



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

PRO/AdB-GEN/POG/UB-PB/ILI



e.p.c.

Oggetto: Centrale termoelettrica Enel di Livorno - Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 del 24-05-2010 - Trasmissione Piano adeguamenti impiantistici ai sensi dell' art.1 comma 3 del Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271.

Ai sensi dell'art. 1 comma 3 del Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 del 24/05/2010, si trasmette in allegato il Piano degli adeguamenti impiantistici. Si invia inoltre copia del versamento effettuato ai sensi del comma 4 del suddetto articolo.

Distinti saluti

Franco Nencini
IL RESPONSABILE

Il presente documento costituisce una riproduzione integra e fedele dell'originale informatico, sottoscritto con firma digitale, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente. La riproduzione su supporto cartaceo è effettuata da Enel Servizi.

Allegati:

Piano adeguamenti impiantistici,
Lay-out situazione attuale dis. n. LIABOGAs002-00
Lay-out situazione futura dis. n. LIABOGAs003-00
Attestato versamento

Copia a:

PRO/SAM/AMB - Ambiente
PRO/AdB-GEN/POG/UB-PB/EAS - Esercizio Ambiente e Safety

Enel-PRO-10/12/2010-0051544



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA-2010-0030781 del 20/12/2010

Raccomandata A/R

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali
ex Divisione VI-RIS
Via C. Colombo, 44
00147 ROMA RM
Alla c.a. **Dott. Giuseppe Lo Presti**

Raccomandata A/R

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Commissione istruttoria per l'autorizzazione integrata ambientale - IPPC c/o ISPRA
Via V. Brancati, 48
00144 ROMA RM
Alla c.a. **Ing. D. Ticali**

Raccomandata A/R

Spett.le
REGIONE TOSCANA
Piazza Duomo, 10
50122 FIRENZE FI
Alla c.a. **Presidente Regione Toscana**





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Centrale Termoelettrica di Livorno

Piano adeguamenti impiantistici
Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 del 24/05/2010 art. 1 comma 3

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 1 di 23



Enel Produzione SpA - Società con unico socio - Sede legale 00198 Roma, viale Regina Margherita 125 - Registro Imprese di Roma, Codice Fiscale e Partita IVA 05617841001 - R.E.A. 904803 - Capitale Sociale Euro 1.800.000.000,00 i.v. - Direzione e coordinamento di Enel SpA



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

INDICE

1	Oggetto	3
2	Descrizione della centrale esistente	3
2.1	Turbina a vapore.....	5
2.2	Condensatore.....	5
2.3	Alternatore.....	6
2.4	Trasformatore elevatore di tensione.....	6
2.5	Gruppi elettrogeni.....	6
3	Funzionamento dell'impianto	6
4	L'adeguamento alle BAT	7
5	Analisi di fattibilità per l'utilizzo di sistemi secondari di abbattimento.....	8
5.1	Interventi di modifica previsti:.....	8
5.2	Impianto DeSOx.....	8
5.3	Impianto DeNOx.....	9
5.4	Superfici disponibili per la modifica impiantistica.....	10
5.5	Superfici indispensabili per la modifica impiantistica.....	10
5.6	Conclusioni.....	11
6	Proposta di miglioramento	11
7	Caratteristiche della biomassa per l'alimentazione in co- combustione.....	15
7.1	Caratteristiche degli oli vegetali.....	15
7.1.1	Olio di frutti di jatropha	16
7.1.2	Olio di frutti di palma	18
8	Descrizione del progetto	18
8.1	Generalità.....	18
8.2	Sistema di movimentazione.....	19
8.3	Sistema di stoccaggio.....	19
8.4	Sistema di miscelamento ed alimentazione in caldaia.....	20
8.5	Sistemi ausiliari.....	20
8.6	Disposizione apparecchiature e lay-out viabilità.....	21
9	Benefici attesi dalla co-combustione di olio combustibile e biomassa.....	21
10	Programma di monitoraggio	23
11	Allegati	23



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

1 Oggetto

La centrale di Livorno, ubicata in via Salvatore Orlando, è articolata su due unità da 155 MWe ciascuna, alimentate normalmente ad Olio Combustibile Denso (OCD) a basso tenore di zolfo (STZ).

Il presente documento descrive il progetto di alimentazione delle caldaie esistenti con un mix di olio combustibile e biomassa, in forma di olio vegetale, con un apporto termico di quest'ultima fino al 30% del calore totale introdotto in caldaia.

Si renderà necessario apportare all'impianto degli adeguamenti o modifiche impiantistiche che consentono lo scarico e lo stoccaggio della biomassa e la gestione della miscela prodotta.

Tale progetto è redatto in ottemperanza all'art. 1 comma 3 del Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 del 24/05/2010.

2 Descrizione della centrale esistente

La Centrale termoelettrica di Livorno sorge in un'area di proprietà di Enel di circa 10 ettari tra via Salvatore Orlando, il canale industriale del Porto (bacino di evoluzione) ed il canale Navicelli, ed è inserita all'interno dell'area portuale di Livorno.

La centrale è costituita da due sezioni termoelettriche della potenza efficiente lorda di 155 MWe, per un totale complessivo di 310 MWe alimentate con olio combustibile denso (OCD) con contenuto di zolfo inferiore allo 0,3%.

L'acqua mare inviata ai condensatori delle due sezioni termoelettriche per il raffreddamento del ciclo termico viene prelevata dal Canale Industriale (Bacino Evoluzione) del porto di Livorno attraverso un'opera di presa comune ai due gruppi e costituita da 4 finestre di presa, da circa 2,5 x 4,5 m ciascuna, sulla Calata del Magnale.

L'acqua viene inviata ai condensatori per mezzo di n° 4 pompe (due per ciascuna sezione termoelettrica) della potenza di 650 kW e della portata nominale di 12.000 m³/h cadauna.

