERO ENERGIA DA INCENERIMENTO DI RIFIUTI NON PERICOLOSI LOC. CASE PASSERINI - SESTO FIORENTINO (FI)

DOMANDA DI AUTORIZZAZIONE UNICA  
PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DEGLI IMPIANTI  
DI PRODUZIONE ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI  
art.12, D.Lgs. 29/12/2003, n. 387 e s.m.i.  
artt. 11-12, L.R. 24/02/2005, n. 39

### PROGETTO DEFINITIVO

Responsabile di Progetto:

  
Ing. Carlo Botti

Dott. Ing. CARLO BOTTI  
ALBO INGEGNERI DELLA PROV. DI FIRENZE  
N. 3202 

Gruppo di lavoro:

**Opere Architettoniche**

Gae Aulenti Architetti Associati  
4, Piazza San Marco  
20121 Milano

**Opere Civili e Strutturali**


**Opere Elettromeccaniche**

  
Settore Ingegneria Grandi Impianti  


A	31/07/2012	Emissione per autorizzazione	R. Sgarbi	A. Solari	T. Severi
Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
Titolo			<b>Elaborato 051</b>		
<b>Relazione tecnica Sistemi elettrici di processo</b>					
			Codice	ELE 001	





## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE .....</b>	<b>7</b>
2.1	GENERATORE E MONTANTE MT .....	7
2.2	MONTANTE AT .....	9
2.3	ELETTRODOTTO AT .....	9
2.4	IL SISTEMA SPCC .....	10
2.5	IL SISTEMA MT - BT .....	11
2.6	ALIMENTAZIONI DI PROTEZIONE, DI SICUREZZA, DI RISERVA.....	12
2.7	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	12
<b>3</b>	<b>CRITERI GENERALI DI PROGETTO E DI ESERCIZIO .....</b>	<b>13</b>
3.1	CONDIZIONI DI IMPIEGO .....	13
3.2	CRITERI PROGETTUALI.....	13
3.2.1	MACCHINARIO E COMPONENTI DI POTENZA.....	13
3.3	CRITERI DI ESERCIZIO.....	13
3.3.1	REGOLAMENTO DI ESERCIZIO .....	14
3.3.2	ASSETTI DI ESERCIZIO .....	14
3.3.3	PARALLELO DEL GRUPPO CON LA RETE AT .....	14
3.3.4	AVVIAMENTO IN BLACK START-UP .....	14
<b>4</b>	<b>LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>15</b>
4.1	LEGGI.....	15
4.2	NORME .....	15
<b>5</b>	<b>SISTEMI ELETTRICI MT 15 KV .....</b>	<b>15</b>
5.1	GENERATORE .....	15
5.2	CONNESSIONE GENERATORE/QUADRO MT/TRASFORMATORE ELEVATORE.....	16
5.3	QUADRO DI MEDIA TENSIONE .....	16
5.3.1	CONTINUITÀ DI SERVIZIO.....	17

5.3.2	CLASSIFICAZIONE AD ARCO INTERNO .....	17
5.4	TRASFORMATORI MT/BT .....	17
<b>6</b>	<b>SISTEMI ELETTRICI AT 132 KV .....</b>	<b>18</b>
6.1	TRASFORMATORE PRINCIPALE AT/MT .....	18
6.2	APPARECCHIATURA AT BLINDATA (GIS - GAS INSULATED SWITCHGEAR).....	18
6.3	SCARICATORI AT .....	19
6.4	CAVI AT.....	19
6.5	ELETTRODOTTO .....	20
<b>7</b>	<b>SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO (SPCC) .....</b>	<b>20</b>
7.1	GENERALITÀ .....	20
7.2	DESCRIZIONE DEL SISTEMA.....	21
7.3	GESTIONE DEL MONTANTE ALTERNATORE E QUADRO MT .....	22
7.4	MISURE DI ENERGIA (WH).....	22
<b>8</b>	<b>IMPIANTI ELETTRICI DI TERRA.....</b>	<b>23</b>
8.1	RETE DI TERRA PRIMARIA .....	23
8.1.1	GENERALITÀ .....	23
8.1.2	RETE BASE NELLA ZONA AT .....	24
8.1.3	CONNESSIONI EQUIPOTENZIALI.....	24
8.1.4	RISPONDEZZA A LEGGI E NORME .....	25
8.2	IMPIANTI DI TERRA SECONDARIA.....	25
<b>9</b>	<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI SISTEMI BT .....</b>	<b>25</b>
9.1	ALIMENTAZIONI PRINCIPALI .....	25
9.2	DIMENSIONAMENTI TIPICI .....	26
9.2.1	CADUTE DI TENSIONE .....	26
9.2.2	COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE.....	26
9.2.3	COEFFICIENTI DI CONTEMPORANEITÀ .....	27
9.2.4	RIEMPIMENTO DELLE CANALIZZAZIONI .....	27
9.2.5	GRADI DI PROTEZIONE.....	27
9.2.6	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE.....	27

9.2.7	SEZIONI MINIME DELLE CONDUTTURE .....	28
9.2.8	SEZIONE DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....	28
9.2.9	SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI TERRA E DI PROTEZIONE.....	28
9.2.10	PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI.....	28
9.2.11	PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI E SELETTIVITÀ .....	28
9.2.12	PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI.....	29
9.2.13	CLIMATIZZAZIONE DELLE SALE QUADRI .....	29
9.3	QUADRI BT POWER CENTER.....	29
9.4	QUADRI BT MCC .....	30
9.4.1	PARTENZE MOTORE.....	30
9.4.2	PARTENZE MOTORE CON INVERTER.....	30
9.5	ALIMENTAZIONI AUSILIARIE DI PROTEZIONE E SICUREZZA .....	31
9.5.1	QUADRO RADDRIZZATORE E BATTERIA A 110 V <sub>CC</sub> .....	31
9.5.2	QUADRO QUPS-BATTERIA A 400/230 V <sub>CAP</sub> .....	31
9.5.3	QUADRO UPS SOCCORRITORE PRINCIPALE LUCE DI SICUREZZA .....	32
9.5.4	QUADRI PERIFERICI DISTRIBUZIONE TENSIONI AUSILIARIE .....	32
9.5.5	GRUPPO ELETTROGENO.....	32
9.5.6	QUADRO DI SMISTAMENTO GRUPPO ELETTROGENO .....	33
9.5.7	UTENZE DI PROCESSO SOTTO GRUPPO ELETTROGENO.....	33
9.6	VIE CAVI.....	34
9.7	CONDUTTURE.....	34
9.7.1	BLINDO SBARRE E CAVI BT.....	34
9.7.2	CAVI DI POTENZA SCHERMATI.....	34
9.7.3	CAVI PER IMPIANTI FV .....	35
9.7.4	CAVI PER CIRCUITI DI SICUREZZA .....	35
9.7.5	FIBRE OTTICHE.....	35
<b>10</b>	<b>SICUREZZE ELETTRICHE .....</b>	<b>36</b>
10.1	CLASSIFICAZIONI E COMPONENTI ATEX .....	36
10.2	ACCORGIMENTI PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI .....	36
10.3	SEZIONAMENTI DI SICUREZZA PER LA MANUTENZIONE .....	37
10.4	COMANDI LOCALI DI ARRESTO MECCANICO .....	37
10.5	COMANDI LOCALI DI EMERGENZA ANTINCENDIO .....	37

---

10.6	COMANDI GENERALI DI EMERGENZA VVF .....	37
<b>11</b>	<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....</b>	<b>38</b>
11.1	GENERALITÀ .....	38
11.2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	38
11.3	INVERTER FV.....	39
11.4	CAVI ELETTRICI “SOLARI” .....	39

## 1 INTRODUZIONE

Il presente documento si riferisce al sistema elettrico di impianto previsto per il progetto di un impianto di recupero energia da incenerimento di rifiuti non pericolosi (in seguito WTE) da realizzare in località Case Passerini, nel comune di Sesto Fiorentino (FI).

L'impianto è costituito da due linee per la termovalorizzazione dei rifiuti e la depurazione dei fumi di combustione, operanti in parallelo e di pari capacità, da una sezione di produzione dell'energia elettrica, comune alle due linee, e da altri sistemi comuni d'impianto.

In particolare il termovalorizzatore, provvedendo alla combustione dei Rifiuti Non Pericolosi (RNP), produce vapore in 2 caldaie dedicate (Linea 1 e Linea 2). Il vapore così prodotto viene inviato a una turbina a vapore accoppiata a un generatore che trasforma l'energia termica del vapore in energia meccanica, e, quindi, in energia elettrica in Media Tensione (15 kV). Tale energia, trasformata in Alta Tensione 132 kV, viene immessa nella rete di trasmissione nazionale (RTN) tramite un elettrodotto interrato che collega il termovalorizzatore alla Cabina Primaria Enel 132 kV "Osmannoro".

Nel presente documento sono quindi descritti i principali aspetti progettuali e funzionali dei macchinari e dei sistemi elettrici degli impianti di processo e degli impianti ausiliari previsti in dotazione al Termovalorizzatore.

Si evidenzia che gli aspetti progettuali e funzionali dei sistemi elettrici di tipo civile previsti nei fabbricati di impianto e nelle aree esterne a tali fabbricati (impianti di Forza Motrice, impianti Luce e impianti Speciali) sono riportati nell'elaborato 062 e suoi richiamati.

## 2 DESCRIZIONE GENERALE

La descrizione dell'impianto elettrico è supportata dallo schema semplificato riportato in fig. 1, nel quale sono mostrati gli elementi essenziali che compongono l'impianto elettrico.

### 2.1 GENERATORE E MONTANTE MT

Partendo dall'origine dell'impianto elettrico, si individua il generatore che è la macchina che converte l'energia termica, recuperata dal vapore prodotto dalla combustione dei rifiuti, in energia elettrica.

Il generatore elettrico è collegato con cavi unipolari all'interruttore del generatore del quadro in media tensione, la cui tensione nominale di lavoro è 15 kV.

Tale quadro elettrico in Media Tensione 15 kV (MT), sul quale si attesta il generatore con proprio interruttore, è il componente "cuore" del sistema elettrico del WTE di Firenze.



Esso è composto da diverse celle, oltre quella del generatore, contenenti ciascuna un interruttore, dalle quali si dipartono le alimentazioni di ciascuno dei trasformatori a tre avvolgimenti che, a loro volta, alimentano i quadri in Bassa Tensione (BT) di distribuzione di energia alle utenze d'impianto.

L'energia prodotta, riversata sul quadro MT d'impianto, alimenta, tramite i trasformatori a tre avvolgimenti, tutti gli ausiliari del WTE. La parte di energia eccedente i consumi viene trasferita, tramite una connessione in cavo, attestata su un'altra cella dedicata del quadro, ad un trasformatore elevatore, che la trasforma in energia ad Alta Tensione 132 kV. L'energia così trasformata viene immessa nella rete di trasmissione nazionale tramite un elettrodotto, che collega il quadro blindato di AT, posto a valle del trasformatore, alla Cabina Primaria (di seguito anche CP) di Enel, attualmente in servizio per le Ferrovie dello Stato.

