

CAPITOLO IV

EVIDENZIAMENTO DEI PROBLEMI AMBIENTALI PERTINENTI AL PIANO ENERGETICO

L'analisi del contesto deve porre in evidenza le problematiche ambientali del territorio. Scopo di tali informazioni è quello di fornire una valutazione sulla ripercussione che l'attuazione del Piano Energetico può avere su tali problemi, aggravandoli, riducendoli, o comunque influenzandoli in altro modo.

Le aree di particolare importanza da un punto di vista ambientale, intatti, saranno individuate non solo nei siti di elevato pregio ambientale, ma anche nelle aree caratterizzate da situazioni di grave inquinamento ove gli impatti derivanti dall'attuazione degli interventi previsti dal Piano Energetico, seppure inferiori ai limiti di legge, andrebbero ad incidere su un'area in cui i valori limite sono già superati, andando così ad aggravare una situazione già compromessa.

Tale analisi sarà condotta sulle singole componenti ambientali (aria, acqua, suolo, paesaggio,...) in relazione alle tipologie di installazioni energetiche proponibili.

IV.1- L'analisi del contesto deve porre in evidenza le problematiche ambientali del territorio.

Per quanto attiene alle azioni che il Sistema Energetico Regionale ha sul territorio nel contesto dello stato attuale all'anno 2005, si evidenziano i seguenti elementi:

1. **Le infrastrutture del sistema energetico** producono effetti significativi nelle aree industriali nelle quali sono installati e funzionanti gli impianti termoelettrici e la miniera di carbone, come illustrato nel Cap II di questo R. A., e nelle zone interessate dalle infrastrutture di elettrodotti, da impianti ad Energia eolica e solare:
 - a) area industriale di Portotorres Fiumesanto, area industriale di Portovesme Portoscuso; area industriale di Cagliari- Assemini; area industriale di Ottana; area mineraria di Nuraxi Figu; area industriale di Sarroch;
 - b) Gli elettrodotti aerei di media tensione, di bassa tensione; in particolare gli elettrodotti di AT che con i piloni e tralicci, con le terne di conduttori e le funi di guardia, con le segnalazioni a sfere rosse e le strisce rosse di segnalazione, hanno un effetto di modifica del paesaggio e possono causare anche campi elettromagnetici di valore significativo.
 - c) Gli impianti ad Energia eolica e solare sono caratterizzati da infrastrutture di tipo aperto ed a bassa densità di Energia, pertanto sono distribuiti su aree di territorio vaste; tuttavia questi impianti non presentano azioni negative sull'ambiente in senso stretto, cioè chimico-fisico, idro-geologico; questi impianti causano in modo prevalente una alterazione estetico - paesaggistica sul territorio regionale.
 - d) Il metanodotto costituito dalla dorsale che attraverserà da sud a nord la Sardegna segue un tracciato studiato in modo da minimizzare le interferenze con i beni archeologici, la tubazione sarà di norma interrata e coordinata con le infrastrutture delle reti idriche e con le infrastrutture stradali. Le reti dei comprensori comunali e delle aree urbane saranno interrate ed a bassa pressione.

2. **Emissioni nocive** nell'aria - Il sistema energetico mediante gli impianti ed i processi di conversione dell'energia primaria dei combustibili in energia termica, meccanica ed elettrica è alimentato da flussi di massa e materia che modificano lo stato chimico-fisico dell'ambiente naturale, nelle diverse forme sotto elencate:

a) **Gli impianti a combustibili fossili** per produzione di Energia termica o per generare Energia elettrica, producono emissioni nocive concentrate localmente, ma che poi si diffondono interessando tutto il territorio regionale: CO₂, NO_x, NH₃, COV, polveri, etc. I valori di queste emissioni sono presentati per lo stato attuale di riferimento nel CAP. Il di questo R.A.. In particolare gli impianti termoelettrici alimentati a carbone (Sulcis 3 da 240 MW, Sulcis 2 da 340 MW), a Porto Vesme, gli impianti di Endesa 2x320 MW a carbone di Fiumesanto, sono tra i principali responsabili delle emissioni di CO₂ e di SO_x, NO_x; si tenga presente che mentre le emissioni di SO_x e polveri possono essere ridotti dalle apparecchiature di trattamento dei fumi come il desolforatore ed il denitrificatore, le emissioni di CO₂ non sono riducibili perché sono intrinsecamente connesse con la generazione di energia termica mediante la combustione con l'ossigeno dell'atmosfera; il carbone è il combustibile fossile che ha il più alto indice di emissione di CO₂ per unità di Energia elettrica prodotta. Altre sorgenti di emissione di CO₂, SO₂, NO_x sono la Sarlux da 560 MW alimentata dal tar della raffineria Saras, l'impianto a gasolio di Assemini da 2x80 MW. Nel Cap. II di questo R. A. sono riportati i valori delle emissioni nocive in atmosfera.

Gessi – ceneri – fanghi – residui della separazione del carbone dagli inerti di miniera

Questi dati sono in possesso dell'Assessorato difesa dell'Ambiente e delle Province, ai cui documenti si rinvia.

- b) **Emissioni degli impianti a biomassa** – E' utile ricordare che anche gli impianti a biomassa producono emissioni in atmosfera come gli impianti a combustibile fossile, escludendo gli ossidi di zolfo SO_x; inoltre è necessario distinguere le emissioni possibili a seconda che si tratti di biomassa legnosa, biomassa erbacea che può contenere cloro, olio vegetale. Per valutare l'effetto benefico dell'uso della biomassa per l'ambiente della Sardegna è necessario distinguere la biomassa di produzione interna dalla biomassa di importazione.
- c) **Emissioni di metano nell'aria** - La rete dei gasdotti costituita dalla dorsale del metanodotto, dalle stazioni di compressione e decompressione e dalle reti dei comprensori e dalle reti nelle aree urbane costituiscono un sistema complesso che presenta numerose sezioni con raccordi nelle tubazioni che possono dar luogo a fughe di metano; si deve tenere conto che come gas a effetto serra il metano ha un indice 23 volte la CO₂, pertanto si pone un problema importante nella gestione e manutenzione della rete; infatti anche il metano rientra tra i gas le cui emissioni sono soggette al Protocollo di Kyoto.
- d) **Emissioni di Calore nell'acqua** - Gli impianti termoelettrici scaricano a mare l'acqua calda utilizzata per refrigerare il condensatore; ne può scaturire un inquinamento termico del corpo idrico, uccidendo il plancton e riducendo l'ossigeno disciolto. La temperatura del corpo idrico

recipiente è alterata, ma deve essere rispettata la norma che impone un limite all'aumento di temperatura del corpo idrico (mare, lago, fiume).

