

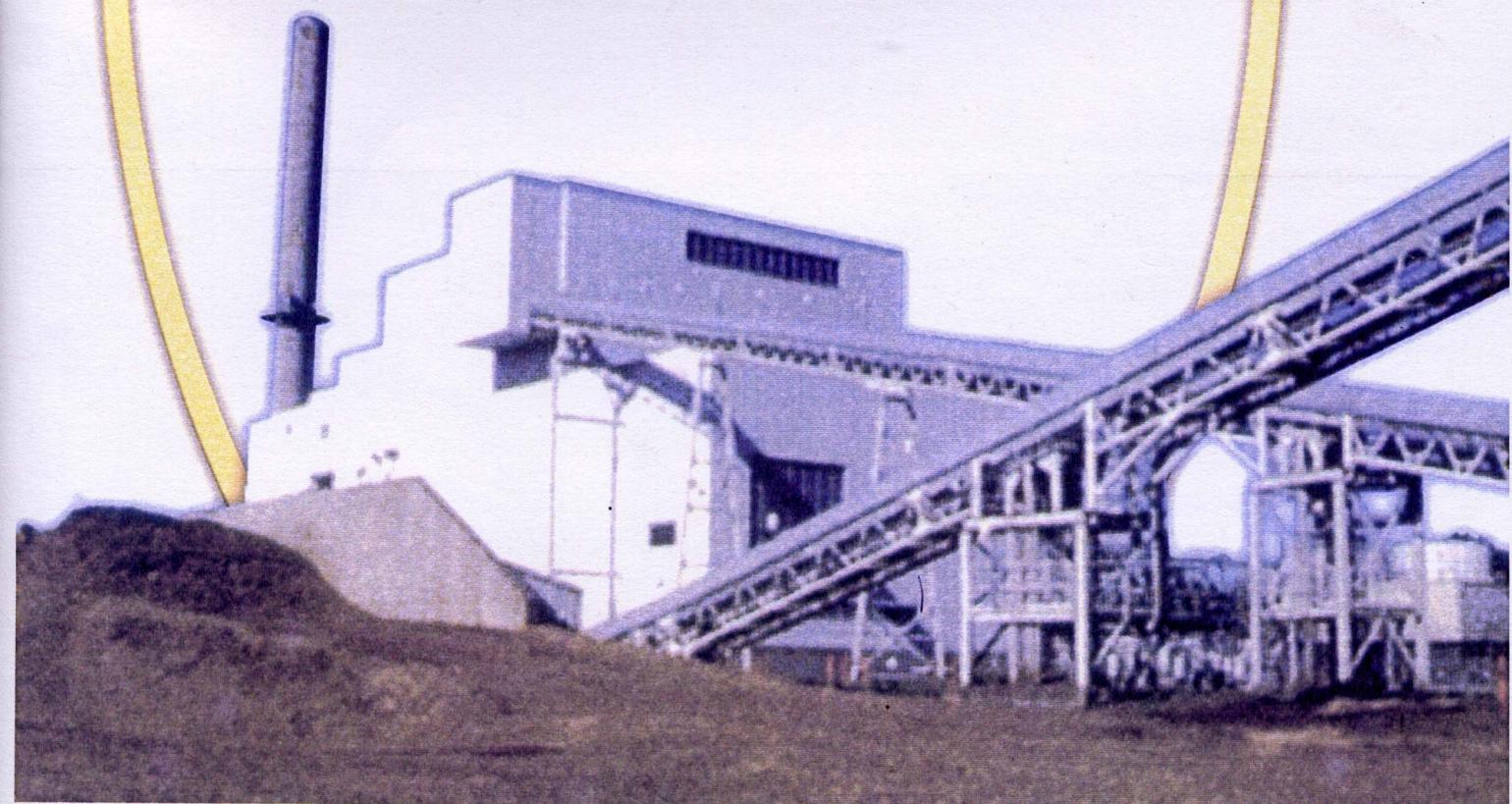
**ENEA**

Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente

# **L'IMPATTO AMBIENTALE DI CENTRALI ELETTRICHE ALIMENTATE A BIOMASSE LEGNOSE**

**Esperienze e valutazioni**

a cura di Mario Conti



**L'IMPATTO AMBIENTALE DI CENTRALI  
ELETTRICHE ALIMENTATE A  
BIOMASSE LEGNOSE**

**Esperienze e valutazioni**

**A cura di Mario Conti**

2003 ENEA

Ente per le Nuove tecnologie,  
l'Energia e l'Ambiente

ISBN 88-8286-044-2

***Ringraziamenti***

*Si ringrazia per il prezioso contributo tecnico scientifico fornito per la realizzazione del presente studio i colleghi dell'ENEA:  
Paolo Picini e Vincenzo Gerardi del Centro Ricerche Casaccia, Ivano Olivetti del Centro Ricerche di Frascati.*

## Indice

<b>1 - Premessa</b> Mario Conti	4
<b>2 - Le motivazioni dell'impegno</b> Mario Conti	5
<b>3 - Le esperienze ENEA nella preparazione di studi di impatto ambientale di impianti di produzione di energia elettrica alimentati a biomasse legnose</b> Alessandra Binazzi, Luca Castellazzi, Nicola Colonna, Flaviano D'Amico, Sergio Grauso, Lorenzo Lombardi, Marina Mastrantonio, Stefania Racalbutto, Simone Relandini, Maria Grazia Rizzo, Raffaella Uccelli, Mario Conti	9
<b>4 - I vantaggi e i limiti della produzione di energia elettrica tramite biomasse legnose</b> Mario Conti	31
<b>5 - Elementi utili per studi di impatto ambientale nel campo delle biomasse e della VIA</b>	36

*La bibliografia tematica e i siti internet sono stati curati da Nicola Colonna; l'elenco della normativa è stato curato da Mario Conti.*

## **1 - PREMESSA**

*Mario Conti*

Nel presente rapporto vengono riportate le considerazioni effettuate a seguito delle attività di preparazione di due Studi di Impatto Ambientale (SIA) per altrettante centrali alimentate a biomassa legnosa e localizzate nei comuni di Ficarolo (RO) e di Stigliano (MT).

Con la pubblicazione del presente documento, contenente le principali risultanze delle due esperienze realizzate, si intende diffondere gli elementi di conoscenza e riflessione acquisiti su questioni tecnico scientifiche (utilizzo delle biomasse per la produzione di energia) che possono risultare utili a meglio comprendere elementi di strategia del settore, specie in relazione ai processi operativi e produttivi reali, oltre che fornire, nel contempo, elementi di supporto alle pubbliche amministrazioni per gli eventuali indirizzi in materia di energia ed ambiente.

È parso opportuno anche presentare, a corollario, sia le motivazioni che hanno determinato l'impegno di studio richiesto, sia alcune riflessioni su problematiche legate alla realizzazione di impianti di produzione di energia elettrica, pur di piccola taglia e da fonte rinnovabile, emblematiche di situazioni territoriali e socio-economiche di valenza più generale dei singoli casi esaminati.

Nella speranza quindi che i contenuti del rapporto possano interessare quanti operano nei settori suddetti o che comunque sono coinvolti nelle problematiche di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA), siano essi tecnici che decisori, si desidera ringraziare tutti coloro che, a diverso titolo, hanno preparato i contenuti dei documenti, esprimendo diverse professionalità presenti nell'ENEA.

Un particolare ringraziamento va ai sindaci dei Comuni di Ficarolo (RO) e di Stigliano (MT) che hanno voluto assegnare all'ENEA l'incarico per la redazione degli studi, riconoscendo nell'Ente il soggetto pubblico in grado di garantire nel contempo rigore tecnico scientifico e imparzialità.

## 2 - LE MOTIVAZIONI DELL'IMPEGNO

*Mario Conti*

La recente normativa sulla liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica (DL n. 79 del 16 marzo 1999) ha attivato una serie di proposte-progetto provenienti da società operanti nella produzione di energia elettrica per la realizzazione di centrali a tecnologia diversificata in siti di varie regioni d'Italia.

La localizzazione di dette centrali necessita di siti adeguati la cui richiesta e selezione avviene sulla base di considerazioni da parte del singolo operatore e/o della singola amministrazione interessata, che, prevalentemente, hanno valenza di tipo economico produttivo. Manca infatti l'autorità nazionale di pianificazione delle sorgenti di produzione, funzione che veniva assolta dall'Ente elettrico nazionale, la quale permetteva di superare qualunque strumento ostativo in una logica integrata di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica funzionale al sistema produttivo e di servizio del paese.

Di fatto alle Amministrazioni locali continuano ad arrivare richieste di localizzazione di impianti di produzione di energia elettrica, molto spesso elaborate solo sulla base di una conoscenza generica del territorio, o della conoscenza di strumenti urbanistici favorevoli agli insediamenti, quali ad esempio le aree destinate agli insediamenti produttivi note come aree PIP.

Gli amministratori locali non sempre hanno la disponibilità di strumenti cognitivi appropriati per una ponderazione adeguata delle interferenze che la proposta di realizzazione di grandi impianti o di opere a forte impatto sul territorio comporta, né per una elaborazione di utili strategie di uno sviluppo ambientalmente corretto dei processi territoriali e socio economici in genere, nell'ambito della propria giurisdizione.

Parimenti le popolazioni interessate hanno informazioni dell'opera molto spesso provenienti dai soli mezzi di comunicazione locali e assumono atteggiamenti di prudenza se non proprio allarmati, giustificati da una non esaustiva conoscenza delle interferenze dell'opera proposta sui beni e sulla salute. Nasce dunque una duplice esigenza: una conoscenza qualitativa e quantitativa affidabile e un processo di dibattito trasparente e democratico di tutti i soggetti coinvolti, attraverso il quale il cittadino possa consapevolmente partecipare alla gestione del territorio in cui vive in maniera da vedere garantiti i propri diritti come singolo e come collettività, nel rispetto della normativa vigente.

Questa esigenza si traduce per le opere potenzialmente impattanti sulle diverse componenti ambientali in una richiesta di applicazione di quel processo di indagine e di analisi tecnico scientifica che va sotto il nome di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA).

I processi di VIA sono sottoposti a una normativa che assume rango nazionale o regionale a seconda dell'importanza dell'opera; così ad esempio

centrali elettriche con potenza superiore a 300 MW termici sono sottoposte ad una procedura di VIA svolta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio con l'apposita Commissione (VIA) integrata da membri esperti dell'ANPA, ENEA, ISPELS, ISS, CNR, VV.FF, e da tre membri designati dalla regione che ospiterà l'impianto<sup>1</sup>. Gli impianti con potenza inferiore ai 300 MWth possono essere sottoposti a VIA regionale. Il principale riferimento normativo che regola la procedura di VIA nazionale è il DPCM del 27 dicembre 1988 "Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377", mentre le regioni che hanno predisposto in forma di normativa la procedura di VIA hanno fatto riferimento essenzialmente al DPR 12 aprile 1996 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale".

È bene distinguere tra opere che devono, che possono, o che invece non richiedono valutazioni di impatto ambientale, anche se le richieste provenienti soprattutto dalla popolazione vorrebbero vedere applicata tale procedura per qualsivoglia tipo e dimensione di opera, mostrando un eccesso di preoccupazione e forse di diffidenza, della quale bisogna comunque tenere conto.

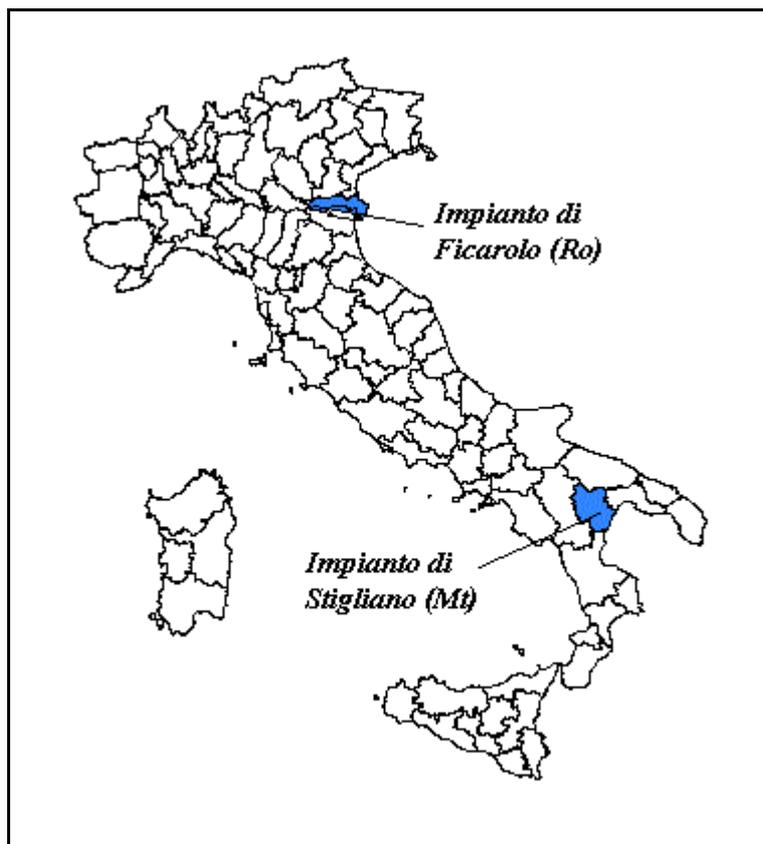
Il processo valutativo è un processo che fa carico ad organismi pubblici e, nei casi positivi, generalmente si conclude con un giudizio di compatibilità ambientale, condizionato da osservazioni e/o suggerimenti che possono diventare vere e proprie prescrizioni tecniche. Tale processo è basato sull'analisi di documenti tecnico-scientifici nei quali è riportato il progetto, uno studio delle probabili interferenze impianto-ambiente e ambiente-impianto, e altre informazioni utili per l'espressione del giudizio di compatibilità.

In sostanza il proponente l'opera deve preparare uno Studio di Impatto Ambientale (SIA) nel quale sono riportati tutti gli studi, le misure, le indagini e tutte le informazioni utili per esprimere pareri, decisioni e valutazioni. Si ribadisce che le valutazioni sono di competenza di organismi pubblici (Stato, Regioni), mentre per gli altri soggetti interessati il SIA costituisce supporto tecnico scientifico alle decisioni.

