



COMUNE DI CISTERNA DI LATINA (LT)



StudioTECNICO
ing.MarcoBALZANO
Via Monte Grappa, 67a
70125 Bari (BA)
www.ingbalzano.com

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto:

REALIZZAZIONE IMPIANTO DI MINI-COGENERAZIONE AD
ALTO RENDIMENTO DA 49kWe-110kWt ALIMENTATO
CON SOTTOPRODOTTO DI BIOMASSA LEGNOSA

Sito Intervento:

Soc.AGR. DEMETRIUS SRL
VIA TORRECCHIA, SNC
CISTERNA DI LATINA (LT)

Committente:

Soc.AGR. DEMETRIUS SRL
VIA GIULIO CESARE, 02
00197 ROMA (RM)



Progettista:

Ing. Marco G. Balzano
Via Monte Grappa Carrasi, 67a - 70125 Bari (BA)
Ordini degli Ingegneri della Provincia di Bari n. 9341

Riferimento Commessa:	I17.C105
Tavola:	RT.1
Oggetto Elaborato:	RELAZIONE TECNICA
Data Elaborato:	02/05/2017
Revisione:	R1
Nome File:	I17.C105_RT1.R1





INTRODUZIONE

La presente relazione descrive un impianto di produzione energia elettrica e termica da fonte rinnovabile in assetto cogenerativo ad alto rendimento.

Nello specifico, l'impianto di mini-cogenerazione è da realizzarsi nel comune di **Cisterna di Latina** (LT) in via Torrecchia, snc.

L'obiettivo che il progetto si prefigge è quello di produrre energia elettrica per la cessione al GSE per tramite della rete di E-Distribuzione SpA; inoltre l'energia termica prodotta sarà utilizzato per l'essiccazione della biomassa, dei prodotti agricoli e per la produzione di acqua calda sanitaria / riscaldamento abitazioni adiacenti.

L'impianto si configura come sistema di Cogenerazione ad Alto Rendimento.

Nello specifico, il sistema sarà costituito da n.01 mini cogeneratore a combustibile solido, alimentato con cippato di legno (tipo sottoprodotto), con potenza elettrica pari a **49 kW/el** ed una potenza termica pari a **110 kWt**.

L'approvvigionamento della materia prima sarà garantito sia da aziende boschive locali, sia dal bosco di proprietà presente nell'area adiacente alla collocazione dell'impianto. Esso sarà prodotto prevalentemente dagli scarti della lavorazione del legno e dalla pulizia dei boschi.

Dopo un'analisi di mercato mirata ad una valutazione tecnico economica è stata individuata nella gassificazione il sistema di cogenerazione idoneo per le specifiche esigenze. Essa si differenzia rispetto al classico sistema a combustione per un rendimento di gran lunga superiore. Questo aspetto si traduce in un fabbisogno di materia prima molto basso a parità di energia elettrica/termica prodotta.

Il legno, così trasformato, ha il vantaggio che può essere prodotto sia dagli scarti della lavorazione del legno sia dalla pulizia dei boschi.

La progettazione risponde appieno ai dettami delle norme vigenti in materia di risparmio energetico e a tutte le normative di sicurezza, di prevenzione incendi, inquinamento atmosferico e ambientale, tenendo conto di tutte le esigenze di applicazione normativa e manutentiva.

Dal punto di vista ecologico/ambientale l'impianto in progetto presenta alcuni vantaggi indiscutibili rispetto ad impianti per la produzione di calore basati esclusivamente su combustibili fossili tradizionali quali il metano.



La biomassa é infatti una fonte di energia rinnovabile. Il suo sfruttamento a fini energetici segue un ciclo naturale chiuso. Per la biomassa il bilancio dell'anidride carbonica (CO₂) si può considerare neutro, ne risulta quindi un contributo nullo della combustione del legno rispetto al temuto fenomeno di lento riscaldamento dell'atmosfera, meglio noto come effetto serra. L'anidride carbonica liberata nella fase di combustione bilancia il carbonio fissato nella pianta durante il suo ciclo vegetativo.

Sia a livello mondiale che a livello europeo, sono stati raggiunti degli accordi, che impegnano tutti gli stati a ridurre le proprie emissioni di anidride carbonica (conferenza di Kyoto e risoluzione del Parlamento europeo del 18.06.1998), mediante un uso più parsimonioso ed efficiente delle risorse energetiche, nonché un aumentato ricorso alle fonti di energia rinnovabili.

LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, secondo le caratteristiche indicate nella seguente relazione e nella documentazione allegata, si dovranno inoltre rispettare tutte le leggi vigenti, anche se non espressamente menzionate, con particolare riferimento a:

- **LEGGE n°186 del 1 marzo 1968** - *Regola d'arte*
- **DECRETO n° 37 del 22 gennaio 2008** - *Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*
- **DLG n°81 del 9 aprile 2008** - *Attuazione dell'art.1 Legge 3 Agosto 2007, n.123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"*

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti, devono essere conformi alle leggi ed ai regolamenti vigenti alla data del contratto; in particolare devono essere conformi:

- alle norme CEI;
- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle Autorità Locali;
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- alle prescrizioni ed indicazioni della TELECOM.

Per quanto concerne le Norme CEI, devono essere ottemperate le disposizioni contenute nelle seguenti Norme:

Guida CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità degli impianti;

Guida CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;

NORMA CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le protezioni dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;

NORMA CEI 17-13/1/3: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione;

NORMA CEI 64-8: Edizione Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500 V in c.c.;

NORMA CEI 11-17: "Impianti di produzione ,trasporto , distribuzione di energia elettrica Linee cavo";

NORMA CEI 17-5: Interruttori automatici per corrente alternata a $V_n < 1000V$;

NORMA CEI 23-12: Prese a spina per uso industriale;

NORMA CEI 23-31: Sistemi di canali metallici e loro accessori per uso portacavi e portapparecchi;

NORMA CEI 23-32: Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori;

NORMA CEI 23-39: Sistemi di tubi e accessori per l'installazioni elettriche;



- NORMA CEI 23-38/40/41:** Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione;
- NORMA CEI 23-42:** Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati;
- NORMA CEI 23-44:** Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati;
- NORMA CEI 23-50:** Prese a spina per usi domestici e similari;
- NORMA CEI 23-51:** Prescrizione per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse;
- NORMA CEI 23-59:** Apparecchi di comando non automatici installazione elettrica fissa per uso domestico e similare;
- NORMA CEI 20-22:** Norme per cavi elettrici non propaganti l'incendio;
- NORMA CEI 34-21:** Apparecchi di illuminazione Parte 1: prescrizioni generali e prove;
- NORMA CEI 34-22:** Apparecchi di illuminazione Parte 2: prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza;
- NORMA CEI 306-1:** Cablaggi nei locali degli utilizzatori per le tecnologie dell'informazione;
- NORMA CEI 306-2:** Guida per il cablaggio per telecomunicazioni e distribuzione multimediale negli edifici residenziali;
- NORMA CEI 306-6:** Tecnologia dell'informazione :sistemi di cablaggio generico, parte 1 requisiti generali e uffici;
- NORME UNI 10380:** piu variante Illuminazione di interni con luce artificiale;
- NORMA CEI–UNEL 35024/1:** Cavi per energia isolati in materiale termoplastico o elastomerico per tensioni <1000V in corrente alternata : portata di corrente in regime permanente per posa in aria;
- NORMA CEI – UNEL 35026:** Cavi per energia isolati in materiale termoplastico o elastomerico per tensioni <1000V in corrente alternata : portata di corrente in regime permanente per posa interrata;
- NORMA CEI 3-14:** Segni grafici per schemi. Elementi di segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale;
- NORMA CEI 3-15:** Segni grafici per schemi. Conduttori e dispositivi di connessione;
- NORMA CEI 3-18:** Segni grafici per schemi. Produzione, trasformazione e conversione dell'energia elettrica;
- NORMA CEI 3-19:** Segni grafici per schemi. Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione;
- NORMA CEI 3-20:** Segni grafici per schemi. Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione;
- NORMA CEI 3-23:** Segni grafici per schemi. Schemi e impianti di installazione architettonici e topografici;
- NORMA CEI 81-10/1:** Protezione contro i fulmini: Principi generali;



NORMA CEI 81-10/2: Protezione contro i fulmini: Valutazione del rischio;

NORMA CEI 81-10/3: Protezione contro i fulmini: Danno materiale alle strutture;

NORMA CEI 81-10/4: Protezione contro i fulmini: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;

NORMA CEI 11-18: Impianti di produzione, trasporto, distribuzione energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;

NORMA CEI 61-28: Ventilatori elettrici e loro regolatori di velocità per uso domestici e similari. Norme particolari disicurezza;

NORMA CEI 61-50: Sicurezza degli apparecchi elettrici d'uso domestico e similari. Norme generali;

NORMA CEI 70-1: Gradi di protezione degli involucri (Codice IP) ;

NORMA CEI 103-1: Impianti telefonici interni;

Saranno inoltre rispettate le normative UNEL per i materiali impiegati e le disposizioni legislative in atto in materia di prevenzione degli infortuni sul lavoro oltre le prescrizioni e raccomandazioni degli Enti preposti al controllo e alla verifica degli impianti , come ASL , Comando VVFF .

Eventuali prodotti stranieri dovranno rispondere alle Norme del paese di provenienza , riportare il relativo Marchio e rispettare le direttive della Comunità Europea relative alle caratteristiche di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico .

I materiali usati dovranno essere dotati del marchio CE e del Marchio Italiano di Qualità o idonea relazione di conformità ai requisiti richiesti , fornita dal costruttore.

Sarà inoltre garantita l'osservanza di:

- altre norme, anche se non indicate, sempre pertinenti l'esecuzione degli impianti elettrici.
- nuove leggi o norme, varianti od integrazione di leggi e norme esistenti, entrate in vigore successivamente alla stesura del presente e prima della consegna degli impianti .

Tutti gli impianti dovranno essere dati in opera perfettamente funzionanti, rispondenti alle finalità richieste e sicuri nell'esercizio.

GENERALITA'

Soggetto Responsabile

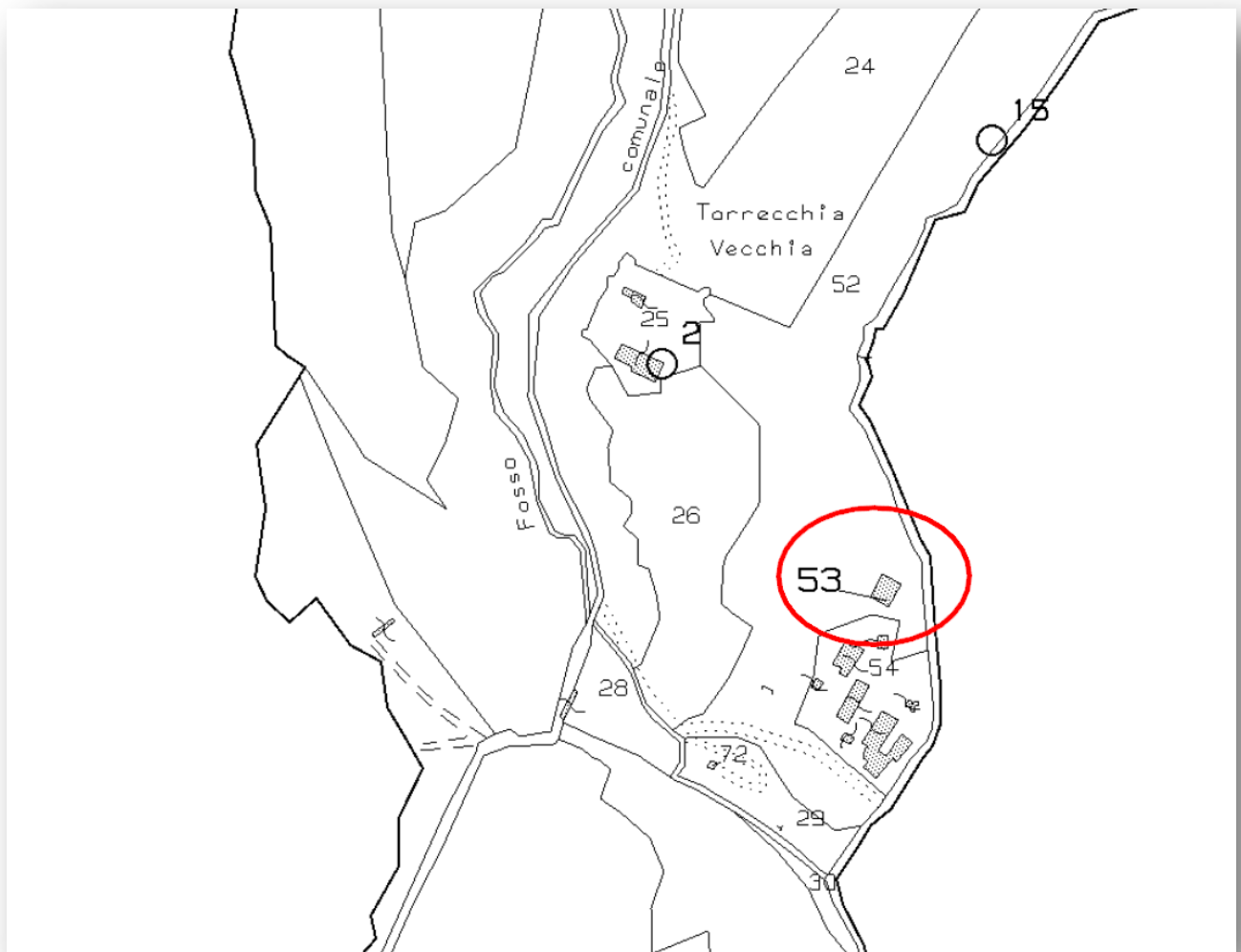
Soc. Agr. Demetrius srl

Sede Legale: Via Giulio Cesare, 02 | 00197 Roma (RM)

Partita IVA / CF: 11775861005

Individuazione Impianto

La **Società Agricola Demetrius srl** ha la disponibilità di un'area all'indirizzo di via Torrecchia, snc Cisterna di Latina (LT) distinta catastalmente al Foglio n. 155 particella 53 sub 1.



Coordinate GPS

Latitudine	41°38'37.07"N
Longitudine	12°50'52.40"E
Quota sul livello del mare	102 m





Sistema Elettrico:

- | | |
|---|--------------------------------|
| • Sistema Trifase | 4 conduttori (3 Fasi + Neutro) |
| • Tensione nominale | 400 V |
| • Tensione riferimento per l'isolamento | 0,6/1 kV |
| • Frequenza nominale | 50 Hz |
| • Sistema di classificazione | TT |
| • Caduta di tensione massima ammessa | 4 % |
| • Potenza Immissione | 49 kW |

Si configurano pertanto come impianto di tipo TT (neutro del sistema direttamente connesso a terra e masse dell'impianto utilizzatore collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del sistema).