- e) **Emissioni dei sistemi di trasporto in atmosfera** - Del sistema energetico regionale fanno parte anche tutti i mezzi di trasporto che danno luogo ad effetti negativi in modo concentrato nelle aree urbane, in modo diffuso lungo le arterie di trasporto; in modo particolare emettono CO₂, un poco di NO_x e di SO₂, COV e polveri.
 - f) Lo spreco di energia termica ed elettrica nelle utenze finali è causa indiretta delle emissioni nocive; questo tipo di utenza è sia concentrata nelle città che distribuita sul territorio regionale.
3. **Emissione di rumori** – Tutte le apparecchiature industriali contenenti organi in movimento, nastri trasportatori, macchine rotanti, (ventilatori, turbine, motori alternativi) producono rumore; di ciò si deve tenere conto sia per i centri abitati, sia per l'effetto su l'avi-fauna in campo libero. Anche gli impianti eolici possono introdurre rumori in eccesso nelle aree naturali e nelle periferie urbane.
4. **Emissioni elettromagnetiche** – Le linee elettriche a media e alta tensione essendo a corrente alternata a 50 Hz emettono “onde elettromagnetiche”; queste possono avere effetti sugli organismi viventi; pertanto è necessario dimensionare gli elettrodotti in modo da garantire che al suolo e presso gli ambienti con presenza di persone il valore del campo elettrico e della induzione magnetica siano inferiori ai valori minimi previsti dalle norme vigenti.
5. **Versamenti di petrolio in mare** – Le navi in arrivo cariche di petrolio possono subire incidenti; le navi che ripartono vuote possono scaricare a mare il lavaggio delle cisterne. Tra le infrastrutture energetiche non si può trascurare la raffineria petrolifera SARAS che causa un flusso notevole di petroliere in ingresso ed uscita dal golfo di Cagliari; è evidente che accidentalmente possono verificarsi versamenti di petrolio in mare; è anche frequente il caso di petroliere che quando ripartono vuote scaricano residui di consistenza bituminosa in alto mare al largo delle coste, ma che spesso i venti di scirocco spingono ad inquinare le coste della Sardegna con grave danno per la flora e fauna marina, per la popolazione, danno economico per l'attività del turismo. Negli anni scorsi si è verificato un episodio di versamento in mare di “Orimulsion” un prodotto petrolifero proveniente dal Venezuela, che allora alimentava la Centrale termoelettrica di Fiumesanto 2x320 MW (allora di ENEL, oggi di ENDESA); anche per evitare questi incidenti la Giunta Regionale diede nel 2003 ad ENDESA l'autorizzazione alla conversione dei due gruppi da orimulsion a carbone. Oggi si pone un problema analogo per i due gruppi 2x160 MW, obsoleti ma alimentati ad olio combustibile; ENDESA chiede il permesso alla Giunta della RAS di poterli convertire a carbone. Al riguardo si deve tener conto del fatto che la proposta originaria contenuta nel piano energetico 2005 è la sostituzione con una centrale termoelettrica a metano del tipo NGCC ad alto rendimento e bassissime emissioni inquinanti. E' vero che il carbone consente due vantaggi: a) riduce il rischio di inquinamenti gravi del mare e delle coste, b) riduce il costo del kWh prodotto; ma il carbone rispetto al metano presenta emissioni acidificanti di SO_x ed emissioni di CO₂ clim'alteranti circa triple, inoltre causa emissioni di polveri. Circa il rischio di inquinamento da petrolio nel sito di Porto Torres Fiumesanto resta la presenza di tre serbatoi per l'olio combustibile che ENDESA intende utilizzare per base di appoggio

per le navi che forniscono nel Mediterraneo; è evidente che sia la conversione a carbone che la conversione a metano dovrebbero implicare la messa fuori servizio di questi serbatoi.

6. **Versamenti di carbone in mare** - Anche le perdite di carbone in mare sono dannose benché meno di quelle di petrolio. Si è verificato nel recente passato l'incidente di una ingente quantità di carbone caduta in mare, nel golfo di Palmas di fronte all'isola di Sant'Antioco, da una nave che serviva la centrale termoelettrica di Portovesme.

IV.2- Valutazione sulla ripercussione che l'attuazione del Piano Energetico può avere su tali problemi: aggravandoli, riducendoli, o comunque influenzandoli in altro modo.

1 - aggravio dei problemi ambientali

La *utilizzazione dei rifiuti urbani* negli impianti di termo-valorizzazione, sia pure installati nelle aree industriali esistenti, può introdurre ulteriori emissioni di CO₂, di polveri, NOx in aree ove già esiste uno stato di inquinamento; tuttavia le norme prescrivono l'utilizzo delle tecnologie migliori disponibili (BAT) che unite ad un rigoroso monitoraggio minimizza questi rischi.

Si tenga presente che la decisione di realizzare impianti di termo-valorizzazione compete al Piano dei Rifiuti; il PEARS non considera i RSU o il CDA come fonte di Energia; ma poiché per motivi interni al comparto dei rifiuti, in questa fase transitoria è necessario bruciare quantomeno i CDR, diventa un obbligo a tutela dell'Ambiente sfruttare il valore aggiunto che l'Energia della combustione rappresenta.