Nella logica di quanto sopra esposto due Amministrazioni pubbliche, il Comune di Ficarolo in provincia di Rovigo ed il Comune di Stigliano in provincia di Matera, hanno chiesto all'ENEA di elaborare Studi di Impatto Ambientale sugli effetti che le proposte di realizzazione, nei rispettivi territori, di centrali elettriche alimentate a biomassa legnosa possono comportare sull'ambiente e sulle rispettive popolazioni.

---

<sup>1</sup> A seguito della legge 55 del 9 aprile 2002 la procedura è stata in parte cambiata specie in relazione all'efficacia dell'allegato IV° al DPCM 27 dicembre 1998 la quale rimane sospesa fino al 31 dicembre 2003 bloccando di fatto l'apporto degli esperti degli enti citati alla commissione VIA e l'inchiesta pubblica.



L'individuazione dell'ENEA quale organismo in grado di rispondere alle esigenze delle Amministrazioni suddette, scaturisce probabilmente dalla presenza nell'Ente di competenze tecnico scientifiche adeguate a sviluppare le indagini ambientali tipiche di uno studio di impatto di impianti e processi produttivi di grandi dimensioni.

Queste competenze si sono formate e consolidate nel tempo a seguito delle pluriennali attività svolte dall'Ente sui temi dell'energia, dell'ambiente e dell'innovazione tecnologica.

L'adesione alla richiesta ed il conseguente impegno si fonda su due considerazioni: la consapevolezza del ruolo pubblico dell'Ente, che è chiamato a fornire, se richiesto, supporto tecnico scientifico in materia di energia e ambiente alle Amministrazioni pubbliche e l'interesse nell'approfondimento delle problematiche ambientali e territoriali dei sistemi energetici.

Il lavoro ha visto coinvolte diverse professionalità e competenze oltre un coordinamento generale che ha enucleato le principali considerazioni e osservazioni da sottoporre all'attenzione dei decisori, ai quali spettano le decisioni operative.

Lo schema di studio adottato è stato aderente alle indicazioni suggerite della normativa citata; pur tuttavia il “peso” dato alle diverse parti dello studio risente del contributo specifico dei diversi specialisti che hanno elaborato i singoli argomenti, ciascuno dei quali può risultare dettagliato o sintetico, o a volte persino didattico in relazione agli aspetti più problematici o a quelli più innovativi. Inoltre poichè sin dall’inizio era previsto che i diversi contributi allo studio dovessero essere presentati in assemblee pubbliche dei cittadini dei due comuni interessati, esso presenta un dettaglio necessariamente diverso da quello di una istruttoria prettamente tecnica.

L’esperienza generale dell’ENEA nel supporto alla Amministrazione pubblica decentrata in materia di energia ed ambiente ha dimostrato l’opportunità di fornire ampia documentazione di quanto sviluppato. Questo materiale può risultare un utile riferimento ai decisori in tema di assetti territoriali ed ambientali da perseguire in campo energetico. In tale logica si è deciso di pubblicare le risultanze di tale Studio, d’intesa con le Amministrazioni Comunali coinvolte e con la disponibilità del proponente, nella convinzione che le Amministrazioni pubbliche possano trarne utilità immediata.

La forma della pubblicazione da noi scelta consente di diffondere, a costi contenuti e in modo agile, le informazioni principali della corposa documentazione realizzata per lo studio, nell’ottica di fornire elementi anche critici per tutti coloro che sono interessati alle procedure di VIA.

È sembrato anche utile ed opportuno riferire in forma piana e sintetica sulla esperienza acquisita nel preparare i diversi argomenti degli studi e, soprattutto, enucleare le tematiche che in sede di presentazione alle popolazioni locali, giustamente coinvolte dagli amministratori in un dibattito pubblico, sono risultate di maggior interesse.

### **3 - LE ESPERIENZE ENEA NELLA PREPARAZIONE DI STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE DI IMPIANTI DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA ALIMENTATE A BIOMASSE LEGNOSE**

*Alessandra Binazzi, Luca Castellazzi , Nicola Colonna, Flaviano D'Amico, Sergio Grauso, Lorenzo Lombardi, Marina Mastrantonio, Stefania Racalbutto, Simone Relandini, Maria Grazia Rizzo, Raffaella Uccelli e Mario Conti*

#### **3.1 Introduzione**

Obiettivo principale di un SIA è fornire le necessarie informazioni sulle interazioni tra le scelte progettuali adottate e le componenti ambientali interessate e di indicare le eventuali azioni mitigative attraverso l'analisi di elementi puntuali caratterizzanti i territori di interesse.

In aderenza alla normativa indicata lo studio si articola essenzialmente nei tre quadri di riferimento:

- programmatico
- progettuale
- ambientale.

Il “quadro di riferimento programmatico” è finalizzato a fornire gli elementi conoscitivi riguardanti gli atti di pianificazione e programmazione socio economica sia del settore che del territorio in generale, da mettere in relazione al progetto dell'opera.

Il “quadro di riferimento progettuale” intende documentare le caratteristiche costruttive e funzionali dell'opera e il suo inserimento nell'ambiente prescelto, con riguardo a tutti i sistemi che compongono l'opera nel suo complesso.

Nel “quadro di riferimento ambientale” si esaminano, con il dovuto dettaglio, le modificazioni che il complesso dell'opera comporta sullo stato attuale dell'ambiente nelle aree interessate, valutandone gli effetti e proponendo le eventuali mitigazioni; ciò sia nella fase di costruzione che in quella di esercizio, anche a lungo termine.

Per ciascuno di detti quadri si riferisce rapidamente sull'approccio utilizzato, riservando un paragrafo di riflessioni e considerazioni (l'equivalente dell'anglosassone “*lesson learnt*”) per enucleare le questioni che più hanno interessato.

### **3.2 Il quadro di riferimento programmatico**

In coerenza con le finalità del quadro di riferimento programmatico come sopra definito si è proceduto ad una analisi dei documenti che si è ritenuto utile acquisire presso il proponente in relazione alle dimensioni delle proposte.

#### **3.2.1 Il Piano Energetico Nazionale**

Anche se sono ormai passati una decina di anni dalla sua prima stesura il Piano Energetico Nazionale (PEN) costituisce il documento fondamentale da analizzare quando si propongono impianti di produzione di energia, al fine di verificarne la congruenza con le finalità principali del piano del piano stesso.

Più recentemente la normativa in merito alla liberalizzazione della produzione di energia elettrica ha prodotto una azione di stimolo, per diverse aziende, a proporre impianti con diverse tecnologie, tra le quali sono al momento fortemente innovative le centrali a ciclo combinato (turbina a gas più turbina a vapore), che utilizzano come combustibile prevalentemente gas naturale. Anche gli impianti che sfruttano fonti rinnovabili sono oggetto di grande attenzione. Infatti una decisa presa di posizione a favore del ricorso a fonti rinnovabili è stata assunta dalla Commissione Europea che in diversi documenti ha sottolineato la necessità di incrementare il soddisfacimento della domanda di energia nei prossimi anni con una quota nettamente superiore a quella attuale di fonti rinnovabili. In coerenza con tali indirizzi anche l'Italia ha assunto, sia a livello europeo che internazionale, gli impegni in materia di protezione dell'ambiente. In particolare nella Deliberazione CIPE 211/97 del 3 dicembre 1997 con la quale si approvano le linee generali della "Seconda comunicazione nazionale alla convenzione sui cambiamenti climatici", viene fatto richiamo ai programmi per lo sviluppo delle fonti rinnovabili di energia nel quadro degli obiettivi generali di politica economica (sviluppo dell'occupazione, rafforzamento del sistema produttivo, riduzione della dipendenza energetica) tramite un significativo coinvolgimento finanziario di operatori privati. Anche la Delibera CIPE n.137/98 del 19 novembre 1998 (G.U. n. 33 del 10 febbraio 1999), nel formulare le linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra, richiama fortemente il concetto di utilizzo di biomassa per produrre energia termica e/o elettrica. Analoghe sollecitazioni sono venute dalla "Conferenza Nazionale Energia e Ambiente" del novembre 1998.

Non ultimo anche il Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n.79 (G.U. n. 75 del 31 marzo 1999), che in attuazione della direttiva 96/92/CE reca norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica, all'art. 11 dedica particolari norme all'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili.

Pur senza entrare nei dettagli, in molti documenti ufficiali viene messa in evidenza la carenza di produzione di energia elettrica a fronte dei fabbisogni sia nazionali che regionali, con necessità di ricorrere a importazioni da altri paesi europei. Per fronteggiare tale carenza nel PEN furono indicate le azioni fondamentali, tuttora valide, che si possono così sintetizzare:

- risparmio energetico, da non intendersi come riduzione dello sviluppo bensì come efficienza nell'uso dell'energia;
- energia legata alle problematiche ambientali in una ottica di prevenzione del danno prima del suo manifestarsi;
- sviluppo delle risorse nazionali, con particolare riferimento alle rinnovabili;
- diversificazione nell'uso delle varie fonti e nella loro provenienza;
- competitività del sistema produttivo, inteso sia come insieme di interventi di razionalizzazione e ristrutturazione dei processi, che come adozione di tecnologie ad elevato rendimento.

Appare evidente che le centrali di cui allo studio, realizzando solo la produzione relativa alla disponibilità di potenza netta di 20 MWe per Ficarolo e 36,5 MWe per Stigliano, contribuiscono in maniera estremamente modesta all'obiettivo di aumentare la produzione nazionale. Le proposte risultano invece pienamente in linea con il quadro di politica energetica sopra delineato, e in particolare con il citato Decreto Legislativo n° 79 del 16 marzo 1999, secondo il quale gli importatori e i produttori di energia elettrica da fonti non rinnovabili hanno l'obbligo di immettere nel sistema elettrico nazionale una quota prodotta da fonti rinnovabili.

Si ritiene pertanto che da un punto di vista di programmazione energetica nazionale le proposte in questione risultino congruenti e quindi pienamente motivate.

### *3.2.2 Piani energetici regionali*

L'inquadramento delle proposte deve anche essere valutato in termini di piano energetico regionale.

È stato pertanto raccolto il materiale prodotto da diverse fonti e riguardante la produzione, i consumi e l'andamento nel tempo per ciascuna regione ed analizzato in relazione alle proposte della realizzazione delle centrali a biomassa legnosa.

La prima considerazione è che le centrali proposte sono rispettivamente congruenti anche con i piani regionali di sviluppo o quanto meno non sono in contrasto, trattandosi, come già accennato, di impianti di modesta potenza che non modificano la situazione attuale della produzione di energia elettrica.

Più in dettaglio, per quanto riguarda Ficarolo, due sembrano essere le caratteristiche più importanti del piano regionale veneto:

- i consumi elettrici in crescita;
- il costante surplus di energia prodotta.

D'altra parte l'energia elettrica viene prodotta spesso a grande distanza dalle aree di consumo e un quadro limitato ai soli confini regionali non rende conto dei problemi legati ai picchi di domanda, alla sicurezza della continuità dell'erogazione e dei continui deficit di produzione delle regioni limitrofe.

Nell'ambito regionale comunque la centrale proposta, per la sua piccola taglia, non contribuisce significativamente né alla potenza totale installata né al surplus di energia elettrica attuale.

Riguardo alla centrale di Stigliano dalla analisi del quadro energetico regionale emergono almeno tre elementi che sono degni di nota:

- la presenza di un polo di produzione di energia primaria consistente e in crescita;
- lo scarso livello di infrastrutturazione elettrica regionale;
- il costante deficit di energia elettrica.

In Basilicata sono stati trovati e sono attualmente sfruttati alcuni consistenti giacimenti di gas e petrolio che sembrano dare buone prospettive di sviluppo; da questo punto di vista la Regione ha una disponibilità di energia primaria pari quasi ai suoi consumi. Attualmente quanto viene prodotto, nelle zone a monte dell'area di studio, è portato al di fuori della Regione. Il gas estratto viene trasportato tramite metanodotto, mentre il petrolio viene caricato su autobotti e portato ai luoghi di smistamento o raffinazione.

Gli altri due elementi caratteristici devono essere osservati in un quadro più ampio: la Regione ha un consistente deficit di energia elettrica ed in tale contesto l'iniziativa di costruzione della centrale di Stigliano rappresenta un soddisfacimento di una parte dei fabbisogni elettrici attuali e a venire. Tali fabbisogni saranno presto ulteriormente soddisfatti da altre iniziative in programma o in corso di approvazione e il Piano Regionale Energetico, di prossima pubblicazione, potrà fornire chiarimenti e uno scenario per gli anni a venire.

Nell'ambito regionale comunque la centrale proposta, pur se di piccola taglia in termini di produzione elettrica, contribuisce significativamente (10,2%) all'incremento della potenza totale installata ad oggi. Tale contesto è però destinato a modificarsi a breve nell'ambito del processo di liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica. La centrale quindi non modifica sostanzialmente e quantitativamente il quadro di produzione regionale per il futuro ma ha invece un grosso significato in termini qualitativi in quanto utilizzando il legno e gli scarti di legno, rappresenterà la più grossa realtà che utilizza una fonte rinnovabile, se si esclude la produzione idroelettrica.

### *3.2.3 Pianificazione locale*

Anche gli elementi di pianificazione locale devono essere opportunamente raccolti ed attentamente valutati in relazione all'impianto proposto.

In particolare deve essere analizzata la rispondenza della localizzazione degli impianti in relazione agli strumenti urbanistici locali, in quanto il sito

costituisce una scelta chiave per le possibili interferenze ambientali dell'impianto.

Nei due casi studiati la rispondenza, pur in contesti completamente differenti, è stata verificata con facilità. Le scelte effettuate infatti sono state:

- Ficarolo: una area industriale dismessa, esattamente un ex zuccherificio;
- Stigliano: una area destinata a Piani di Insediamenti Produttivi (PIP).

Le componenti ambientali disturbate sono ovviamente differenti nei due casi, anche se l'opera disturbante può definirsi equivalente, e sono state indagate in maniera e profondità diverse.

In genere in questo "Quadro" si analizzano anche altri strumenti di pianificazione, sia a valenza regionale che provinciale e comunale (piano dei rifiuti, piano delle acque, piano dei trasporti ecc.), allo scopo di enucleare gli elementi che potrebbero interessare il completamento della analisi con i dettagli specifici; un esempio può essere la "zonizzazione acustica" del territorio dei comuni (da effettuarsi ai sensi della legge quadro sull'inquinamento acustico) da utilizzare nella caratterizzazione del clima acustico del sito e della previsione di immissione di rumore da parte dell'impianto.