DESCRIZIONE INTERVENTO

Opere Civili

Il sistema di cogenerazione verrà installato all'interno del fabbricato esistente.

L'edificio è stato individuato e reputato idoneo fondamentale per le sue dimensioni e posizionamento. Esso infatti permetterà di accogliere al suo interno tutte i dispositivi lasciando ampi spazi per eventuale accesso mezzi agricoli senza la necessità di opere civili.

Non sono previsti interventi che modificheranno i prospetti esterni, ma date le esigue dimensioni, il tutto sarà contenuto all'interno dell'edificio ad oggi inutilizzato.

Non sono previsti interventi strutturali che andranno a modificare o intaccare l'attuale staticità dell'edificio.

L'impatto ambientale dell'installazione sarà trascurabile in quanto il tutto avverrà all'interno del fabbricato esistente. Medesima considerazione è stata fatta in riferimento alla valutazione impatto acustico. Inoltre, in riferimento a quest'ultimo punto, è stato previsto di accessoriare il cogeneratore con una schermatura fonoassorbente che permetterà di neutralizzare l'eventuale rumore residuale.

Opere Elettriche

Opere elettriche per l'alimentazione, la protezione, il controllo delle apparecchiature installate, nonché per la consegna dell'energia prodotta saranno installate all'interno dei locali.

La consegna avverrà in Bassa Tensione.

Il distributore di energia elettrica E-Distribuzione (ex Enel distribuzione) ha emesso preventivo di connessione alla rete BT con codice di rintracciabilità **145764139** (documento allegato al seguente documento). Si allega documentazione di accettazione proposta tecnico economica.

I dati Identificativi di Impianto sono i seguenti:

I seguenti dati sono relativi al punto di connessione dell'impianto in oggetto alla rete BT con tensione nominale 380 V ed identificato con il codice di rintracciabilità della richiesta **145764139**.

indirizzo:	Via Torrecchia Vecchia - Via Colle D'Ercole, SNC - Cisterna Di
località:	Latina
codice POD:	Cisterna Di Latina 04012 (LT)
Tipologia SSPC:	IT001E691942295 (Art. 37, c.1 Delibera 111/06) Principale
codice presa:	ASE
codice fornitura:	5909569600001
Cliente:	691942295
DTR:	DEMETRIUS SOC. AGR. SRL
Zona:	Lazio Abruzzo Molise
	Latina

La tipologia di lavoro necessario per eseguire la connessione riconosciuta è di tipo **SEMPLICE** (art. 10.1 TICA)

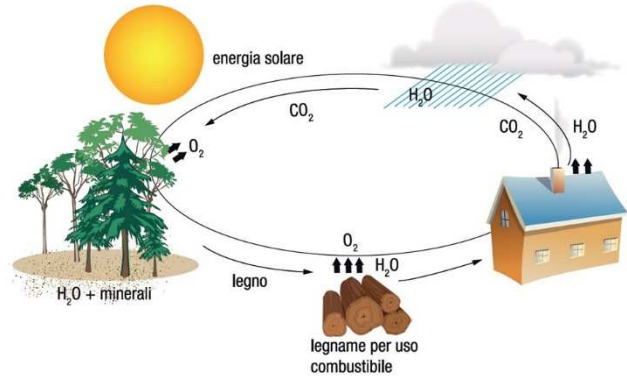
La soluzione tecnica prevede il collegamento a nodo esistente in adiacenza a fornitura attualmente in uso.
Verrà installato un armadietto stradale in adiacenza all'armadietto attualmente esistente ENEL



Verrà predisposto un nuovo cavi di collegamento, sfruttando il cavidotto esistente, che collegherà l'edificio oggetto dell'intervento al nuovo armadietto. Il cavidotto esistente attualmente porta energia elettrica e collega i due edifici.

BIOMASSA

La biomassa è una fonte energetica considerata neutrale per quanto riguarda le emissioni di gas a effetto serra. L'anidride carbonica emessa durante la combustione, è pari a quella assorbita dalla pianta durante il processo di crescita, con un bilancio finale di CO₂ pari a zero.



Le biomasse possono essere fatte rientrare fra le fonti di energia rinnovabile in quanto l'anidride carbonica che viene emessa affinché esse possano produrre energia non causa un incremento di quella già presente a livello ambientale, ma è la stessa che i vegetali hanno assorbito per il loro sviluppo e che, alla fine del loro ciclo vitale, tornerebbe in circolo per la degradazione di tali sostanze organiche.

Come biomasse specifiche per il sistema in oggetto saranno utilizzate materie che rientrano nella categoria **b** ovvero **sottoprodotti di origine biologica** di cui all'articolo 8 comma 4 del DM 06.07.2012 e alla Tabella 1-A.

Nello specifico la biomassa sarà derivata dalla lavorazione dei prodotti forestali e della gestione del bosco. Essa sarà acquistata da imprese operante nel settore forestale.

L'impianto è collocato in una zona ad alta concentrazione boschiva e sul territorio è presente una forte presenza di aziende forestali che si occupano della gestione del bosco e la gestione dei prodotti forestali.

L'impianto di cogenerazione in oggetto è di tipo a gassificazione, scelto per la sua caratteristica di alta efficienza ovvero utilizzo di un quantitativo esiguo di cippato annuo.

L'impianto, dunque, sarà alimentato, totalmente, con **biomassa solida umida**.

È previsto un sistema di essiccazione del legno che porterà la materia prima a un tenore idrico pari al 10-15%.

Per fornire una indicazione del fabbisogno di biomassa solida si prende come riferimento il cippato di legno con le seguenti caratteristiche.

Cippato proveniente da conifere, faggio, rovere, frassino, cerro, etc, con un PCI del mix tal in alimentazione (Umidità 15%) pari a ca. 15,36 MJ/kg (4,16 kWh/kg); l'umidità massima accettabile in ingresso è pari al 15% (intesa come contenuto idrico).

Poiché la biomassa utilizzata: cippato essiccato ($u < 15\%$), può pesare ca. **200 kg/msr** (msr: metro cubo stero), l'impianto ha bisogno di un approvvigionamento di circa 0,25 m³/h ovvero di **6 m³/giorno**.

Lo stoccaggio previsto in fase di progetto pari a **20 m³** è in grado di garantire il funzionamento dell'impianto per tre giorni.

Si considerando un funzionamento medio di **7.500 ore** anno:

<u>Biomassa Solida (u%=40%)</u>	ORARIO		ANNUALE	
<i>Cippato di Legno</i>	Kg/h	60	Ton/a	450
<u>Biomassa Solida (u%=10%)</u>	ORARIO		ANNUALE	
<i>Cippato di Legno</i>	Kg/h	49	Ton/a	367,5



DESCRIZIONE FUNZIONAMENTO SISTEMA

Principio di Funzionamento

La **cogenerazione** è il processo di produzione contemporanea di energia elettrica e di calore, utilizzabile per il riscaldamento o altri processi produttivi che ne facciano uso.

Il materiale utilizzato dal processo è il **cippato di legno**, opportunamente selezionato e seccato, è convogliato al gassificatore, dove avviene il cambiamento di stato da solido a gassoso.

Il cippato è il risultato della cippatura, ovvero la riduzione del legno in scaglie di dimensioni variabili da pochi millimetri ad alcuni centimetri. Il legno, così trasformato, ha il vantaggio che può essere prodotto sia dagli scarti della lavorazione del legno sia dalla pulizia dei boschi.

Il funzionamento del sistema si basa sul principio fisico della Gassificazione, ovvero, la conversione termochimica per mezzo della quale un combustibile solido (Biomassa legnosa) viene trasformato in una miscela gassosa quello che viene definito gas di sintesi (syngas) e rappresenta essa stessa un combustibile.

La gassificazione è un metodo per ottenere energia da materiali organici ad alta efficienza. L'uso del processo di gassificazione per la produzione di energia presenta alcuni vantaggi rispetto alla combustione diretta. Infatti il syngas prodotto viene bruciato direttamente in motori a combustione interna in quanto il processo di gassificazione permette di togliere con le ceneri, elementi altrimenti problematici per la successiva fase di combustione, quali ad esempio cloro e potassio, consentendo la conseguente produzione di un gas molto pulito.

La trasformazione avviene in un reattore stagno, in mancanza di ossigeno. Dal raffreddamento del gas così ottenuto si ottiene quota parte del calore. Il Syngas prodotto può essere utilizzato per la produzione Energia Elettrica mediante un motore endotermico abbinato ad un alternatore.

Il motore è coassiale ad un generatore elettrico; questi trasforma l'energia meccanica in corrente elettrica, la quale viene immessa in rete. L'energia termica (raffreddamento motore e fumi di scarico) viene utilizzata per essiccare il cippato e può venire utilizzata per molteplici altri scopi (es. riscaldare l'acqua, teleriscaldamento, ecc.).

Il sistema di gassificatore utilizzato è a letto fisso equi-corrente (la direzione del combustibile legno ed il gas scorrono nella stessa direzione). Il reattore viene caricato in alto e il gas estratto in basso. Il materiale per gassificare è cippato di legno vergine, meglio se di qualità G30-G40.



Il cippato viene trasportato tramite una coclea dal magazzino di stoccaggio nel serbatoio di caricamento.

Tramite un sensore viene controllato il livello nel serbatoio. Per garantire che durante le fasi di caricamento non entri aria nel sistema, nel serbatoio di caricamento sono montate due valvole a tenuta stagna.

Queste vengono comandate tramite un PLC per garantire che una si apra solo se l'altra è già chiusa. Tutte le valvole e azionamenti sono chiusi in caso di mancanza di corrente elettrica. Tramite un raschietto e una coclea viene trasportato il materiale nel reattore, un sensore di livello comanda la quantità.

Il reattore è il cuore dell'impianto nel quale viene trasformato il legno tramite un processo termochimico in gas di legno/syngas.

Più materiale passa attraverso la zona di ossidazione maggiore risulterà la temperatura.

Nel gassificatore a letto fisso equi corrente, il braciere della zona di ossidazione si trova nella parte più stretta del reattore.

Nella combustione la carbonella si trasforma in anidride carbonica e si unisce con vapore acqueo proveniente dall'umidità del legno (nella zona di riduzione). Da questa unione esce monossido di carbonio e idrogeno.

Siccome il gas deve passare attraverso il braciere (zona ossidazione), le eventuali parti non gassificate come catrame e idrocarburi vengono trasformati in CO, CO₂ e H₂. Questo gassificatore produce gas con una percentuale molto bassa di catrame. Il gas di legno, syngas, e i residui della gassificazione, cenere e carbonella, escono dal reattore dalla parete bassa, passano insieme in uno scambiatore dove viene raffreddato il gas. Successivamente il syngas passa attraverso un filtro a manica dove avviene la separazione tra gas, cenere e carbonella.

Cenere e carbonella vengono trasportati tramite valvole e coclea in un apposito contenitore all'esterno dell'impianto. Un meccanismo comandato da PLC garantisce la tenuta stagna del sistema di estrazione.

Dopo che il gas pulito esce dal filtro, viene ulteriormente raffreddato tramite un altro scambiatore per arrivare a ca. 90°C al filtro di sicurezza posto all'ingresso del motore. Questo funge come filtro di emergenza per evitare eventuali danni al motore se il filtro principale dovesse presentare dei malfunzionamenti.

Dopo il filtro di sicurezza il gas viene miscelato con aria per alimentare il motore a scoppio a ca. 40°C Il potere calorifico del gas è di ca. 4,5 MJ/m³ (~1,4 kWh/m³).

I gas di scarico del cogeneratore vengono puliti tramite un catalizzatore e raffreddati attraverso uno scambiatore per essere immessi in atmosfera puliti e raffreddati. Il cogeneratore produce 49 kWh di corrente elettrica. Tutti i processi sopra descritti avvengono in componenti singoli collegati tra di loro ermeticamente.

Tutto il sistema viene tenuto sotto pressione a 100 mbar tramite un ventilatore. L'aria di processo entra dal reattore nel sistema chiuso.

Il gas può solo uscire attraverso il motore dal sistema ermetico.

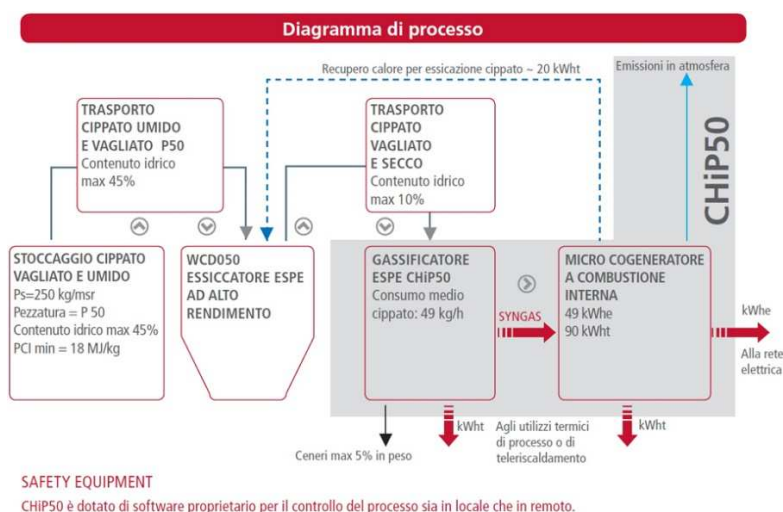
Tutto il circuito del gas viene controllato e comandato tramite il PLC. In caso di malfunzionamento del cogeneratore, il sistema chiude le valvole per evitare la fuoriuscita del gas dal sistema ermetico.

Non è necessario bruciare il gas rimanente tramite una torcia. La torcia serve solo nella messa in funzione dell'impianto e per verificarne la qualità del gas.

Nelle varie fasi di processo si produce calore che viene estratto tramite due scambiatori posti sul gassificatore e sul motore e da qui destinati alle "utenze" che nel caso è rappresentata da fabbisogni di riscaldamento, produzione acqua igienico-sanitaria ed essiccazione di cippato/prodotti agricoli.

Altra energia termica viene prodotta mediante il raffreddamento del motore stesso e dei gas di scarico.

Il sistema lavora in assetto cogenerativo.