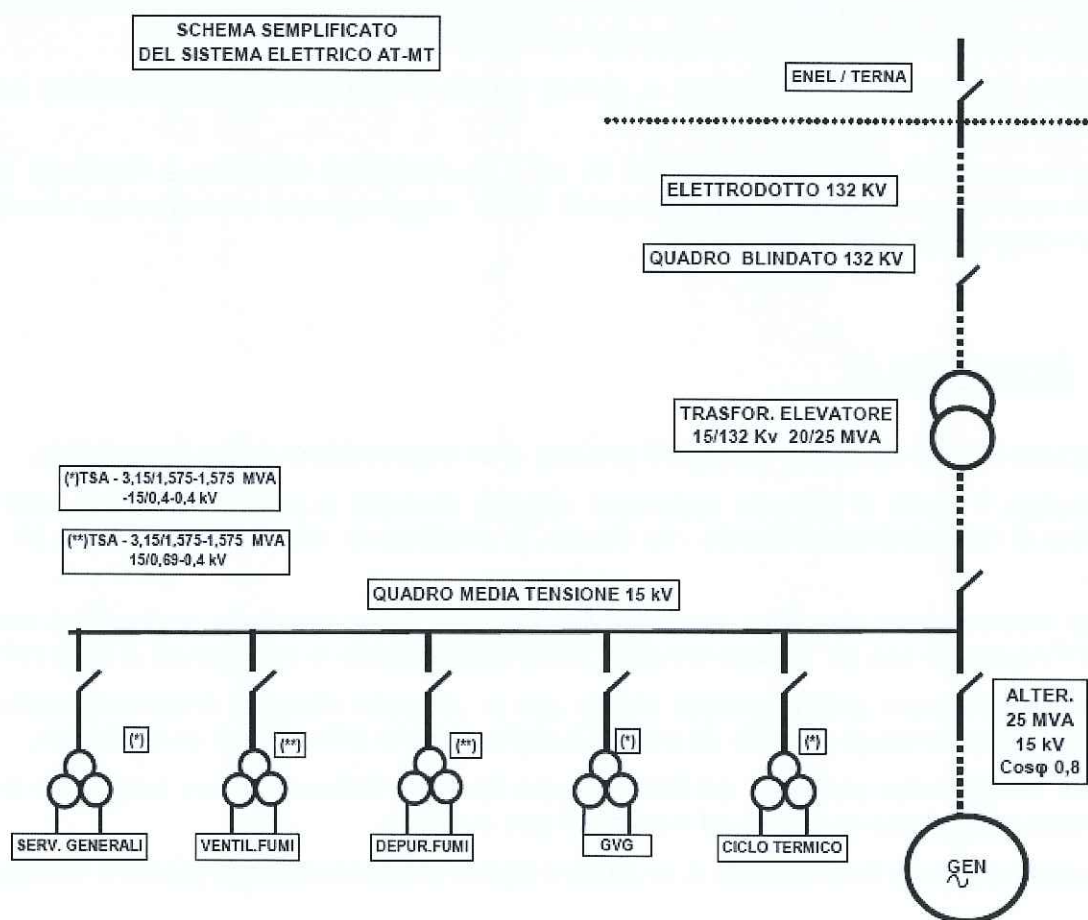


Fig. 1

Il generatore selezionato per questo impianto produce energia elettrica a 15 kV ed è raffreddato ad acqua, semplificando e riducendo pertanto gli interventi manutentivi del sistema di raffreddamento.

Inoltre, il raffreddamento acqua - aria riduce l'emissione di rumore e semplifica l'impiantistica del generatore con l'eliminazione dei condotti per l'aria silenziati, necessari per l'abbattimento del rumore all'interno della sala d'installazione del generatore.

La connessione del generatore al quadro MT 15 kV è attuata con più cavi unipolari per fase e messi in parallelo tra loro.

Il quadro di Media Tensione 15 kV è di costruzione blindata che assicura, in condizioni di corto circuito locale, l'integrità fisica del personale che si trovasse davanti al quadro.

Ogni cella interruttore è munita di una protezione di tipo digitale inserita nella rete LAN del SPCC (Sistema Protezione Comando e Controllo, descritto più avanti), che assicura alta flessibilità d'impiego, acquisizione delle grandezze elettriche (corrente, tensione, stato degli organi, ecc.), comando dell'interruttore dall'interfaccia SPCC in sala controllo e logiche di controllo e d'interblocco rispetto agli organi limitrofi.

Gli interruttori che connettono il quadro al generatore e al trasformatore elevatore sono interruttori speciali, adeguatamente dimensionati per interrompere correnti di corto circuito di elevato livello.

Gli interruttori sono completamente manovrabili con estrema sicurezza e affidabilità dal SPCC in sala controllo ed evitano la presenza dell'operatore in fronte al quadro.

Anche l'estrazione è motorizzata e, quindi, il ciclo di manovra è completamente eseguibile a distanza.

La connessione tra il quadro MT 15 kV ed il trasformatore elevatore è realizzata con cavi in media tensione che, partendo dal quadro MT 15 kV, raggiungono il trasformatore elevatore, posto nelle vicinanze del quadro MT stesso.

## **2.2 MONTANTE AT**

Il trasformatore elevatore 15/132 kV previsto è un trasformatore in olio per esterno.

Qualora il livello di potenza apparente erogata dovesse superare i 20 MVA sarà attivato il sistema di raffreddamento forzato che innalza la prestazione del trasformatore, da 20 MVA a 25 MVA.

Dal trasformatore elevatore, l'energia viene gestita da un montante sezionatore-interruttore a 132 kV realizzato con un "quadro blindato" (GIS) trifase isolato in esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Grazie all'elevato potere isolante di tale gas si possono ottenere dimensioni molto ridotte di queste apparecchiature in modo da poterle installare anche all'interno di un fabbricato.

Una caratteristica peculiare del GIS è la sua tipologia "trifase", ovvero tutte e tre le fasi sono confinate nello stesso involucro ed isolate dal gas suddetto.

Questo quadro è inoltre dotato di protezioni digitali che permettono la gestione tramite SPCC.

## **2.3 ELETTRODOTTO AT**

Dal quadro GIS a 132 kV, si diparte l'elettrodotto realizzato in cavo, isolato in XLPE estruso, interrato, che raggiunge la cabina in aria a 132 kV, in zona Osmannoro, di proprietà di ENEL alimentata in "entra/esci" da due linee in aria a 132 kV di TERNA, ed attualmente in uso alle Ferrovie dello Stato.

La linea 132 kV di terna ha origine nella stazione 380-400 kV di Calenzano, assicurando un'affidabilità di alimentazione / assorbimento di energia prodotta dal WTE molto elevata. La cabina primaria di Osmannoro presenta attualmente spazi sufficienti per l'installazione di una connessione (stallo) aggiuntiva in aria.

Il tragitto dell'elettrodotto AT è stato studiato per la sua maggior estensione lungo strade e percorsi pubblici in modo da rendere l'acquisizione delle servitù più rapida rispetto a passaggi attraverso il suolo privato, a costo di una maggior lunghezza dello stesso.

La profondità di posa assicura i livelli del campo elettromagnetico residuo al di sotto dei valori imposti per legge ( $3 \mu\text{T}$ ) sulla perpendicolare alla giacitura del cavo.

## **2.4 IL SISTEMA SPCC**

Il controllo e la manovra di tutto il sistema elettrico di Alta e Media Tensione è assicurata dal Sistema di Protezione, Comando e Controllo (SPCC).

Questo sistema è l'insieme del Computer centrale e di tutte le protezioni allocate nelle celle degli interruttori e nel quadro generatore, del sistema di parallelo, delle BCU (Bay Control Unit ovvero un PLC - Programmable Logic Controller - integrato nel sistema di protezione), che controllano le logiche d'interblocco dei vari interruttori.

Tutte queste unità sono connesse a una LAN (Local Area Network) in fibra ottica che comunicano con il Computer centrale tramite un protocollo IEC 61850.

Il SPCC assicura le funzioni della Catena Blocchi, appositamente studiata, per garantire il funzionamento in sicurezza di tutte le parti d'impianto, anche in condizioni di errate manovre involontarie da parte della conduzione.

Il SPCC è dotato di due interfacce (HMI) con gli operatori della conduzione, perfettamente equivalenti, una in locale vicino ai quadri e l'altra in sala controllo.

È inoltre possibile disporre in tempo reale di tutte le misure elettriche (V, I,  $\cos \varphi$ , MW, MVA, MVAR) in ciascun ramo d'impianto, nonché di quelle fiscali d'impianto (MWh), provenienti dai contatori fiscali.

Le manovre possono essere disposte da remoto in sala controllo, avendo il completo controllo degli stati dell'impianto.

Altra caratteristica di pregio di questo sistema è che, cambiando assetto all'impianto, è sempre garantita la selettività delle protezioni in modo da proteggere il ramo dove è presente il guasto e isolarlo, senza eliminare l'alimentazione ai rami d'impianto non interessati dal guasto.

In particolare quando, per motivi esterni all'impianto, dovessero verificarsi perturbazioni di rete elettrica, quali per esempio il black out o le manutenzioni straordinarie di Enel/Terna alle linee che afferiscono al punto di connessione dell'impianto, il SPCC, in coordinamento con il sistema di controllo della turbina a vapore, è in grado di assicurare "l'isola di carico d'impianto".

In quest'ultima configurazione, l'impianto mantiene la sua funzionalità d'incenerimento, essendo i propri ausiliari alimentati dal turbogruppo a vapore.

Il sistema SPCC si dispone automaticamente con il modo di protezione in "isola di carico d'impianto" e, passato il transitorio di commutazione dal parallelo in rete all'isola di carico, l'impianto continua a funzionare normalmente.

Il vapore la cui energia non viene convertita in energia elettrica viene inviato, dopo opportuna laminazione e attemperamento (riduzione di pressione e temperatura), al condensatore.

Il SPCC controlla anche le alimentazioni dei trasformatori TSA di trasformazione dell'energia da media tensione a bassa tensione, necessaria ad alimentare gli ausiliari d'impianto, mentre il controllo e comando del sistema di distribuzione dell'energia elettrica a bassa tensione BT, è affidato al DCS d'impianto, che è alla base del controllo e comando generale dell'impianto.

## 2.5 IL SISTEMA MT - BT

I trasformatori dei servizi ausiliari MT/BT - 15/0,4 kV (TSA) sono alimentati dal quadro di media tensione 15kV e sono allocati in zone prossime alle utenze dei vari sistemi d'impianto come, ad esempio, il sistema depurazione fumi di entrambi le linee, le caldaie, il ciclo termico, ecc.

Con questa distribuzione periferica dell'energia in media tensione, rispetto a una distribuzione in bassa tensione, si minimizzano le perdite di potenza e si minimizza l'impiego dei cavi BT, che risultano avere quindi sezioni molto ridotte.