Nei due casi di studio si è pertanto cercato di reperire gli elementi di pianificazione che sarebbero serviti successivamente per le valutazioni, trascurando notizie e dati poco utili al processo di contestualizzazione dell'opera nei vari strumenti di pianificazione. In particolare si è prestata molta attenzione al contesto territoriale di approvvigionamento della biomassa in quanto elemento cruciale per le molteplici interferenze ambientali e programmatiche che provoca.

#### *3.2.4 Riflessioni e considerazioni*

La elaborazione del Quadro di riferimento programmatico in relazione alle due proposte di centrale a biomassa ha permesso di effettuare le seguenti osservazioni e/o considerazioni:

- esse rispondono alle indicazioni e ai contenuti dei piani e programmi energetici nazionali, nonché a tutte le raccomandazioni di Organismi diversi circa l'utilizzo di energie rinnovabili, comprese le biomasse legnose;
- non contrastano con i piani energetici regionali; anzi potrebbero qualificarne concretamente gli indirizzi relativamente alle fonti rinnovabili;
- si adattano agli strumenti urbanistici locali;

- la scelta di siti in area PIP, quando definiti in particolari contesti territoriali, può risultare inadeguata per molti aspetti (quando ad esempio tali aree sono in prossimità di aree popolate sulle quali gli impatti quali rumore, consumi di acqua, traffico ecc. possono essere significativi); di contro, specie sul piano dello sviluppo, tale scelta può costituire il processo di innesco e di traino per il decollo industriale e produttivo di dette aree (fornitura di energia elettrica, calore, vapore);
- la scelta di siti industrializzati in dismissione presenta alcuni vantaggi in termini di interferenze su alcune componenti ambientali; di contro l'accettabilità sociale del ripristino di processi produttivi (anche diversi dai precedenti) può non trovare consenso in quanto considerato elemento di disturbo;
- l'utilizzo di biomassa legnosa, pur presentato come ambientalmente vantaggioso, può sul piano locale non destare sufficiente apprezzamento tanto da renderlo non condivisibile, in quanto perturbativo di abitudini consolidate (ad esempio commercio locale di legna da ardere).

Queste prime considerazioni saranno riprese e completate con altre che sono scaturite nella preparazione degli altri quadri dello studio.

### ***3.3 Il quadro di riferimento progettuale***

Come precedentemente accennato il quadro di riferimento progettuale documenta le caratteristiche costruttive e funzionali dell'opera e il suo inserimento nell'ambiente prescelto; ciò con riguardo a tutti i sistemi che compongono l'opera nel suo complesso. Pertanto saranno riportati gli elementi progettuali principali, soprattutto utili per le successive valutazioni di carattere ambientale, e le relative considerazioni che ne scaturiscono.

#### ***3.3.1 Descrizione generale dell'impianto***

Le proposte avanzate dai due Comuni citati sulle quali è stato effettuato il SIA prevedono la realizzazione di centrali che produrranno energia elettrica tramite la combustione di cippato di legno vergine di diversa natura, con potenza netta rispettivamente di 20 e 36,5 MWe circa.

Il combustibile arriva con automezzi sia nella forma di cippato che non, e viene scaricato nell'area prevista per lo stoccaggio temporaneo come volano per il funzionamento continuo della centrale.

I sistemi principali che compongono entrambi gli impianti sono:

- sistema di movimentazione del combustibile dal piazzale di ricevimento e stoccaggio verso l'impianto di cippatura e verso la camera di combustione;
- sistema di combustione e di produzione del vapore alle condizioni richieste;

- sistema di turbogenerazione a vapore in grado di sviluppare la potenza prevista;
- sistemi di convogliamento e trattamento reflui (aeriformi, liquidi, solidi);
- sistemi ausiliari.

La preparazione del combustibile consiste nella miscelazione di quote di residui forestali, legna da coltivazioni arboree intensive (*short rotation forestry*) e prodotti di segheria (compresa la segatura prodotta in centrale per i processi di preparazione del combustibile) nonché residui di patate, secondo uno schema progettuale di adeguamento alle caratteristiche di ciascuna centrale.

Il consumo orario di combustibile è stimato grosso modo pari a circa 1,2 t/h per MWe, assumendo un potere calorifero di circa 2500 kcal/kg; ciò significa che per un funzionamento di circa 8.000 ore annue per la centrale da 40 MWe lordi di Stigliano sono necessarie circa 400.000 t/a di legno, le quali dovranno confluire al piazzale di stoccaggio e di cippatura con mezzi di trasporto su gomma.

La biomassa legnosa, che afferisce dai luoghi di produzione all'impianto, viene ricevuta e stoccata nelle aree destinate alle diverse tipologie (tronchi, ramaglie, patate, ed in parte materiale già cippato) e viene quindi portata con appositi mezzi di sollevamento da dette aree ai sistemi di carico sia della macchina di cippatura sia di quella per la macchina di triturazione.

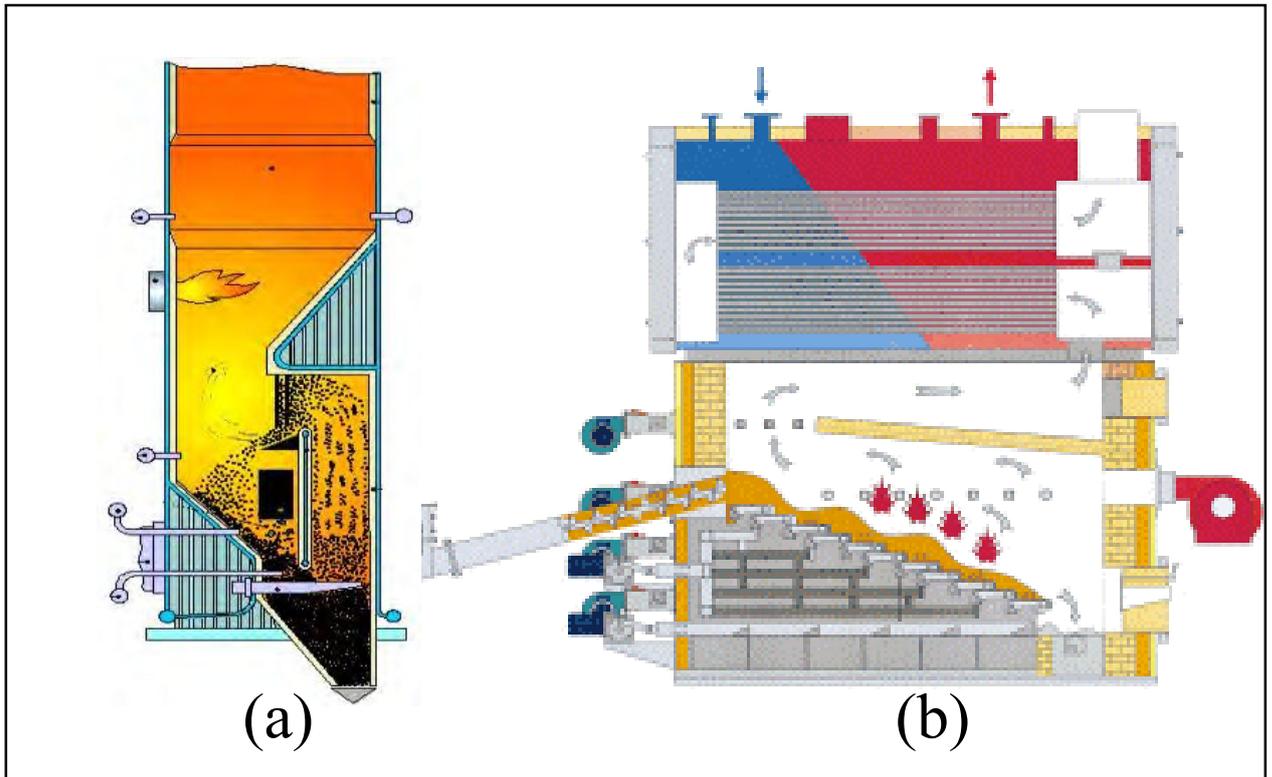
I sistemi di bruciamento e produzione vapore adottati sono stati diversi nei due casi:

- a griglia per la centrale di Ficarolo;
- letto fluido bollente (FBC - Fluid Bed Combustion) per la centrale di Stigliano.

In entrambi i casi trattasi di tecnologia industriale provata presente in applicazioni dei cicli termodinamici a vapore. I principali parametri di funzionamento (pressione del vapore, temperatura, portata), nonché le diverse condizioni attuative dei processi, sono controllati e regolati da un sistema centrale con visualizzazione e registrazione dati.

L'interfaccia tra il generatore di vapore e l'atmosfera è costituita dal camino, che riveste pertanto un ruolo assai importante ai fini della protezione dell'ambiente nei confronti dei prodotti della combustione. I fumi, attraversato il generatore, dove cedono calore all'acqua di alimento trasformandola in vapore, poiché contengono alcuni agenti inquinanti, devono essere depurati con speciali trattamenti. In particolare per quanto riguarda l'ossido di carbonio (CO) si agisce sui parametri di combustione rendendola ottimale, mentre per la riduzione degli ossidi di azoto (NOx), oltre che sul controllo delle temperature di combustione, si agisce attraverso reazioni chimiche attivate da particolari sostanze catalizzatrici.

*Esempi schematici di caldaie a letto fluido (a) e a griglia (b)*



La riduzione delle polveri è invece ottenuta con l'impiego di un multiciclone separatore per l'abbattimento della granulometria più grande, seguito dal filtro a manica per la granulometria più fine, assicurando il contenimento dei livelli emissivi delle stesse al disotto dei limiti normativi. Possono anche essere previsti sistemi di abbattimento gas acidi (HCl, SO<sub>2</sub>) tramite iniezioni di bicarbonato di sodio ed un sistema di abbattimento dei microinquinanti organici mediante iniezione di carbone attivo. Complessivamente il sistema trattamento fumi ha rilevanti dimensioni e termina con un camino di 50 metri di altezza.

Tale sistema è previsto con componenti che vengono normalmente usati negli impianti di combustione, i quali possiedono una affidabilità confermata dall'esercizio in moltissimi impianti industriali.

Alla base del camino è presente un idoneo sistema di monitoraggio per la verifica dei valori di emissione degli inquinanti previsti.

Altro punto di interfaccia tra ambiente ed impianto è costituito dal sistema idrico.

La diversa localizzazione degli impianti in studio ha fatto adottare soluzioni progettuali diverse, che comportano interazioni diverse sia in termini di prelievi della risorsa acqua che in termini di immissione nell'ambiente. Il maggior impegno è costituito dalla necessità di raffreddamento del condensatore della turbina; gli altri impieghi per il funzionamento della centrale sono modesti e pertanto non costituiscono preoccupazione ambientale.

Nel caso di Ficarolo, essendo a ridosso del fiume Po, si è adottato per il raffreddamento del condensatore il sistema con torri ad umido, ritenendo che i prelievi di acqua necessaria sono insignificanti in un tale sito; nel caso invece di Stigliano si è adottato il sistema con torri a secco (ad aria) a causa della scarsità di acqua della zona e quindi della necessità di non consumare tale risorsa in presenza di soluzioni alternative.

Le valutazioni effettuate, oltre a tenere conto delle realtà locali, hanno preso in considerazione altri fattori aventi parimenti risvolti ambientali, quali il pennacchio di vapore sopra le torri ad umido, il trascinarsi di goccioline di acqua che d'inverno possono gelare e depositarsi sulle strade adiacenti alla centrale con notevole rischio per la circolazione, il consumo di additivi chimici (biocidi) per il trattamento dell'acqua. Si è invece riscontrata scarsa interferenza ambientale per i sistemi ad aria, che pertanto li rende preferibili ai sistemi ad umido. Naturalmente per i siti sul mare l'analisi comparativa dell'interferenza ambientale potrebbe portare all'utilizzo di acqua prelevata e restituita al mare stesso, con il solo controllo della temperatura di immissione e di modeste quantità di biocidi.

Inoltre l'esercizio della centrale produrrà una importante quantità di rifiuti solidi costituiti pressoché esclusivamente dalle ceneri di combustione del cippato di legno e dai sistemi di filtrazione per le polveri. Non sono previste altre tipologie di rifiuti solidi importanti ad eccezione ovviamente di quelli legati alla presenza del personale di servizio, stimato in circa 50 persone, di cui circa la metà impiegato per il ricevimento e la preparazione del combustibile.

Completano la centrale i sistemi necessari al suo funzionamento, di cui i principali sono:

- sistema antincendio;
- sistema aria compressa;
- sistema ventilazione e condizionamento edifici;
- sistema elettrico;
- sistema monitoraggio ed analisi dei fumi.

Ciascuno di detti sistemi dovrà rispondere ai diversi requisiti delle relative normative, dettate sia da Organi locali quali ad esempio il Comando provinciale dei Vigili del Fuoco, sia da Organi centrali come nel caso del sistema di monitoraggio ed analisi dei fumi che dovrà rispondere al DM del 5 febbraio 1998 ed ai rispettivi decreti autorizzativi.

### *3.3.2 Riflessioni e considerazioni*

L'analisi della parte impiantistica delle centrali proposte ha portato alle considerazioni seguenti, che si esprimono in forma sintetica:

- le tecnologie di combustione sono diverse ed in evoluzione, e sono in grado di permettere la combustione ottimale dei diversi tipi di biomassa;

- i sistemi di abbattimento inquinanti dei fumi sono adeguati a permettere emissioni inferiori ai limiti consentiti dalla normativa;
- la componentistica è di tipo provato ed affidabile;
- per il raffreddamento del condensatore della turbina sono preferibili i sistemi ad aria, anche se abbassano leggermente il rendimento termodinamico;
- il rendimento termodinamico intorno al 25% costituisce un limite importante all'impiego di biomasse legnose per produzione di elettricità, a meno che non si recuperi quanto più possibile il calore prodotto altrimenti destinato all'atmosfera (o in parte all'acqua in caso di torri ad umido o acqua di mare);
- tale limite di rendimento ovviamente si riflette sui processi economici connessi, principalmente sul costo e mercato della legna da ardere.