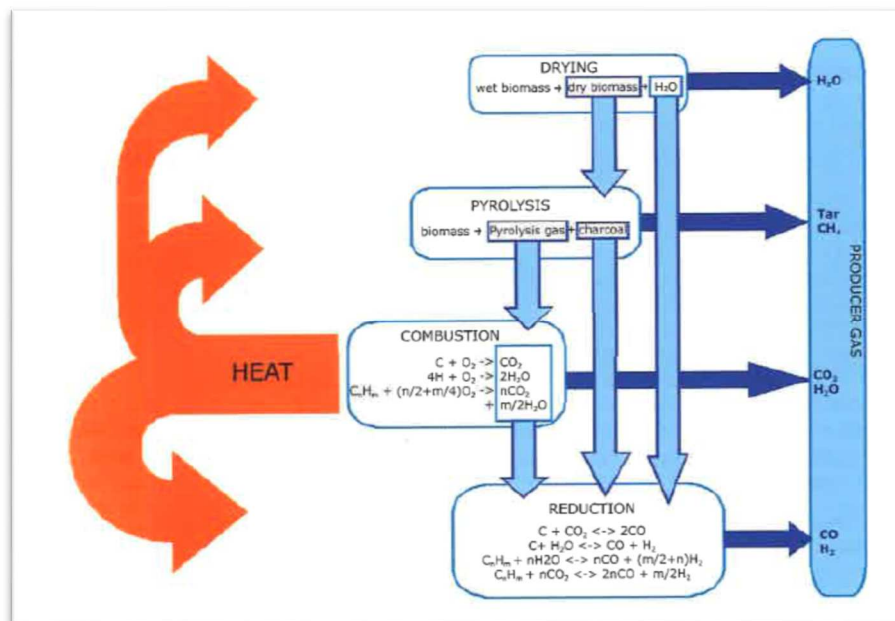


Nel gassificatore a letto fisso equi corrente ESPE l'agente gassificante, aria, scende dall'alto del reattore insieme alla biomassa. Il processo di gassificazione può essere distinto nelle seguenti fasi:

1. la biomassa viene essiccata mediante il calore prodotto nel reattore;

2. la biomassa Gassifica producendo syngas, tar e char;
3. parte dei prodotti della pirolisi e biomassa bruciano con aria per fornire il calore richiesto;
4. i gas prodotti reagiscono con il residuo carbonioso solido per produrre ulteriore CO e H₂;
5. il residuo carbonioso solido e le ceneri cadono attraverso la griglia inferiore.

Reazioni Termochimiche nel reattore di gassificazione ESPE



Zona di post reforming (ESPE)

Nel post reformer ESPE il Gas, subisce una ulteriore riduzione dove le molecole di idrocarburi residui reagiscono con le molecole d'acqua e di CO₂ arricchendo il gas stesso di CO e H₂ e dove le molecole residue di TAR subiscono un ulteriore cracking.

Il cracking termico è un processo che avviene ad alta temperatura e che consente di distruggere i tar presenti nel gas di sintesi mediante cracking.

Il post reformer ESPE agisce quindi sostanzialmente nel processo incrementando il potere calorifico del gas almeno il 15% e riducendo i residui di TAR.

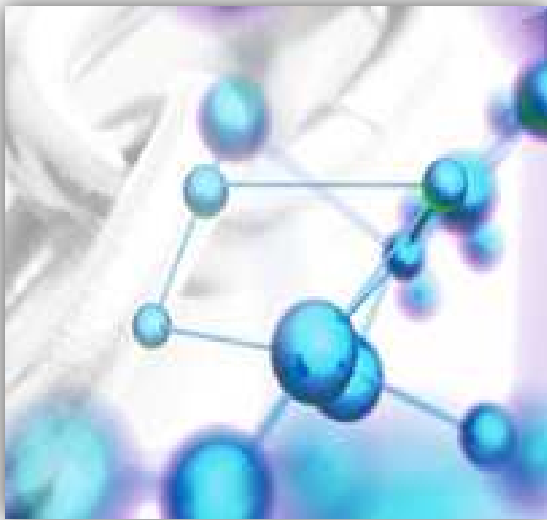
Composizione tipica media del Syngas

Il Syngas è un gas di sintesi, prodotto attraverso due procedimenti base: la pirolisi e la gassificazione.

Questo processo termo-chimico consente la trasformazione della biomassa (o di qualunque altro combustibile solido o liquido) in un combustibile gassoso, i cui componenti combustibili sono CO, H₂, CH₄ ed altri idrocarburi, in genere in percentuali più ridotte.

Il gas prodotto viene utilizzato per la combustione in motori endotermici al fine di produrre energia elettrica. Le emissioni in uscita al sistema sono composte prevalentemente da anidride carbonica e vapore acqueo che rappresentano il nutrimento per far crescere le piante, contribuendo al ciclo naturale della vita.

Il **Syngas** prodotto dal reattore ESPE con cippato di legno in specifico è il seguente:



Monossido di Carbonio	CO: 33,5 Vol.-%
Idrogeno	H ₂ : 10,5 Vol.-%
Metano	CH ₄ : 2,2 Vol.-%
Anidride Carbonica	CO ₂ : 9,9 Vol.-%
Azoto	N : 42,2 Vol. %
Potere calorifico inferiore	Pci: 5,4 MJ/Nm ³
TAR	48 mg/Nm ³
Particolato:	0,05mg/Nm ³

Emissioni in Atmosfera

Le emissioni dal sistema di cogeneratore saranno convogliate in uno scambiatore di calore aria-aria come di seguito descritto utilizzato per il recupero termico.

I gas esausti saranno canalizzati in atmosfera. Le emissioni in atmosfera, considerando l'alta temperatura di gassificazione e la matrice di biomassa non trattata usata, sarà inferiore ai limiti indicati dal D.Lgs 152/2006 e conformi all'allegato 5 del DM 6/7/2012.



DESCRIZIONE TECNICA

Il cogeneratore a cippato di legno ESPE CHiP50 è composto di due sottounità denominate **sottounità di gassificazione** e **sottounità di cogenerazione** installate su due telai (Skid) indipendenti; è disponibile anche la soluzione in container.

Di seguito sono descritte separatamente le apparecchiature installate in ciascuna di queste sottounità. L'unità intelligente, di concezione ESPE, è installata nel quadro elettrico centrale ed installato a bordo della sottounità di gassificazione. Le due sottounità non possono funzionare separatamente una dall'altra.

Il cogeneratore a cippato di legno CHiP50 è composto di due sottounità ciascuna delle quali comprende le seguenti apparecchiature:

Sottounità di gassificazione:

- Quadro di comando e controllo CHiP50;
- Gruppo reattore;
- Reformer auto termico brevettato ESPE;
- Gruppo di raffreddamento gas;
- Gruppo di carico;
- Filtro primario;
- Filtro secondario;
- Soffiante di processo.

Sottounità di cogenerazione (CHP):

- Motore a gas a combustione interna per uso stazionario;
- Generatore asincrono trifase;
- Quadro elettrico remoto e di connessione della forza elettromotrice generata;
- Sistema raffreddamento motore incluso uno scambiatore a fascio tubiero acqua/fumi per recupero energia termica dei fumi e valvola modulante di by-pass fumi.

Il cogeneratore ChiP50 è progettato per essere alimentato con Cippato di legno non trattato chimicamente e con le seguenti caratteristiche:

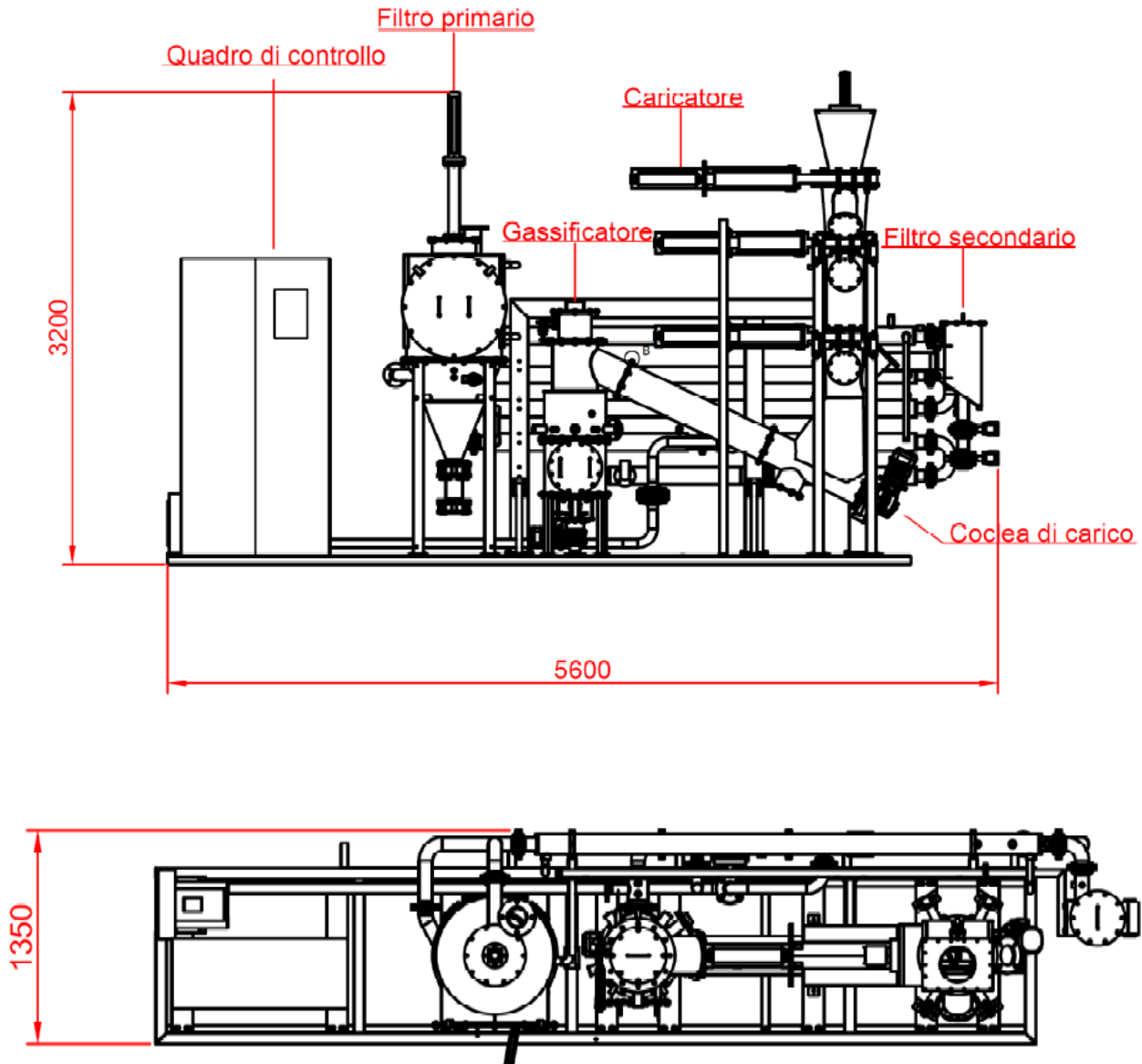
TABELLA A

CARATTERISTICHE QUALITATIVE BIOMASSA PER CHI50 ED ACCESSORI (*)				
	CARATTERISTICA	UNITA' DI MISURA	NORMA SPECIFICA DI RIFERIMENTO	NOTE
configurazione morfologica	CIPPATO DI LEGNO		UNI EN 14961-4; EN 14588	Biomassa legnosa cippata sotto forma di scaglie con una granulometria predefinita prodotta mediante trattamento meccanico con attrezzi affilati tipo coltelli.
Origine e provenienza	LEGNO VERGINE, RESIDUI DI LEGNO VERGINE RESIDUI E SOTTOPRODOTTI INDUSTRIALI NON TRATTATI CHIMICAMENTE. CLASSI A1,A2,B1		UNI EN 14961-4	Escluse le biomasse trattate chimicamente
Tipologia legname	CONIFERA, CERRO, FAGGIO	*1.1.1.2 : legno vergine senza radici *1.1.3.2 : Legno vergine da fusto intero *1.2.1.2: Sottoprodotto dei processi industriali NON TRATTATO CHIMICAMENTE e SENZA CORTECCIA *1.2.1.4: Sottoprodotto dei processi industriali NON TRATTATO CHIMICAMENTE CON CORTECCIA	UNI EN 14961-1	Sono escluse le piante cellulose a crescita veloce aventi generalmente elevati contenuti di Si, Cl e ceneri con punto di rammolimento minore di 1200°C
Granulometria P	P30 - P50 vagliato 10	mm	EN 15149-1	* Pezzatura: P30 - P50 vagliato 10; frazione 10mm<P<50mm: min 80%; frazione 30mm<P<50mm: min 70%; * frazione fine <1mm , max 5%; * frazione grossa >50mm , max 1% max 10% (secco)
Contenuto idrico M	M 10	% (come ricevuto)	EN 14774-1; EN 14774-2	
Contenuto di cenere A	A3.0	% (in peso sul secco)	EN 14775	max 3%
Poter calorifico inferiore Q	Q 15	(MJ/Kg)	EN 14918	maggiore di 15 MJ/kg
Massa volumica apparente BD	BD 250	Kg/m ³ str	EN15103	maggiore di 250 kg/m ³ str
Azoto (N)	N0.5	% (in peso sul secco)	EN 15104	max 0.5%
Zolfo (S)	S0.02	% (in peso sul secco)	EN 15289	max 0.02%
Cloro (Cl)	Cl0.03	% (in peso sul secco)	EN 15289	max 0.03%
Punto di fusione ceneri	maggiore di 1300°C	°C	CEN/TS 15370-1	maggiore di 1300°C
Contenuto massimo di corteccia	3	% (in peso sul secco)		max 3%

(*) La norma UNI EN 14961-1-4 definisce gli standard che devono essere presi in considerazione nella stesura dei contratti di fornitura e le relative dichiarazioni di qualità del biocombustibile fornito .