La *adozione della centrale a carbone* in sostituzione dei gruppi 2x160 Endesa, in luogo della centrale a metano NGCC prevista dal PEARS proposto (Delibera 02-08-2006), anche se del tipo a ciclo supercritico, aggraverebbe i problemi ambientali e non sarebbe coerente con l'Obiettivo-Kyoto, ricordando che il carbone ha un Indicatore di emissione specifica di CO₂ più che doppio rispetto al metano con la tecnologia NGCC.

La *utilizzazione di biomassa di importazione extra regionale* in genere, in particolare gli olii di importazione da paesi remoti e del terzo mondo, non migliorano il bilancio di CO₂ locale, nuocciono al problema occupazionale locale, nuocciono alla autonomia energetica della Sardegna; non sono coerenti con gli obiettivi dichiarati in questo R.A. al Cap.I in rispondenza ai piani europei di 2° livello a cui il Piano Regionale di 4° livello dovrebbe uniformarsi (non sono coerenti con le direttive UE sulla nuova PAC e l'agricoltura "no-food").

2- riduzione dei problemi ambientali

Il PEARS è impostato proprio sulla necessità di *ridurre le emissioni nocive* con l'obiettivo di contribuire al *rispetto del protocollo di Kyoto*.

Per conseguire questo scopo il PEARS propone:

- a) migliorare la efficienza elettrica degli impianti termoelettrici a carbone,
- b) Introdurre quote crescenti di energia elettrica prodotta dalle Fonti di Energia Rinnovabile: impianti a Energia eolica, solare, biomassa, idraulica.

- c) Nuove centrali termoelettriche alimentate a metano del tipo a ciclo combinato ad alto rendimento (NGCC) che dovrebbero entrare in funzione dopo il 2011 con l'arrivo del gasdotto dall'Algeria (progetto GALSI): 1) almeno un impianto da 200 MW nella Sardegna centrale (area industriale di Ottana); 2) un impianto da 400 MW a Fiumesanto in sostituzione dei due gruppi obsoleti (2x160 MW) oggi alimentati a olio combustibile e non dotati di desolforatore.
- d) Riduzione dello spreco di Energia introducendo nelle utenze finali le tecnologie per l'Uso Razionale dell'Energia (URE): riduzione della diffusione dello scaldacqua elettrico e sostituzione con lo scaldacqua a gas; La graduale sostituzione degli scaldacqua elettrici con lo scaldacqua a gas può evitare la combustione di 160 ktep di Energia primaria, riducendo anche la emissione di CO₂ correlata.
- e) isolamento termico degli edifici e certificazione energetica degli edifici nuovi ed esistenti, promozione delle tecniche di bioedilizia; inserimento di collettori solari termici e fotovoltaici.

3- influenzandoli in altro modo

Norme di applicazione dei Decreti n. 192/2005 e n. 311/2007 relativi alla certificazione energetica degli edifici. Istituzionalizzare corsi di formazione ai diversi livelli da attivare in collaborazione con le Università della Sardegna.

IV.3- Effetti sulle aree di particolare importanza da un punto di vista ambientale come siti di elevato pregio ambientale

L'inquinamento diffuso dovuto alle emissioni in atmosfera di SO_x NO_x e CO₂ incide su tutto il territorio regionale, sia sulle aree di pregio che su quelle industriali e civili-urbane. Nello stato attuale molte aree anche di pregio ambientale sono state modificate dalle aree industriali esistenti (vedi Cap. II di questo R.A.) e le infrastrutture degli elettrodotti tuttora costituiscono un "ingombro paesaggistico" diffuso su tutto il territorio regionale. Solo in alcune aree di particolare pregio il PEARS propone che vengano eliminate e sostituiti con elettrodotti interrati, pur tenendo conto del costo molto elevato della operazione; ad esempio elettrodotto AT sulla Giara, stagno di Santa Caterina a Sant'Antioco, stagno di Molentargius (eliminati).