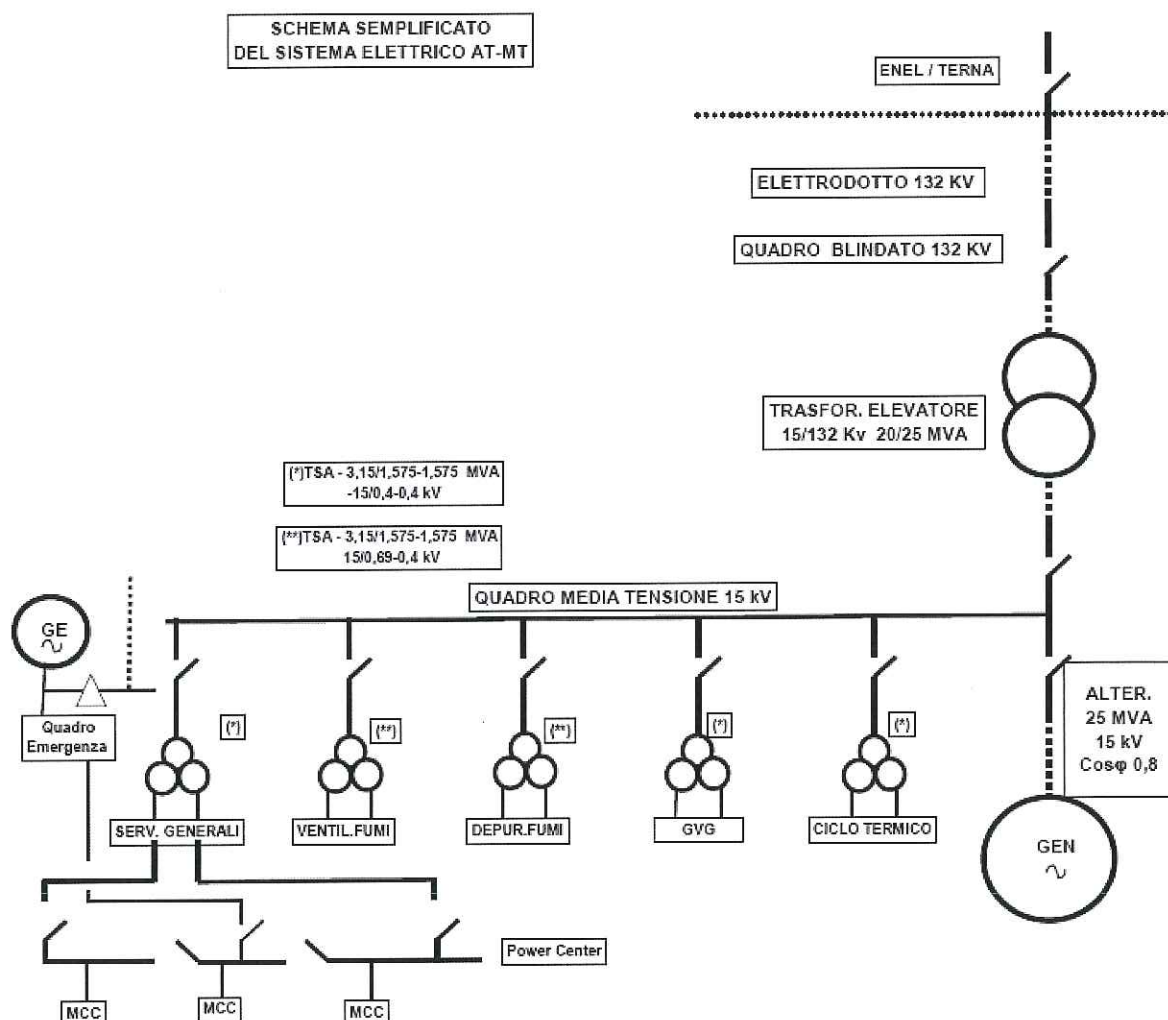


Fig. 2

I TSA sono del tipo in resina.

Le uscite in bassa tensione dei trasformatori sono connesse con “condotti sbarre” isolati ai Power Center, mentre le connessioni tra i Power Center e le utenze BT sono in cavo, così come quella dal generatore di emergenza al proprio quadro.

I Power Center (PC) ripartiscono poi le alimentazioni ai vari quadri di distribuzione locali, MCC (Motor Control Center), posizionati quanto più possibile in prossimità delle utenze dei vari sistemi d'impianto.

Ogni PC è suddiviso in tre segmenti di sbarra (vedi Fig. 2), di cui i segmenti laterali sono connessi ciascuno a un avvolgimento BT del rispettivo trasformatore a tre avvolgimenti.

Il segmento centrale di sbarre può essere pure connesso, con interblocco, con il quadro di smistamento alimentato dal gruppo elettrogeno di emergenza, per mezzo di commutazione automatica.

Tutte le utenze che si dipartono dagli MCC sono controllate e comandate dal DCS, secondo le logiche di gestione dell'impianto.

## **2.6 ALIMENTAZIONI DI PROTEZIONE, DI SICUREZZA, DI RISERVA**

Le alimentazioni ausiliarie di tutti i quadri di processo sono realizzate:

- con un sistema a corrente continua munito di batteria di adeguata capacità;
- con un sistema ridondato a corrente alternata protetta (UPS), equipaggiato con batterie di adeguata capacità.

Un altro gruppo di batterie con relativo UPS - soccorritore è installato a servizio del circuito di alimentazione delle luci di sicurezza.

Il gruppo elettrogeno, attestato sul quadro di smistamento di emergenza, è dimensionato per alimentare tutte le utenze “critiche” che, in caso di emergenza, sono indispensabili per permettere la fermata in sicurezza dell'intero impianto.

Sullo stesso quadro di smistamento di emergenza è stato previsto un interruttore “di scorta”, con interblocco, per attestare un'eventuale futura alimentazione di riserva, utile per alimentare le utenze dei servizi durante la manutenzione.

## **2.7 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Il sistema di bassa tensione è alimentato anche da un sistema Fotovoltaico da 30 kWp che si attesta sul PC di alimentazione servizi del fabbricato pesa ovest, a sua volta alimentato dal quadro PC del ciclo termico.

### 3 CRITERI GENERALI DI PROGETTO E DI ESERCIZIO

#### 3.1 CONDIZIONI DI IMPIEGO

Le forniture richieste sono destinate a un impianto previsto per funzionamento continuo 24h/24h con turni avvicendati.

Le condizioni ambientali di riferimento, per i componenti degli impianti specificati nel presente documento e da installare sia internamente che esternamente al fabbricato della Centrale, sono quelle della Norma CEI EN 60721-3-3 - Condizioni climatiche - classe di Tab.1. come sotto riportato:

<b>Condizioni ambientali di riferimento per componenti impianti</b>				
<i>Ambienti</i>	<i>Classe</i>	<i>Temp aria (°C)</i>	<i>Um. rel. (%)</i>	<i>Note</i>
Interni	3K5	-5 ÷ +45	5 ÷ 95	
Esterni	3K6	-25 ÷ +55	10 ÷ 100	Vento, pioggia, neve, ecc.
Altitudine di installazione: < 1000 m - s.l.m.				
Pressione del vento max: 700 N/m <sup>2</sup>				
Le condizioni climatiche speciali, biologiche, ecc. sono quelle corrispondenti al "gruppo di combinazioni di classi ambientali" IE33 di tab. 7 delle citate norme EN 60721-3-3				

#### 3.2 CRITERI PROGETTUALI

##### 3.2.1 MACCHINARIO E COMPONENTI DI POTENZA

I criteri progettuali adottati per il dimensionamento dei macchinari e sistemi elettrici e dei sistemi di protezione preposti a intervenire sono mutuati dall'esperienza dei progettisti e dalle esperienze e risultanze di esercizio su impianti analoghi e si possono riassumere nella limitazione e nel controllo delle correnti in condizioni di corto circuito, nella selettività d'intervento su guasto, nel mantenimento del gruppo in esercizio per eventi anomali di rete: il tutto per garantire affidabilità, continuità e flessibilità d'esercizio dell'impianto.

#### 3.3 CRITERI DI ESERCIZIO

I criteri d'esercizio dell'impianto sono definiti dalle regole tecniche e valutazioni impiantistiche e gestionali di seguito riportate.

### 3.3.1 REGOLAMENTO DI ESERCIZIO

Il "Regolamento di esercizio" dell'impianto è il documento ufficiale che dovrà essere stipulato tra il produttore, il gestore delle reti AT e il distributore (Terna - ENEL).

Il "Regolamento di esercizio" definirà, in sintesi, tutti i vari aspetti tecnici d'interfacciamento della centrale con la rete nazionale e gestionali dell'impianto (esercizio in condizioni normali, per rete perturbata, guasti in rete; coordinamento protezioni; manutenzione; invio misure, oscillografia, stati d'impianto a terna, elenco nominativo del personale operativo autorizzato alle manovre interessanti sia la rete che l'esercizio del gruppo; schemi di sintesi dell'impianto e della rete AT limitrofa, ecc.).

I criteri stabiliti per la connessione alle reti AT e MT sono indicati nel Codice di Rete del gestore di rete nazionale Terna e del gestore di rete locale Enel.

### 3.3.2 ASSETTI DI ESERCIZIO

Per garantire l'affidabilità e la sicurezza d'esercizio del gruppo generatore e limitare rischi di scatti intempestivi o non selettivi sono previsti i seguenti assetti di esercizio:

- **AVVIAMENTO:** alimentazione di tutte le utenze dal trasformatore AT/MT, con interruttore 52G aperto e sezionato;
- **NORMALE:** gruppo in generazione connesso alla rete AT;
- **IN ISOLA DI CARICO:** alimentazione di tutte le utenze dal gruppo di generazione e impianto disconnesso alla rete AT;
- **EMERGENZA:** da gruppo elettrogeno per mancanza di tensione in rete, finalizzato alla sola fermata in sicurezza.

### 3.3.3 PARALLELO DEL GRUPPO CON LA RETE AT

Il parallelo del gruppo con la rete 132 kV sarà eseguito sul montante MT del gruppo di generazione tramite dispositivi di Parallelo Automatico "DPA" e di Controllo Synchrocheck "SYN":

Gli interruttori abilitati al parallelo sono:

- interruttore **52G** "di generatore", per parallelo dopo avviamento del gruppo di generazione con la rete;
- interruttore **52T** "di trasformatore principale" lato 15kV, per parallelo con la rete del gruppo di generazione in funzionamento in "isola di carico".

### 3.3.4 AVVIAMENTO IN BLACK START-UP

Non è richiesta per tale tipologia d'impianto la funzione di riavviamento autonomo e riaccensione rete in caso di black-out generale della rete nazionale.

## 4 LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

### 4.1 LEGGI

I criteri progettuali e costruttivi delle apparecchiature elettriche saranno in linea con le vigenti norme italiane e Direttive CE.

Le apparecchiature saranno inoltre in tutto rispondenti ai requisiti previsti in materia di sicurezza in ottemperanza alla legislazione italiana e Direttive CE vigenti.

### 4.2 NORME

I sistemi elettrici previsti: AT 132 kV; MT 15 kV; BT 690 V e 400/230 Vca; (normali e protetti sotto UPS); BT 110 Vcc faranno riferimento a tutte le norme CEI, CEI EN, IEC, CENELEC, IEEE (interruttori MT precisati), ISO e UNI applicabili.

## 5 SISTEMI ELETTRICI MT 15 KV

Nel seguito sono riportate, in sintesi, le caratteristiche principali dei macchinari, apparecchiature e componenti elettrici del montante MT/AT del gruppo di generazione e della sbarra MT servizi ausiliari.