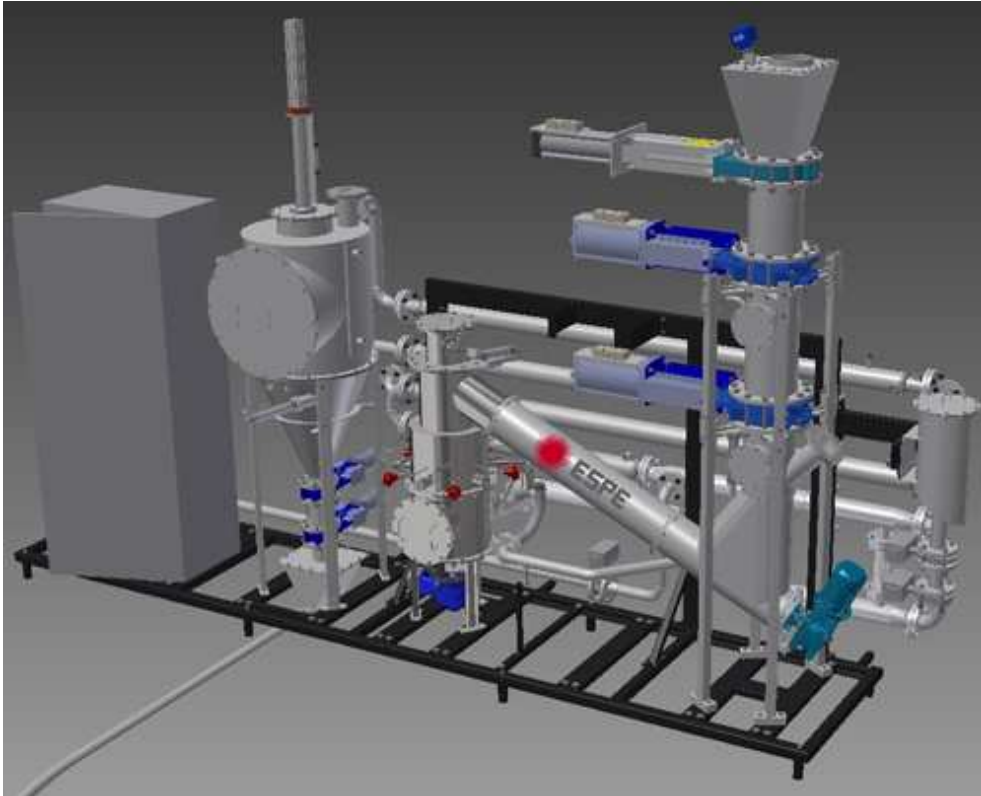
Sottounità di gassificazione

Sul primo skid è installato il gassificatore con tutte le apparecchiature ausiliarie necessarie per la sua alimentazione con cippato di legno e per il trattamento del Syngas prodotto.



Il Syngas prodotto nell'impianto di gassificazione, previa filtrazione e raffreddamento fino alla temperatura di circa $65 \div 70$ °C, è convogliato nella condotta di alimentazione del motore endotermico.

Il Syngas, prima di entrare nel motore, è miscelato con l'aria. La sonda lambda installata sul condotto di scarico, controlla la concentrazione di ossigeno presente nei gas di scarico, quindi comanda la regolazione della valvola proporzionale di adduzione dell'aria di combustione in modo che il rapporto tra concentrazione di gas combustibile e concentrazione di gas comburente si mantenga sui valori che corrispondono al rapporto stechiometrico della reazione di combustione.



Le specifiche tecniche della sottounità di gassificazione ESPE

CARATTERISTICHE TECNICHE GASSIFICATORE (*), (**)			
Technical Specifications Gasification SUB UNIT			
DATI TECNICI Technical Data	UM	DESCRIZIONE Description	NOTE
Tipologia di gassificatore Type of gasifier		A LETTO FISSO EQUICORRENTE CON POST REFORMER Downdraft + postreformer autothermal	
Dimensioni massime Altezza High	mm	3200	
Dimensioni massime base Base	mm	1350	
Dimensioni massime lunghezza Lengh	mm	5600	
Peso Wheight	Kg	2200	
Consumo nominale cippato (M10) Nominal Chips consumption	Kg/h	50	Referred to "SPECIFICATION OF PROPRIETIES OF WOOD CHIPS QUALIFIED BY ESPE FOR CHIP50 ED ACCESSORIES"
Portata media Syngas generato Average Syngas flow rate	m3/h	140	A 70°C
PCI tipico del Syngas (SE PCI CIPPATO = 13 MJ/kg) LHV Syngas	KJ/Nm3	5500-6000	DIPENDE DAL PCI DEL CIPPATO IN INGRESSO
Efficienza energetica del gassificatore Gasifier Energy Efficiency	%	>75%	
Rimozione ceneri Ash removal		Automatic Automatic	
Caricamento cippato Chips loading		Automatic Automatic	
CIRCUITO PRIMARIO DI RAFFREDDAMENTO ACQUA SOTTOUNITA' DI GASSIFICAZIONE Primary (machine side) water circuit on gasifier exhager (from cooling syngas)			
Portata media acqua circuito raffreddamento Syngas Average water flow rate on gasifier exchanger	m3/h	1,5	
Potenza termica nominale recuperabile per raffreddamento Syngas Average Heating power recovery from syngas cooling	KWt	25	MAX 30
CIRCUITO SECONDARIO DI RAFFREDDAMENTO ACQUA SOTTOUNITA' DI GASSIFICAZIONE Secondary (utility side) water circuit on gasifier exhager (from cooling syngas)			
Potenza termica nominale recuperabile per raffreddamento Syngas Average Heating power recovery from syngas cooling	KWt	25	MAX 30
Temperatura di mandata Water max temperature	°C	max 65	
Temperatura ritorno Water return max temperature	°C	max 55	
ARIA COMPRESSA Compress Dry Air (CDA)			
Consumo medio aria compressa classe 4 Average Compress dry air consumption	l/min	300 F.A.D.	Pressione min 8 bar - pressione max 9 bar, capacità minima serbatoio 150 lt.
Consumo di picco massimo Pick Compress dry air consumption	l/min	600 F.A.D.	



STUDIO TECNICO | ING. MARCO BALZANO

VIA MONTE GRAPPA CARRASSI, 67A – 70125 BARI (BA)

WWW.INGBALZANO.COM

PROGETTISTA: ING. MARCO GENNARO BALZANO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BARI N. 9341

ALLACCIO ELETTRICO AUSILIARI			
Electrical Data			
TENSIONE Voltage	V	400	ALTERNATA TRIFASE + N + T AC triphase + Neutral + Ground
CORRENTE Electric Current	A	32	
FREQUENZA Frequence	Hz	50	

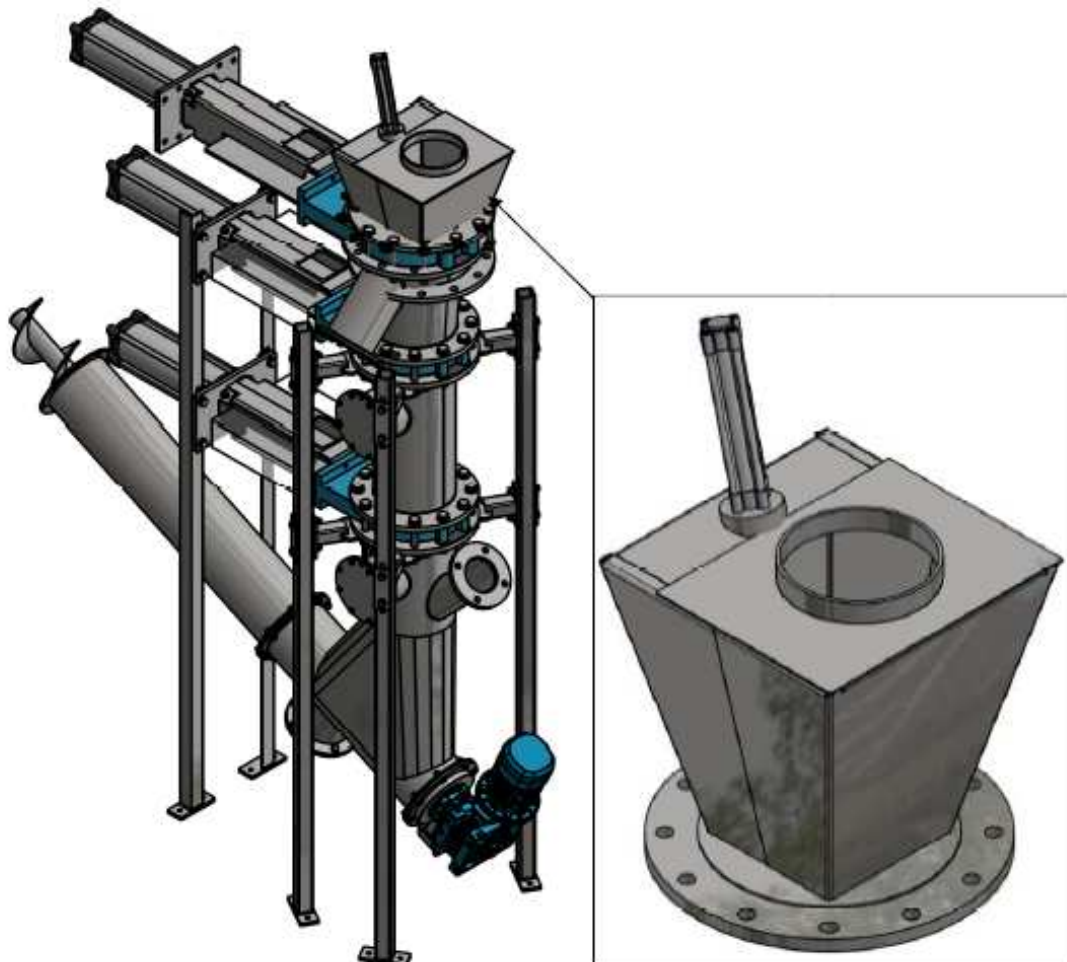
(*) TUTTI I DATI SOPRADESCRITTI SI RIFERISCONO A CIPPATO DI ABETE CON LE CARATTERISTICHE SPECIFICATE NELL'ALLEGATO 5 PARTE B
"Specifiche ideali cippato"
e normalizzati alla potenza di 50KWe
All Above mentioned Data are refered to wood chips ESPE 's specifications

Gruppo di carico

Per l'introduzione del cippato nella macchina è stato progettato e costruito un sistema verticale con alimentazione dall'alto ed estrazione dal basso. Tre valvole a ghigliottina a tenuta ermetica installate in successione e con apertura e chiusura contrapposte garantisce che durante il passaggio del cippato non si abbia il passaggio incontrollato di aria, di dosare la quantità di cippato progressivamente introdotta nel processo e di garantire la separazione fra l'ambiente e il reattore.

Il cippato contenuto nel caricatore, dopo aver attraversato le tre valvole a ghigliottina, raggiunge la parte inferiore del caricatore dove cade nel vano di carico di una coclea motorizzata che lo trasporta fino alla parte superiore del gassificatore.

La coclea è contenuta in un tubo di acciaio saldato il quale è connesso al caricatore e al gassificatore mediante giunzioni flangiate.



Gassificatore

Il gassificatore è installato a valle della coclea di carico. Un tastatore, che rileva la quantità di cippato presente, comanda il motore che attiva la coclea di carico.

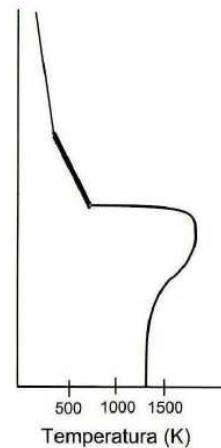
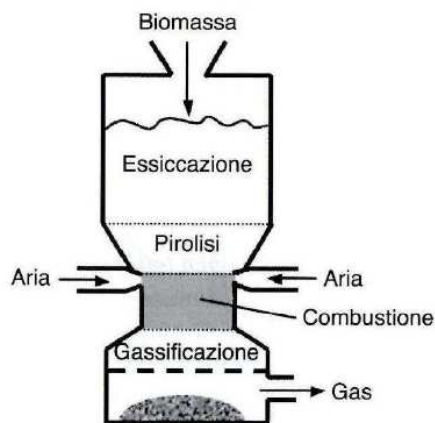
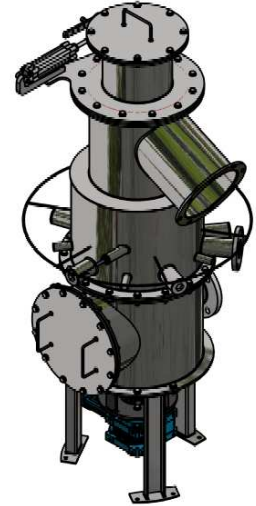
Nella parte inferiore del gassificatore si trova il motore che muove la griglia a coltelli inferiore.

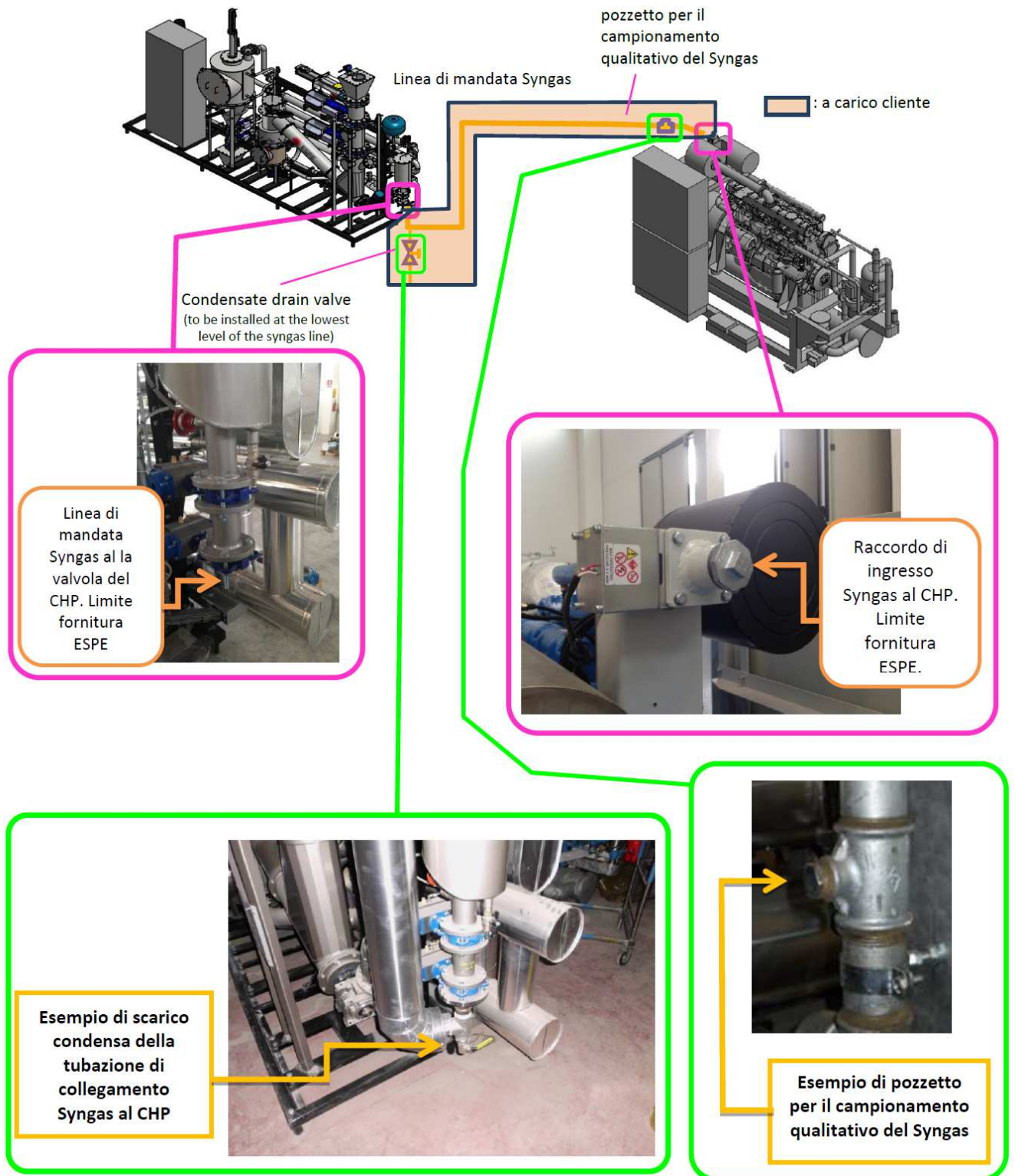
Il gassificatore è fornito interamente coibentato per garantire la minima dispersione termica verso l'ambiente e la sicurezza degli operatori.