L'analisi del progetto ha inoltre permesso di evidenziare gli aspetti che possono rappresentare interferenze potenziali sulle seguenti componenti ambientali:

- atmosfera;
- ambiente idrico;
- suolo e sottosuolo;
- vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi;
- salute pubblica;
- rumore e vibrazioni;
- radiazioni ionizzanti e non ionizzanti;
- paesaggio;
- traffico e viabilità.

Dette interferenze sono analizzate in dettaglio, tenendo conto del peso relativo di ciascuna di esse, nel prosieguo dello Studio, e sono riferite sia alla fase di costruzione dell'impianto che alla fase di esercizio.

### ***3.4 Il quadro di riferimento ambientale***

L'elaborazione del quadro ambientale è stata effettuata dando corpo ai due aspetti fondamentali:

- ricognizione, descrizione e caratterizzazione dello stato attuale delle componenti ambientali interessate;
- misura, modellazione, stima delle perturbazioni possibili introdotte dalla realizzazione ed esercizio dell'impianto.

Come accennato, la localizzazione delle due centrali è stata individuata in due siti aventi, per alcuni aspetti, caratteristiche simili essendo in un caso un'area PIP e nell'altro un sito industriale dismesso (ex zuccherificio).

La definizione del potenziale ambito di influenza dell'opera dipende dalla correlazione tra le caratteristiche generali dell'area di inserimento e le potenziali interazioni ambientali desumibili dalla descrizione del quadro di riferimento progettuale. Tale dipendenza porta ad individuare caso per caso l'estensione massima del territorio entro la quale gli effetti delle interazioni si annullano o diventano impercettibili man mano che ci si allontana dalla sorgente perturbante.

Con tale criterio sono state analizzate tutte le componenti ambientali interessate.

### *3.4.1 Riflessioni e considerazioni*

Nel seguito si riportano succintamente le principali questioni che si sono incontrate per ciascuna componente ambientale.

#### *3.4.1.1 Atmosfera*

In sede di descrizione di qualità dell'aria preesistente alla realizzazione dell'impianto nel sito proposto si registra una mancanza di dati pressoché totale. Generalmente le centraline sono assai lontane e pertanto registrano dati relativi a situazioni diverse; ciò pone alcune questioni. Si ritiene che l'approccio più corretto sia di cercare dati quanto più possibile misurati in tipologie ambientali simili a quelle dell'area in questione; ciò però non è sempre possibile, e pertanto, in sede di presentazione della qualità dell'aria del sito definita per similitudine, si introducono "forzature" che comunque devono avere un margine di accettabilità e ragionevolezza al fine di far comprendere in termini quantitativi la perturbazione nella concentrazione degli inquinanti introdotta dall'esercizio dell'impianto. Così ad esempio nel caso di Stigliano si sono utilizzate misure effettuate dal Laboratorio mobile dell'ENEA nei centri abitati di Potenza, Matera e Metaponto, ponendo l'attenzione sui dati relativi a Metaponto, ottenuti in una stagione non turistica, come possibile riferimento per la qualità dell'aria di una zona come Stigliano e dintorni caratterizzata da assenza significativa di traffico e di sorgenti di inquinanti locali.

Ciò introduce ovviamente la "forzatura" di cui si è accennato sopra, in quanto non è possibile assegnare una certa qualità dell'aria ad un sito per analogia qualitativa (assenza di traffico, assenza di sorgenti locali, discreta ventilazione ecc.) con un altro sito di cui si posseggono dati sperimentali.

Pur con le avvertenze del caso si è utilizzato il concetto di cui sopra, riportando i dati delle misure effettuate, nella convinzione di fornire al dibattito pubblico elementi di riferimento per comprendere meglio l'incremento di inquinamento che si dovrebbe produrre con l'esercizio della centrale. Si è anche valutato se fosse stato il caso di effettuare misure dirette in loco, in punti differenziati.

Si è però ritenuto che disporre una campagna di misure per una quindicina di giorni con un laboratorio mobile avrebbe dato alla caratterizzazione del sito di Stigliano elementi informativi minimali per la ristrettezza dei tempi della campagna di monitoraggio e non tali comunque da corrispondere all'impegno economico necessario per lo svolgimento della campagna stessa; ciò anche nella consapevolezza che il dato ottimale di qualità dell'aria è quello determinato su base annuale da elaborare a seconda degli inquinanti misurati in modo da riferirlo al valore della normativa.

Nel caso di Ficarolo si sono invece riportati i dati forniti dalle centraline ENEL disponibili in prossimità della centrale di Ostiglia, i quali, pur misurati su tempi lunghi, vanno comunque presi con cautela, essendo le emissioni della zona molto complesse (traffico rilevante, città industriali quali Mantova e Ferrara, altri tipi di sorgenti disperse sul territorio).

Le previsioni di inquinamento al suolo sono valutate mediante l'applicazione di modelli di diffusione atmosferica. Anche per questa fase dell'istruttoria si ha una carenza di dati meteo utili per descrivere la situazione locale. I modelli matematici in uso per tali valutazioni richiedono una cospicua massa di dati atmosferici per poter elaborare le condizioni meteorologiche predominanti. A queste è necessario riferirsi al fine di avere una comprensione dei meccanismi di diffusione e delle concentrazioni al suolo prima di effettuare qualunque previsione di tipo sanitario sulla popolazione interessata.

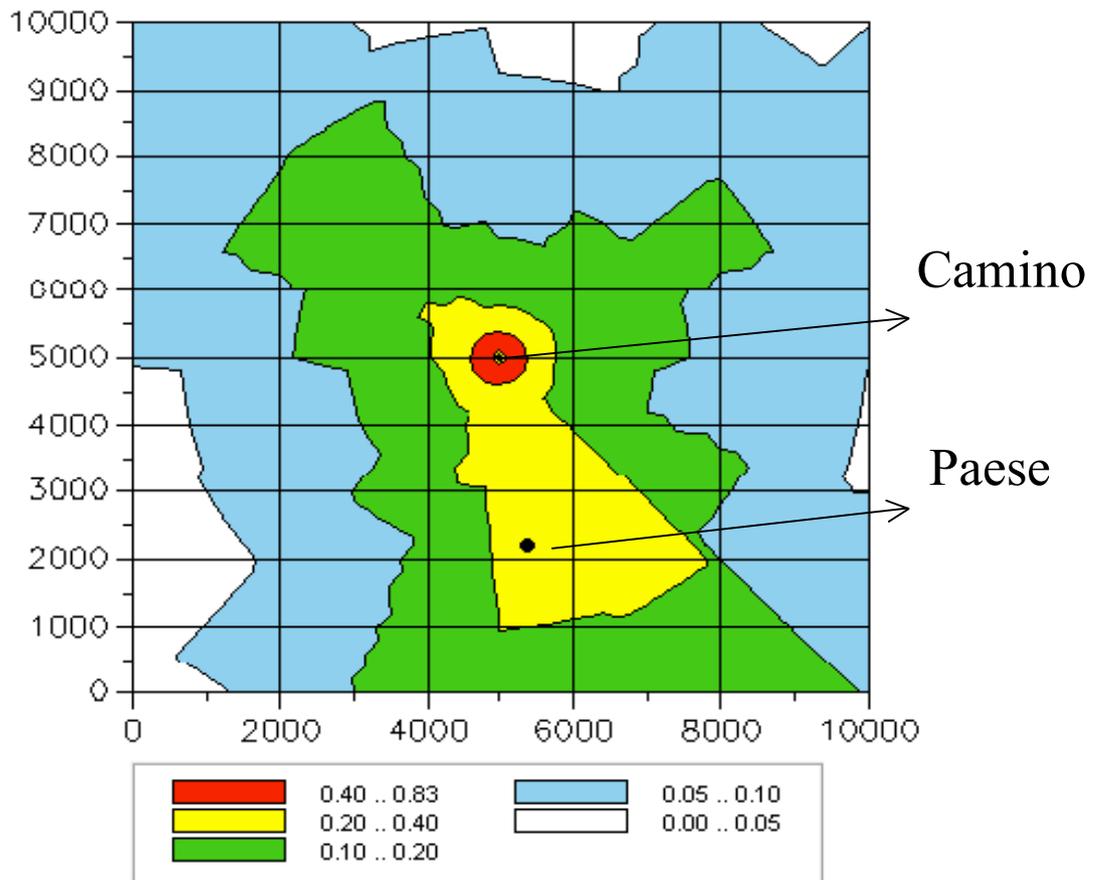
Anche in questo caso si è sopperito alla mancanza con dati di stazioni meteorologiche le più vicine e o significative disponibili soprattutto da organismi ufficiali (Aeronautica Militare).

Nel caso di Ficarolo, a nostro giudizio, i dati utilizzati provenienti dalla stazione di Ferrara sono sufficientemente adeguati a rappresentare le condizioni meteorologiche, trattandosi di siti abbastanza vicini ma soprattutto senza perturbazioni di tipo orografico.

Nel sito di Stigliano sono stati utilizzati i dati raccolti in una stazione posta nel Comune di Ferrandina, non molto distante dal sito previsto per la centrale, ma in una condizione orografica abbastanza diversa, che può introdurre nei calcoli alcuni scostamenti che in termini di risultato finale tuttavia non modificano la sostanza delle valutazioni.

Infine riguardo alle valutazioni delle concentrazioni al suolo dei principali inquinanti emessi, effettuate con il modello DIMULA sviluppato dall'ENEA alcuni anni fa e continuamente aggiornato, l'esperienza effettuata ha sostanzialmente messo in luce due questioni fondamentali:

*Esempio di calcolo di diffusione atmosferica per gli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>):  
concentrazione media annua in aria a livello del suolo (µg/m<sup>3</sup>)*



- le concentrazioni al suolo sono molto basse se raffrontate ai valori corrispondenti della normativa, considerando le emissioni al camino massime di legge (generalmente la tecnologia di trattamento dei fumi riduce le emissioni ben al disotto di tali valori; questa situazione giustifica ampiamente le strategie per sopperire ai dati mancanti);
- variare l'altezza del camino di una o due decine di metri non altera sensibilmente il risultato finale al suolo.

I risultati tecnici presentati, pur se rassicuranti non sempre sembrano convincenti per la popolazione; anche se viene riconosciuto l'impegno ed il rigore tecnico scientifico di coloro che hanno operato per ottenere i risultati, permane un margine di diffidenza che si percepisce quando si presentano i dati alle popolazioni interessate.

### 3.4.1.2 Ambiente idrico

Le risorse idriche vengono interessate dall'esercizio delle centrali elettriche relativamente al funzionamento del ciclo a vapore, ed esattamente nella maggior parte per il raffreddamento del condensatore a valle della turbina.

I progettisti degli impianti, nei due casi hanno proposto, due soluzioni diverse, con torri ad umido per la centrale di Ficarolo e torri a secco per la centrale di Stigliano. Tali scelte, secondo le nostre considerazioni, sono congruenti con le tipologie dei due siti proposti, l'uno ricco di acqua (a 200 metri dal fiume Po) e l'altro povero di acqua anche se in vicinanza del torrente Gorgoglione.

Ciò nondimeno gli approfondimenti sul tema delle torri di raffreddamento del condensatore ci hanno fatto assumere, a prescindere dalla disponibilità o meno dell'acqua nel sito, una posizione in favore delle torri a secco per i seguenti motivi:

- viene eliminato il pennacchio di vapore acqueo in uscita dal sistema di raffreddamento, che risulta ben visibile anche a distanza, ed il "trascinamento" (*drift*) di goccioline, le quali d'inverno, cadendo a terra, possono gelare e costituire un problema per la circolazione automobilistica nelle strade prossime alla centrale;
- vengono eliminati di conseguenza i consumi di acqua ed i relativi additivi chimici.

Su questa posizione non sempre si incontra il favore dei progettisti, i quali sono molto interessati ai processi produttivi da realizzare con valori ottimali, e pertanto non gradiscono molto la diminuzione di rendimento termodinamico, peraltro generalmente molto contenuta (circa 1%) dovuta all'impiego di torri di refrigerazione a secco, anche se riconoscono i vantaggi ambientali espressi sopra. In sostanza l'esperienza che si è avuta è che si può arrivare facilmente alla scelta della soluzione maggiormente rispettosa della risorsa "acqua", specie quando la captazione di detta risorsa interferisce con i sistemi di captazione destinati agli usi locali, principalmente potabili.

L'utilizzo ulteriore di acqua è limitato a modeste quantità, sia durante la fase di cantiere che durante l'esercizio per scopi di funzionamento (reintegri perdite e spurghi dall'impianto) e acqua potabile per servizi mentre per eventuali emergenze (incendio) si preleva da serbatoi di stoccaggio.

#### 3.4.1.3 Suolo e sottosuolo

Lo studio del suolo e del sottosuolo non ha richiesto particolari approfondimenti. Ciò è dovuto alla particolare tipologia di opera da realizzare che, trattandosi di impianto industriale di combustione di biomassa legnosa, non richiede particolari caratteristiche dei suoli, né dal punto di vista strutturale né da quello di impegno del territorio.

Ad ogni buon conto il sito di Stigliano è stato investigato in maniera più dettagliata perché ad una prima visita è sembrato opportuno dedicare attenzione non solo ad eventuali interazioni impianto ambiente ma anche ad interazioni ambiente impianto (esondazioni, frane e smottamenti, vulnerabilità sismica).

L'esperienza acquisita ha evidenziato che la scelta dei siti, riguardo al suolo e sottosuolo, non può essere condotta limitatamente alle aree disponibili nelle zone prescelte nei Comuni interessati, ma richiede un allargamento territoriale delle indagini per includere le condizioni idrogeologiche e geotecniche che garantiscano la compatibilità a lungo termine delle attività produttive connesse, in tutte le situazioni, comprese quelle di impatto dell'ambiente sull'impianto, anche se il materiale principale che potrebbe essere coinvolto ed interessare l'esterno dell'impianto è semplicemente legname. In sostanza la scelta di un sito per un sistema produttivo di questo genere, il quale ha possibili interferenze con diverse componenti ambientali, dovrebbe essere effettuata prescindendo da disponibilità di aree nei piani regolatori dei Comuni, le quali vengono effettuate sulla base di considerazioni molto spesso rispondenti a criteri di assetto del territorio diversi. È infine da dire che l'impegno di suolo non è rilevante, trattandosi di circa 5-6 ettari, di cui buona parte utilizzata per il ricevimento, lo stoccaggio provvisorio e la preparazione della biomassa legnosa prima della combustione nell'impianto vero e proprio.