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 3 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

L'acqua di raffreddamento viene poi integralmente restituita al mare scaricandola nel Canale dei Navicelli che è uno dei collegamenti con il mare (area portuale) del sistema dei Fossi Medicei della Città di Livorno.

L'energia elettrica prodotta viene immessa nella rete di trasmissione nazionale a 132/220 kV attraverso una stazione elettrica 132/220 kV gestita da Terna S.p.A. che è anche proprietaria delle apparecchiature che vi insistono.

Le sezioni termoelettriche sono entrate in esercizio nei primi anni Sessanta. La centrale, presidiata 24 ore su 24 tutti i giorni della settimana, viene esercitata da personale Enel addestrato suddiviso in turni giornalieri in modo da assicurare una presenza continuativa nell'impianto. In analogia all'esercizio della centrale anche le attività specialistiche (movimentazione combustibile, supporto tecnico, etc.) vengono svolte da personale interno Enel. Le attività di ordinaria manutenzione meccanica ed elettrica, invece, vengono svolte da personale di ditte esterne sotto la supervisione di personale Enel. Orientativamente la centrale impiega circa 70 dipendenti a cui mediamente si aggiungono giornalmente altri 30 lavoratori esterni.

Le emissioni in atmosfera derivano essenzialmente dal processo di combustione che avviene nel generatore di vapore (caldaia).

Tali emissioni (fumi) vengono convogliate in atmosfera, previa depolverizzazione mediante precipitatori elettrostatici, attraverso due camini (uno per ciascuna sezione termoelettrica) di altezza pari a 80 m aventi diametro interno della bocca di 5,7 m. Per effetto dell'altezza dei camini e dell'elevata velocità di uscita i prodotti della combustione raggiungono quote elevate con conseguente marcata dispersione e diluizione degli effluenti.

Ciascuna sezione termoelettrica rispetta, ai sensi del D.Lgs 152/06, i seguenti limiti di concentrazione espressi come valori medi mensili e riferiti al 3% di ossigeno nei fumi secchi:



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Parametro	mg/Nm ³
SO ₂	1.050
NO _x	450
Polveri	50

Negli anni sono stati introdotti miglioramenti tecnico-gestionali al fine di rispettare tali limiti di emissione:

- SO₂: utilizzo di olio combustibile denso con tenore di zolfo max. 0,61% (ottenuto dal mix di OCD STZ e BTZ) in luogo di olio combustibile con tenore di zolfo fino all'1 % utilizzato in precedenza (BTZ);
- NO_x: diversa regolazione del sistema di combustione (assetto BOOS "burner out of service");
- Polveri: sono stati installati, a monte di ciascun camino, depolverizzatori elettrostatici.

2.1 Turbina a vapore

Ogni gruppo è dotato di una turbina a condensazione di fabbricazione Brown Boveri disposta a quota 15,30 su cavalletto turbina con 1 corpo di alta pressione, 2 corpi di media pressione e 3 corpi di bassa pressione. Lo scarico del vapore della turbina di bassa pressione avviene in basso (dove è posto il condensatore) alla pressione di circa 0,05 ata.

2.2 Condensatore

Ogni condensatore ha una superficie di scambio distribuita su 10.496 tubi in titanio lunghi 10 m e di diametro esterno 24 mm. Completato il passaggio di stato, il condensato viene aspirato dal fondo del condensatore (pozzo caldo) mediante 2 pompe estrazione condensato della potenza di 270 kW ciascuna.



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

2.3 Alternatore

Gli alternatori, di costruzione Tecnomasio-Brown Boveri, hanno una potenza rispettivamente pari a 206 MVA per il gruppo 1 e 210 MVA per il gruppo 2, alla tensione di 15,75 kV, $\cos\phi$ pari a 0,8, frequenza pari a 50 Hz.

Il raffreddamento della macchina è realizzato con H_2 ed olio.

L' H_2 , alla pressione di 3 bar, è confinato all'interno del volume tra rotore e statore mediante un sistema a tripla tenuta mentre l'olio, regolato a pressione leggermente inferiore a quella dell' H_2 , attraversa le barre dello statore.

2.4 Trasformatore elevatore di tensione

Ad ogni alternatore sono accoppiati tre trasformatori elevatori monofase a tre avvolgimenti della potenza di 63 MVA cadauno e della tensione nominale di 16/128/236 kV. I trasformatori immettono energia elettrica nella rete di trasmissione nazionale a 132/220 kV.

2.5 Gruppi elettrogeni

La Centrale è dotata di due gruppi elettrogeni (GE) di emergenza da 500 kW cadauno; essi sono di recente realizzazione e possono essere riutilizzati.

3 Funzionamento dell'impianto

Il funzionamento dell'impianto è dettato dalle regole di mercato e dalla richiesta di energia in rete. Le unità eventualmente in funzione non producono, nel corso della giornata, a regime costante ma seguono i profili di carico assegnati dal Gestore Rete Nazionale. In particolare le sezioni termoelettriche della centrale di Livorno non assicurano il carico di base (funzionamento a carico costante nell'arco della settimana) ma sono chiamate discontinuamente a produrre sul Mercato dei Servizi in maniera da soddisfare i picchi della domanda di energia elettrica assicurando la stabilità della rete e costituendo la cosiddetta

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 6 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

riserva rotante. Tale tipo di utilizzo da parte del Gestore della Rete Nazionale comporta un esercizio molto flessibile e poco prevedibile dei gruppi.