Nel gassificatore a letto fisso equicorrente l'agente gassificante, aria e/o vapore, scende dall'alto del reattore insieme alla biomassa.

Le fasi che si possono individuare in questo tipo di reattore sono le seguenti:

- durante l'essiccamento la biomassa viene riscaldata provocando l'evaporazione dell'acqua contenuta;
- la biomassa entra poi nella zona di pirolisi dove è convertita in char, tar e volatili (Syngas);
- quando i volatili reagiscono con l'ossidante, si ha l'ossidazione; i prodotti del processo di pirolisi-ossidazione sono sostanzialmente H₂, C, CO₂, H₂O, ed idrocarburi leggeri come il CH₄;
- i prodotti uscenti da tale zona vanno nella zona di riduzione, dove il calore prodotto dai processi di pirolisi-ossidazione è trasformato in energia chimica dai prodotti di gassificazione, dando H₂ e CO.





Soffiante di Processo

L'agente gassificante, nella fattispecie aria ambiente, viene indirizzato al reattore attraverso tutto il circuito dedicato. Esso comprende, oltre ai due preriscaldatori, la soffiante di processo. Essa è capace di realizzare un salto di pressione prevalentemente statico per far fronte alle perdite di carico di tutto il circuito.

L'aria di processo è aspirata direttamente dal locale d'installazione della macchina.

Eventuali altre infiltrazioni di aria ambiente nel processo costituiscono dei disturbi che per quanto possibile sono stati evitati in sede di montaggio del cogeneratore

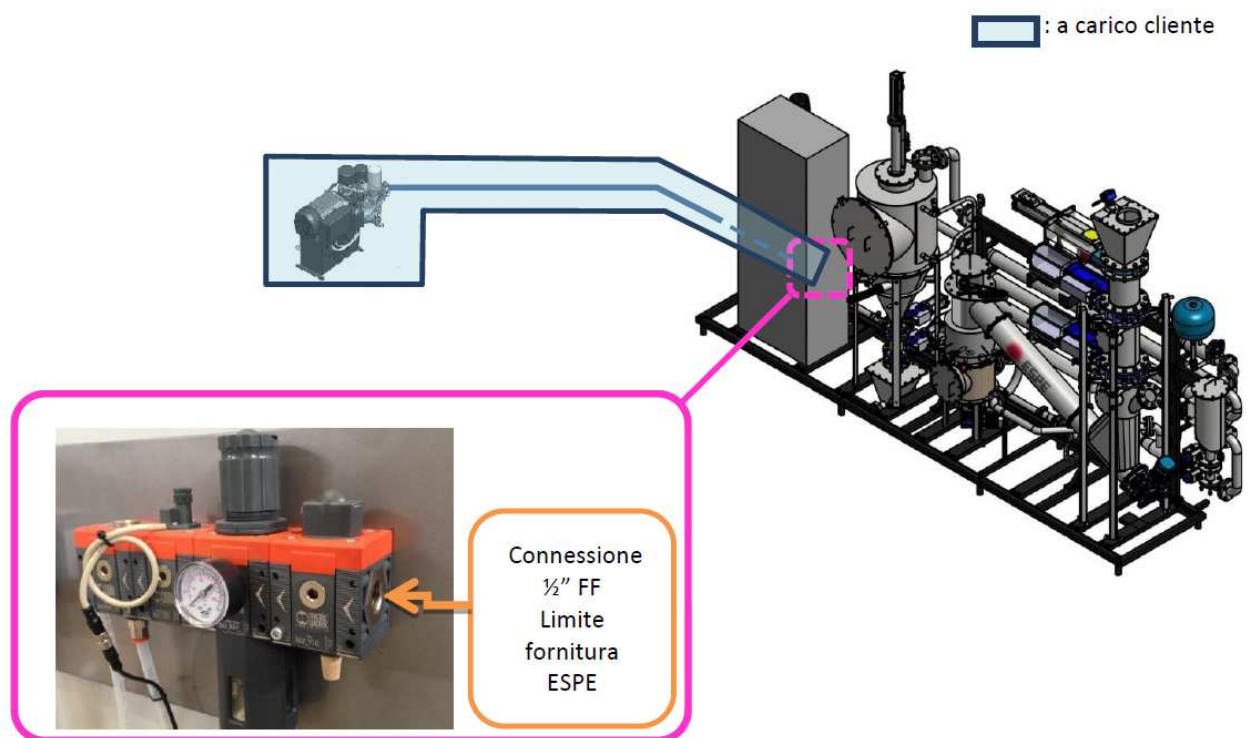
La portata d'aria insufflata in griglia dovrà avere un valore molto preciso e controllato nel tempo in modo da garantire la perfetta riuscita della varie reazione di gassificazione.

Attraverso il suo controllo con inverter, infatti, è possibile regolare il regime di gassificazione e la qualità del Syngas prodotto.

Circuito Pneumatico

L'impianto è dotato di un circuito di aria compressa per consentire il funzionamento dei vari pistoni e valvole pneumatiche con controllano e intercettano i flussi di cippato, Syngas e ceneri.

Come da specifica, è necessario prevedere un sistema di produzione aria compressa con accumulo secondo le indicazioni.



Dispositivi di emergenza

L'impianto è accessorizzato con diversi dispositivi di emergenza, elettronici e meccanici, finalizzati alla messa in sicurezza del sistema.

In relazione alla parte elettrica, se viene a mancare tensione nella rete elettrica interviene l'immediato blocco di tutto l'impianto, come nel caso in cui venga premuto in qualsiasi istante uno dei vari pulsanti di emergenza posti nelle vicinanze della macchina ed esternamente nei pressi del sistema di caricamento e stoccaggio del cippato.

Scambiatori di calore sottounità di Gassificazione

Per raffreddare il Syngas sono stati utilizzati:

N.03 Scambiatore di calore Acqua – Syngas

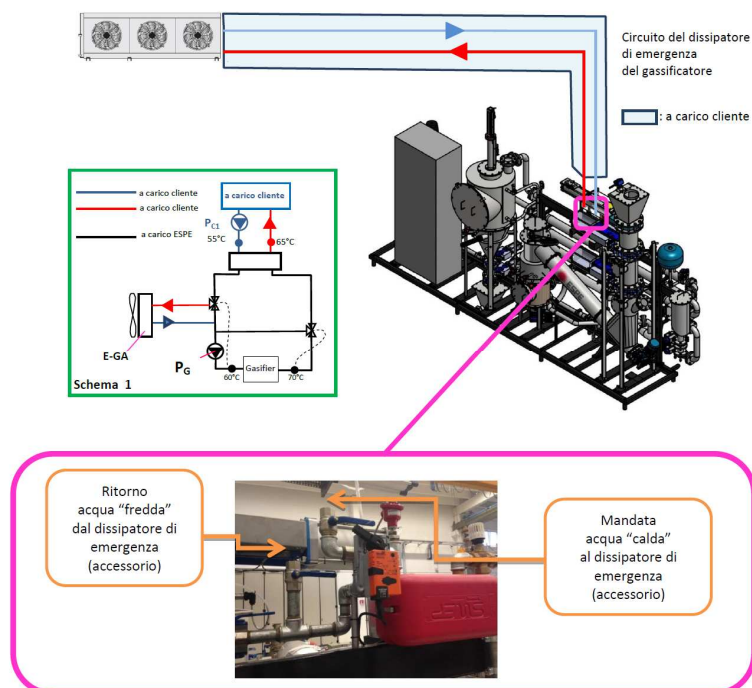
N.01 Scambiatore di calore Aria – Syngas installati in controcorrente.

Il tratto di scambiatore Aria-Syngas preriscalda l'agente gassificante prima di essere immessa nel reattore. Attraverso questo aumento di temperatura si ottiene aumento della temperatura della griglia del gassificatore, e un'omogeneità della stessa minimizzando il delta T tra l'aria immessa e la temperatura dell'aria raggiunta dalle reazioni di ossidazione-gassificazione.

Il gruppo scambiatore è opportunamente coibentato al fine di minimizzare la dispersione termica e garantire la massima sicurezza degli operatori.

L'utilizzatore deve dissipare il calore assorbito dai tre scambiatori Acqua – Syngas attraverso l'installazione di un dissipatore ausiliario o attraverso l'utilizzo del calore disponibile garantendo la temperatura di ritorno dell'acqua di raffreddamento in specifica.

Questa energia termica verrà utilizzata per la pressicazione della materia prima.





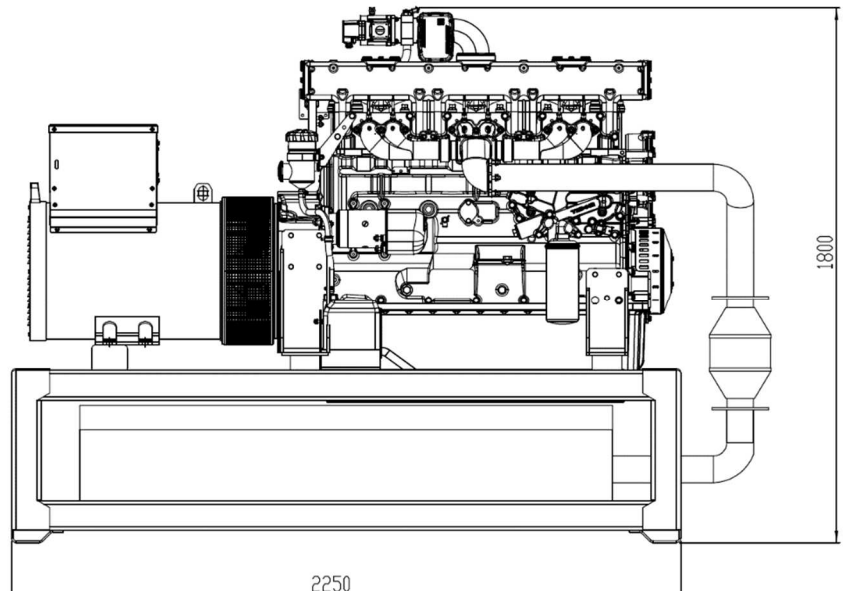
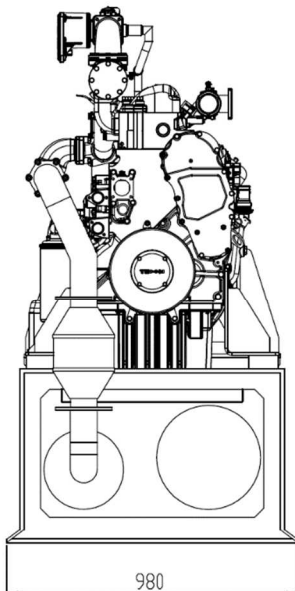
Sulla sottounità di gassificazione sono installati i seguenti sensori.

- Termocoppia reattore 1-5 (anello d'aria) – di cui una di tipo a doppio canale per circuito esterno di emergenza
- Termocoppia ingresso aria comburente gassificatore
- Termocoppia temperatura uscita Syngas
- Termocoppia filtro (all'interno del filtro primario)
- Termo resistenza temperatura interna Syngas filtro secondario
- Pressostato valvola superiore carico cippato
- Pressostato valvola inferiore carico cippato
- Pressostato reattore uscita Syngas
- Pressostato ingresso filtro primario
- Pressostato ingresso filtro di sicurezza
- Pressostato uscita filtro di sicurezza
- Sensore rilevamento monossido di carbonio (CO)

Sottounità di cogenerazione

La sottounità di cogenerazione comprende il motore endotermico, il generatore asincrono e il quadro elettrico remoto della stessa sottounità.

Sullo stesso skid è installato il circuito di raffreddamento del motore costituito da due circuiti indipendenti interfacciati attraverso uno scambiatore di calore a piastre e da uno scambiatore a fascio tubiero per il recupero dell'energia termica dai fumi di scarico.