Diversa è invece l'analisi della componente suolo quando questa è indagata in relazione alla produzione della biomassa.

L'esperienza ha sostanziato i dubbi iniziali riguardanti la disponibilità locale di biomassa legnosa in ambito provinciale o regionale in relazione alle potenze proposte per gli impianti.

I proponenti gli impianti hanno avanzato proposte di coltivazioni intensive a breve ciclo di taglio (le cosiddette *Short Rotation Forestry* e/o *Coppice*) di alcune essenze legnose (ad esempio *Robinia pseudoacacia*, *Populus spp.*) in territori limitrofi alle centrali con utilizzo di migliaia di ettari di terreni.

La coltivazione di biomassa in *short rotation* richiede terreni con caratteristiche morfologiche e qualitative adatte. Terreni di queste caratteristiche non sembrano essere disponibili ad esempio in provincia di Matera se non in quantità marginali rispetto alle migliaia di ettari richiesti per produrre una piccola quota dei quantitativi necessari per una centrale da 40 MWe lordi quale è Stigliano. A prescindere dall'impianto e dal sito di Stigliano in genere, andrebbe fatto comunque uno studio molto approfondito sulle modifiche ambientali che può comportare una monocoltura di vaste dimensioni dedicata alla produzione di biomassa legnosa (latifoglie ceduabili) sugli ecosistemi interessati, sui consumi di acqua, sull'apporto di nutrienti al terreno e persino sul microclima. In entrambi i casi analizzati il dettaglio progettuale necessario (specie coltivate, tecniche colturali, mezzi tecnici impiegati, aree di coltivazione) per avviare una approfondita analisi del potenziale impatto di tali coltivazioni non è stato reso disponibile dai proponenti e ciò non ha consentito di spingere l'analisi al di là di considerazioni sui potenziali effetti negativi.

#### 3.4.1.4 Vegetazione, flora, fauna ed ecosistemi

Anche per questo comparto ambientale non si è ritenuto necessario procedere ad una approfondita analisi in quanto esso è interessato dall'impianto solo relativamente alla ricaduta dei fumi nell'area interessata e al modesto aumento di traffico automobilistico pesante e leggero. Le emissioni degli inquinanti presenti nei fumi, principalmente ossidi di azoto, risultano, in seguito alle simulazioni effettuate, in concentrazioni a livello del suolo molto basse e ampiamente al di sotto delle soglie di attenzione per la vegetazione, tali quindi da non comportare rischio alcuno per la resa delle colture agricole.

Diversa è invece l'attenzione necessaria per la valutazione dell'impatto nel caso di coltivazione intensiva di biomassa su ampie estensioni di territorio; in tal caso uno studio analitico dovrebbe senz'altro approfondire la conoscenza del territorio interessato dall'intervento per valutarne le condizioni preesistenti, per poi procedere alla valutazione degli effetti dei sistemi di produzione intensivi di biomassa legnosa. La notevole estensione delle superfici necessarie per la coltivazione intensiva di biomassa comporta una significativa modifica dei sistemi agricoli attualmente presenti nelle due aree.

Al Nord l'attenzione era rivolta soprattutto alla coltivazione intensiva di cultivar di Pioppo, specie peraltro già largamente coltivate lungo le aree golenali del Po, per ottenerne legno o pasta di cellulosa, in cicli di coltivazione medio lunghi. Le modalità intensive di coltivazione specifiche delle *short rotation* si differenziano profondamente dalla tradizionale pioppicoltura padana. L'elevato numero di piante ad ettaro, i cicli di taglio brevissimi e le concimazioni necessarie per ottenere le rese ipotizzate fanno pensare più ad una coltivazione agraria ad alta intensità di lavoro ed energia senza i potenziali benefici ambientali accessori tipici delle coltivazioni forestali. Nel caso di Stigliano l'ipotesi di introdurre coltivazioni con cicli biennali o triennali di robinia, pianta più rustica e frugale del pioppo e con discrete capacità di consolidamento dei pendii, necessitava di una sperimentazione e valutazione adeguata data la assoluta novità di tale tipo di coltivazione per le aree agricole della Basilicata soggette a evidenti fenomeni di desertificazione.

#### 3.4.1.5 Salute pubblica

Gli aspetti di salute pubblica sono stati quelli più attentamente seguiti dai cittadini dei due Comuni ai quali è stato pubblicamente presentato lo studio. L'approccio ENEA è stato quello di riferirsi allo stato di salute attuale sia della popolazione del Comune interessato che di alcuni Comuni limitrofi potenzialmente interessati, relativamente alle sole emissioni di inquinanti in atmosfera, le uniche che potrebbero avere un possibile effetto sulle popolazioni della zona. Sono stati presentati dati di mortalità per causa relativi alle popolazioni residenti nei comuni in studio, confrontando la mortalità osservata con quella attesa in base ai valori provinciali e regionali ed evidenziandone gli scostamenti significativi sia in eccesso che in difetto.

La stima degli effetti delle concentrazioni di inquinanti atmosferici emessi dalla centrale, calcolate con modelli di diffusione adeguati, è stata effettuata attraverso il confronto con dati di riferimento di organismi internazionali quali il WHO (*World Health Organization*).

Nel corso del dibattito pubblico è emerso che la parte contraria alla realizzazione degli impianti manifesta i suoi timori essenzialmente su questo aspetto e, pur non contestando né le procedure di calcolo adottate né le valutazioni sanitarie effettuate, (quindi non mettendo in discussione gli aspetti tecnico scientifici che vengono presentati), non si sente rassicurata dai dati mostrati; rimane una diffidenza di fondo che trova facilmente ampia risonanza nella maggioranza dei partecipanti.

Questa parte di SIA deve essere pertanto attentamente preparata, con dati statistici certi e significativi, e presentata in maniera assolutamente comprensibile e trasparente senza cadere in tecnicismi eventualmente elitari. Nei due casi qui descritti si è cercato di operare il massimo sforzo per attenersi a queste regole.

#### 3.4.1.6 Rumore e vibrazioni

Nella elaborazione dei due SIA presentati si è dato un forte rilievo allo studio delle emissioni sonore prodotte dalla centrale in quanto esse possono costituire una interferenza ambientale importante in relazione alla normativa vigente, piuttosto precisa e rigorosa. Non viene invece prodotta alcuna considerazione sulle vibrazioni, in quanto esse non sono presenti a livello di interferenze significative sull'ambiente esterno alla centrale.

L'approccio è stato quello di caratterizzare la condizione attuale di rumore ambientale in alcuni punti significativi (presenza di abitazioni) attorno al sito previsto per le centrali e valutare l'apporto di rumore connesso all'esercizio delle stesse. Le misure sono state effettuate con un laboratorio mobile opportunamente attrezzato sia dei sistemi di rilevazione che di quelli di gestione ed elaborazione dati.

La valutazione dell'apporto di rumore da parte della centrale è stata effettuata mediante opportuni codici di calcolo che partendo da dati emissivi caratteristici dei componenti della centrale ne valutano gli effetti a diverse distanze e nei corrispondenti punti di misura in diverse condizioni di attenuazione, fornendo delle mappe di facile confronto con i limiti imposti dalla normativa per le diverse classi di aree nelle quali dovrebbe essere suddiviso il territorio.

Naturalmente le campagne di misura e le valutazioni teoriche hanno permesso di affinare le conoscenze sull'argomento per ottenere strumenti sempre più adeguati a fornire elementi di previsione con bassi margini di errore e quindi molto attendibili. Il minor interesse mostrato dal pubblico durante le presentazioni per l'argomento ha lasciato pensare che la problematica del rumore non affligge molto i piccoli centri rurali, probabilmente in conseguenza di una modesta consapevolezza e scarsa informazione sui possibili effetti sanitari del rumore.

### Laboratorio mobile fonometrico dell'ENEA



Invece un'inchiesta eseguita in varie città italiane dall'ISTAT, sui giudizi per alcuni aspetti relativi all'abitazione, ha fornito alcuni dati generali sulle lamentele denunciate dalla popolazione in rapporto a varie cause di disturbo nell'ambito dell'ambiente abitativo.

*Lamentele di persone in ambiente abitativo (valori percentuali con risposte multiple)*

<b>Tipologia</b>	<b>%</b>
Rumore da traffico	34
Umidità	34
Chiasso bambini	26
Altri rumori stradali	25
Rumori dei vicini	22
Esalazioni mezzi di trasporto	12
Rumore ferroviario ed aeronautico	10
Rumore di fabbriche	8
Esalazioni di fabbriche e laboratori	8

*Fonte: ISTAT*

È interessante notare che tra le cause di lamentele denunciate, sei riguardano inconvenienti derivanti o legati al rumore e che il rumore da traffico veicolare occupa il primo posto nella classifica delle cause di disturbo, mentre il rumore proveniente da impianti industriali si colloca all'ottava posizione.

Ciò dimostra come la tematica del rumore è forse uno dei maggiori problemi che affligge le aree urbane e come la cattiva informazione conduca a sottovalutare l'impatto negativo indotto e a ritenerlo una questione di facile soluzione.

Si è avuta la sensazione che la materia viene percepita dal pubblico come difficile e complessa nonostante il tentativo di semplicità e trasparenza, non essendovi state reazioni significative nei confronti dei risultati esposti. Altro elemento di esperienza che abbiamo potuto constatare è che la normativa che impone ai comuni di provvedere alla suddivisione del proprio territorio in zone acustiche, non è ancora generalmente applicata.

#### 3.4.1.7 Radiazioni ionizzanti e non ionizzanti

In questa tipologia di impianti il problema delle radiazioni ionizzanti non esiste e pertanto non è stato preso in considerazione.

Riguardo alle radiazioni non ionizzanti si sono considerate quelle elettromagnetiche prodotte dal trasporto di energia elettrica mediante elettrodotto. In entrambi i casi l'elettrodotto di collegamento alle linee già esistenti di tensione appropriata è limitato a qualche chilometro, per cui, anche se il tracciato non era stato definito in sede di progetto, non si è ritenuto utile indagare ulteriormente l'argomento, trattandosi di scelte operative da concordare tra le parti interessate ed il Gestore della Rete Trasmissione Nazionale di (GRTN) che deve ricevere l'energia prodotta.

Pertanto in questa fase sono solo indicati i criteri principali di scelta del percorso degli elettrodotti e cioè:

- percorso che renda minimale l'interferenza ambientale, particolarmente quella paesaggistica;
- il percorso che tenga conto degli eventuali insediamenti abitativi attualmente presenti ed anche di futura realizzazione nel rispetto degli strumenti urbanistici locali passando a distanza compatibile con i limiti dei campi elettrico e magnetico stabiliti dalla normativa.

Ad ogni buon conto sarà opportuno comunque effettuare misure dei valori dei campi elettromagnetici quando la centrale sarà collegata alla rete, onde verificare a quel momento la rispondenza ai valori della normativa vigente, considerato gli aggiornamenti della stessa man mano che le conoscenze scientifiche del problema aumentano.

Dal punto di vista della reazione del pubblico su questo argomento si è avuta la sensazione che le assicurazioni di progetto di cui sopra, presentate con alcuni dati sui limiti dei campi elettromagnetici connessi alle linee di trasmissione dell'energia elettrica e sulle distanze dall'asse delle stesse da rispettare per una esposizione continua di membri del pubblico, siano state condivise e ritenute sufficienti per assicurare le persone sulle interferenze sull'ambiente e sulla salute pubblica.

#### 3.4.1.8 Paesaggio

L'analisi delle interferenze sul paesaggio è stata particolarmente interessante perché ha riguardato due siti totalmente diversi.

Nel caso di Ficarolo gran parte dei componenti delle centrale potevano essere inseriti in edifici già esistenti senza particolari modifiche strutturali e architettoniche. Da questo punto di vista la valutazione del SIA è stata di piena concordanza con la scelta effettuata dal proponente in quanto avrebbe portato al recupero di un sito industriale in fase di abbandono e degrado, peraltro con caratteristiche architettoniche particolari di sicuro pregio, tipiche dei sistemi produttivi del primo novecento, e pertanto non avrebbe aggiunto sostanzialmente elementi di interferenza paesaggistica che sono associati alla componentistica delle centrali elettriche moderne (caldaie, trattamento fumi, turbina).

Situazione totalmente opposta presenta il paesaggio associato al sito proposto per la centrale di Stigliano. Esso è indicato in una valle presso la confluenza di un torrente con un fiume di bassissima portata, in un contesto naturale di non particolare pregio, comunque caratterizzato dalla assenza di attività antropiche diverse dall'agricoltura, ad eccezione di una piccola struttura di prelievo ghiaia dal fiume, posta più a monte del sito indicato. Solo dal paese di Aliano la struttura industriale sarebbe visibile in tutta la sua dimensione, peraltro abbastanza consistente (il solo camino raggiunge 50 metri di altezza):

In occasione del dibattito pubblico a Ficarolo si è avuta l'impressione che in sostanza non si volesse recuperare il sito, in quanto troppo vicino al centro abitato e non si volesse ricreare quel flusso di autoveicoli e mezzi di ogni genere che aveva caratterizzato il periodo di funzionamento dello zuccherificio con l'afflusso delle barbabietole. Il fatto che la componente paesaggio venisse così poco modificata dalla presenza delle centrale elettrica a biomassa non è stato considerato come elemento positivo così come , a nostro giudizio, dovrebbe essere per i motivi sopra richiamati. Nel Caso di Stigliano invece, la preoccupazione esternata nel SIA per l'impatto visivo che la centrale offre, specie ai cittadini di Aliano, non è sembrata destare reazioni, prevalendo o concetti di tipo socio economici (possibilità di lavoro, anche indotto) nella parte favorevole al progetto, oppure di danni alla salute (inquinamento atmosferico) nella parte contraria al progetto.

### 3.4.1.9 Traffico

In questo tipo di centrali l'approvvigionamento di combustibile avviene con l'uso di mezzi su gomma che comportano un aumento del traffico, che risulta più evidente man mano che ci si avvicina alla centrale. Ciò è dovuto alle grandi quantità di combustibile necessario.