4 L'adeguamento alle BAT

Il Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 del 24/05/2010 impone l'adeguamento dell'impianto alle BAT entro 30 mesi dalla pubblicazione in Gazzetta Ufficiale (11/06/2010). Nella tabella seguente sono riportate le concentrazioni indicate nel BReF e riprese dal Decreto per definire il quadro delle limitazioni alle emissioni dell'impianto. Nella stessa tabella è indicata inoltre la stima delle emissioni massiche annue dell'impianto a regime qualora venisse adeguato alle BAT e con una previsione di funzionamento di 7000 h/anno:

Camino	Potenza elettrica [MW]	Parametro	Concentrazioni BReF [mg/Nm ³]	Emissioni massiche 7000 h/anno [t / anno]
Gruppi 1,2	2 x 155	SO ₂	200	1152
		NOx	150	864
		Polveri	20	115

Peraltro per l'adeguamento dell'impianto ai valori limite di emissione previsti dal Decreto sarebbe necessario modificare l'impianto con l'installazione di sistemi di abbattimento secondari (Desolficatori e Denitrificatori) per la cui realizzazione sono previste le seguenti attività:

- > richiesta ed ottenimento delle autorizzazioni;
- > espletamento delle gare (europee) per la fornitura dei materiali;
- > predisposizione delle aree;
- > costruzione degli impianti di abbattimento;
- > messa in esercizio degli impianti.

Per l'espletamento di tali attività è previsto un tempo totale non inferiore a 3 anni. Tuttavia si evidenzia che per la realizzazione di

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 7 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

tali impianti sussistono problematiche soprattutto tecniche, come specificato al capito 5, oltre che autorizzative e di tempistica.

5 Analisi di fattibilità per l'utilizzo di sistemi secondari di abbattimento

Tale analisi riguarda la possibilità dell'installazione di un sistema combinato per l'abbattimento delle emissioni di SO₂ e di NO_x a Livorno utilizzando il progetto standard di adeguamento ambientale elaborato da Enel per impianti di taglia 150-180 MWe.

5.1 Interventi di modifica previsti:

- installazione di un sistema di DeSOx ad umido del tipo calcare-gesso per la riduzione delle emissioni di SO₂ alla ciminiera (efficienza pari al 90% alle condizioni di progetto);
- installazione di due denitrificatori catalitici (SCR), uno per ogni sezione, per la riduzione delle emissioni di NO_x alla ciminiera (efficienza pari all'80% alle condizioni di progetto);
- adeguamento degli impianti di trattamento delle acque reflue.

5.2 Impianto DeSOx

l'impianto DeSOx è costituito da:

- Una linea fumi che comprende i condotti dai ventilatori indotti allo scambiatore rigenerativo, dallo scambiatore rigenerativo all'assorbitore, dall'assorbitore al ventilatore booster, dal ventilatore booster alle due ciminiere;
- Uno scambiatore rigenerativo fumi (GGH "Gas Gas Heater");
- Un ventilatore booster per compensare le perdite di carico aggiuntive introdotte dai nuovi impianti;
- Un circuito di saturazione ed assorbimento, comprendente una torre di assorbimento ed un serbatoio per il ricovero temporaneo della sospensione;



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

- Un sistema di comando, regolazione e controllo centralizzato in sala manovra;
- Un edificio servizi, contenente i sistemi di ricircolo della sospensione, di ossidazione dei solfiti, di estrazione della sospensione gassosa, e i quadri di alimentazione elettrica e regolazione delle apparecchiature DeSOx;
- Un sistema per l'approvvigionamento, lo stoccaggio del calcare e la preparazione di una sospensione calcarea e relativo sistema di alimentazione;
- Un impianto di filtrazione, movimentazione e stoccaggio del gesso a servizio delle due sezioni;
- Pipe rack, tubazioni, cavi e via cavo per il collegamento con i sistemi ausiliari DeSOx;
- Un impianto per il trattamento degli spurghi DeSOx comprensivo di due serbatoi di accumulo dell'acqua da trattare.

5.3 Impianto DeNOx

L'impianto DeNOx è costituito da:

- Condotti fumi dall'uscita economizzatore di caldaia all'ingresso del reattore DeNOx;
- Condotti fumi dall'uscita reattore DeNOx all'ingresso dello scambiatore rigenerativo aria-fumi (Ljungstroem);
- Condotti di by-pass reattore DeNOx;
- Serrande di intercettazione ingresso ed uscita DeNOx e serranda di by-pass DeNOx;
- Un reattore catalitico a tre strati di catalizzatore con la predisposizione per un quarto strato.
- Un sistema di produzione, trasporto e dosaggio dell'ammoniaca gassosa comune alla due sezioni;
- Un sistema per l'approvvigionamento e lo stoccaggio dell'ammoniaca in soluzione acquosa al 25%.
- Un impianto di trattamento delle acque ammoniacali (ITAA).

5.4 Superfici disponibili per la modifica impiantistica

Nella copia della Tavola II (Fig. 1) si evidenzia in grigio (A) l'area disponibile per l'installazione degli impianti DeSOx e DeNOx che è pari a circa 3.200 m².