Le specifiche tecniche della sottounità di cogenerazione

CARATTERISTICHE TECNICHE COGENERATORE - versione base standard su skid con motore TEDOM (***) Technical Specifications of CHP sub unit (TEDOM)			
DATI TECNICI Technical Data	UM	DESCRIZIONE Description	NOTE
CARATTERISTICHE TIPICHE SYNGAS * <i>Typical Syngas characteristic</i>			
COMPONENTE Component	U.M.	Percentuale in volume Volume rate	
Anidride Carbonica Carbon Dioxide	% vCO ₂	10--12	
Monossido di Carbonio Carbon Monoxide	% v CO	25--30	
Idrogeno Hydrogen	% v H	8,0--12,0	
Azoto totale Nitrogen	% v N ₂	resto rest	
Metano Methane	% v CH ₄	1,0--3,0	
P.C.I. medio LHV *lower Heating Value* average	MJ/Nm ³	5,5-6	
Consumo di combustibile <i>Gas consumption</i>			
Carico Load	%	100	
Consumo di combustibile Consumption at maximum load	kg/h	155	
Tabella dati generali e settaggi principali <i>Engine General Data And recommended Settings</i>			
Sovra velocità Over Speed	rpm	2100	
Volume coppa olio motore ed oil cooler Oil Volume	dm ³	56	
Volume serbatoio di rabbocco Valume of Auxiliary oil tank	dm ³	20	
Consumo di olio lubrificante Ave Oil consumption	g/KWh	0,03 – 0,05	
minima pressione olio motore Engine minimum oil pressure	bar	3,6	
Olio lubrificante omologato TEDOM Approved Oil From TEDOM		Q8 Mahler HA	
Filtro olio Oil Filter		MANN HUMMEL W 11 102	
Volume Refrigerante motore water engine cooling volume	dm ³	22	
Massima temperatura circuito di raffreddamento motore (prima degli scarichi bagnati) Maximum Temperature of cooling water	°C	95	
Temperatura di esercizio circuito di raffreddamento motore Nominal cooling water engine temperature	°C	90	
Minima temperatura di esercizio motore al 100% del carico Minimum Engine temperature at maximum load	°C	60	
CIRCUITO PRIMARIO DI RAFFREDDAMENTO MOTORE TEDOM Primary (CHP side) engine water cooling circuit (normalizzati alla potenza di 50 KWe) data normalized at output electric power of 50KWe			
Portata acqua di raffreddamento motore Cooling Water flow rate	l/min	300	



CARATTERISTICHE TECNICHE COGENERATORE - versione base standard su skid con motore TEDOM (***) Technical Specifications of CHP sub unit (TEDOM)			
DATI TECNICI Technical Data	UM	DESCRIZIONE Description	NOTE
Potenza termica nominale raffreddamento Motore Average power from engine cooling	KWt	65	MAX 75

CARATTERISTICHE TECNICHE COGENERATORE - versione base standard su skid con motore TEDOM (***) Technical Specifications of CHP sub unit (TEDOM)			
DATI TECNICI Technical Data	UM	DESCRIZIONE Description	NOTE
CIRCUITO SECONDARIO DI DISSIPAZIONE/RIUTILIZZO LATO UTENTE Secondary (utility side) water cooling circuit			
(normalizzati alla potenza di 50 KWe) data normalized at output electric power of 50KWe			
Potenza termica nominale raffreddamento Motore Average power from engine cooling exchanger	KWt	65	MAX 75
Potenza termica nominale recuperabile per raffreddamento fumi di scarico Maximum power recovered from exshaut exchanger	KWt	25	MAX 30
Potenza termica TOTALE scambiata dai 2 scambiatori in serie in condizioni di massima resa Total maximum recovery power from CHP exchangers	KWt	90	MAX 105
Temperatura acqua di mandata max , uscita scambiatore fumi lato utente Tout Water temperature outlet	°C	90	
Temperatura acqua di ritorno max ingresso scambiatore piastre lato utente Tin Water temperature inlet	°C	80	
delta T In/Out	°C	10	
Perdita di carico max acqua negli scambiatori in serie max Water pressure drop on both exchangers	bar	35 KPa	
Massima pressione liquido di raffreddamento Maximum pressure of cooling fluid	bar	10	
Temperatura gas di scarico uscita motore ingresso scambiatore fumi/acqua Exhaust temperature before exchanger	°C	430-460	
portata massica media gas di scarico Exhaust average mass flow rate	Kg/h	445	
Temperatura nominale uscita fumi da scambiatore acqua/fumi (con valvola di bypass fumi chiusa) Nominal exhaust temperature out of exchanger	°C	110°C	
LIMITI DI IMPIEGO (100% del carico nominale) Limits of Use			
Temperatura ottimale miscela Aria Syngas Optimal temperature of mix air/Syngas	°C	45	
Temperatura massima miscela aria syngas Maximum temperature of mix air/syngas	°C	70	
Temperatura media olio motore Engine oil Average Temperature	°C	85	

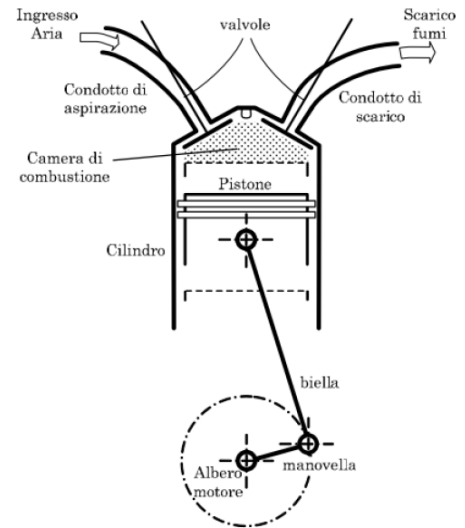
CARATTERISTICHE TECNICHE COGENERATORE - versione base standard su skid con motore TEDOM (***) Technical Specifications of CHP sub unit (TEDOM)			
DATI TECNICI Technical Data	UM	DESCRIZIONE Description	NOTE
Temperatura massima locale cogeneratore Maximum temperature of Installation room	°C	40	
Massima contropressione allo scarico Maximum backpressure of exhaust chimney	mbar	50	
massima altitudine di installazione Maximum installation quote from sea level	msl	1000	
Umidità relativa media Average relative ambient moisture	%	30	
<p>(*) TUTTI I DATI SOPRADESCRITTI SI RIFERISCONO A CIPPATO DI ABETE CON LE CARATTERISTICHE SPECIFICATE NELL'ALLEGATO 5 PARTE B " Specifiche ideali cippato "</p> <p><i>all data are related to a wood chips quality specify by ESPE</i></p>			
<p>(**) Solo nel caso di utilizzo di una tecnica di abbattimento ad urea o ammoniacale (SCR, SNCR), negli impianti ove è previsto il controllo in continuo degli ossidi di azoto, deve essere installato l'analizzatore di NH3. <i>Applicable only in case usisng Nh3 exhaust abatment system</i></p>			
<p>(\$) dati normalizzati a 0°C, 1013 Bar, valore di ossigeno pari all'11% <i>Normalized data at 0°C, 1013bar, oxigen rate 11%</i></p>			
<p>(***) Tutti i dati sopra riportati sono da intendersi soggetti di una tolleranza tecnica del +-5% <i>All above mentiod data are subjected to a technical tollerance of +- 5%</i></p>			

Motore endotermico

Per questa applicazione è stato scelto un motore endotermico a ciclo otto alimentato a Syngas e avente le caratteristiche specificate nella tabella precedente.

Il funzionamento è quello classico del motore a combustione interna; il pistone è alloggiato nel cilindro entro il quale si realizza la combustione, tra la testa del pistone e la testata del motore. Attraverso il condotto di alimentazione si ha l'ingresso dell'aria, mentre i gas esausti vengono scaricati attraverso il condotto dei fumi. Il pistone è messo in movimento lungo l'asse del cilindro dalla spinta generata dalla combustione. L'energia prodotta dal moto del pistone viene trasmessa all'albero motore attraverso il manovellismo a spinta.

Confrontando tutte le tecnologie disponibili in accoppiamento con un impianto di gassificazione, la scelta ricade sui motori a combustione interna. L'alta affidabilità, la diffusione consolidata sul mercato, l'alto rendimento elettrico e il basso costo specifico sono i parametri decisivi che hanno portato alla scelta di tale configurazione di impianto.



Generatore

Accoppiato in asse con il motore endotermico, è stato installato un generatore asincrono trifase.

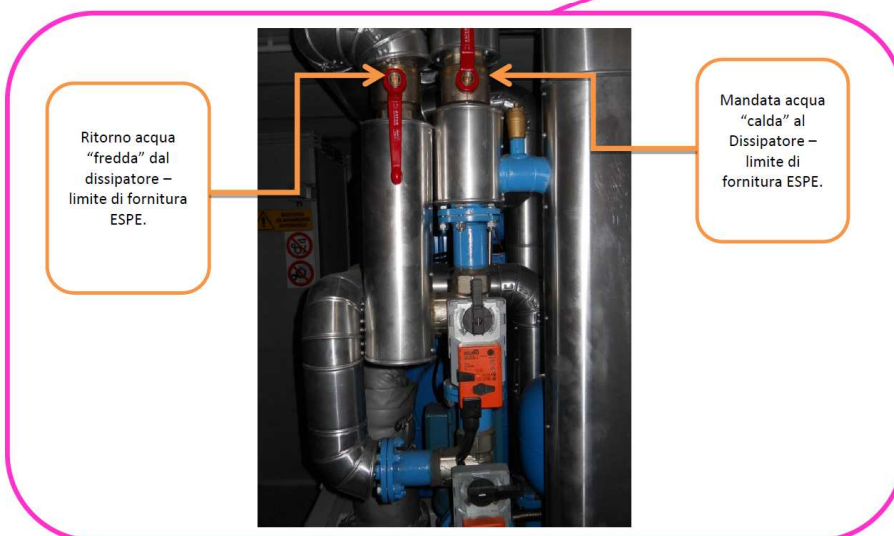
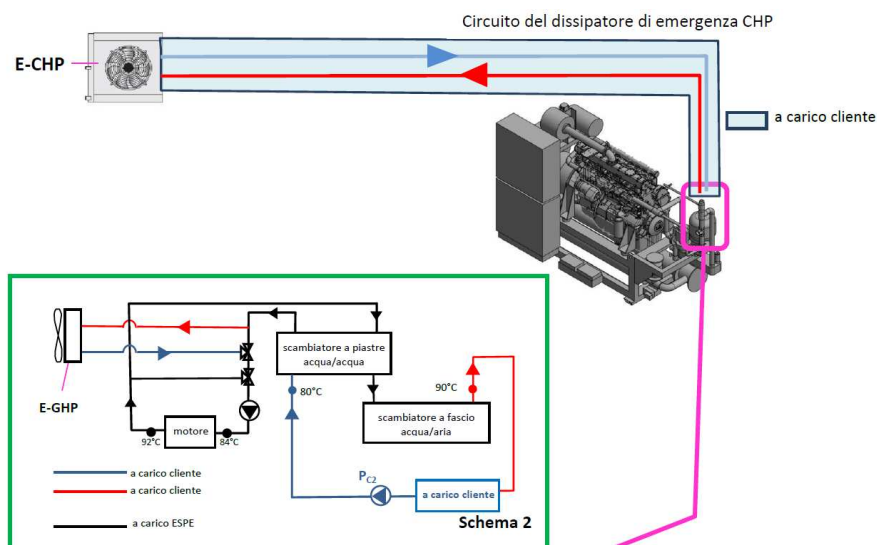
Scambiatore di calore sottounità di cogenerazione

È possibile recuperare calore da diverse parti di un motore a combustione interna, e precisamente da:

- i fumi allo scarico; contengono elevate quantità di calore
- Dai fumi è possibile recuperare circa il 40% del totale calore scaricato all'esterno;
- acqua di raffreddamento del motore; asporta calore dalle camicie dei cilindri e si trova a temperature di circa 90-100°C. È possibile recuperare circa il 17,2%;
- olio di lubrificazione del motore; può essere raffreddato da un radiatore da 90°C a 70°C. Può essere recuperato circa il 10,4%;

Il calore così recuperato può essere utilizzato per produrre energia termica. Questa energia termica verrà utilizzata sia per l'essiccazione del materiale sia per utenze del cliente.

È prevista l'installazione di un dissipatore che nel caso non c'è carico termico dissipa verso l'esterno



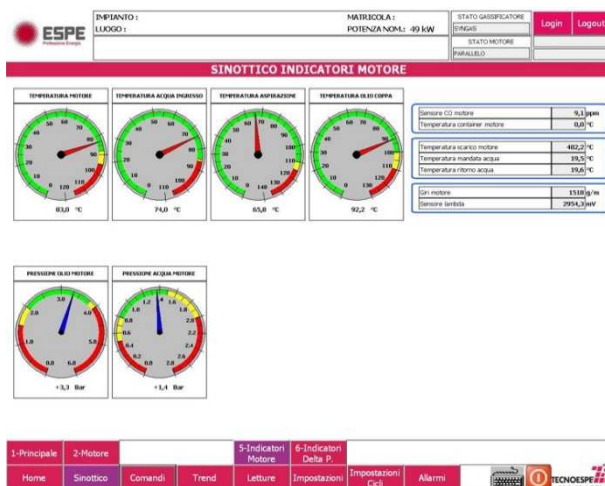
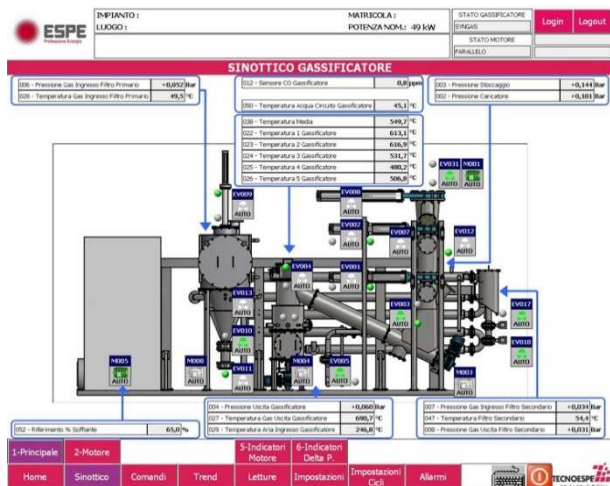
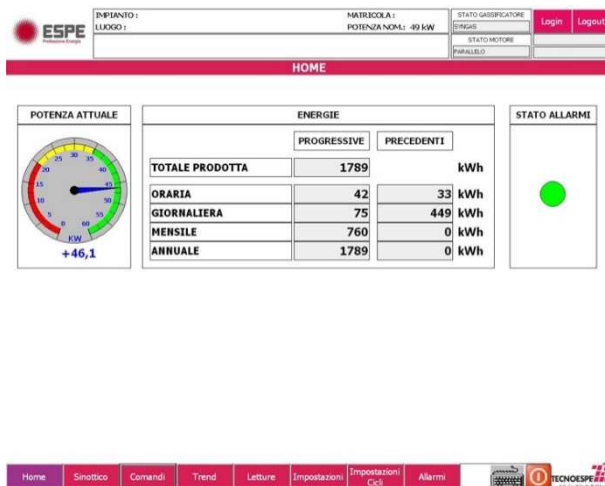
4.19 - Sistemi di supervisione

Il cogeneratore ESPE CHiP50 è dotato di un'unica unità di controllo, che gestisce e controlla in automatico tutte le funzioni delle sottunità di gassificazione e di cogenerazione, consentendo di comandare e controllare l'intero processo senza la necessità di accedere al quadro installato sulla macchina.