In entrambi i casi si è potuto verificare che l'aumento di traffico pesante è quello più gravoso. Esso richiede pertanto gli adeguamenti più consistenti negli ultimi tratti della rete stradale, in sostanza quando ci si allontana dalle grandi strade statali; tali adeguamenti riguardano soprattutto la segnaletica orizzontale e verticale e le zone di transizione da un tipo di strada ad un altro (svincoli).

La problematica del traffico non dovrebbe essere considerata per distanze oltre un centinaio di chilometri, perché l'impatto dei trasporti andrebbe (nel caso delle biomasse legnose) ad interessare una moltitudine di aree e quindi di diverse comunità, che necessiterebbe di determinati studi mirati alla verifica delle interferenze a livello locale delle attività di trasporto (trasporto nel bosco, nelle aree di produzione, allo stoccaggio). Così ad esempio sono stati considerati nel caso di Stigliano i trasporti e i loro effetti sul traffico a partire dal porto di Taranto dove è previsto arrivare, per i quantitativi stimati, il legno dal Ghana via nave, e si sono trascurati i trasporti all'interno del Ghana stesso. È interessante però, qualora l'approvvigionamento sia realizzato su grandi distanze, come nel caso sopracitato, verificare il computo dell'energia spesa per ogni tonnellata di legname trasportato e calcolare quindi le emissioni complessive di gas serra.

Ciò consente di valutare come all'aumentare della distanza, secondo le diverse modalità di trasporto, si attenuino i benefici ambientali (diminuzione emissioni nette di anidride carbonica) attesi dalla realizzazione della centrale.

*Centrale di Stigliano, stima complessiva delle emissioni di anidride carbonica per luogo di provenienza, calcolata sulla base del consumo energetico per il trasporto di ogni tonnellata di biomassa*

<b>Da:</b>	<b>Valore emissioni</b>
<i>modalità</i>	<i>kg CO<sub>2</sub>/ t trasportata</i>
<b>Crotone</b>	
gomma	22,1 - 27,7*
<b>Bari</b>	
gomma	12,4 - 15,5*
<b>Ghana via Taranto</b>	
nave + gomma	93,6 - 161,7*
<b>Croazia via Taranto</b>	
nave + gomma	16,5 - 24,4*

*\* In virtù delle assunzioni effettuate per le stime si è preferito indicare un range di valori massimo-minimo*

### **3.5 Conclusioni**

Al termine del lavoro di analisi e studio e successivamente agli incontri pubblici con la popolazione è utile riportare quali sono state le maggiori questioni, oltre quanto già esposto dal punto prettamente tecnico, che si sono incontrate:

- le potenze proposte per queste centrali tendono ad essere elevate per rispondere a requisiti di produttività; ciò contrasta con la necessità di limitare i quantitativi di combustibile da approvvigionare in ambiti territoriali limitati (provincia e / o regione), e pone il rischio di perdere il significato di impianto integrato e in relazione con il territorio nel quale è inserito (coltivazione dei boschi, manutenzione, prevenzione incendi ecc.);
- aver individuato un sito già opportunamente pensato per insediamenti industriali, anche di rilevanti dimensioni, quantomeno in termini di superficie disponibile, appare certamente valido, anche se la logica più stringente si rapporta più ai luoghi di produzione e/o di raccolta della biomassa, i quali in termini strategici non possono essere troppo lontani dall'utilizzo, e pertanto coinvolgenti territori e colture potenzialmente compatibili con le finalità socioeconomiche e produttive dell'insediamento industriale proposto;
- le aspettative sul piano socio economico ed occupazionale possono venir percepite dalle popolazioni interessate in maniera totalmente diversa nei diversi contesti territoriali;
- il basso rendimento termodinamico per la produzione di elettricità può essere elevato impiegando il calore residuo disperso. La potenziale cogenerazione dovrebbe guidare le scelte di localizzazione, identificando preliminarmente aree con richiesta di vapore e calore a fini produttivi;
- potrebbe essere meglio produrre calore/vapore con piccoli impianti ben localizzati, ossia in vicinanza di utilizzatori continui piuttosto che energia elettrica;
- la produzione forzata di biomassa su grande scala (short rotation forestry) pone problemi soprattutto ambientali che al momento sono tutti da verificare;
- la maggiore preoccupazione circa la salute delle popolazioni interessate è riservata dalle stesse alla componente ambientale "atmosfera" e al suo inquinamento da parte dei fumi prodotti.

## **4 - I VANTAGGI E I LIMITI DELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA TRAMITE BIOMASSE LEGNOSE**

*Mario Conti*

Sulla base dell'esperienza effettuata nella preparazione degli studi sopra riportati è possibile riferire alcune considerazioni che evidenziano sia i vantaggi che i limiti dell'utilizzo di impianti a biomassa legnosa per produrre energia elettrica; ciò anche in relazione alle principali interferenze ambientali, utili per un approfondimento degli indirizzi di politica energetico ambientale in questo settore delle energie rinnovabili.

Tali considerazioni sono riferibili essenzialmente ai seguenti punti:

- la potenzialità dell'impianto e il consumo di combustibile;
- la scelta dei siti;
- le tecnologie proposte;
- l'accettabilità sociale.

### ***4.1 La potenzialità dell'impianto e il consumo di combustibile***

Un sistema di produzione di energia elettrica ha come obiettivo la realizzazione di cicli termodinamici ad elevato rendimento al più basso costo di investimento e di esercizio, tenendo anche conto degli incentivi esistenti (CIP 6, certificati verdi). Anche con l'utilizzo di biomassa legnosa si tende a proporre impianti che abbiano una potenza elettrica superiore almeno a 10 MWe (molto piccola se si confronta con i moderni impianti turbogas in ciclo combinato da circa 400 MWe) per limitare il costo di impianto per unità di potenza a limiti accettabili. Anche il rendimento termodinamico rimane per questa tipologia di impianti molto basso, intorno al 25%, comportando di conseguenza una forte richiesta di legna, stimabile per una centrale da 10 MWe in circa 100.000 – 120.000 t/a (con un contenuto medio di umidità intorno al 35%).

L'approvvigionamento di tali quantitativi non è sempre agevole, specie in un territorio ristretto quale può essere quello relativo ad una provincia italiana, per cui bisogna ricorrere a trasporti di media e lunga distanza. Qualora si propongano, per motivi di contenimento di costi di realizzazione, impianti di potenza più elevata, ad esempio 40 MWe anche su due linee parallele, l'approvvigionamento deve fare ricorso a mercati molto ricchi di risorsa di residui dell'industria del legno (importazione, con trasporti via mare da migliaia di chilometri di distanza).

*Centrale di Stigliano: approvvigionamento ipotizzato, in tonnellate, suddiviso per luogo di provenienza e percentuali*

<b>Luogo</b>	<b>t/anno*</b>	<b>%</b>
Puglia	70.000	35
Calabria	40.000	20
Ghana	50.000	25
Croazia	40.000	20

*\* I dati sono sempre riferiti ad una umidità media del 35%*

In sostanza il basso potere calorifico del legno 2500 – 3000 kcal/kg comporta grandi quantitativi di combustibile per produrre una unità di energia (kWh) rispetto ai combustibili fossili. Gli sviluppi tecnologici per attenuare i limiti sopradetti vanno verso la direzione degli impianti con gassificazione del legno in ciclo combinato (IGCC) o verso gli impianti di co-combustione dove il combustibile base è il carbone, al quale si aggiunge la biomassa, ma non si prevedono risultati a breve anche per la relativa abbondanza di gas naturale.

I limiti suddetti portano a considerare la scelta della produzione di energia elettrica con biomassa legnosa solo in contesti di elevata produzione di residui forestali a distanze di approvvigionamento intorno ai 100 km dalla centrale. Se i contesti produttivi sono diversi (per produzione, orografia, infrastrutture ecc.) l'utilizzo della biomassa legnosa è più opportuno orientarlo alla produzione di calore locale e vapore per eventuali realtà produttive del sito. Ciò in una logica integrata di assetto e continua sorveglianza produttiva e protettiva (biomassa, attività ludiche, prevenzione incendi) del territorio.

#### **4.2 La scelta dei siti**

Nei casi esaminati la scelta dei siti di localizzazione degli impianti a biomassa legnosa non ha seguito una logica di carattere tecnico in grado di rispondere alle esigenze sia ambientali che produttive.

È stata invece percorsa la strada della ricerca del sito sulla base della disponibilità di alcune amministrazioni pubbliche interessate ad inserire sistemi produttivi sul proprio territorio. In un caso è stato proposto un sito già industrializzato anche se con produzione dismessa (ex zuccherificio, nord Italia), in prossimità di un agglomerato urbano (circa 500 m).

L'analisi ambientale di tale inserimento ha evidenziato la valenza positiva del recupero a fini produttivi di una gran parte delle infrastrutture e degli edifici (peraltro di pregio, appartenendo ad architetture industriali dei primi del 900) senza ricorrere a utilizzo di nuovo suolo.

Gli impatti, peraltro limitati e comunque contenuti entro i limiti della attuale normativa, comportano comunque un aggravio delle condizioni ambientali che bilanciano il vantaggio offerto da un sito già industrializzato. Uno di questi è l'incremento di traffico in prossimità dell'abitato per l'afflusso del combustibile (legname) alla centrale.

Nell'altro caso il sito individuato è stato all'interno di una area PIP (Piani Insediamenti Produttivi) di un Comune del sud Italia, peraltro già fornito di strade, fognature, illuminazione, ma senza alcuna presenza di attività produttive. Questa opzione ha il vantaggio di essere abbastanza lontana dai paesi vicini (5 km e 9 km), in aperta campagna, ma in vicinanza di strade di accesso e di linee elettriche (a 132 kV per il conferimento dell'energia prodotta), e quindi con impatti molto limitati sulle popolazioni. Le concentrazioni degli inquinanti atmosferici emessi dalla centrale (principalmente NOx e polveri), a tali distanze sono ampiamente contenute entro i limiti normativi, così come l'incremento di rumore prodotto dall'esercizio della centrale non ha parimenti alcun effetto a tale distanza.

Resta invece di valore medio alto l'impatto visivo in quanto la centrale costituisce un forte elemento intrusivo in un ambiente puramente agricolo; ciò è soprattutto evidente fino a quando, paradossalmente, l'area PIP non sarà riempita di altre attività produttive in modo da costituire un nucleo omogeneo di architettura industriale, pur in un contesto di discreta naturalità.

Entrambe le situazioni mostrano però il limite di un contesto di approvvigionamento del combustibile troppo ristretto rispetto alle necessità legate alle potenze proposte (20 MWe e 40 MWe). Nel caso della potenza più elevata, che richiede una importazione di legname via nave da paesi africani per circa il 50% delle necessità, il limite della scelta del sito a circa 200 km di distanza dal porto utile più vicino, appare alquanto discutibile, soprattutto perché innesca un sistema di trasporti su strada (porto - centrale) abbastanza consistente.

In definitiva la scelta dei siti di realizzazione di centrali a biomassa legnosa deve essere effettuata soprattutto in relazione alla loro centralità rispetto ad un bacino di approvvigionamento di combustibile, che diventa pertanto anche l'elemento limitante della potenza da proporre, in una logica di integrazione delle attività produttive di tale bacino con le necessità di gestione del territorio ivi compreso.

#### ***4.3 Le tecnologie proposte***

La peculiarità degli impianti di produzione di energia elettrica a biomassa legnosa consiste proprio nel combustibile. Nel sito della centrale è infatti da prevedere una ampia zona, 3 – 4 ettari, attrezzata a ricevimento e stoccaggio provvisorio della legna e di una importante attrezzatura per cippatura e stoccaggio coperto del cippato prima del trasferimento e trasporto al sistema di bruciamento (griglia, letto fluido bollente).

A confronto con gli impianti ad olio combustibile, questo settore è molto più complesso nella sua gestione e richiede una forte componente di manodopera generica (operatori di mezzi mobili di cantiere). Nei moderni impianti a turbogas in ciclo combinato questo aspetto è praticamente inesistente, essendo l'adduzione del combustibile effettuata tramite gasdotti interrati e completamente automatizzati per la regolazione delle portate e delle pressioni. Il limite quindi di impianti a biomasse legnose è la richiesta di notevole quantità di territorio in aree industriali da dedicare alla gestione del combustibile; se si considera ad esempio un indice di "necessità di territorio" per unità di potenza installata ( $m^2/MWe$ ) si vede che per una centrale a biomassa tale indice è pari a 1625 ( $65000 m^2/ 40 MWe$ ), mentre per una centrale turbogas da 400 MWe è circa 112 ( $45,000 m^2/ 400 MWe$ ), cioè un rapporto di circa 14 a 1.

Gli sviluppi tecnologici futuri sono orientati a migliorare nettamente i rendimenti termodinamici (gassificazione) e la modalità di combustione con un mix di combustibile (co-combustione di carbone e biomassa), in modo che il vantaggio del ciclo della  $CO_2$  rimanga a livelli tali da mantenere ambientalmente competitivo l'impiego della biomassa legnosa nei confronti dei combustibili fossili tra i quali primeggia, per le ridotte interferenze ambientali che produce, il gas naturale (metano); qualora ciò non dovesse avvenire i vantaggi dell'utilizzo della biomassa legnosa nella produzione di energia elettrica nell'ambito della produzione nazionale rimarrebbero modesti, in quanto con effetti modesti sul problema della riduzione dei gas ad effetto serra ( $CO_2$ ), e con effetti modesti sul problema della diversificazione delle fonti.

#### **4.4 L'accettabilità sociale**

Si è detto che la potenzialità dell'impianto deve essere consistente con un territorio di prelievo della biomassa legnosa non troppo vasto. Ciò affinché si inneschi un processo produttivo che va dalla raccolta dei residui forestali fino alla loro cippatura per l'immissione nei sistemi di bruciamento, nello stesso ambito di interessi.

Tale processo, ad elevati contenuti di lavoro manuale, viene percepito in maniera diversificata a seconda di dove lo si proponga: non interessante nelle pianure al nord dell'Italia, in quanto fornisce occupazione di nessun interesse per le popolazioni locali, le quali hanno difficoltà a trovare addetti a lavori similari, soprattutto nel settore agro industriale; di interesse invece al sud in aree ad elevata disoccupazione per le prospettive soprattutto di impiego diretto in centrale e di quelle indotte (prelievo e trasporto) che offre.