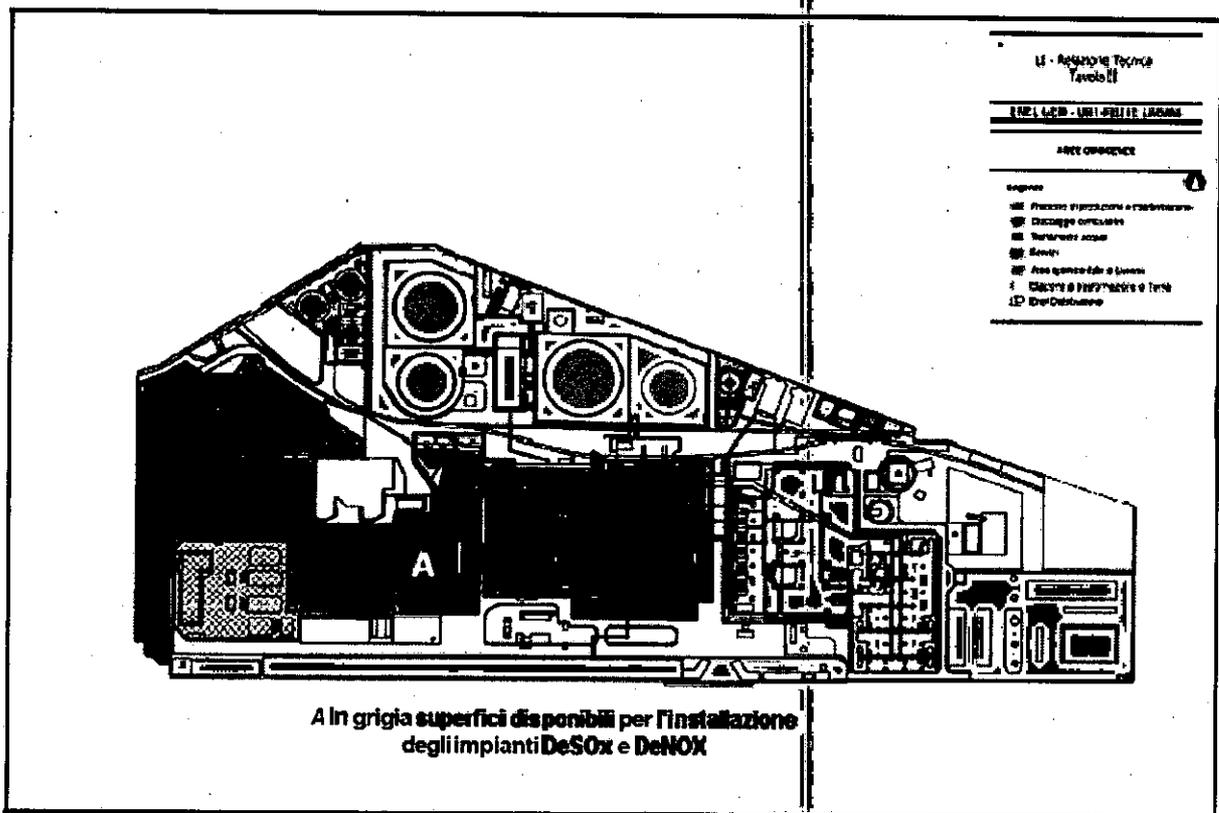


Fig. 1 - Aree disponibili per installazione impianti DeSOx e DeNOx

5.5 Superfici indispensabili per la modifica impiantistica

Nella seguente tabella si evidenziano in dettaglio le aree necessarie alla costruzione delle opere e degli impianti previsti nel progetto di adeguamento:



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Nuove Costruzioni	Superfici [m ²]
Area reattori DeNOx	400
Area desolficatori ed ausiliari	5400
Area stoccaggio e movimentazione dei reagenti e dei materiali prodotti (calce, ammoniaca, gesso)	4000
Impianto trattamento spurghi DeSOx e delle acque ammoniacali	4000
Aree richieste per pipe-rack, tubazioni, condotti, accessibilità impianti, etc.	6000
TOTALE	19800

5.6 Conclusioni.

Sulla base dello studio effettuato in merito alla possibilità di adottare sistemi secondari di abbattimento risulta che le aree disponibili per la modifica d'impianto sono nettamente insufficienti (aree disponibili pari a meno del 20% di quelle necessarie) e ciò ne esclude, di fatto, la possibilità di adozione. Ciò premesso è intenzione di ENEL proporre un piano di miglioramento ambientale basato su misure gestionali che permetta di conseguire i medesimi obiettivi ambientali in tempi molto ristretti.

6 Proposta di miglioramento

Al fine di ridurre l'impatto complessivo sull'ambiente migliorando i livelli di qualità dell'aria esistenti, in data 08/01/10 Enel ha presentato una nota (prot. Enel-PRO-08/01/10-0000418) con la quale proponeva un programma di miglioramento ambientale oggetto di confronto anche con la Regione Toscana. Il programma prevede i seguenti interventi:

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 11 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Oriando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

- utilizzo di OCD a bassissimo contenuto di zolfo;
- impiego di oli vegetali;
- adozione di un programma di graduale riduzione delle emissioni in termini di tonnellate annue;
- interventi di miglioramento sul sistema secondario di abbattimento delle polveri.

L'olio vegetale sarà utilizzato in co-combustione con l'OCD e la sua portata potrà essere variabile all'interno di un range ottimale di esercizio comunque non superiore al valore corrispondente al 30% dell'input termico dell'impianto. L'efficacia dell'utilizzo di oli vegetali in co-combustione con OCD (STZ) in termini di emissioni è allo studio, in fase sperimentale, della struttura Enel deputata alle attività di ricerca.

Gli oli vegetali impiegati saranno approvvigionati da coltivazioni certificate al fine di assicurare i principi di sviluppo sostenibile ed il rispetto delle caratteristiche delle attività forestali volti a tutelare l'ambiente e le popolazioni locali.

I risultati attesi sono riportati nella seguente tabella:

Parametro	Valori limite ex D.L.gs 152/06 [mg/Nm ³]	Emissioni massiche garantite entro 2 anni [t/anno]	Valori limite conseguibili dopo interventi [mg/Nm ³]	Emissioni massiche garantite entro 5 anni [t/anno]
SO ₂	1.050	1.800	400	670
NO _x	450	900	450	750
polveri	50	40	35	35

Il piano di interventi consentirà, a regime, di conseguire i seguenti miglioramenti ambientali:

- SO₂: riduzione del 77% rispetto al valore medio 2006+2008;
- NO_x: riduzione del 28% rispetto al valore medio 2006+2008;
- polveri: riduzione del 24% rispetto al valore medio 2006+2008.