Attraverso il quadro comandi è possibile comandare l'intera macchina tramite un'interfaccia touch screen facile ed intuitiva.

Il display delle misure elettriche indica il valore della potenza attiva, la frequenza e l'energia complessivamente prodotta, mentre il sinottico rappresenta graficamente e intuitivamente lo stato degli attuatori presenti a bordo macchina.

La pagina Trend riporta graficamente l'andamento temporale dei parametri significativi del processo di cogenerazione.





STUDIO **TECNICO** | ING. MARCO BALZANO

VIA MONTE GRAPPA CARRASSI, 67A – 70125 BARI (BA)

WWW.INGBALZANO.COM

PROGETTISTA: ING. MARCO GENNARO BALZANO

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI BARI N. 9341

CERTIFICAZIONE MACCHINA

Conformità Macchina

Il cogeneratore CHiP50 è accompagnato dalla dichiarazione CE di conformità, di cui all'allegato II, lett. A della direttiva 2006/42/CE, la quale attesta che la macchina è stata costruita in conformità ai requisiti essenziali di sicurezza ad essa applicabili ai sensi delle seguenti direttive europee:

- Direttiva 2006/42/CE
- Direttiva 2006/95/CE
- Direttiva 2004/108/CE.

Il fascicolo tecnico del cogeneratore CHiP50, redatto in conformità alle previsioni dell'allegato VII, lett. A della direttiva 2006/42/CE è custodito presso la sede legale di Espe S.r.l..

Istruzione e Manutenzione

Il manuale di istruzione e manutenzione del sistema viene consegnato insieme al sistema di cogenerazione in accordo con le normative vigenti (CE – Direttiva Macchine- etc) qui di seguito si allegano le tabelle riepilogative degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria

RIF. ELABORATO	ELABORATO	DATA	REVISIONE	
117.C105_RT1.R1	RELAZIONE TECNICA	02/05/2017	RO	PAGINA 38 DI 57



– CARATTERISTICHE GENERALI

Sicurezza

L'impianto elettrico realizzato secondo le Leggi, le Norme tecniche relative e le indicazioni del presente progetto e sottoposto alla manutenzione prevista offrirà la sicurezza indicata dalla regola dell'arte applicabile.

Manutenzione

In base alla legislazione e normativa prevista l'impianto una volta realizzato dovrà essere soggetto a regolare manutenzione ordinaria ed eventualmente straordinaria. In particolare si dovrà verificare il mantenimento nel tempo delle caratteristiche minime di funzionamento dei sistemi di protezione quali:

- Impianto di terra
- Conduttori di protezione
- Collegamenti equipotenziali principali e secondari
- Interruttori differenziali e magnetotermici
- Isolamento dei conduttori dell'impianto elettrico
- Mantenimento del grado di protezione IP in relazione al luogo di installazione
- Manutenzione, Tagliandi e Revisioni Sistema di Cogenerazione



CAVI E CONDUTTORI

Portata dei cavi

La portata di un cavo dipende dalla sezione, dal tipo di conduttore e dall'isolante, ma anche dalla temperatura ambiente e dalle condizioni di posa.

Per determinare la portata di un cavo, secondo le norme CEI-UNEL 35024/1, si deve tener conto di due fattori di correzione, k_1 e k_2 che dipendono dalla temperatura ambiente se diversa da 30°C e dalle modalità di installazione.

Nella Norma vengono riportate tabelle che specificano le portate dei cavi con conduttori di rame unipolari e multipolari.

Per facilitare il compito di determinare la portata dei cavi, sono state predisposte le seguenti tabelle, nelle quali si può leggere direttamente la portata I_z dei cavi a 30°C , nelle condizioni di posa più usuali.

-Colori Distintivi Dei Cavi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle tabelle CEI-UNEL 00722 e 00712.

In particolare i conduttori di neutro e di protezione devono essere contraddistinti rispettivamente con il colore blu chiaro e con il bicolore giallo-verde. I conduttori di fase, devono essere contraddistinti in modo univoco, in tutto l'impianto, dai colori: nero, grigio, cenere, marrone.

-Sezioni Minime Ammesse E Cadute Di Tensione Nei Cavi

Le sezioni dei conduttori devono essere calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti; la caduta di tensione non deve superare il 4% della tensione a vuoto.

Le sezioni, scelte tra quelle unificate nelle tabelle UNEL, devono garantire la portata di corrente prevista, per i diversi circuiti. In ogni caso le sezioni minime dei conduttori in rame sono:

- **0,5 mm²** per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- **1,5 mm²** per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per apparecchi con potenza unitaria non superiore a 2,2 kW;
- **2,5 mm²** per utilizzatori con potenza unitaria compresa tra 2,2 e 3,6 kW;



- **4 mm²** per montanti singoli e linee che alimentano singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

La temperatura di riferimento assunta è di 30° C.

La caduta di tensione dev'essere calcolata con i seguenti riferimenti:

- tra conduttore e conduttore in caso di corrente alternata monofase
- tra fase e fase nel caso di corrente alternata trifase.
- Nei casi in cui i valori di $\cos\varphi$ sono diversi da quelli previsti nella tabella, si può utilizzare la formula della caduta di tensione industriale:

$$\Delta V = K I (R \cos\varphi + X \sin\varphi)$$

Dove:

ΔV = caduta di tensione industriale

K = coefficiente che vale 2 per il monofase e 1,732 per il trifase

I = intensità di corrente

R = resistenza di linea

X = reattanza di linea

φ = fattore di potenza

1.1 -Sezione Minima Dei Conduttori Neutri

I conduttori di neutro devono avere la stessa sezione dei conduttori di fase fino a 16 mm².

Per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mm², se in rame è ammesso il neutro di sezione ridotta, ma comunque non inferiore a 16 mm², purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:

- Il carico sia essenzialmente equilibrato, e comunque il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
- Sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

-Sezione Dei Conduttori Di Terra E Protezione

Poiché la sezione dei conduttori di fase dei cavi facenti parte della condotta sono minori di 16 mm² si adotterà il valore unificato di 16 mm² per il conduttore di terra protetto contro la corrosione mediante isolamento e la sezione dei conduttori di protezione (PE) sarà uguale a quella di fase del circuito interessato quando fa parte della stessa condotta. Il materiale impiegato per il cavo è sempre una corda di rame.

Caratteristica di posa del conduttore		
	Materiale	Sezione minima (mmq)
Protetto contro la corrosione, ma non meccanicamente	rame	16
	ferro	16
Non protetto contro la corrosione	rame	25
	ferro	50

CONDUTTORI EQUIPOTENZIALI

I conduttori equipotenziali (EQP) devono essere conformi alle prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8, qui di seguito riassunte.

SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALE PRINCIPALI (EQP)

1. Detta Se la sezione del conduttore equipotenziale dev'essere:

$$Se > Sp / 2$$

dove Sp è la sezione del conduttore di protezione principale.

2. Il valore minimo della sezione Se dev'essere di 6 mm².
3. Se il conduttore equipotenziale è in rame non è richiesta una sezione Se maggiore di 25 mm².
4. Se il conduttore equipotenziale è di altro materiale la sezione può non superare la sezione equivalente di quella del conduttore di rame di cui al precedente punto 3.

SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI EQUIPOTENZIALE SUPPLEMENTARI (EQS)

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse deve avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore.



Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, deve avere sezione non inferiore a 2,5 mm² se è prevista una protezione meccanica, 4 mm² se non è prevista una protezione meccanica.

Deve essere effettuato il collegamento equipotenziale principale delle tubazioni entrati nell'edificio (idriche, del gas e delle masse estranee in generale) tale collegamento deve essere ripetuto nei locali contenenti bagni e alla rete metallica elettrosaldata sottostante la piscina.

RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Per tutte le parti di impianto comprese fra due fusibili o interruttori automatici successivi o poste a valle dell'ultimo fusibile o interruttore automatico, la resistenza di isolamento verso terra o fra conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse deve essere maggiore di:

500 kΩ per i sistemi a tensione nominale verso terra superiore a 50 V e fino a 500 V compresi.

250 kΩ per i sistemi con tensione nominale verso terra inferiore a 50 V.

PROTEZIONE CONTRO SOVRACCARICHI E CORTOCIRCUITI

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8. In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

Dove:

I_b = corrente di impiego della conduttura

I_z = portata della conduttura

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

5.1 - Protezione Contro I Corto Circuiti Nelle Condutture

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8. In generale la protezione viene effettuata installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni.

I dispositivi di protezione devono rispondere a due requisiti fondamentali:

1) avere un potere inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile 160 °C per PVC 240°C EPR.

Ciò significa soddisfare la relazione $I^2t < K^2S^2$

INTERRUTTORE AUTOMATICO

Interruttori per uso domestico e similari

- **Tensione nominale d'impiego (U_e)** - valore di tensione assegnato dal costruttore al quale si riferiscono le prestazioni dell'apparecchio. Ad uno stesso interruttore possono essere assegnati diversi valori di tensione nominale d'impiego, alle quali corrispondono servizi e prestazioni diverse specificati dal costruttore. I valori normalizzati dalle Norme CEI 23- 3 sono:

- 230 V per interruttori unipolari e bipolari;

- 230/400 V per interruttori unipolari;
- 400 V per interruttori bipolari, tripolari e tetrapolari.
- **Tensione nominale di isolamento (U_i)** – E' il valore di tensione per il quale sono stati dimensionati gli isolamenti elettrici dell'interruttore. Se per un apparecchio non è stata indicata la sua tensione di isolamento, si considera come tale la sua più alta tensione nominale d'impiego.
- **Corrente nominale d'impiego (I_n)** - Corrente che il dispositivo è in grado di sopportare ininterrottamente ad una temperatura ambiente prefissata (30°). La norma CEI 23-3 fissa i valori preferenziali della corrente nominale: 6-10-20-25-32-50-63-80-100-125.
- **Calibro** - valore arrotondato della corrente convenzionale di non intervento (questo dato è stato eliminato dalla IV edizione della Norma CEI 23-3).
- **Corrente convenzionale di non intervento (I_{nf})** - valore di corrente che non provoca l'apertura del dispositivo per un tempo prefissato.
- **Corrente convenzionale di intervento (I_f)** - valore di corrente che provoca l'apertura del dispositivo entro un tempo prefissato.
- **Corrente di intervento istantaneo (intervento magnetico)** - minimo valore di corrente che provoca l'apertura automatica dell'interruttore senza ritardo intenzionale.
- **Corrente di scambio (I_s)** - valore di corrente limite, corrispondente all'intersezione tra le caratteristiche d'intervento di due dispositivi posti in serie, al di sopra del quale il dispositivo di protezione, generalmente posto a monte, fornisce la protezione di sostegno (back-up) del dispositivo posto a valle.
- **Potere di corto circuito** - corrisponde al valore efficace della corrente presunta che l'interruttore è in grado di stabilire, portare e interrompere a condizioni specificate. La Norma descrive due diversi livelli di potere di corto circuito :

Potere di corto circuito estremo (I_{cu}) , per gli interruttori ad uso domestico corrisponde al potere di corto circuito nominale (I_{cn}) che prevede una serie di aperture automatiche del tipo O-t-CO (O corrisponde ad un'apertura automatica dell'interruttore, predisposto chiuso, su corto circuito, t un intervallo di attesa

specificato tra due successive operazioni in condizioni di cortocircuito e CO una operazione di chiusura su corto circuito seguita da un'apertura automatica). L'interruttore dopo una tale sequenza di operazioni deve essere in grado di sopportare la tensione del circuito, senza il rischio di cedimenti dell'isolante, essere manovrabile in chiusura ed apertura, anche se potrebbe non essere in grado di portare con continuità la sua corrente nominale ed infine deve essere in grado di garantire la protezione da sovraccarico.

Potere di corto circuito di servizio (Ics) che prevede una serie di aperture automatiche del tipo O-t-O-t-CO per l'interruttore unipolare e bipolare e una del tipo O-t-CO-t-CO per gli interruttori tripolari e tetrapolari. Dopo tale sequenza l'interruttore deve essere in grado di assicurare i requisiti indicati per il potere di corto circuito estremo e nello stesso tempo anche di continuare a portare con continuità la sua corrente nominale. Icn e Ics sono legati tra di loro da un rapporto prefissato K che le Norme per gli interruttori di uso domestico, a seconda del valore Icn, Quando è importante la continuità di servizio si può scegliere un coefficiente K alto, mentre se la continuità del servizio è meno importante e la probabilità di corto circuito in prossimità dei morsetti dell'interruttore è trascurabile si può scegliere un K di valore inferiore.

- **Caratteristiche di intervento** - descrivono il comportamento dell'apparecchio rispetto al tempo necessario per l'intervento all'apparire di una sovracorrente. Le caratteristiche, i cui valori minimi sono fissati dalle Norme, verranno trattate più diffusamente in un paragrafo successivo.
- **Classe di limitazione** – la norma classifica gli apparecchi ad uso civile o similare in tre classi di limitazione: classe 1, classe 2 e classe 3. La classe 3 di limitazione corrisponde al massimo livello di prestazione.

INSTALLAZIONE DEI DISPOSITIVI

L'impiego degli interruttori automatici magnetotermici garantiscono contemporaneamente un'efficace protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i corto circuiti.



All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

Detti dispositivi devono essere in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

Devono essere protette singolarmente:

- le derivazioni all'esterno;
- le condutture che alimentano motori o apparecchi utilizzatori che possono dar luogo a sovraccarichi;
- le derivazioni installate in ambienti speciali, eccezion fatta per quelli umidi;

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI ACCIDENTALI

I contatti che una persona può avere con le parti in tensione sono concettualmente divisi in due categorie (parte attiva):

- **Contatto diretto:** ha luogo quando la persona tocca, direttamente o attraverso un parte conduttrice che non sia parte della massa, ad esempio un cacciavite, una delle parti ordinariamente in tensione, che nell'occasione è diventata accessibile, come ad esempio un conduttore, un morsetto, un portalampada, una sbarra di distribuzione.
- **Contatto indiretto:** ha luogo quando la persona viene in contatto con una massa, o con una parte conduttrice collegata alla massa, che si trova in quel momento in tensione a causa di un guasto dell'isolamento.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

I sistemi di protezione contro i contatti diretti sono del tipo passivo, cioè tendono ad impedire il contatto con la parte in tensione.

PROTEZIONE TOTALE

Tali protezioni vengono realizzate mediante CEI 64-8:



ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

Le parti attive devono essere protette da isolamento in grado di resistere agli sforzi meccanici, termici ed elettrici a cui può essere sottoposto durante il funzionamento normale. La conformità è verificata mediante prove specifiche descritte nelle norme relative di ogni singolo prodotto.