### 5.1 GENERATORE

Potenza nominale	MVA	25
Tensione nominale	kV	15
Numero di giri nominale	rpm	1500
Raffreddamento	Aria in circuito chiuso, a sua volta raffreddata con scambiatori acqua/aria	

La scelta della tensione a 15 kV consente di limitare la corrente nominale dell'alternatore e dei sistemi MT d'impianto; inoltre consente l'utilizzo di componenti di serie (15 kV).



Il sistema di eccitazione è del tipo “brushless” con Generatore a Magneti Permanenti “PMG” e Regolazione Automatica di Tensione “RAT” con tutte le funzioni regolanti previste (regolazione  $\cos\phi$ , giorno-notte, potenza reattiva, ecc.).

Dal lato centro stella è presente un quadro di messa a terra del centro stella con resistore opportunamente dimensionato per ridurre la corrente di guasto a terra e per garantire la funzionalità della protezione dell'isolamento dell'avvolgimento.

## **5.2 CONNESSIONE GENERATORE/QUADRO MT/TRASFORMATORE ELEVATORE**

La connessione del generatore al quadro MT di montante è realizzata tramite cavi a 15kV così come dal quadro MT al trasformatore elevatore.

## **5.3 QUADRO DI MEDIA TENSIONE**

Il quadro di media tensione è il componente ausiliario d'impianto di importanza fondamentale per l'alimentazione elettrica delle utenze del processo, in quanto tutti i flussi di energia elettrica, che fluiscono attraverso l'impianto, sono smistati attraverso questo quadro.

Il generatore elettrico, che recupera energia dal processo di incenerimento, conferisce l'energia prodotta a questo quadro tramite l'interruttore congiuntore 52G; infine l'energia prodotta, al netto del consumo delle utenze ausiliarie, viene inviata al trasformatore elevatore tramite l'interruttore 52T, e, da questo, una volta elevata a 132 kV, viene immessa in rete nazionale attraverso l'elettrodotto AT di connessione descritto in seguito.

Il quadro previsto è del tipo con isolamento in aria, certificato ad arco interno, per installazione all'interno. Queste caratteristiche soddisfano gli odierni requisiti di affidabilità, sicurezza del personale, economicità ed efficienza nel migliore dei modi.

Questo quadro è conforme alla Norma IEC 62271-200.

Tutte le funzioni di comando, controllo, misura, interblocchi, segnalazioni dei quadri MT e dei trasformatori MT/BT saranno riferiti al Sistema SPCC e avverranno, normalmente, dalla Sala Controllo.

I comandi sono realizzati dal fronte. Tutti gli indicatori di posizione vengono mostrati sulla porta del compartimento modulo interruttore. Gli elementi di controllo e comando meccanico sono installati anch'essi sulla medesima porta e disposti in modo talmente chiaro da escludere errate operazioni di manovra.

Le protezioni sono del tipo multifunzione vengono installate nel compartimento di bassa tensione. Esse sono connesse in via digitale al Sistema di Protezione Comando e Controllo (SPCC) del sistema.

Gli interblocchi meccanici garantiscono la sicurezza dell'esercizio e la corretta sequenza delle manovre dai blocchi a impedimento meccanico.

Il Compartimento di bassa tensione è incorporato nella struttura dello scomparto nella parte frontale, segregata dal vano interruttore MT tramite diaframmi metallici.

### **5.3.1 CONTINUITÀ DI SERVIZIO**

Il quadro presenta una compartimentazione interna delle parti in tensione che impedisce ogni possibilità di contatto, anche accidentale nella configurazione di interruttore estratto.

La categoria di continuità di servizio "LSC 2B" permette l'accesso ai compartimenti mentre gli altri rimangono operativi.

Per esempio, è possibile mantenere il compartimento delle sbarre dello stesso pannello così come tutti i compartimenti dei pannelli adiacenti, operativi, mentre il compartimento dell'interruttore e del vano cavi sono aperti.

Le lamiere di separazione tra il vano interruttore e quello dei cavi può essere rimosso per l'installazione dei cavi, per attività di verifica o di commissioning.

### **5.3.2 CLASSIFICAZIONE AD ARCO INTERNO**

In caso di guasto o di arco interno, lo sfogo dei gas che si producono nel compartimento sbarre e in quello dei cavi, risulta orientato verso l'alto attraverso una struttura posteriore.

Il quadro è perciò adeguato per installazione libera in stanza; l'operatore può accedere da tutti i lati in sicurezza.

Il grado di protezione offerto è IP4XD.

Gli interruttori possono essere estratti dal pannello e reinseriti attraverso un apposito carrello che viene fornito come accessorio. Per realizzare la posizione di sezionato viene effettuata una traslazione dei soli poli dell'interruttore. Il comando dell'interruttore rimane fermamente interbloccato con la parte fissa del pannello.

La porta di accesso alla cella interruttore consente il controllo visivo delle posizioni dell'interruttore (inserito / sezionato / aperto / chiuso / molle cariche-scariche).

Il compartimento cavi è a tenuta d'arco interno come del resto anche gli altri compartimenti.

Il fondo del vano cavi è dimensionato per resistere alle sovrappressioni d'arco.

## **5.4 TRASFORMATORI MT/BT**

I trasformatori MT/BT, del tipo isolati in resina, saranno alimentati dal quadro MT sopradescritto.

La dislocazione logistica di ciascun trasformatore è tale che la potenza è distribuita in Media Tensione nelle aree dell'impianto funzionalmente omogenee al processo e trasformata in Bassa Tensione vicino alle utenze, riducendo le perdite di distribuzione.

È stato previsto l'impiego di trasformatori a tre avvolgimenti. Con questa disposizione si contengono le correnti di corto circuito entro limiti accettabili per i quadri e gli interruttori BT che saranno, pertanto, del tipo di serie industriale.

I trasformatori sono dotati di variatore fuori tensione sul primario, manovrabile da quadro locale a bordo macchina, per variare il "rapporto di trasformazione" e adeguare la tensione BT secondo le esigenze d'esercizio al variare dei livelli di tensione AT/MT.

Il neutro di ciascun trasformatore sarà messo a terra.

Le isole di utenza d'impianto in cui è diviso l'impianto sono le seguenti:

- Servizi Ausiliari Generali (SAG);
- Ciclo Termico (CT);
- Generatore Vapore Griglia (GVG) - Linea 1 e linea 2;
- Sistema Depurazione Fumi (SDF) - Linea 1 e linea 2.

## 6 SISTEMI ELETTRICI AT 132 KV

Nel seguito sono riportate, in sintesi, le caratteristiche principali dei macchinari, apparecchiature del montante AT del gruppo di generazione (trasformatore principale AT/MT 132/15 kV, stallo AT Blindato isolato in SF<sub>6</sub>, scaricatori di sovratensione, passanti AT per connessione al blindato, all'elettrodotto AT e al trasformatore principale; elettrodotto AT 132 kV.

### 6.1 TRASFORMATORE PRINCIPALE AT/MT

Il trasformatore principale (E01 TRP 9001) ha le seguenti caratteristiche:

Costruttore		Primaria casa
Potenza nominale (funzionamento ONAN/ONAF)	MVA	20/25
Frequenza	Hz	50
Tensioni nominali AT/MT	kV	132/15
Raffreddamento		ONAN/ONAF
Collegamenti AT/MT - gruppo di appartenenza		Stella/Triangolo - Ynd11
Regolazione della tensione (fuori tensione)	%	132 kV $\pm 3 \times 2\%$

### 6.2 APPARECCHIATURA AT BLINDATA (GIS - GAS INSULATED SWITCHGEAR)

La stazione AT sarà realizzata con apparecchiature di manovra e controllo in involucro metallico con isolamento in gas esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>).

Le caratteristiche tecniche nominali principali sono le seguenti:

Tensione di esercizio	kV	132
Frequenza nominale	Hz	50
Corrente nominale dei collegamenti di montante	A	2000
Corrente nominale interruttori	A	≥ 1250
Potere di interruzione nominale di corto circuito	kA	31,5
Corrente nominale sezionatori	A	≥ 1250
Corrente di stabilimento nominale in corto circuito del sezionatore di terra rapido	kA	80

Il gas esafluoruro di zolfo è più pesante dell'aria di circa cinque volte. La normativa di riferimento in vigore è la CEI 17-72 e CEI 17-73.

Sarà installato un sistema di rilevazione gas esafluoruro di zolfo (SF<sub>6</sub>) nell'ambiente con segnalazione di allarme. L'apparecchio emette un allarme ottico / acustico quando nel punto di misurazione si constata la presenza di gas superiore ad una certa soglia in volume.

Il sistema di rilevazione è funzionalmente legato al Sistema di Protezione Comando e Controllo (SPCC) degli apparati GIS in alta tensione collocati all'interno di locali dedicati ed esclusivi con logiche d'intervento (allarme, segnalazione, blocco) da concordare con il costruttore dei GIS stessi.

Ai fini del controllo di edificio, in caso di presenza SF<sub>6</sub> nel locale AT di cui sopra, il sistema SPCC, invierà un allarme, verso la sala controllo.

All'interno dei locali dove sono installate le apparecchiature isolate in esafluoruro di zolfo è inoltre prevista una canalizzazione con grado di pendenza sufficiente e apposite coperture a griglia per permettere il fluire dell'eventuale gas, perso da un involucro, verso un pozzetto di raccolta.

### **6.3 SCARICATORI AT**

Gli scaricatori AT 132 kV, destinati a proteggere le apparecchiature da sovratensioni di origine atmosferica (fulmini) o di manovra, saranno del tipo a ossido metallico senza spinterometri. Essi saranno installati in prossimità del trasformatore principale lato AT.

La limitazione della sovratensione al valore di "tensione residua" di tabella è compatibile con le caratteristiche d'isolamento del Trasformatore AT/MT (550 kV).

### **6.4 CAVI AT**

I cavi AT isolati in XLPE sono utilizzati sia all'interno dell'impianto, per realizzare i collegamenti tra macchinari e apparecchiature, sia per l'elettrodotto di connessione alla Cabina primaria Enel Osmannoro.

I cavi AT sono in tipologia unipolare, isolati in XLPE e con conduttore in alluminio.

## **6.5 ELETTRODOTTO**

L'elettrodotto 132 kV sarà costituito da un cavo interrato e conetterà l'impianto di termovalorizzazione di Case Passerini alla Cabina Primaria 132 kV (CP) "Enel Osmannoro", a sua volta connessa tramite due linee in entra-esce alla Rete di Trasmissione Nazionale; tale CP alimenta, allo stato attuale, l'utenza delle FF.SS in AT.

La suddetta soluzione tecnica di connessione dell'impianto, allo stato attuale, è stata indicata da TERNA (Gestore della Rete AT che, a livello nazionale, definisce siti e modalità di connessione in relazione alle caratteristiche tecniche degli impianti di generazione e della rete AT limitrofa), a seguito della richiesta della scrivente.

A fronte della comunicazione di TERNA si è provveduto a individuare un percorso possibile di connessione che minimizzasse le servitù di attraversamento nei confronti dei proprietari privati dei terreni interessati al passaggio dell'elettrodotto, tenendo anche conto dei vincoli relativi alla manutenzione dei canali di raccolta delle acque pluviali, gestita dal Consorzio di Bonifica della piana di Sesto.

L'elettrodotto si attesterà in impianto all'apparecchiatura blindata in SF<sub>6</sub>, GIS, e dopo aver superato il tragitto individuato attraverso le strade e i campi raggiungerà la cabina AT Osmannoro di Enel Distribuzione, dove si attesterà con dei passanti cavo-aria per connettersi alle sbarre aeree della CP suddetta.