La preoccupazione invece per gli effetti sulla salute è comunque generalizzata, specie nei confronti delle emissioni in atmosfera, e rappresenta un limite all'accettabilità degli impianti per una forte diffidenza nei confronti delle valutazioni di concentrazioni di inquinanti che vengono effettuate con modelli matematici di difficile comprensione per il cittadino.

A ciò si aggiunge anche una diffidenza nei confronti dei controlli sul combustibile in ingresso, basati essenzialmente su controlli di tipo amministrativo, giudicati non idonei ad evitare introduzione di sostanze diverse dal cippato di legno.

L'epilogo dei due casi di proposte di centrali a biomassa legnosa presentati, e studiati per gli impatti ambientali dall'ENEA, dopo una presentazione finale alle due popolazioni locali interessate in due assemblee pubbliche molto partecipate è stato:

- al nord: un referendum consultivo indetto dal Comune ha bocciato l'iniziativa
- al sud: l'iniziativa al momento prosegue ed è stata sottoposta alla valutazione di impatto ambientale secondo la procedura regionale in atto.

*In definitiva il passaggio dalle opportunità e potenzialità dell'utilizzo della biomassa legnosa per produzione di energia elettrica al suo reale impiego, nonostante le forti raccomandazioni e gli indirizzi di strategia energetica, è difficile e limitato sia da aspetti tecnico gestionali che da posizioni di tipo socioeconomico delle popolazioni direttamente interessate. I riflessi dei vantaggi ambientali previsti, quali la riduzione della immissione in atmosfera della CO<sub>2</sub> in direzione degli accordi di Kyoto e la diversificazione delle fonti di produzione, pur se compresi, non vengono sentiti come elementi di interesse da giustificare l'accettabilità sul proprio territorio; in concreto prevale la sindrome NIMBY (Not In My Back Yard = Non nel mio giardino).*

## **5 - ELEMENTI UTILI PER STUDI DI IMPATTO AMBIENTALE NEL CAMPO DELLE BIOMASSE E DELLA VIA**

### ***Principale normativa di riferimento***

Qui viene indicata ed elencata per temi la normativa essenziale che regola i principali settori. Una più completa ed esauriente bibliografia può essere consultata sui siti specializzati tra i quali si segnala il sito dell'ENEA:

[www.wamb.bologna.enea.it/cgi/legamb/legamb.html](http://www.wamb.bologna.enea.it/cgi/legamb/legamb.html)

### Valutazione di Impatto Ambientale

DPR 10 agosto 1988 n. 377 “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349 recante istituzione del Ministero dell’ambiente e norme in materia di danno ambientale”

DPCM 27 dicembre 1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all’art. 6 della legge 8 luglio 1986 n. 349, adottate ai sensi dell’art. 3 del Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988 n. 377”

DPR 11 febbraio 1998 “Disposizioni integrative al DPCM 10 agosto 1988 n. 377 in materia di disciplina pronunce di compatibilità ambientale di cui alla legge 8 luglio 1986 n. 349, art. 6”

DPR 2 settembre 1999 n. 348 “Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere”

DPR 12 aprile 1996 “Atto di indirizzo e coordinamento per l’attuazione dell’art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale”

REGIONE VENETO Legge Regionale 26 marzo 1999 n.10 “Disciplina dei contenuti e delle procedure di valutazione d’impatto ambientale”

REGIONE BASILICATA Legge Regionale 14 dicembre 1998 n. 47 “Disciplina della valutazione di impatto ambientale e norme per la tutela dell’ambiente”

### Rifiuti

D.M. 5 febbraio 1998 Ministero dell’Ambiente “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22”

## Aria

DPR 24 maggio 1988, n. 203 “Attuazione delle direttive CE numeri 80/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell’aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell’art. 15 della legge 16 aprile 1987, n. 183”

D.M. 12 luglio 1990 Ministero dell’Ambiente “Linee guida per il contenimento delle emissioni inquinanti degli impianti industriali e la fissazione dei valori minimi di emissione”

C.E. Direttiva del Consiglio 96/62/CE del 27 settembre 1996 in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente

C.E. Direttiva del Consiglio 1999/30/CE del 22 aprile 1999 concernente i valori limite di qualità dell’aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo

D.L. 4 agosto 1999 n. 351 “Attuazione della direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell’aria ambiente”

## Campi elettromagnetici

LEGGE 22 febbraio 2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”

## Rumore

DPCM 1 marzo 1991 “Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”

LEGGE 26 ottobre 1995 n.447 “Legge quadro sull’inquinamento acustico” ed i decreti attuativi da essa richiesti:

- il Decreto del Ministero dell’Ambiente 11.12.1996: “*Applicazione del criterio differenziale per gli impianti a ciclo produttivo continuo*”
- il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 14.11.1997: “*Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore*”
- il Decreto del Ministero dell’Ambiente 16.3.1998: “*Tecniche di rilevamento e di misurazione dell’inquinamento acustico*”

## Energia

D.L. 16 marzo 1999 n. 79 “Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell’energia elettrica” (decreto Bersani, G.U. n. 75 del 31 marzo 1999)

### Documenti di programmazione europei e nazionali

Comunicazione della Commissione C.E. 1997: Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili, Libro bianco per una strategia e un piano di azione della Comunità

Delibera CIPE del 3 dicembre 1997, n. 211, recante l'approvazione delle linee generali della "Seconda comunicazione nazionale alla Convenzione sui cambiamenti climatici" (G.U. n.18 del 23 gennaio 1998)

Libro Verde sulle fonti rinnovabili di energia, ENEA in collaborazione con Ministeri dell'Industria, dell'Ambiente, della Ricerca scientifica e tecnologica; luglio 1998

Programma nazionale energia rinnovabile da biomasse, Ministero delle politiche agricole, 24 giugno 1998

Delibera CIPE del 19 novembre 1998, n.137, Linee guida per le politiche e misure nazionali di riduzione delle emissioni dei gas serra (G.U. n. 33 del 10 febbraio 1999)

Atti della Conferenza Nazionale Energia ed Ambiente (CNEA), Roma 25-28 novembre, 1998 (consultare sito ENEA [www.enea.it](http://www.enea.it) alla voce pubblicazioni)

## **BIBLIOGRAFIA TEMATICA**

### Combustione ed emissioni

Tomassetti G., 1999: *Linea per un programma a breve termine di uso efficiente del legno in Italia*. Comunicazione CTI

Burklin C. et al., 1998: *Emission factors documentation for AP-42 Section 1.6 "Wood waste combustion in boilers"*. EPA

AA.VV., 1998: *Locating and estimating air emissions from sources of Polycyclic Organic Matter*. Emission Factor and Inventory Group. EPA

UN-ECE, 1998: *Draft BAT Background Document*. Task Force on the Assessment of Abatement Options/Techniques for Nitrogen Oxides from Stationary Sources

Werther J., M. Saenger, E.U. Hartge, T. Ogada and Z. Siagi, 2000: *Combustion of agricultural residues*. in "Progress in Energy and Combustion Science 26: 1-27

Kolar J., 1990: *Stickoxide und Luftreinhaltung*. Berlin

### Rumore

Romani P., F. Ventura, 1992: *La rumorosità ambientale: il ruolo delle barriere acustiche*. Pitagora Editrice Bologna

Moncada G., Lo Giudice, S. Santoboni, 1995: *Acustica*. Masson Editore

Bertoni D., A. Franchini, M. Magnoni, 1988: *Il rumore urbano e l'organizzazione del territorio*. Pitagora Editrice Bologna

Bertoni D., A. Franchini, J. Lambert, M. Magnoni, P.L. Tartoni, M. Vallet, 1994: *Gli effetti del rumore dei sistemi di trasporto sulla popolazione*. Pitagora Editrice Bologna

Sette D., 1983: *Lezioni di Fisica*. Veschi Roma

Heutschi K., 1995: *A simple method to evaluate the increase of the traffic noise emission level due to buildings, for a long straight street*. Applied Acoustics 44: 259-274

Chew C.H., 1995: *The influence of inclined buildings on road traffic noise*. Applied Acoustics, 45: 29-46

Colagrande S., 1992: *Considerazioni sui modelli di previsione del rumore da traffico in ambiente urbano*. in: Le Strade, XCIV, n. 1287

Lotz R., L.G. Kurzweil, 1979: *Il rumore dei mezzi di trasporto su rotaia*. Manuale di controllo del rumore, cap. 33

Biondi G., E. Guastadisegni, C. Piendibene, G. Brero, 1996: *La pianificazione del territorio e i contenuti della legge 26.10.1995, N.447*. XXIV° Convegno Nazionale AIA

Harris C., 1983: *Il rumore dei veicoli a motore*. Manuale di controllo del rumore, cap. 32

Coppi M., A. De Lieto Vollaro, 1985: *Metodo per la valutazione dell'inquinamento da rumore prodotto da una sorgente a spettro noto in un'area urbana*. Rivista Italiana di Acustica - Vol. IX, N. 4

Benedetto G., R. Spagnolo, 1977: *Previsione dei livelli di rumore prodotti dal traffico urbano*. Rivista Italiana di Acustica - Vol. I, N. 3-4

Cotana F., C. Buratti, F. Rossi, 1996: *Misure di rumore e mappatura acustica del territorio*. AIA – XXIV° Convegno Nazionale

Brambilla G., E. Carletti, M.R. Carretti, 1996: *Classificazione del rumore da traffico urbano*. Rivista italiana di Acustica, 20

Bellucci P., 1996: *Studio ed ottimizzazione di metodologie per la caratterizzazione del rumore da traffico all'interno ed all'esterno dei mezzi di trasporto*. Tesi di Dottorato di Ricerca Università "La Sapienza" Roma

Coppi M., F. Cotana, A. Presutti, 1991: *Un criterio per la valutazione dell'inquinamento acustico dovuto al traffico stradale*. Rivista Italiana di Acustica, Vol. XV - N. 3

Farina A., 1990: *Modelli matematici nel calcolo previsionale e nella progettazione*. Barriere antirumore, I libri di modulo, BE-MA editrice Milano

AA.VV., 1997: *Relazione sullo stato dell'ambiente a Roma*. Comune di Roma

Greca G., C. Marzi, 1997: *La valutazione economica del danno da rumore*. Conferenza Internazionale sul Rumore Ambientale - Roma

Lombardi L., 1997: *La zonizzazione acustica nelle aree aeroportuali: prospettive normative ed applicazioni*. Conferenza Internazionale sul Rumore Ambientale - Roma

Rizzo M.G., 1999: *Criteri e metodologie per la caratterizzazione acustica dell'ambiente urbano e per la progettazione di piani di*

*risanamento: un caso applicativo.* Tesi di laurea in Ingegneria Ambientale Università "La Sapienza" Roma

Giurato A., 1996: *Il progetto degli interventi urbanistici previsti dalla 'Legge quadro sull'inquinamento acustico, per la tutela della qualità dell'ambiente esterno.* Tesi di laurea in Architettura Università "La Sapienza" Roma

Relandini S., 1997: *Inquinamento acustico da traffico veicolare urbano. Analisi comparativa dei modelli di previsione del rumore da traffico stradale - Applicazione nel caso di un quartiere cittadino.* Tesi di laurea in Ingegneria Ambientale Università "La Sapienza" Roma

### Geologia

Albarello D., Bosi V., Brammerini F., Lucantoni A., Naso G., Peruzza L., Rebez A., Sabetta F., Slejko D., 1999: *Carte di pericolosità sismica del territorio nazionale.* Servizio Sismico Nazionale – Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti

Calcagnile G., Canziani R., Del Gaudio V., Guerricchio A., Melidoro G., Ruina G., 1983: *Indagini geologico-geofisiche in alcune aree franose di Avigliano e di Stigliano (Basilicata).* Geol. Appl., e Idrogeol., 18(1), 117-133

Caloiero D., Mercuri T., 1982: *Le alluvioni in Basilicata dal 1921 al 1980.* Geodata 16, CNR-IRPI Cosenza, 67 pp.

Camassi, R. & Stucchi, M. ed. 1997: *NT4.1 un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno.* CNR-GNDT Internet website <http://emidius.itim.mi.cnr.it>

Carbone S., Catalano S., Lazzari S., Lentini F. e Monaco C., 1991: *Presentazione della carta geologica del bacino del fiume Agri (Basilicata).* Mem. Soc. Geol. It., 47, 129-143

Catizzone M., 1980: *La carta dei "Land Systems della Val d'Agri". Nota alla carta in scala 1:100.000.* In: Ricerche pedologiche in Val d'Agri, C.N.R. – Centro di Studio della Genesi, Classificazione e Cartografia del suolo, Firenze, 1-36

Cherubini C., Guerricchio A. e Melidoro G., 1981: *Un fenomeno di scivolamento profondo delle argille grigio-azzurre plio-calabrianne nella valle del T. Sauro (Lucania) prodotto dal terremoto del 23 novembre 1980. Nota preliminare.* Rend. Soc. Geol. It., 4, 155-159

Coppola L., Nardone R., 2000: *Dissimmetria nei processi di erosione dei versanti ionici della Basilicata: la valle del Basento.* Giornata di studi

“Valutazione del rischio idrogeologico: valutazione del rischio e metodologie informatiche di rappresentazione cartografica”, AIGAA, Roma 15 dicembre 2000

FAO/UNESCO, 1973: *Soil Map of the World*. Roma

Lazzari S., Caloiero D., Gabriele S., Lambiase S., Mercuri T., Pesce F., Tramutoli M., Versace P., 1990: *Effetti prodotti in Basilicata dagli eventi meteorici verificatisi nel periodo dicembre 1984 – aprile 1985*. CNR-IRPI, Geodata n. 37, 90 pp.