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

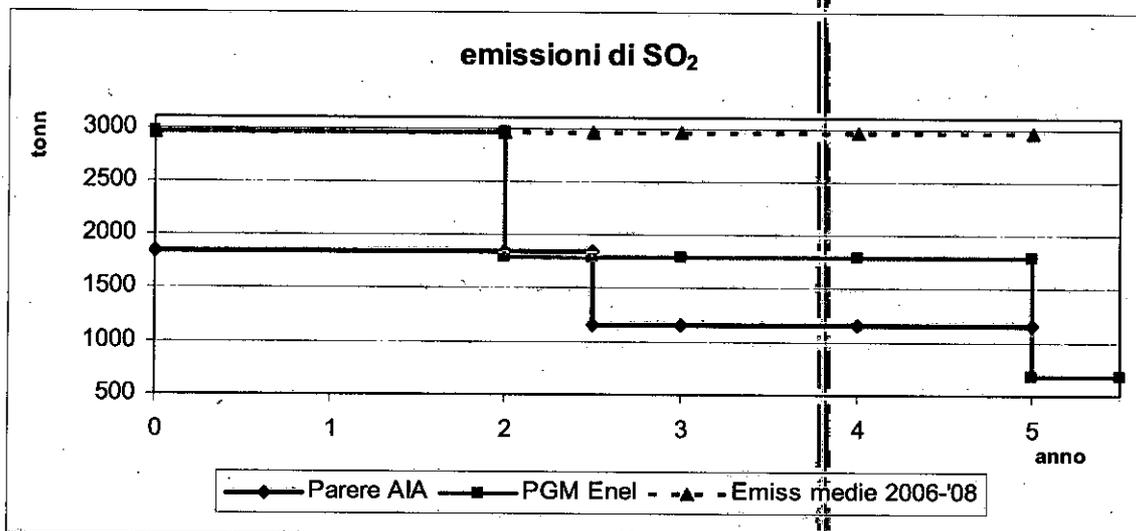
DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Tali flussi di massa saranno garantiti andando ad agire anche sulle concentrazioni attualmente autorizzate. In particolare mediante l'utilizzo di OCD a bassissimo tenore di zolfo (STZ) in co-combustione con oli vegetali si ritiene di poter conseguire i seguenti miglioramenti in termini di concentrazione:

- SO₂: riduzione del 62% del valore limite di concentrazione attualmente autorizzato;
- polveri: riduzione del 30% del valore limite attualmente autorizzato.

Anche dal confronto dei valori di emissioni massiche stimate a seguito dell'adeguamento dell'impianto alle BAT, quindi con un'ipotesi di funzionamento di 7000 h/anno, con i valori garantiti a dall'applicazione del piano di miglioramento proposto, questi ultimi risultano complessivamente migliorativi. Si riporta di seguito un confronto tra i quadri emissivi pregressi e attesi nelle due configurazioni:

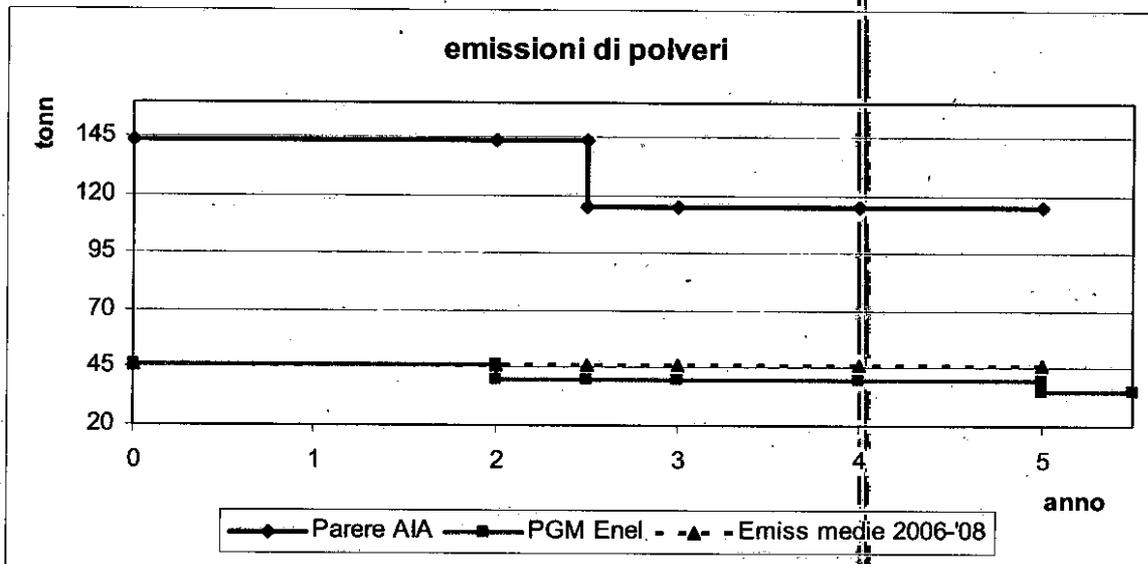
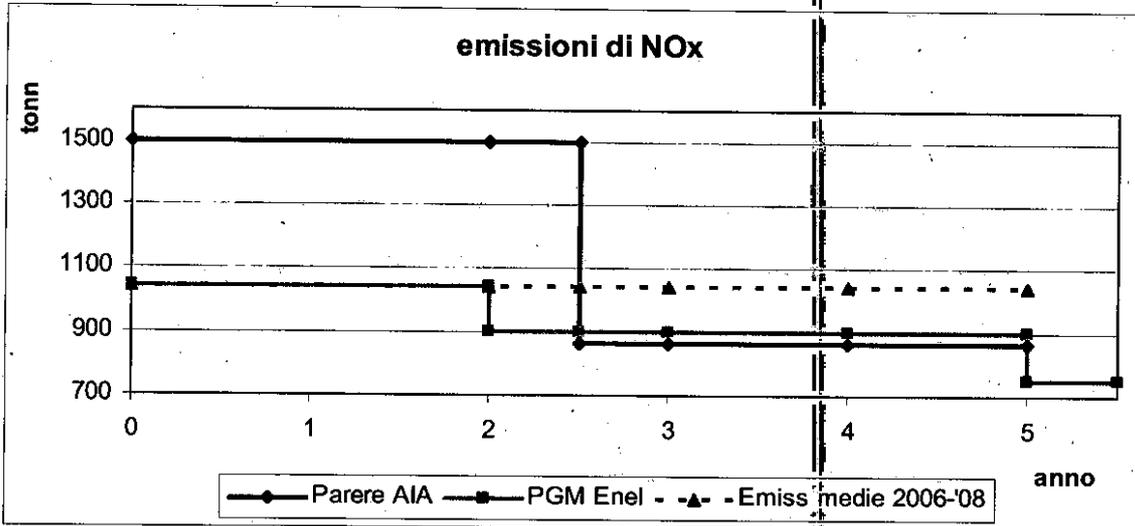