# **7 SISTEMA DI PROTEZIONE, COMANDO E CONTROLLO (SPCC)**

## **7.1 GENERALITÀ**

I sistemi elettrici AT e MT dell'impianto saranno gestiti da un sistema di protezione comando e controllo (SPCC) dedicato; il normale esercizio sarà attuato da sala controllo presidiata 24/7, da dove sarà possibile controllare e comandare tutte le apparecchiature AT MT del sistema elettrico.

In particolare il SPCC è un sistema di controllo distribuito (DCS), composto da un computer centrale dedicato al coordinamento dei vari sottosistemi, da una rete internet (LAN) a 100 MB in anello, da tutte le BCU (la BCU è l'acronimo di Bay Control Unit, in sostanza è un PLC locale che controlla lo stallo a cui è assegnato) e da tutte le protezioni di ciascuno stallo.

Anche le protezioni installate sul quadro di protezione generatore, così come il sistema di sincronizzazione al parallelo, sono anch'esse interfacciate con il Computer centrale sulla LAN di sistema.

Il computer centrale contiene tutte le logiche di gestione di sistema e permette di gestire, oltre al monitoraggio, l'archiviazione dei valori delle caratteristiche elettriche del sistema, la

perturbografia e l'invio a Terna dei dati d'impianto, mentre le BCU contengono le logiche di interblocco locali.

Per il monitoraggio del sistema elettrico esegue la registrazione cronologica di eventi "RCE", che serve nell'analisi perturbo grafica.

## **7.2 DESCRIZIONE DEL SISTEMA**

Le funzioni specifiche del sistema di automazione sono combinate con quelle di un sistema di controllo a logica programmabile e includono le possibilità di comunicazione con l'esterno.

In particolare tutte le applicazioni funzionali richieste al sistema (protezione, controllo, monitoraggio, ecc.) sono assicurate dall'interazione/cooperazione tra le funzioni logiche inserite nei dispositivi fisici, che dialogano tra loro utilizzando la rete di comunicazione (LAN) standard.

Le funzioni del sistema di automazione di stazione (controllo, protezione e monitoraggio, ecc.) sono allocate su tre differenti livelli:

- livello di STAZIONE;
- livello di STALLO;
- livello di PROCESSO.

La risoluzione temporale è di 1 ms.

Le interfacce di comunicazione tra unità appartenenti allo stesso stallo potranno essere realizzate sia mediante comunicazioni P2P, sia mediante collegamenti diretti per lo scambio di informazioni tra protezioni (BPU), unità di controllo (BCU).

Per l'invio delle informazioni ai centri remoti (es. funzione di gateway per DCS e gestore della rete), è utilizzato il protocollo IEC 60870-5-104 slave. Le maggiori informazioni inviate possono essere le seguenti:

- stati di organi di manovra e posizione di apparati di regolazione;
- eventi ed allarmi (singolarmente e criterizzati);
- misure di tensione, corrente, frequenza, potenza ed energia attiva e reattiva;
- dati di autodiagnostica.

Le informazioni ricevute dai centri possono invece essere:

- comandi su singoli organi di manovra;
- comandi di unità funzionale.

Il sistema è progettato per svolgere almeno i seguenti compiti:

- telecomunicazione (vedasi per esempio la comunicazione di dati per TERNA);
- monitoraggio;
- automazione delle manovre;
- controllo locale e remoto / controllo con interblocco di quadro / sequenze di manovra;
- connessione di relè di protezione e bay control unit (BCU) con acquisizione dei parametri elettrici, stato delle protezioni, stato degli organi di manovra;

- modifica e visualizzazione di informazioni di processo;
- archiviazione e registrazione dati di operazioni e disturbi di rete;
- integrazione con altre reti (DCS) o con il sistema di controllo del turbogruppo.

Il sistema è inoltre dotato di un'interfaccia grafica con l'utente sia in locale (sala quadri) che in sala controllo tramite un computer con software compatibile (HMI).

### **7.3 GESTIONE DEL MONTANTE ALTERNATORE E QUADRO MT**

Il montante alternatore è dotato di sistemi (regolazioni, protezioni elettriche, ecc.) previste dalle norme CEI, dalla buona tecnica e dalle prescrizioni Terna, per macchine della taglia utilizzata.

Le protezioni elettriche sono di tipologia digitale multifunzione a doppio canale (o funzionalmente ridondanti).

Un dispositivo di parallelo automatico (DPA) e un dispositivo di controllo syncrocheck (SYN) supervisioneranno le condizioni di parallelo in automatico. Anche durante il parallelo manuale il dispositivo syncrocheck (SYN) garantirà la supervisione in sicurezza dell'operazione.

È inoltre previsto un monitoraggio oscillografico "OP" e la registrazione cronologica di eventi "RCE" per l'analisi eventi in normale esercizio o al verificarsi di anomalie o avarie.

Il sistema comprenderà un quadro per logiche di blocco fra macchinari e sistemi realizzato con logiche numeriche e relè finali elettromeccanici bistabili.

Tutte le informazioni di teleoperazione (telemisure e telesegnali) verso Terna relative all'impianto saranno fornite con modalità da definire di concerto con Terna stessa e il Distributore Locale.

### **7.4 MISURE DI ENERGIA (WH)**

Sul punto di scambio dell'energia lato 132 kV, è previsto un pannello contatore teleleggibile dal Gestore della Rete con modem GSM; si riepilogano nel seguito tutti gli altri complessi di misura.

<b>Posizione</b>	<b>Funzione</b>	<b>Denominazione</b>	<b>Interesse</b>
Locale Misura 132 kV	Consegna commerciale a GSE	EN 132	Cabina Primaria 132 kV – Commerciale/Fiscale
Quadro MT	Produzione TGV	P 21	UTF - Fiscale
Quadro MT	Erogazione TGV	E 21	Controllo
Quadro MT	Totalizzatore servizi ausiliari	SA 13	UTF - Fiscale/Controllo
Quadro MT	Alimentazione utenze TGV	CV11	Certificati verdi
Gruppo Elettrogeno	Utenze di sicurezza in fermata	P 25	UTF - Fiscale

Ogni gruppo di misura sarà completo di certificazione originale riguardo ai TA, TV, morsettiere di prova e Contatore.

Per i gruppi di misura fiscali la certificazione dovrà essere di laboratorio con autorizzazione Ministeriale dell'ufficio tecnico di Finanza "UTF".

Per i suddetti gruppi di misura, in occasione della messa in servizio dell'impianto WTE, saranno eseguite delle prove reali di certificazione dell'intera catena di misura (TA-TV-contatore) secondo le prescrizioni dell'Agenzia delle Dogane (UTF).

## **8 IMPIANTI ELETTRICI DI TERRA**

### **8.1 RETE DI TERRA PRIMARIA**

#### **8.1.1 GENERALITÀ**

La maglia di terra dell'impianto ha lo scopo di disperdere verso terra le eventuali correnti di guasto a terra dei sistemi elettrici assicurando condizioni di sicurezza agli operatori presenti nell'area dell'impianto che, in nessun caso, devono essere interessati a tensioni di passo o di contatto pericolose.

La rete di terra sarà unica per tutto l'impianto di termovalorizzatore e dovrà essere interconnessa anche a quelle esistenti degli stabilimenti limitrofi (trattamento fanghi, selezione-compostaggio).

Il dimensionamento avverrà in funzione dei parametri di corrente per guasti a terra, e relativi tempi di eliminazione del guasto, della Rete a tensione più elevata (132 kV).

Le norme CEI 11-1 fissano i valori limite per le tensioni di passo e di contatto in funzione del tempo di eliminazione del guasto da parte dei dispositivi di protezione installati a monte.

Alla stessa rete di terra di cui sopra sarà connesso anche l'impianto LPS dei fabbricati.

Tipicamente l'impianto di terra delle stazioni 132 kV annesse alle Centrali di generazione, è costituito da una rete "magliata" di conduttori di rame nudi interrati.

La rete dei conduttori dispersori di terra è disposta, a una profondità tipicamente di circa 0,70 m corrispondente al piano di fondazione della maggioranza dei basamenti.

Sul perimetro della maglia i conduttori dispersori saranno interrati a una profondità maggiore (circa 1 m) ed integrati con alcuni picchetti (tipo unificato Enel 1201/1-2-3) verticali.

Nei punti di maggior gradiente di potenziale (scaricatori, terminali cavi AT) le maglie saranno opportunamente infittite.



La suddetta rete magliata sarà prevista con tutte le necessarie cime emergenti per connettere tutti gli impianti di terra secondaria del macchinario di processo, delle sale quadri e degli impianti di fabbricato, concentrati in nodi di terra.

A tali nodi di terra si collegheranno tutti gli impianti secondari di terra dei sistemi MT e BT di processo e di fabbricato.

Le coppie di cime emergenti saranno derivate da lati distinti delle maglie della rete di terra per motivi di ridondanza e sicurezza.

Nella maglia esterna saranno inoltre previsti alcuni pozzetti di connessione per l'effettuazione delle misure di verifica iniziali e periodiche, nonché per l'eventuale magliatura di utenze limitrofe future.

### **8.1.2 RETE BASE NELLA ZONA AT**

L'estensione della rete di terra proposta è costituita dall'involuppo delle aree interessate all'installazione del fabbricato AT e degli apparati di potenza (trasformatori, modulo blindato SF<sub>6</sub>).

Per la "rete di ampliamento" si prevede di prolungare i lati della magliatura della rete di base, dal contorno delle zone AT, verso le altre "maglie" di estensione fino costituire un poligono complessivo, sufficientemente smussato, senza spigoli, con vertici arrotondati.

La suddetta configurazione è da ritenersi sufficientemente cautelativa anche ai fini di limitare trasferimenti di tensioni indotte sulle masse estranee uscenti o entranti dallo stabilimento (p.es. le eventuali future tubazioni del teleriscaldamento e gli impianti di terra del limitrofo impianto di compostaggio e del trattamento fanghi).

In ogni caso sarà necessario eseguire specifiche prove strumentali iniziali, prima della messa in tensione dell'impianto, obbligatorie per legge (DRP 462-01).

### **8.1.3 CONNESSIONI EQUIPOTENZIALI**

Tutte le strutture metalliche dell'impianto saranno collegate alla maglia di terra tramite connessioni effettuate da apposite cime emergenti e capocorda con bulloni in acciaio inossidabile.

I collegamenti di terra (cime emergenti), destinati a collegare al dispersore interrato le normali strutture metalliche saranno fissati alle stesse mediante capocorda e bullone (tipo Enel M 1202 o similare) e saranno collegati alla maglia di terra con due corde di rame nude.

Con la geometria tipica sopra descritta portata massima prevista dei conduttori sarà in accordo alle Norme CEI 11-1.

Gli impianti elettrici attualmente esistenti in adiacenza all'area del costruendo impianto di termovalorizzazione sono dotati di rete di terra commisurata al suo attuale livello di tensione ovvero 15 kV.

A seguito dell'introduzione nell'area dell'impianto del sistema AT a 132 kV, si renderà necessario effettuare degli interventi di equipotenzializzazione consistenti nella realizzazione di nuove sub-maglie e nel collegamento di tutte le maglie periferiche alla nuova maglia principale della zona 132 kV.