Marcelli L. e Spadea M.C., 1981: *La profondità ipocentrale con metodi macrosismici*. Ann. Geof. 34, 5-36

Mezzadri P., 1992: *Geologia e geotecnica in Val d'Agri*. Quarry and Construction nn. 8-9, 101-124, 104-116

Monachesi, G. e Stucchi M., 1997: *DOM4.1 un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno*. CNR-GNDT Internet website <http://emidius.itim.mi.cnr.it>

#### Aspetti sanitari

Bisanti L., 1995: *L'inquinamento atmosferico urbano e la mortalità: una rassegna della letteratura*. Epidemiologia & Prevenzione, 19: 13-21

Breslow N.E. and Day N.E., 1987: *Statistical Methods in Cancer Research, Vol II - The Design and Analysis of Chort Studies*. IARC Scientific Publication n. 82. Lyon

Dockery D.W., Arden Pope C. III, Xiping XU M.D., Spengler J.D., Ware J.H., Fay M.E., Ferris B.G. jr. and Speizer F.E., 1993: *An association between air pollution and mortality in six U.S. cities*. New England J.Med., 329: 1753-1759

Dockery D.W. and Pope C.A., 1994: *III. Acute respiratory effects of particulate air pollution*. Annual Review of Public Health, 15: 107-132

ISPESL, 1995: *Mortalità per professioni in Italia negli anni '80*. Progetto ReSò. Collana Quaderni Istituto Superiore per la Prevenzione e la Sicurezza del Lavoro n. 2

ISTAT, 1975: *Classificazione delle malattie, traumatismi e cause di morte. IXª Revisione 1975. Metodi e Norme*, Serie CN.10/1

Katsouyanni K., Touloumi G., Spix C., Schwartz J., Balducci F., Medina S., Rossi G., Wojtyniak B., Sunyer J., Bacharova L., Schouten J.P., Ponka A. and Anderson H.R., 1997: *Short term effects of ambient*

*sulphur dioxide and particulate matter on mortality in 12 European cities: results from time series data from the APHEA Project.* British Medical Journal, 314: 1658-1663

Lebowitz M.D., 1996: *Noncarcinogenic respiratory disease.* In: R. Bertollini, M.D. Lebowitz, R. Saracci and D.A. Savitz (Eds.). Environmental Epidemiology: Exposure and Disease. World Health Organization, Lewis Publisher New York

Organizzazione Mondiale della Sanità, 1997: *Ambiente e Salute in Italia* (R. Bertollini, M. Faberi, N. Di Tanno, Eds). Il Pensiero Scientifico Editore, Roma

Pershagen G. and Simonato L., 1990: *Epidemiological evidence on air pollution and cancer.* In: L. Tomatis (Ed.). Air Pollution and Human Cancer. Springer-Verlag, Berlin: 63-74

Pope C.A., Thun M.J., Namboodiri M.M., Dockery D.W., Evans J.S., Spezier F.E. and Heath C.W. jr., 1995: *Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of U.S. adults.* Am. J. Respir. Crit. Care Med., 151: 669-674

Simonato L., 1996: *Neoplastic disease (lung cancer excluded).* In: R. Bertollini, M.D. Lebowitz, R. Saracci, D.A. Savitz (Eds). Environmental Epidemiology; Exposure and Disease: World Health Organization, Lewis Publisher, New York

WHO, 1999: *Health-based Guidelines.* In: World Health Organization, Air Quality Guidelines

## Aria

Altshuller, A. P., 1984: *Atmospheric particle sulfur and sulfur dioxide relationships at urban and non urban locations,* Atm. Env., Vol. 18, n. 7

Briggs, G.A., 1975: *Plume rise predictions.* Lectures on Air Pollution and Environmental Impact Analysis, Boston

Busse A.D., Zimmermann J.R., 1973: *User's Guide for the Climatological Dispersion Model. EPA-R473-024, U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, NC 27711, 33 pp.*

Cagnetti P., V. Ferrara, 1982: *Two possible simplified diffusion models for very low wind-speed,* Rivista di Meteorologia Aeronautica. V. XLII - n. 4

Cirillo M., P. Cagnetti, 1982: *DIMULA (modello Diffusione MULTisorgente Atmosferica): un codice multisorgente per il calcolo della*

*concentrazionhe in aria, al livello del suolo, degli inquinanti atmosferici, RTI/STUDI-VALSAMB 8:1-31*

Delany, A. C., 1983: *Dry deposition of NO<sub>x</sub> to grass in rural East Anglia*, *Atm. Env.*, Vol. 17

ENEL/A.M., 1981: *Caratteristiche diffusive dei bassi strati dell'atmosfera*, a cura dell'ENEL e del Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare

Gifford F.A. Jr. 1960: *Atmospheric dispersion calculations using the generalized Gaussian plume model*. *Nucl. Saf.* 2: 56-59

Gifford F.A. Jr, 1976: *Turbulent diffusion typing schemes: A review*. *Nucl. Saf.* 17: 68

Hanna S.R., Paine R.J., 1989: *Hybrid Plume Dispersion Model (HPDM) Development and Evaluation*. *Journal of Applied Meteorology Society* 58, 1305-1309

Manzi D., Ripamonti E., 1994: *Analisi delle prestazioni dei modelli DIMULA e ISC a confronto in un caso critico*. *Acqua-ARIA*, 3

Pasquill F., 1961: *The estimation of the dispersion of windborne material*. *Meteor. Mag.* 9033-49

Pasquill F., 1974: *Atmospheric diffusion*. Wiley, New York, NY, USA

Rapporti ISTISAN, 1990: *Modelli per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria*, Istituto Superiore di Sanità 90/32

Rapporti ISTISAN, 1993: *Modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria*, Istituto Superiore di Sanità 93/36

### Biomassa

AA.VV., 1997: *Key issues in developing renewables*. OECD/International energy agency pag. 1-53

AA.VV., 1997: *Biomass energy: key issues and priority needs*. Conference proceedings, Paris OECD/International energy agency

AA.VV., 1998: *Biomass energy: data, analysis and trends*. Conference proceedings, Paris OECD/International energy agency

AA.VV., 1998: *Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili*. Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, 82 pag. ENEA (approvato seduta CIPE 6-08-1999)

AIGR, 1994: *Potenzialità energetica da biomasse nelle regioni italiane*. Rapporto redatto su contratto ENEA. (non pubblicato)

Basso F., Bove E., Ferrara A., Pisante M., Basso B., 1996: *Progetto Medalus: processo di desertificazione nel bacino dell'Agri in Basilicata*. Conferenza sulla ricerca scientifica in Basilicata

Basso F., Bellotti A., De Natale F., Ferrara A., Pisante M., 1997: *Analisi del rischio di degradazione del suolo in aree agricole della Basilicata: una proposta metodologica*. Rivista di Agronomia XXXI, Supplemento al n 3: 864-871

Bisoffi, S.; Facciotto, G, 2000: *I cedui a turno breve (SRF)*. Sherwood - Foreste ed Alberi Oggi. 6: (8) 21-23

Braunstein H.M, Kanciruk P. et al., 1981: *Biomass Energy Systems and the Environment*. Pergamon Press 182 p.

Britt, C.P., Gavaland A., Kofman P.D., Ledin S., Sinner H-U and Spinelli R., 1997: *The agronomy of Short Rotation Coppice (SRC) current and recent European research*. Aspects of Applied Biology, 49: 33-40

Borelli M., Facciotto G., 1996: *Redditività della coltivazione del pioppo al di fuori dell'azienda agraria*. Sherwood 2: (11) 37-41

Borelli M., Fini, M., 1999: *Forme di pioppicoltura e convenienza economica*. *Il Pioppo - I supplementi di Agricoltura* n. 4, 8-11 [It]

De Lange H.J., Barbucci P., 1999: *The Thermie Energy Farm Project*. In Renewable Energy 16: 1004-1006

E.E.A., 2000: *Emission Inventory Guidebook, Shipping activities*. B842/1-20

Forsberg G., 2000: *Analysis of bioenergy transport chains using life cycle inventory method*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden, in Biomass and Bioenergy, volume 19, Issue 1

Frison G., Bisoffi S., Allegro G., Borelli M., Giorcelli A., 1990: *Short Rotation Forestry in Italy: past experience and present situation*. In: Energy forestry production Systems workshop, Graz September 1990. ATTI

Gerardi, V., Perrella G., Masia F., 1998: *Il consumo di biomassa a fini energetici nel settore domestico*. Rapporti tecnici ENEA, RT/ERG/98/9 pagine 1-27

Hall D.O., Overend R.P., 1987: *Biomass, regenerable energy*. John Wiley and Sons, Great Britain 504 p.

Kofman P.D., Spinelli R., 1997: *Recommendations for the establishment of Short Rotation Coppice (SRC) based on practical experience of harvesting trials in Denmark and Italy*". Aspects of Applied Biology, 49: 61-70

Ministero Politiche Agricole, 1999: *Programma Nazionale Energia Rinnovabile da Biomasse*. In ottemperanza delibera CIPE relativa a Kyoto

Rafaschieri A., Rapaccini M., Manfrida G., 1999: *Life cycle assessment of electricity production from poplar energy crops compared with conventional fossil fuels*. Energy conversion and Management, 40: 1477-1493

Smil V., 1983: *Biomass energies, Resources, Links, Constraints*. Plenum press New York

Sonnino A., 1994: *Agricultural biomass production is an energy option for the future*. Renewable energy, vol. 5: 857-865

Spinelli R., 1995: *La produzione di biomassa con cedui a turno breve*. Terra e Vita n. 9: 57-60

Spinelli R., Ricci F., Spinelli R., 1998: *Colture forestali a breve rotazione: sistema americano e sistema svedese a confronto*. Informatore Agrario 26: 57-60

Stenhouse E.H., 1999: *Farm wood Fuel And Energy project*. In: Renewable Energy 16: 1027-1030

Trozzi C., Vaccaro R., 1998: *Methodologies for estimatine air pollutant emissions from ships*. MEET project - European Commission, transport RTD 4<sup>th</sup> framework programme

Vignozzi G., 1996: *La sperimentazione regionale per la produzione e utilizzazione di biomassa agroforestale per un possibile impiego a scopi energetici*. Atti della Conferenza Regionale sull'Energia. pag. 173-183. 12-14 giugno, Regione Toscana

## Energia e consumi

AA.VV., 1999: *Analisi Integrata del Sistema delle Emissioni in Atmosfera nella Regione Basilicata*, Regione Basilicata, Dipartimento Sicurezza Sociale e Politiche Ambientali, Collana di studi e ricerche scientifiche sull'ambiente, numero 4

AA.VV., 2000: *Rapporto Energia Ambiente*. ENEA

AA.VV., 2001: *Rapporto Energia Ambiente*. ENEA

Catoni P.G., Perrella G., 1998: *L'Energia nelle regioni italiane: Volume II, Bilanci e indicatori energetici regionali*. ENEA - Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, 25-28 novembre 1998, pag. 1-218

Ricci A., 1998: *L'Energia nelle regioni italiane: Volume III, Piani Energetici Regionali: analisi delle prime esperienze*. ENEA - Conferenza Nazionale Energia e Ambiente, 25-28 novembre 1998, pag. 1-119

Gerardi V., Perrella G., Masia G., 1998: *Il consumo di biomassa a fini energetici nel settore domestico*. ENEA, collana Rapporti tecnici RT/ERG/98/9

Gerardi V., Perrella G., 2001: *I consumi energetici di biomasse nel settore residenziale in Italia nel 1999*. ENEA, collana Rapporti tecnici RT/ERG/01/07

GRTN, 2000: *Dati statistici 1997 - 1999*. Disponibile all'indirizzo [www.grtn.it](http://www.grtn.it)

## Aspetti di ordine regionale e locale

AA.VV., 1999: *L'Ambiente in Basilicata: Stato dell'ambiente regionale*. Regione Basilicata, Dipartimento sicurezza sociale e politiche ambientali-Ufficio Tutela della Natura

AA.VV., 1995: *I suoli delle aree irrigue del Medio Sinni*. Regione Basilicata

Sonnino A., Colonna N., Sciortino M., 1998: *Evoluzione delle coltivazioni in Basilicata e degrado del territorio*. II° Forum Internazionale Politiche europee per combattere la desertificazione nel bacino del mediterraneo, Matera, ottobre 98

## **SITI INTERNET**

Si riportano di seguito alcuni indirizzi di siti web che trattano i temi oggetto del SIA. Data la difficoltà di operare una classificazione per tematiche di siti che sono vasti e in continua modificazione si è preferito semplicemente elencarli.

Biomass Energy Foundation (inglese)

[www.woodgas.com](http://www.woodgas.com)

European Biomass Association (inglese)

[www.ecop.ucl.ac.be/aebiom](http://www.ecop.ucl.ac.be/aebiom)

Istituto di Ricerche sulla Combustione-CNR

[www.irc.na.cnr.it](http://www.irc.na.cnr.it)

Diffusione e promozione delle biomasse

[www.itabia.it](http://www.itabia.it)

Valutazione di impatto ambientale

[www.centrovia.it](http://www.centrovia.it)

Alternative Fuels Data Center (inglese)

[www.afdc.doe.gov/altfuels.html](http://www.afdc.doe.gov/altfuels.html)

Elenco di siti utili relativi alle biomasse

[http://lacec.agr.uth.gr/100fuel/en/100f\\_biomass\\_related\\_links.htm](http://lacec.agr.uth.gr/100fuel/en/100f_biomass_related_links.htm)

Associazione Termotecnica Italiana e Comitato Termotecnico Italiano

[www.cti2000.it](http://www.cti2000.it)

National Renewable Energy Laboratory-US Department of Energy  
(inglese)

[www.nrel.gov](http://www.nrel.gov)

European Forest Institute (inglese)

<http://www.efi.fi/>

Sistema interregionale di informazione in campo energetico

<http://enerweb.casaccia.enea.it/>

Federazione italiana produttori di energia da fonti rinnovabili

[www.fiper.it](http://www.fiper.it)

Solar energy society, sezione italiana

[www.isesitalia.it](http://www.isesitalia.it)

Giornale on-line sulle energie rinnovabili  
[www.ilsolea360gradi.it](http://www.ilsolea360gradi.it)

Gruppo bioenergia dell'International Energy Agency (inglese)  
[www.ieabioenergy.com/](http://www.ieabioenergy.com/)

Biomasse sito di ricerca olandese (inglese)  
[www.biomaster.nl/](http://www.biomaster.nl/)

Società dell'ENEL che si occupa di biomasse e biogas  
[www.enel.it/elettroambiente/biogas\\_biomasse/bio\\_bio.htm](http://www.enel.it/elettroambiente/biogas_biomasse/bio_bio.htm)

Edito dall'ENEA  
Unità Comunicazione

Lungotevere Thaon di Revel, 76 – 00196 Roma  
*[www.enea.it](http://www.enea.it)*

Edizione del volume a cura di Giuliano Ghisu  
Stampa: Laboratorio Tecnografico ENEA del Centro Ricerche Frascati  
Revisione editoriale e ristampa: aprile 2007