L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280



I risultati esposti saranno il frutto di interventi di ottimizzazione del sistema secondario di abbattimento delle polveri (elettrofiltri) anche grazie all'ottimizzazione dei cicli di scuotitura delle superfici captanti e del sistema di evacuazione ceneri dalle tramogge.

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 14 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Gli interventi di tipo gestionale proposti pertanto consentirebbero di mantenere un buon livello della qualità dell'aria e di ridurre l'impatto ambientale, ma anche di mantenere gli attuali livelli occupazionali sia in termini diretti che di indotto come specificato in premessa.

7 Caratteristiche della biomassa per l'alimentazione in co-combustione

7.1 Caratteristiche degli oli vegetali

Per il funzionamento dell'impianto l'alimentazione sarà ad entrambe le caldaie, con una quantità di biomassa pari ad un massimo del 30% dell'input termico. La biomassa di cui si prevede l'impiego si presenta come olio (liquido), in particolare si prevede di utilizzare:

1. olio vegetale ricavato da frutti di palma, macinati e raffinati, provenienti da coltivazioni vegetali dedicate;
2. olio vegetale ricavato da frutti di Jatropha, macinati e raffinati, provenienti da coltivazioni vegetali dedicate;
3. e altri oli vegetali non destinabili alla filiera alimentare previa verifica delle caratteristiche adeguate.

Gli oli di frutti di palma e di frutti di jatropha sono ricomparsi nell'elenco dei combustibili di cui è consentito l'utilizzo alla lettera n, paragrafo 1, sezione 1, parte 1 dell'allegato X alla parte quinta del Decreto Legislativo 152/2006.

L'utilizzo sarà in forma di miscela con OCD o su bruciatori dedicati, nelle proporzioni opportune per conservare l'input termico del combustibile originale: la portata di biomassa potrà essere variabile all'interno di un range ottimale di esercizio, comunque non superiore al valore corrispondente al 30% dell'input termico dell'impianto.

Di seguito sono riportate le caratteristiche principali di alcuni oli che si prevede di utilizzare:



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Proprietà	U.M.	Olio di palma	Olio di colza	Olio di jatropha
Densità (@15 °C)	kg/mc	915	920	925
PCI	kcal/kg	8800	8850	8700
Acidità	mg KOH/g	10,6	2,4	2

Tabella 1 - Caratteristiche tipiche delle biomasse liquide (Fonte: MAN Diesel's Holeby workshop).

Oltre al contenuto di acidi grassi liberi, altri 3 parametri sono importanti nella scelta di una tipologia di olio da utilizzare:

- Contenuto massimo di sedimenti esistenti;
- Contenuto di fosforo: è un parametro legato al metodo di produzione dell'olio stesso; il fosforo è pericoloso per le macchine a causa della sua azione abrasiva;
- Umidità: se emulsionata anche una relativamente grande quantità di acqua non è svantaggiosa; acqua libera dà problemi al sistema di iniezione del combustibile in camera di combustione.

I prossimi paragrafi riportano alcune dati di maggior dettaglio sugli oli di frutti di jatropha e di palma.

7.1.1 Olio di frutti di jatropha

La *Jatropha curcas* o *Jatropha Curcas* è una pianta tropicale che riesce a crescere in terreni semi-aridi e in presenza di scarse precipitazioni (600 mm/anno) ma con temperature superiori a 14 °C. Le sue caratteristiche la rendono spesso impiegata in progetti di lotta alla desertificazione e all'erosione. I frutti della *Jatropha* non sono commestibili per l'uomo e per gli animali, ciò ne fa un combustibile No-Food.

I semi ottenuti dal frutto sgusciato contengono un olio (intorno al 35% in peso) dalle caratteristiche tali da poter essere impiegato in generatori diesel piuttosto grezzi anche solamente dopo un processo di filtraggio, oppure come olio per l'illuminazione nelle lampade al posto del petrolio, dato che non emette fumi. L'olio di *Jatropha* può essere



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
 AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
 CENTRALE TERMOELETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
 T+39 0586393711 - F+39 0556266280

impiegato anche per la produzione di Biodiesel attraverso un processo chimico di raffinazione, la Transesterificazione. Nonostante tra le colture energetiche la Jatropha non si posizioni in assoluto tra le migliori (la palma è nettamente superiore), la possibilità di non entrare in competizione nei terreni più fertili con le colture destinate all'alimentazione, la rende senz'altro una coltura molto promettente nel panorama dei biocarburanti. Indicativamente le caratteristiche principali dell'olio di jatropha sono riportati a seguire, confrontate con le caratteristiche del gasolio.