#### **8.1.4 RISPONDENZA A LEGGI E NORME**

La rete di terra risponderà ai parametri di sicurezza impiantistica di cui alle norme CEI 11-1.

Nel caso che in sede di prima verifica (prima dell'attivazione dell'impianto), ai sensi del Dlgs 462-01, non vengano rispettati i parametri elettrici previsti dalle norme CEI 11-1, si procederà ad interventi correttivi con estensioni e/o infittimenti dei conduttori dispersori e/o al miglioramento delle interconnessioni equipotenziali.

### **8.2 IMPIANTI DI TERRA SECONDARIA**

Tutto l'impianto BT sarà realizzato in tipologia TN-S (CEI 64-8).

Nelle sale quadri e nelle aree di installazione dei componenti elettrici dei vari fabbricati, a partire dalle cime emergenti e/o dall'anello perimetrale esterno di fabbricato dell'impianto di terra primaria, saranno realizzati idonei impianti di terra secondaria (con collegamenti EQP, nodi di terra, eventuali sub nodi, collettori perimetrali interni, corde di guardia nei cunicoli - o polifore - di accesso alle singole sale quadri, ecc.).

Tali impianti opportunamente divisi nelle varie tipologie di "terre" (funzionali, di schermo, di sicurezza) ove richiesto dalla tipologia dei quadri e delle apparecchiature (specialmente elettroniche di potenza e/o informatiche) anche ai fini della compatibilità EMC.

Quanto sopra allo scopo di garantire tutti i vari impianti elettrici di potenza e di controllo dagli effetti indiretti delle fulminazioni che si manifestano prevalentemente con guasti sulle schede elettroniche.

## **9 CARATTERISTICHE ELETTRICHE DEI SISTEMI BT**

### **9.1 ALIMENTAZIONI PRINCIPALI**

Le alimentazioni BT per il processo e i servizi generali di impianto saranno garantite da cinque trasformatori MT/BT-BT, a due avvolgimenti secondari, isolati in resina, già descritti in precedenza.

Detti trasformatori, in funzione del proprio livello di potenza, saranno scelti con un valore di Tensione di Corto Circuito adeguato in base a criteri di ottimizzazione della caduta di tensione, al fine di contenere il potere di corto circuito delle sbarre BT a valle entro limiti tecnici di opportunità e allo scopo di utilizzare apparecchiature elettriche di esecuzione standard e approvvigionamento di commercio.

Le protezioni elettriche di linea e quelle interne ai trasformatori (temperatura) agiranno sull'interruttore MT in partenza, il quale provvederà a "trascinare" in apertura i corrispondenti interruttori BT a valle.

Il gruppo di collegamento dei trasformatori MT/BT-BT è Dyn11-yn11 con neutro francamente a terra.

Il sistema elettrico di riferimento sarà di tipologia TN-S (CEI 64-8).

Il livello di tensione BT sarà normalmente 400/230 V<sub>ca</sub>; per le utenze di più rilevante potenza sarà utilizzata tensione a 690 V<sub>ca</sub> ottenuta da trasformatori con uno dei due secondari dedicato.

Le uscite BT dei trasformatori si attesteranno ai Quadri Power Center, a doppio sistema di sbarre, e con ulteriore sbarra privilegiata intermedia alimentabile da Gruppo elettrogeno in caso di emergenza.

A valle dei Power Center saranno alimentate tutte le utenze principali dirette e tutti i quadri MCC o di Distribuzione, suddivisi per le varie parti di impianto (GVG, SDF, TGV, SCV, generali di impianto).

La sezione dei cavi sarà compatibile con un'energia passante  $\sum I^2 t$  correlata alla taglia dell'interruttore magneto - termico a monte.

Il dimensionamento delle condutture terrà conto anche dei guasti terminali a terra.

## 9.2 DIMENSIONAMENTI TIPICI

### 9.2.1 CADUTE DI TENSIONE

Le linee di distribuzione principali (linee derivate dal quadro di consegna fino ai quadri di zona) saranno dimensionate per contenere il valore della caduta di tensione percentuale entro il 2%.

### 9.2.2 COEFFICIENTI DI UTILIZZAZIONE

I coefficienti di utilizzazione da adottare in ciascun punto di erogazione o utilizzo dell'energia elettrica (intesi come il rapporto fra l'effettiva corrente max assorbita e la corrente nominale dell'utenza) sono previsti nei seguenti valori:

- |   |       |
|---|-------|
| • impianti di illuminazione normali         | k=1   |
| • impianti illuminazione di sicurezza       | k=1   |
| • prese FM 2x10 A                           | k=0,2 |
| • prese FM 2x16 A – 3x16 A – 4x16 A         | k=0,2 |
| • prese FM 2x16 A o 4x32 CEE o 4x125 A      | k=0,2 |
| • alimentazioni FM per impianti tecnologici | k=1   |
| • alimentazioni FM per utenze cucine        | k=1   |

### 9.2.3 COEFFICIENTI DI CONTEMPORANEITÀ

I coefficienti di contemporaneità da adottare in ciascun punto di erogazione o utilizzo dell'energia elettrica (intesi come il rapporto fra la max potenza prelevata contemporaneamente rispetto alla max potenza erogabile) sono previsti nei seguenti valori:

- impianti di illuminazione normali k=1
- impianti illuminazione di sicurezza k=1
- prese FM 2x10A k=0,5
- prese FM 2x16A – 3x16A – 4x16A k=0,5
- prese FM 2x16A o 4x32 CEE k=0,2
- alimentazioni FM per impianti tecnologici k=1
- alimentazione ascensori k=0,3

### 9.2.4 RIEMPIMENTO DELLE CANALIZZAZIONI

Il coefficiente di riempimento delle canalizzazioni (inteso come rapporto fra la sezione teorica totale esterna dei conduttori e la sezione interna netta delle canalizzazioni) è previsto contenuto entro i valori massimi seguenti:

<b>Per linee di potenza</b>	
Canaletta, passerella o tubi in metallo	k=0,5
Tubo PVC rigido di tipo pesante	k=0,4
Tubo flessibile corrugato di PVC posato incassato o sotto pavimento	k=0,4
<b>Per linee ausiliarie o di comando</b>	
Canaletta o tubi in PVC	k=0,7
Tubo PVC rigido di tipo pesante	k=0,5
Tubo flessibile corrugato di PVC posato incassato o sotto pavimento	k=0,6

### 9.2.5 GRADI DI PROTEZIONE

I gradi di protezione degli involucri e degli impianti, in accordo alle norme CEI 70-1, saranno previsti adeguati all'ambiente e alla tipologia del locale dove gli impianti saranno installati e comunque non inferiori a IP40.

### 9.2.6 PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti saranno protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corti circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi sarà effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

Gli interruttori automatici magnetotermici interromperanno le correnti di corto circuito che si possono verificare nell'impianto in modo da garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose.

Gli interruttori avranno un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

#### **9.2.7 SEZIONI MINIME DELLE CONDUTTURE**

In ogni caso non saranno superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, di isolamento e di posa, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

#### **9.2.8 SEZIONE DEI CONDUTTORI DI NEUTRO**

La sezione dei conduttori neutri, normalmente, sarà uguale a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

L'eventuale riduzione della sezione del neutro per i conduttori in circuiti polifasi, sarà applicata solo nel caso che, a valle, non siano presenti significativi carichi con presenza di armoniche.

#### **9.2.9 SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI TERRA E DI PROTEZIONE**

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, cioè dei conduttori che collegano all'impianto di terra le parti da proteggere contro i contatti indiretti, non sarà inferiore a quella indicata nella tabella sotto riportata, tratta dalle norme CEI 64-8.

In alternativa ai criteri sopra indicati le sezioni del conduttore di protezione saranno calcolate mediante il metodo analitico indicato dalle norme CEI 64-8.

#### **9.2.10 PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI**

Gli impianti elettrici saranno realizzati con grado di protezione sufficiente per il tipo di installazione realizzata.

Si applicheranno, comunque, i seguenti principi:

- la protezione dai contatti diretti avverrà con l'adozione d'idonei involucri di protezione (CEI 70-1).
- gli impianti posti all'aperto saranno realizzati con grado di protezione meccanica almeno IP54.
- i gradi di protezione delle apparecchiature saranno mantenuti in tutta l'esecuzione, ivi compresa la zona d'ingresso e uscita cavi anche da quadri e cassette di smistamento.

#### **9.2.11 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI E SELETTIVITÀ**

Tutti gli impianti prevedono l'installazione d'interruttori automatici di tipo magneto termico per la protezione di tutte le linee.

Ogni linea elettrica sarà protetta dal sovraccarico, dal corto circuito e dal guasto terminale a terra come previsto dalle norme CEI 64-8.

La selettività sarà assicurata dal coordinamento dei valori d'intervento delle protezioni magnetiche degli interruttori in cascata.

### **9.2.12 PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI**

La protezione dai contatti indiretti avverrà di norma con il metodo dell'interruzione dell'alimentazione per intervento delle protezioni magnetiche degli interruttori in partenza dai quadri principali e secondari e bordo macchina, in presenza della corrente di guasto nei singoli anelli P-PE, nei tempi previsti dalla Norma CEI 64-8 per Sistemi TNS.

La protezione delle utenze finali di impianto sarà normalmente realizzata attraverso l'utilizzo di interruttori magneto termici adeguatamente tarati riguardo alla  $I_m$ .

Per ogni linea d'alimentazione a valle dei quadri PC, sarà verificata l'impedenza dell'anello di guasto a terra in arrivo (sul quadro o utenza periferica) e controllata la coerenza della taratura  $I_m$  dell'interruttore generale in partenza.

### **9.2.13 CLIMATIZZAZIONE DELLE SALE QUADRI**

Nelle sale quadri con prevalente presenza di quadri BT e di controllo, saranno previste delle Unità di condizionamento modulari che interverranno per mantenere una temperatura media interna non superiore a 27 °C.

## **9.3 QUADRI BT POWER CENTER**

Per ogni zona dell'impianto sarà previsto un Power Center dedicato, realizzato con tripla sbarra e congiuntori.

Dopo un eventuale black-out, la sbarra centrale di ciascun Power Center potrà essere ri - alimentata in emergenza (occasionale di riserva) dal Gruppo Elettrogeno (GE) a mezzo di commutazione automatica.

La suddetta sbarra privilegiata, in condizioni di normale funzionamento, sarà alimentata, di norma, dalla prima sbarra del PC.

Tutte le utenze dirette e i quadri periferici dei servizi di processo (MCC e distribuzione), saranno alimentati a valle dei rispettivi quadri Power Center.

Le utenze d'impianto saranno alimentate in BT, complete di eventuali avviatori statici e inverter in funzione delle taglie dei motori e delle eventuali esigenze di regolazione del processo.

Gli interruttori generali BT, immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT, saranno comandati da distanza da parte del sistema DCS di processo in sala controllo; le relative misure, allarmi, segnalazioni di stato saranno riferite al sistema DCS; l'assetto di normale esercizio sarà da sala Controllo.

Tutti i comandi degli altri interruttori principali dei quadri PC saranno effettuati esclusivamente in locale.

I principali interruttori in partenza dai quadri PC saranno muniti di strumento multifunzione locale.