INVOLUCRI O BARRIERE

Nel caso in cui le parti attive debbano essere accessibili per manutenzione o altro la protezione da contatti diretti deve essere effettuata da involucri o barriere che devono assicurare un grado di protezione IP 2x (dito di prova), IP4x (filo da 1 mm²) se a portata di mano. Nel caso che le barriere o gli involucri debbano essere rimossi, questa operazione deve essere possibile solo: per mezzo di un attrezzo. per mezzo di chiave tramite interblocco sulla portella mediante l'interposizione di una barriera intermedia.

PROTEZIONE PARZIALE

In questo caso la protezione viene realizzata mediante ostacoli in modo tale da evitare l'avvicinamento non intenzionale alle parti attive; è possibile inoltre predisporre in modo che le parti attive non siano a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

È ammesso, come protezione addizionale, l'utilizzo di differenziali con correnti di intervento non superiori a 30mA. L'utilizzo del differenziale non dispensa dall'applicazione di una delle misure sopra specificate.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per proteggere le persone dai contatti indiretti non è sufficiente collegare all'impianto di terra la carcassa dell'utilizzatore.

Infatti, a causa della resistenza di terra, durante il guasto, la carcassa viene a trovarsi ad un potenziale diverso da zero, un potenziale V_t dato dalla relazione:

$$V_t = R_t \times I_g$$

dove:

Vt = tensione di terra

Rt = resistenza di terra

Ig = corrente di guasto

Senza interruzione del circuito

Tale protezione viene realizzata con l'impiego di:

- apparecchi di classe II o con isolamento equivalente;
- gli apparecchi in classe II, il cui simbolo normalizzato è il seguente , presentano unisolamento rinforzato o supplementare che, nel caso di cedimento dell'isolamentoprincipale o funzionale, assicura la protezione dell'operatore.
- per separazione elettrica (trasformatori di isolamento o sorgente analoga)
- locali isolanti
- locali resi equipotenziali e non connessi a terra
- Con interruzione automatica del circuito (sistema TT)

Tale protezione è realizzata con interruttori di massima corrente o interruttori differenziale coordinate diversamente a seconda del tipo di impianto:

Deve essere verificata la relazione (CEI 64-8):

$$R_t < 50/I$$

dove:

Rt = resistenza in ohm dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli

50 = tensione massima di contatto ammessa in volt

I = corrente d'intervento entro 5 secondi delle protezioni di massima corrente o la corrente differenziale d'intervento in ampere

- IMPIANTO DI TERRA

- Leggi E Norme Cei Di Riferimento

- **CEI 64-8** Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
- **DECRETO n° 37 del 22 gennaio 2008.**

L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione e dovrà essere coordinato con un adeguato sistema di dispositivi di protezione.

Per impianto di terra si intende un impianto costituito dai seguenti elementi:

1. **dispersori** (corpo metallico, o complesso di corpi metallici, posto in contatto elettrico col terreno, e utilizzato per disperdere correnti elettriche);
2. **conduttori di terra** (conduttore utilizzato per il collegamento fra il dispersore e il collettore di terra, o che collega i dispersori fra di loro);
3. **collettore principale di terra;**
4. **conduttori di protezione** (conduttori utilizzati per il collegamento delle masse e delle masse estranee al collettore, distinti dal colore giallo-verde);
5. **conduttori equipotenziali principali e supplementari.**

Dimensionamento Degli Impianti Di Terra In Bassa Tensione

In bassa tensione si fa riferimento alla norma CEI 64-8, nella quale, in relazione alla messa a terra, gli impianti vengono distinti con una sigla composta da due lettere.

La prima lettera è indicativa dello stato del sistema di distribuzione rispetto a terra:

- T collegamento a terra di un punto del sistema elettrico, generalmente il centro stella di bassa tensione del trasformatore MT/BT;
- I sistema isolato da terra, o connesso a terra tramite un'elevata impedenza.

La seconda lettera è indicativa dello stato delle masse degli utilizzatori:

- T collegamento a terra delle masse degli utilizzatori ad un impianto di terra diverso da quello del sistema elettrico.
- N collegamento a terra unico sia per le masse che per il centro stella del trasformatore MT/BT.

Nell'impianto in oggetto, il sistema di riferimento è quello TT, quindi un punto dell'alimentazione è collegato direttamente a terra e le masse degli utilizzatori sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dal primo. In questo caso, quando si presenta un cedimento dell'isolamento che mette in tensione una massa, la corrente di guasto interessa entrambi gli impianti di terra.

Con riferimento all'impianto di terra dell'utente, la norma si pone in una condizione di sicurezza riferendosi alla tensione totale di terra, anziché alla tensione di contatto.

I livelli di sicurezza di tale tensione è 50 V in condizioni ordinarie e 25 V in condizioni particolari; il tempo di permanenza della condizione di guasto è limitato a 5 s.

Per soddisfare queste condizioni, la resistenza di terra R_e dell'impianto di terra deve essere:

$R_e \leq 50 / I_{rif}$ in condizioni ordinarie;

$R_e \leq 25 / I_{rif}$ in condizioni particolari;

dove:

- Nei dispositivi a caratteristica inversa: I_{rif} = corrente di intervento entro 5 s del dispositivo (15s);
- Nei dispositivi ad intervento istantaneo: I_{rif} = corrente minima d'intervento istantaneo;
- Nei dispositivi differenziali: I_{rif} = corrente differenziale nominale d'intervento (I_{dn}).

6.3 - Determinazione Della Resistenza Di Terra

Il calcolo delle correnti di cortocircuito monofase a terra, nel punto di installazione dell'impianto per il quale è previsto un dispersore, va effettuato secondo le modalità indicate dalla norma CEI 11-25 "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a



corrente alternata”.

Per gli impianti utilizzatori, verrà richiesto il valore massimo presunto della corrente di guasto monofase a terra ed il suo relativo tempo di interruzione all’Ente Distributore, e la risposta scritta dell’Ente Distributore sarà allegata al progetto dell’impianto di terra.

Il calcolo della corrente di cortocircuito monofase a terra I_f viene effettuato mediante il teorema di Thevenin, valutando la sorgente di tensione equivalente e l’impedenza equivalente del sistema nel punto di cortocircuito.

La sorgente equivalente avrà tensione pari a quella esistente nella sezione di guasto in assenza di cortocircuito.

Criteri di scelta del dispersore per ottenere la resistenza di terra desiderata.

Il dispersore potrà essere realizzato utilizzando elementi di fatto, ossia qualunque corpo metallico, in contatto con il terreno, la cui installazione viene effettuata per scopi non inerenti alla messa a terra; elementi intenzionali, cioè quei corpi metallici, come picchetti, o complessi di corpi metallici, posti in contatto elettrico con il terreno e installati intenzionalmente per disperdere correnti elettriche; o una combinazione di elementi di fatto ed intenzionali.

Occorre quindi valutare se vi è la presenza di elementi di fatto adatti allo scopo e determinarne la resistenza. Essendovi molti plinti di fondazione, che dovrebbero già essere collegati elettricamente fra di loro, verranno comunque collegati fra di loro con un conduttore di terra della sezione di 16 mmq, per ridurre la resistenza.

EQUIPOTENZIALITÀ.

È consigliato il collegamento delle armature del calcestruzzo armato in almeno un punto, se esse sono ben connesse tra di loro.

Inoltre, sono da prevedere il collegamento al collettore principale di terra, di tutte le canalizzazioni metalliche entranti nell’edificio e delle parti strutturali metalliche dell’edificio.

COLLETTORE PRINCIPALE DI TERRA.

Nel collettore principale di terra, o nodo principale di terra, dovranno essere connessi tutti gli altri conduttori che costituiscono l’impianto di terra, ovvero:



- Il conduttore di terra;
- Il conduttore di protezione;
- I conduttori equipotenziali.

Valutazione approssimativa del contributo di dispersori di fatto.

La grande maggioranza dei dispersori di fatto è costituita da pali di fondazione, camicie metalliche di pozzi, plinti, platee di fondazione, travi continue, paratie di contenimento.

In generale la resistenza di terra di pali di fondazione, camicie metalliche di pozzi, e singoli plinti può essere ricavata utilizzando la stessa formula approssimata usata per il calcolo del dispersore verticale, essendo la struttura di questi assimilabile a tale tipo di dispersore.

- QUADRI ELETTRICI

La normativa di riferimento dei quadri elettrici è costituita attualmente dalla norma generale CEI 17-13/1 “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione” e da una serie di norme specifiche riguardanti:

- Quadri di distribuzione destinati ad essere installati in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso (norma CEI 17-13/2);
- Quadri di distribuzione per uso domestico e similare (norma CEI 23-51); I quadri inoltre devono essere conformi alla Direttiva Bassa Tensione (73/23 CEE) e, se del caso, alla Direttiva Compatibilità Elettromagnetica (89/336 CEE) e conseguentemente essere marcati “CE”.

I quadri elettrici raccolgono in un unico complesso apparecchiature elettriche destinate a svolgere funzioni specifiche nell’ambito dell’impianto elettrico in cui il singolo quadro è inserito. I quadri elettrici assumono diversa denominazione a seconda delle funzioni a cui debbono soddisfare.

I quadri elettrici saranno composti da un contenitore in materiale isolante con supporto All’ingresso di ogni ambiente deve essere installato un quadro elettrico composto da un contenitore in materiale isolante, un supporto con profilato normalizzato EN 50022 per il fissaggio a scatto degli apparecchi da installare ed un coperchio con portello.

Tutti i contenitori dovranno essere conformi alla Norma CEI 23-49, relativamente alla massima potenza dissipabile all’interno dell’involucro.

Il quadro dovrà essere cablato in conformità alla Norma CEI 23-51, nei limiti della sua applicabilità. Colui che avrà cablato il quadro sarà il responsabile del prodotto finito e dovrà rilasciare una dichiarazione di conformità del quadro alla Norma CEI 23-51.

La scatola isolante deve avere una profondità non superiore a 60-65 mm ed una larghezza tale da consentire il passaggio dei conduttori per l’alimentazione degli interruttori automatici installati a monte. Il coperchio deve avere il fissaggio a scatto, oppure a vite nel caso si abbia il portello.

In entrambi i casi le apparecchiature contenute non devono sporgere.

I quadri costruiti in materiale isolante devono possedere il marchio IMQ ed il simbolo del doppio isolamento.

VERIFICA DELL'IMPIANTO

Al termine dei lavori l'installatore dovrà eseguire le verifiche finali atte ad accertare l'esecuzione degli impianti in conformità alle indicazioni fornite nel presente progetto e alle disposizioni Legislative, Normative ed eventualmente delle società ENEL e TELECOM.

In particolare le verifiche saranno effettuate secondo le modalità descritte nella Norma CEI 64-8 capitolo 61 che prevedono:

- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari (612.2);
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico (612.3) ;
- protezione mediante interruzione automatica del circuito (612.6) ;
- prove di funzionamento (612.9) ;
- cadute di tensione ;

I collaudi dovranno essere eseguiti secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8/1 e CEI 64-8/6, ed in particolare:

- **Esame visivo** atto ad accertare che il materiale elettrico, che costituisce l'impianto in oggetto, è stato scelto correttamente ed installato in modo conforme alle prescrizioni e non presenti danni visibili che possano comprometterne la sicurezza.
- **Prove e misure strumentali** atte ad accertare l'efficienza dell'impianto stesso.

In particolare dovranno essere effettuati i controlli relativi a:

- protezione contro i contatti diretti;
- misura di distanze;
- corretta polarità;
- rispondenza degli organi di sezionamento e protezione e delle sezioni dei conduttori al progetto;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- connessioni e collegamenti dei conduttori;
- apposizione dei contrassegni di identificazione;



- completezza degli schemi e loro rispondenza con quanto realizzato;
- certificazioni dei materiali installati;
- verifica della sfilabilità dei cavi;
- misura della resistenza di isolamento;
- misura delle cadute di tensione;
- verifica delle protezioni contro i cortocircuiti ed i sovraccarichi;
- verifica delle protezioni contro i contatti indiretti;
- verifica della continuità tra le masse e le masse estranee presenti nell'area e la rete di terra;
- controllo, in base ai valori misurati, del coordinamento delle protezioni con l'intervento nei tempi previsti dei dispositivi di massima corrente e differenziali;
- - dichiarazione di conformità alla regola dell'arte rilasciata dalla ditta installatrice.

Dichiarazione Di Conformita'

Ultimato l'impianto elettrico la Ditta installatrice dovrà rilasciare la Dichiarazione di Conformità dell'impianto alla regola dell'arte secondo quanto prescritto dall D.M. 37 del 2008. La dichiarazione compilata secondo quanto previsto dalla norma CEI 03 e predisposta secondo i modelli ministeriali dovrà avere allegato il presente progetto esecutivo, la relazione contenete la tipologia dei materiali utilizzati e il certificato rilasciato dalla Camere di Commercio relativo ai requisiti tecnico-professionali della Ditta installatrice.

La dichiarazione di Conformità dovrà essere prodotta nelle seguenti copie:

1. Copia per la Ditta installatrice
2. Copia per lo sportello unico del Comune
3. Copia per la Camera di Commercio (senza allegati) che sarà inviato dal Comune.
4. Copia per il committente

8.2 - Piano Manutenzione Indicativo Impianti Elettrici

<i>n.</i>	<i>Descrizione</i>	<i>Periodicità</i>
a.	Quadri Elettrici Controllo generale (lettura strumenti e controllo spie luminose) Verifica di funzionalità interruttori differenziali Messa fuori servizio del quadro, pulizia e serraggio morsetti, controllo di funzionamento di interruttori, sezionatori, circuiti ausiliari, parti meccaniche ed apparecchiature varie.	1 mese 6 mesi 12 mesi
b.	Rete di Distribuzione Pulizia, verifica consistenza e fissaggio cavedi, passerelle, ecc Verifica carico sulle linee ed eventuale riequilibratura dei carichi Verifica del collegamento alla rete di terra di tutte le prese, e della idoneità delle spine	12 mesi 6 mesi 6 mesi
c.	Impianto di illuminazione Ordinaria Controllo stato dei corpi illuminanti, cambio lampade, ecc	1 mese
d.	Impianto di illuminazione di Sicurezza Controllo generale e con scarica completa	6 mesi
e.	Rete di TERRA Ispezione e verifica dello stato dei conduttori di protezione o equipotenziali, sia principali che secondari; Verifica a campione del collegamento tra conduttore e morsetto di terra	12 mesi 12 mesi