ITEM VALUE	Jatropha oil
Acid value	38,2
Saponification value	195
Iodine value	101,7
Viscosity (31°C) "Fatty acid"	40,4
Palmitic acid %	4,2
Oleic acid %	6,9
Stearic acid %	43,1
Linoleic acid %	34,3
Other acids %	1,4

Specification	Standard Jatropha oil	Standard Diesel
Specific gravity	0,919	0,82/0,84
Flash point °C	240/110	50
Carbon residue	0,64	<=0,15
Cetane value	51	50 up
Distillation point °C	295	350
Kinematics viscosity	50,73	2,7 up
Sulfur %	0,13%	1,20%
Calorific value kcal/kg	9470	10170
Pour point °C	8	10
Colour	4	4

Tabella 2 - Caratteristiche tipiche dell'olio di jatropha.



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

7.1.2 Olio di frutti di palma

Indicativamente le caratteristiche principali sono riportate nella tabella a seguire.

Densità a 15°C	(kg/l)	0.09
Viscosità a 50°C	(cSt)	25+30
Pour point	(deg C)	<40
Flash Point	(deg C)	>100
Potere calorifico inferiore	(MJ/kg)	36
Potere calorifico superiore	(MJ /kg)	39
Zolfo	(% mass)	0.001+0.1
Ceneri	(% mass)	0.001+0.5

Tabella 3 - Caratteristiche tipiche dell'olio di palma.

8 Descrizione del progetto

8.1 Generalità

Il nuovo progetto, oggetto della presente relazione, prevede che le 2 sezioni termoelettriche siano alimentate da un mix di OCD e biomassa (olio vegetale allo stato liquido) per un apporto termico massimo di quest'ultima pari al 30%.

La gestione della biomassa necessaria richiede alcune modifiche e variazioni nelle destinazioni d'uso di sistemi e componenti presenti all'interno della centrale. A tale scopo si individuano le seguenti fasi con relativi sistemi:

- sistema di movimentazione,
- sistema di stoccaggio,
- sistema di miscelamento ed alimentazione in caldaia,
- sistemi ausiliari.

In generale non sono previsti però interventi aggiuntivi rilevanti quali opere civili o installazione di nuovi sistemi ed i sistemi di ricezione



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

travaso ed alimentazione in caldaia subiranno modifiche marginali come meglio di seguito descritto.

8.2 Sistema di movimentazione

Per sistema di movimentazione o gestione della biomassa si intende la parte d'impianto destinata all'approvvigionamento ed allo scarico fino al riempimento dei serbatoi di stoccaggio. La biomassa che verrà scaricata proverrà da paesi esteri, normalmente trasportata fino al porto di Livorno e trasferita in centrale o direttamente o tramite bettoline (via mare), o autobotti (via terra). Nel caso di scarico via mare, una tubazione dedicata di prossima installazione, coibentata e tracciata, trasferirà il prodotto nel serbatoio di stoccaggio, così da evitare inquinamento indesiderato da OCD ed una separazione della contabilizzazione fiscale per differenti aliquote delle accise.

Il collettore di distribuzione esistente, che attualmente consente la distribuzione del combustibile su tutti i serbatoi del parco olio, sarà opportunamente sezionato per mantenere la separazione fisica tra il circuito biomassa e quello dell'olio combustibile.

8.3 Sistema di stoccaggio

Il parco serbatoi olio combustibile esistente è costituito da 4 serbatoi, per una capacità complessiva di circa 56.000 m³, ciascuno all'interno di un proprio bacino di contenimento, con adeguate vie di transito per garantire l'efficienza delle operazioni di deposito e ripresa. L'area di stoccaggio è inoltre dotata di idonei sistemi ausiliari per le funzioni antincendio ed illuminazione.

Per lo stoccaggio della biomassa sarà dedicato uno dei serbatoi del parco olio esistente, normalmente utilizzato come serbatoio polmone per operazioni di travaso dell'OCD, previo lavaggio e bonifica delle parti ammalorate, ove presenti, e coibentazione. La capacità del serbatoio è di circa 10.000 m³ che corrisponde ad uno stoccaggio di circa 9.000 t di biomassa. Nel caso in cui tale capacità di stoccaggio si rivelasse insufficiente e non compatibile con la frequenza di approvvigionamento, è possibile un ampliamento del parco biomassa.

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 19 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

8.4 Sistema di miscelamento ed alimentazione in caldaia

L'olio combustibile e la biomassa saranno prelevati dai serbatoi per formare la miscela combustibile, nelle volute proporzioni, tramite le due attuali pompe di travaso di ciascun gruppo e poste nel locale dedicato. Attualmente le due pompe hanno uguale potenzialità e sono una di riserva all'altra; nelle nuove modalità di esercizio, ciascuna risulta dedicata ad un tipo di combustibile (ora OCD, ora biomassa) per cui il numero complessivo di tali pompe sarà incrementato per mantenere una riserva per l'esercizio sicuro dell'impianto tramite l'installazione di nuove macchine (una o al massimo due nuove pompe).

La composizione della miscela sarà regolata agendo sulla velocità delle pompe alimentate da un motore elettrico con azionamento a frequenza variabile. Il miscelamento tra le due correnti fluide sarà completato attraverso i miscelatori sulla linea di alimento alle caldaie.

Il sistema di alimentazione della miscela in caldaia sarà basato sui seguenti componenti:

- serbatoi di accumulo giornaliero da 50 m³ ciascuno;
- sistema di pompe di spinta olio combustibile e relativi filtri a freddo;
- riscaldatori per portare la temperatura del fluido di lavoro al valore di normale esercizio;
- filtri a caldo, valvola regolatrice e contatore volumetrico;
- n. 4 file bruciatori ciascuna costituita da 4 bruciatori dotati di atomizzatori del tipo assistiti a vapore (la fila superiore, la quinta, è utilizzata per l'iniezione di sola aria per il controllo delle emissioni inquinanti).