## **9.4 QUADRI BT MCC**

Le sbarre di arrivo di ciascun MCC saranno tutte in tipologia 3F+N.

L'architettura interna e le carpenterie saranno previste con tipologia modulare distinta per funzioni.

Il numero e la taglia dei quadri MCC sarà ottimizzato in funzione delle partenze dai quadri Power Center e dalla dislocazione topografica delle utenze a campo.

Le tensioni ausiliarie necessarie al funzionamento interno dei componenti saranno normalmente realizzate in loco a partire da dette sbarre (o dalle singole partenze) con l'interposizione di uno o più trasformatori con secondario tipicamente a 110 Vca.

### **9.4.1 PARTENZE MOTORE**

Tutte le utenze periferiche BT di processo saranno telecontrollate e telecomandate dalla Sala controllo a mezzo del sistema DCS dedicato di supervisione e interfaccia uomo macchina.

Le singole partenze motore potranno essere comandate sia in locale che da distanza da parte del Sistema DCS in sala controllo; le relative misure, allarmi, segnalazioni di stato saranno ugualmente riferite al sistema DCS.

L'assetto di normale esercizio sarà con comando dal DCS.

Tutte le informazioni e/o azioni (misure, allarmi, consensi, segnalazioni di stato, comandi) saranno acquisite e/o fornite dal/al Sistema DCS tramite morsettiera di interfaccia, una per ciascun quadro, verso la quale tutti i segnali in entrata ed uscita interni al quadro saranno cablati con cavi schermati.

Il Sistema DCS provvederà ad eseguire tutte le funzioni e le logiche normali di avviamento, fermata e riavviamento.

I comandi locali a campo potranno avvenire da bordo quadro;

L'alimentazione dei motori in BT sarà realizzata in maniera differenziata in funzione della tipologia del servizio di processo svolto dall'utenza, della localizzazione della stessa e delle problematiche impiantistiche ed elettriche ad essa connesse.

I quadri Soft Start saranno provvisti di logiche e apparecchiature per il loro disinserimento una volta avviato il motore; alla fermata del motore il sistema ripristinerà le condizioni per essere pronto ad un nuovo avviamento.

### **9.4.2 PARTENZE MOTORE CON INVERTER**

I sistemi di azionamento con inverter saranno completi di eventuali filtri di soppressione delle armoniche e di schermature; detti sistemi saranno installati all'interno dei quadri MCC (prevedendo opportune segregazioni e schermature) oppure in armadi dedicati a campo, anch'essi opportunamente schermati e fatti salvi i vincoli specifici di montaggio dei fornitori degli inverter.

Le informazioni verso il Sistema DCS di impianto potranno essere di tipologia convenzionale o in Profibus.

## **9.5 ALIMENTAZIONI AUSILIARIE DI PROTEZIONE E SICUREZZA**

I sistemi elettrici descritti nel seguito saranno destinati a fornire tutte le alimentazioni ausiliarie protette e privilegiate per le aree di processo.

### **9.5.1 QUADRO RADDRIZZATORE E BATTERIA A 110 V<sub>CC</sub>**

Il sistema Raddrizzatore 400 Vca / 110 Vcc, a doppio ramo ridondante è destinato alla carica in tampone della batteria di emergenza a 110 Vcc.

Le principali utenze da alimentare sono:

- la pompa olio emergenza (POE) del TGV;
- le alimentazioni principali di processo a 110 Vcc (circuiti ausiliari e di protezione del quadro MT);
- i circuiti ausiliari, di protezione e controllo dei quadri del sistema SPCC.

Il Sistema sarà dimensionato per garantire l'autonomia almeno di un'ora.

Per il dimensionamento della capacità nominale della batteria e della taglia del raddrizzatore si è fatto riferimento alle Raccomandazioni IEEE Std 485-1983.

È stata prevista pertanto una taglia unificata di batteria 110 V da **800 Ah**.

Il sistema Raddrizzatore-Batteria sarà monitorato sia per le anomalie interne sia per lo stato interruttori c.a. e c.c., con controllo remoto da Sistema DCS a mezzo di allarmi ottico-acustici.

Il sistema sarà alimentato sotto GE di emergenza.

### **9.5.2 QUADRO QUPS-BATTERIA A 400/230 V<sub>CAP</sub>**

Il Sistema UPS a 400/230 Vcap è destinato principalmente all'alimentazione del Sistema di supervisione DCS, degli apparati di regolazione turbina e dei PLC di processo.

Tale unità deve garantire la disponibilità, in ogni condizione di esercizio normale o eccezionale, del livello di tensione 400/230 Vcap, per tutti i sistemi di supervisione, regolazione e di sicurezza dell'Impianto.

Il sistema UPS sarà previsto in architettura modulare con ridondanza, senza interruzione.

Il sistema UPS sarà monitorato sia per le anomalie interne sia per lo stato interruttori c.a. e c.c., con controllo remoto da Sistema DCS a mezzo allarmi ottico - acustici.

Il sistema sarà alimentato sotto GE di emergenza.



### **9.5.3 QUADRO UPS SOCCORRITORE PRINCIPALE LUCE DI SICUREZZA**

È previsto un Sistema UPS a 400/230Vcap di alimentazione dei circuiti luce di sicurezza in caso di black-out elettrico, realizzato con 2 moduli gemelli. di cui uno in back up caldo, più switch diretto di by pass con la rete normale.

Il sistema sarà rispondente ai vincoli di legge:

- DM 8/3/85
- DM 10/3/98
- DM 81-08

L'autonomia del sistema è prevista almeno per un'ora.

Il sistema soccorritore sarà monitorato sia per le anomalie interne sia per lo stato interruttori c.a. e c.c., con controllo remoto da Sistema DCS tramite allarmi ottico - acustici.

Il sistema sarà alimentato sotto GE di emergenza.

### **9.5.4 QUADRI PERIFERICI DISTRIBUZIONE TENSIONI AUSILIARIE**

Tali quadri sono destinati a fornire ai quadri principali di processo e di controllo e ad altri componenti di processo particolari, diverse possibili alimentazioni ausiliarie di cui gli stessi abbiano necessità (110 Vdc sotto batteria, 230 Vac sotto UPS).

Le alimentazioni e le singole partenze delle utenze dai quadri periferici saranno comandate solo in locale.

Eventuali ulteriori necessarie tensioni ausiliarie (p.es. 24 Vcc) saranno realizzate direttamente a bordo dei quadri di processo.

Ogni quadro, comunque, sarà predisposto per visualizzare e inviare al DCS di impianto le necessarie informazioni relative sia al suo stato di funzionamento che alle eventuali anomalie presenti.

Gli eventi di allarme e le segnalazioni di stato saranno acquisiti dal Sistema DCS tramite gli armadi di accentrimento DCS verso i quali tutti i segnali in uscita saranno cablati.

### **9.5.5 GRUPPO ELETTROGENO**

In impianto è previsto un Gruppo Elettrogeno a 400/230 Vca azionato da motore Diesel, di taglia prevista in 2 MW - 2,5 MVA, completo di quadro bordo macchina, di interruttore generale GE, e di logica automatica di avviamento entro il minimo tempo possibile.

Il GE sarà previsto di tipo autoportante, cofanato, insonorizzato, con serbatoio giornaliero incorporato nel basamento metallico.

Il serbatoio principale sarà di tipologia interrata completo di accessori per il controllo e travaso gasolio e le protezioni antinquinamento, tale da garantire una sufficiente autonomia.

Il GE sarà completo di gruppo di misura fiscale certificato UTF.

Il GE sarà certificato ai fini delle emissioni ambientali (rumore e gas di scarico).

In caso di black-out elettrici, la commutazione automatica (83CA) presente a livello periferico su ogni Power Center di processo, oltre ad isolare la sbarra privilegiata sul PC stesso, invierà il comando di avviamento verso il GE di cui sopra.

Il GE sarà rapidamente operativo e, a mezzo del proprio Quadro BT di smistamento (E31 QBCMZ 0025), sarà in grado di alimentare le sbarre privilegiate di tutti i PC periferici interessati alle utenze privilegiate.

Non appena su tali sbarre ritornerà tensione, grazie all'entrata in servizio del GE, il Sistema DCS attiverà una sequenza automatica graduale di riavviamento delle sole utenze di emergenza per consentire, al GE, di acquisire carico progressivamente.

La messa in servizio di tali utenze consentirà all'impianto di fermarsi in sicurezza.

Non è prevista nessuna forma di parallelo del GE con altri sistemi elettrici.

Il sistema elettrico di riferimento del GE sarà di tipologia IT allo scopo di garantire la massima continuità di esercizio durante la fase d'emergenza per la fermata in sicurezza dell'impianto (assetto consentito dalle norme CEI 64.8 art. 413.5.1 - commento).

Le logiche di protezione e interblocco saranno realizzate a livello locale.

Le logiche sequenziali di alleggerimento e riavviamento di utenze privilegiate sotto GE saranno affidate al Sistema DCS.

#### **9.5.6 QUADRO DI SMISTAMENTO GRUPPO ELETTROGENO**

Per la distribuzione delle alimentazioni di riserva provenienti dal Gruppo Elettrogeno è previsto un Quadro elettrico di smistamento delle alimentazioni privilegiate sotto GE.

#### **9.5.7 UTENZE DI PROCESSO SOTTO GRUPPO ELETTROGENO**

In caso di fermata intempestiva dell'impianto, il Sistema DCS provvederà inizialmente all'effettuazione degli alleggerimenti di tutte le utenze sui singoli quadri MCC interessati e, in seguito, alla sequenza automatica graduale di riavviamento delle sole utenze d'emergenza sotto GE per consentire, al GE stesso, di acquisire carico progressivamente e, all'impianto, di fermarsi in sicurezza.

Nell'assetto definitivo dell'impianto le principali utenze previste sono le seguenti:

- utenze turbina TGV (pompa olio POE, pompa olio sollevamento, viratore)
- una pompa acqua alimento
- una pompa estrazione condensato
- raddrizzatore-Batteria
- UPS di processo
- UPS Soccorritore Luce di sicurezza
- un compressore aria
- utenze griglia e scorie - Linea 1
- utenze griglia e scorie - Linea 2

- estrattore fumi di emergenza - Linea 1
- estrattore fumi di emergenza - Linea 2

L'elenco non è esaustivo e potrà essere adattato o implementato in fase di realizzazione progettazione esecutiva.

## **9.6 VIE CAVI**

I percorsi cavi saranno secondo le necessità, le zone e le funzioni, con le seguenti soluzioni:

- in tubazioni interrato in PVC corrugate;
- in canalizzazioni costituite di vassoi di tipo metallico d'acciaio zincato a caldo dopo lavorazione, ispezionabili, completi di pezzi speciali, curve, coperchi (IEC 144);
- in tubazioni metalliche filettabili costituite di tubi metallici d'acciaio zincato, tipo "CONDUIT" tipo UNI 7683 o similari;
- in guaina metallica armata , flessibile, rivestita di PVC tipo serie PN o similari.

All'interno d'ambienti particolarmente aggressivi sono previste soluzioni equivalenti con l'utilizzo di passerelle o canali o tubi porta cavi di vetroresina o d'AISI.

Le eventuali canalizzazioni in PVC (CEI 23-8) avranno un grado di protezione almeno IP 44.

Tali prodotti saranno rispondenti alle seguenti Normative armonizzate CEI EN 61386

I circuiti di emergenza e di sicurezza a 110 Vcc e 230 Vcap seguiranno percorsi segregati e, il più possibile, distinti.

È previsto l'utilizzo di materiale di sigillatura per roditori per ingresso tubazioni porta cavi all'edificio.

## **9.7 CONDUTTURE**

### **9.7.1 BLINDO SBARRE E CAVI BT**

Le connessioni principali BT fra trasformatori SA e quadri PC sono previste in condotti sbarre isolati o segregati, oppure in cavi (limitatamente ai circuiti a 690 V).

Per le altre condutture, i cavi previsti sono del tipo FG7R, FG7OM1 o N07V-K non propagante l'incendio conformi alle norme CEI 20-22 e 20-35.

### **9.7.2 CAVI DI POTENZA SCHERMATI**

Per l'alimentazione di motori a campo aventi a monte degli inverter, in accordo con il costruttore degli inverter, si utilizzeranno, se necessario, idonei cavi schermati, con messa a terra da ambo le parti (in partenza e in arrivo).

Qualora le sezioni siano rilevanti potranno essere valutate anche soluzioni alternative che prevedano p.es. percorsi cavi separati, "twistatura" cavi, ecc., ma comunque riconducibili alle buone tecniche EMC.

### **9.7.3 CAVI PER IMPIANTI FV**

Saranno utilizzati cavi rispondenti alle norme CEI 20-91, sigla di designazione FG21M21 (1500 V<sub>cc</sub>).

### **9.7.4 CAVI PER CIRCUITI DI SICUREZZA**

Tutti i circuiti riguardanti:

- i pulsanti di emergenza VVF;
- l'alimentazione del motore di emergenza olio del TGV (POE);
- le alimentazioni delle pompe antincendio;
- le luci di sicurezza;

saranno realizzati con apposite vie cavo segregate e con l'impiego di cavi resistenti al fuoco CEI 20-45.

### **9.7.5 FIBRE OTTICHE**

La trasmissione mediante Fibra Ottica sarà utilizzata per le "dorsali" di trasmissione di segnali di controllo dei sistemi distribuiti, per la trasmissioni di dati a lunga distanza, ove le tipologie di segnale ancora lo permettano, ovvero al posto dei collegamenti in rame, in situazioni di possibilità di elevati disturbi elettromagnetici.

Nel dimensionamento del percorso e nella posa della Fibra Ottica dovrà essere tenuto in considerazione che questa, qualora posata insieme ad altri fasci di cavi, dovrà essere adeguatamente segnalata per essere facilmente individuabile, e dovrà essere posata in una posizione ove il fascio di cavi non gravi, con il suo peso, sulla stessa.

## 10 SICUREZZE ELETTRICHE

### 10.1 CLASSIFICAZIONI E COMPONENTI ATEX

In sede di progetto esecutivo sarà redatta un'apposita relazione generale di classificazione finale dei luoghi EEx (CEI 31-30) con pericolo di esplosione che motiverà l'utilizzo dei componenti elettrici EEx previsti nelle varie parti del processo.

### 10.2 ACCORGIMENTI PER LA SICUREZZA DEGLI IMPIANTI

Le dotazioni e le modalità realizzative degli impianti saranno previste in conformità ai seguenti criteri e accorgimenti di sicurezza:

- Nei locali tecnici in genere, le prese e gli organi di comando saranno posizionati ad una altezza minima di 1,5 m e si provvederà alla protezione meccanica delle condutture dagli urti fino a H=2,5 m;
- il grado di protezione minimo dei componenti elettrici all'interno sarà di IP 40 e all'esterno IP 55;
- i comandi saranno il più possibile concentrati in quadri elettrici segregabili a chiave o con attrezzo;
- adozione prevalente del sistema radiale con suddivisione dei circuiti;
- sovra dimensionamento delle condutture per tener conto della temperatura dei locali e delle aree di processo;
- selettività dei circuiti con interruttori automatici e/o relè differenziali (questi preferibilmente solo per FM Luce o, comunque, circuiti terminali);
- protezione termica integrale anche delle condutture;
- adozione di conduttori di tipo non propaganti l'incendio CEI 20-22 o 20-35; in alcuni circuiti particolarmente critici in tipologia CEI 20-45; per l'impianto FV in tipologia CEI 20-91;
- impianti luce di sicurezza con lampade alimentate sotto UPS - Soccorritore:
  - normalmente sempre accese (nei luoghi ristretti o vie di fuga);
  - alcune ad intervento occasionale di soccorso in assenza rete;
- circuiti elettrici di potenza segregati dai circuiti degli impianti di controllo;
- compartimentazione antincendio (con interventi civili o l'impiego di idonee schiume ignifughe) delle vie cavo nei punti critici e ove richiesto dagli ambienti ATEX o soggetti al CPI;
- impianti di fabbricato previsti con le seguenti dotazioni:
  - sistemi di rilevazione incendio;
  - termostati di massima di allarme in sala controllo per sale quadri;

- allarmi vari (allagamenti, ecc.).

### **10.3 SEZIONAMENTI DI SICUREZZA PER LA MANUTENZIONE**

Per quanto riguarda le utenze finali di processo (p. es. motori, resistenze di processo, ecc.) saranno garantiti i criteri di sicurezza, in caso di interventi manutenzione sulle stesse, di cui alle norme CEI 44-5.

### **10.4 COMANDI LOCALI DI ARRESTO MECCANICO**

Su tutti i quadri MCC a campo saranno previsti dei pulsanti localizzati di arresto a fungo rosso (a urto meccanico) idonei a sganciare, in condizioni di emergenza meccanica, ai fini della sicurezza del personale, tutte le alimentazioni remote da Power Center remoto, che alimentano i quadri MCC stessi.

### **10.5 COMANDI LOCALI DI EMERGENZA ANTINCENDIO**

All'esterno di alcuni locali e zone d'impianto, in ottemperanza a specifiche normative CPI o consuetudini antincendio, da concordare con il competente comando provinciale dei VVFF, saranno previsti dei pulsanti localizzati di emergenza sotto vetro, idonei a sganciare, in emergenza incendio, tutte le alimentazioni (da Power Center remoto) che alimentano i quadri BT interessati all'area.

### **10.6 COMANDI GENERALI DI EMERGENZA VVF**

I comandi generali di emergenza che agiranno su tutto l'impianto, con criteri da condividere con i VVF, saranno sintetizzati e accentrati in un quadro da esterno IP 55.

Tali comandi saranno, in prima approssimazione, ma da definire con i VVF, i seguenti:

- PEM 1 (TGV) - Toglie tensione al locale del TGV;
- PEM 2 (RSU) - Toglie tensione alla Fossa Rifiuti e locali accessori;
- PEM 3 (ELE) - Toglie tensione a tutto l'impianto WTE esclusi i GE, UPS, Batterie;
- PEM 4 (GEN) - Toglie tensione a tutto l'impianto WTE.

A tale scopo, i criteri circuitali degli impianti elettrici saranno previsti in maniera coerente con le suddette esigenze fin dalla fase della progettazione esecutiva.

Tutti i suddetti comandi saranno accentrati in prossimità dell'ingresso Sala Controllo sotto pannello con vetro di protezione.

Il PEM 4 sarà realizzato sotto doppio vetro.

I circuiti saranno monitorati 24h riguardo alla loro continuità e saranno realizzati con cavi CEI 20-45 resistenti al fuoco almeno per 1 ora.

## **11 IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

Nell'area Pesa Ovest, utilizzando, come supporto dei pannelli, le pensiline di parcheggio dei 46 posti auto, sarà realizzato un impianto fotovoltaico di tipologia parzialmente integrata con energia immessa direttamente sul sistema BT di impianto.

### **11.1 GENERALITÀ**

Un impianto FV trasforma direttamente l'energia associata alla radiazione solare in energia elettrica, sfruttando l'effetto fotovoltaico di semiconduttori drogati.

L'energia solare per irraggiamento giunge sulla superficie terrestre in forma diretta, diffusa e riflessa con una potenza d'irraggiamento medio di  $1,37 \text{ kW/m}^2$ .

In Italia centrale la radiazione media annuale nelle condizioni sopra esposte è di circa  $4,4 \text{ kWh/m}^2/\text{giorno}$  a cui corrisponde una energia di circa  $1750 \text{ kWh/m}^2/\text{anno}$ , (ovvero circa 1,3 barili di petrolio  $/\text{m}^2/\text{anno}$  risparmiabili).

L'energia solare che è convertita in energia elettrica utilizzabile (in modo intermittente e variabile) è circa il 13% di quella incidente.

La tecnologia adottata è quella attualmente più diffusa, cioè quella dei pannelli rigidi al silicio-cristallino.

Più pannelli connessi in serie costituiscono una stringa.

Il generatore FV è costituito da più stringhe collegate in parallelo fra loro fino ad ottenere la potenza voluta.

Le varie stringhe in parallelo alimentano uno o più inverter "ad inseguimento" che "ottimizzano" i punti di massima potenza (prodotto  $V_{cc} \times I$ ) delle stringhe e trasformano l'energia elettrica  $V_{cc}$  a monte, al valore di  $V_{ca}$  desiderato a valle (p.es  $230 V_{ca}$  monofase oppure  $400 V_{ca}$  trifase).

### **11.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Gli impianti FV saranno realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Le caratteristiche degli impianti stessi e dei loro componenti, saranno in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti e in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;
- alle prescrizioni del gestore della rete (GSE);
- alle norme e Guide CEI (CEI 20-91 e Guida 82-25).

### **11.3 INVERTER FV**

Gli inverter fotovoltaici in commercio hanno potenze nominali fino a 10 kW monofasi e fino a circa 100 kW in esecuzione trifase.

Sul lato  $V_{cc}$  (ovvero dal lato d'ingresso delle stringhe di pannelli FV) l'inverter, con un suo chopper controllato interno, insegue continuamente le variabili caratteristiche di tensione e corrente dei pannelli (dipendenti anche dalla temperatura esterna e dall'irraggiamento) in modo tale di avere sempre il prodotto massimizzato  $V \times I$ , ovvero il punto di massima potenza (MPPT).

Per quanto riguarda le condizioni a carico, poiché l'inverter lavora bene solo in un range di tensioni prestabilito, si deve verificare la congruità fra la minima (e massima) tensione di ingresso dai pannelli (che sono funzione dell'irraggiamento e della temperatura), con quelle min e max tollerate dall'inverter.

### **11.4 CAVI ELETTRICI "SOLARI"**

I cavi elettrici di un impianto FV sono soggetti a condizioni estreme (temperature elevate, radiazioni ultraviolette, intemperie), ma saranno comunque in grado di durare per tutta la durata dell'impianto (20-25 anni).

Tutti i cavi lato  $V_{cc}$  sono previsti in classe II (isolamento rinforzato) e con tensione nominale almeno il doppio della tensione dell'impianto.

I cavi cosiddetti "solari", ovvero destinati alla connessione dei pannelli e stringhe e verso i primi quadri di interconnessione o di sottocampo, sono previsti dimensionati per sopportare temperature elevate; si usano cavi particolari, normalmente unipolari, con isolamento e guaina di gomma rispondenti alle norme CEI 20-91.