In fase di progettazione esecutiva sarà valutata anche la possibilità di dedicare alcuni bruciatori alla biomassa liquida, evitando il mescolamento con OCD ma realizzando una linea dedicata alla caldaia per l'alimentazione dell'olio vegetale.

8.5 Sistemi ausiliari

I principali sistemi ausiliari sono i seguenti:

- sistema elettrico BT;

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 20 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

- sistema di automazione e controllo;
- sistema antincendio.

I motori delle nuove pompe, per analogia con quelle esistenti, saranno alimentati alla tensione di 380 V. I quadri elettrici di comando delle nuove pompe, i comandi ad azionamento variabile e l'interfaccia locale operatore saranno preferibilmente ubicati nell'edificio pompe esistente. Il sistema di comando e controllo sarà integrato, per quanto possibile, nel sistema di automazione e controllo di centrale consentendo la conduzione dell'esercizio a biomassa anche in remoto dalla sala controllo principale.

8.6 Disposizione apparecchiature e lay-out viabilità

La disposizione in pianta delle diverse apparecchiature e sistemi interessati nelle nuove modalità di esercizio sono riportati nella planimetria in Allegato 2. Il layout riportato è da intendersi valido per tutti i tipi di biomasse citati e per i quali è pensato l'impianto. Tale layout è da intendersi come preliminare, in fase di progettazione esecutiva saranno valutate ottimizzazione sul percorso delle tubazioni, posizionamento delle nuove apparecchiature, ecc..

9 Benefici attesi dalla co-combustione di olio combustibile e biomassa

I principali vantaggi che derivanti da un esercizio commerciale favorevole con la co-combustione della biomassa, in una centrale convenzionale a olio combustibile sono i seguenti:

- elevata efficienza di conversione del potenziale termico della biomassa;
- risparmio del fabbisogno di idrocarburi;
- evitata emissione CO₂ in proporzione alla quota idrocarburica non bruciata.

In termini di efficienza di conversione termica, è da sottolineare che l'impiego della biomassa in una centrale come quella di Livorno, con un

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 21 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

rendimento pari a circa il 34%, è favorevole in quanto tale elevato fattore di conversione è più elevato di quello che di solito caratterizza le centrali a biomassa.

Inoltre la co-combustione di olio combustibile e biomassa può essere considerata come una strategia industriale efficace, al momento percorribile, per contenere l'emissione di CO₂ su impianti di produzione di energia elettrica. Nella tabella seguente è riportata una stima oraria della CO₂ evitata per ciascun gruppo nella ipotesi di un input termico da biomassa del 30% (valori stimati come indicato nel decreto ministeriale DEC/RAS/854/2005).

Input di biomassa (% carico termico)	Portata OCD sostit. (t/h)	Potenza prodotta CO ₂ free (MW)	CO ₂ risparmiata (t/h)
30%	12	46	38

Il massimo risparmio annuo prevedibile di OCD, con un input termico da biomassa del 30%, assumendo 7.000 ore/anno di funzionamento, è pertanto pari a circa 250.000 t/anno per gruppo.

Prove sperimentali condotte da Enel hanno mostrato che l'utilizzo di una miscela biomassa-olio combustibile comporta, oltre alla riduzione della emissione di CO₂, quantificata precedentemente, un ulteriore beneficio legato alla riduzione delle emissioni degli SO_x, poiché la concentrazione di zolfo nelle biomassa è pressoché assente.

Si sottolinea però che tali risultati sono frutto di indagini di laboratorio e quindi non estrapolabili in modo diretto su un impianto reale, anche se è ragionevole attendersi una riduzione della concentrazione degli SO_x nelle condizioni di funzionamento dell'impianto su scala industriale. A valle dell'implementazione delle modifiche sarà quindi necessaria un'attività di test e monitoraggio per quantificare il beneficio in termini di riduzione degli ossidi di zolfo.

Per quanto riguarda il rumore, l'adeguamento e l'esercizio dell'impianto, verrà realizzato applicando le migliori tecniche di contenimento del rumore alla fonte e di isolamento acustico, per cui l'apporto in tal senso alla situazione attuale può considerarsi trascurabile.

Allegato Lettera prot. n° Enel-PRO-10/12/2010-0051544

Pagina 22 di 23





L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

10 Programma di monitoraggio

L'uso della biomassa comporterà possibili modifiche nel solo comparto atmosferico e pertanto particolare attenzione sarà posta nel monitoraggio delle emissioni atmosferiche.

Oltre al controllo in continuo delle emissioni di SO_2 , NO_x , polveri e CO, unitamente ad alcuni parametri di esercizio quali la temperatura fumi, l'ossigeno, il vapor d'acqua, i parametri di normalizzazione ed il carico, durante il primo anno di esercizio dell'impianto con modalità in co-combustione biomassa-olio combustibile, saranno condotte misure di microinquinanti, tipicamente metalli ed IPA, con frequenza quadrimestrale. Le modalità di esecuzione ed i parametri da misurare saranno concordati con l'Autorità Competente e con l'Ente di Controllo.

L'impiego di oli vegetali è comunque subordinato agli esiti di una campagna di misure della durata indicativa di dodici mesi, da effettuare, in accordo con ARPA, direttamente sull'impianto finalizzata a valutarne gli effetti e ad ottimizzarne l'uso in funzione degli obiettivi sopra descritti.

11 Allegati

ALLEGATO 1 - LIABOGAS002-00- Centrale di Livorno - Layout impianto Situazione attuale

ALLEGATO 2 - LIABOGAS003-00- Centrale di Livorno - Layout impianto Situazione futura