Per quanto riguarda le nuove infrastrutture del Sistema Energetico Regionale il PEARS prevede la installazione nelle aree industriali esistenti, o intorno ad esse, in siti degradati come discariche e cave dimesse. Il dettaglio dei siti adatti alle installazioni devono essere coerenti con il Piano paesaggistico Regionale.

In particolare per gli impianti ad Energia eolica e ad Energia solare di potenza significativa deve essere rispettata la deliberazione della Giunta della RAS n. 28/56 del 26 luglio 2007; i nuovi impianti eolici possono essere costruiti soltanto entro una fascia di 4 km dal confine delle attuali aree industriali; i nuovi impianti ad energia solare del tipo fotovoltaico possono essere costruiti sulle strutture edilizie civili ed industriali nuove ed esistenti; al di fuori di tali strutture possono essere costruiti impianti fotovoltaici soltanto dentro le aree industriali o in siti già degradati, questo proprio allo scopo di evitare di alterare altre aree di tipo naturale o seminaturale agrario.

IV-3-1- Installazioni nelle aree caratterizzate da situazioni di grave inquinamento

In alcune aree industriali gli impatti derivanti dagli interventi previsti dal Piano Energetico, pur essendo inferiori ai limiti di legge, tuttavia potrebbero andare ad aggravare una situazione già compromessa.

La proposta, alternativa a quella originaria del PEARS, di costruire un nuovo impianto a carbone in sostituzione dei due gruppi ad olio 2x160 MW, fatta da Endesa per l'area di Fiumesanto, tende ad aggravare le emissioni nocive in una area già gravata da inquinamento.

La proposta originaria del PEARS consistente nella costruzione di una Centrale "NGCC" a metano del tipo ad alta efficienza energetica e basse emissioni in atmosfera sarebbe invece benefica per l'area di Porto Torres e per il bilancio Energia-Ambiente della intera Sardegna.

Area ad alto rischio ambientale del Sulcis-Iglesiente

Anche la proposta fatta nel PEARS di costruire una nuova *centrale integrata con la miniera* da alimentare a carbone sulcis da 600 MW nell'area industriale di Porto Vesme va ad incidere su una area dichiarata ad alto rischio di inquinamento, pertanto devono essere impiegate le migliori tecnologie ed i limiti posti alla emissione di SOx sono molto severi.

Si osserva che mentre la realizzazione delle centrali a metano (200 MW a Ottana, 400 MW a Fiumesanto) contribuisce in modo significativo alla riduzione delle emissioni di SOx, NOx, CO₂, adottare la conversione dei gruppi 2x160 di Fiumesanto da olio a carbone produce un aumento delle emissioni locali di CO₂, SOx, NOx, polveri.

	t/a	mg/Nm ³
SO ₂	1800	250
NOx	1500	100

Tab. IV.1a - (Decreto del 28-01-1994) VINCOLI AMBIENTALI - EMISSIONI MASSIME IN ATMOSFERA
(1) Per 5000 ore di funzionamento, da variarsi linearmente per tempi di funzionamento maggiori o minori.

Questi valori limite sono stati modificati dal decreto del 04-08-1999 della VIA della centrale IGCC, come sotto riportato:

sostanza emissione	di	Limite decreto VIA 1999 – valore concentrazione (mg/Nm ³)	Limite decreto VIA 1999 – valore totale annuo (ton/a)
SOx		150	2280
NOx		175	2015
PST		5	103

Tab. IV.1b - (Decreto del 04-08-1999) Valori limiti di emissioni in atmosfera
Il valore totale annuo di emissioni è relativo 7500 ore/anno di funzionamento.

E' vero che questo nuovo impianto aumenta la quantità di inquinanti emessi nell'area, ma poiché si tratta di una tecnologia avente un rendimento più alto delle centrali elettriche attualmente operanti in quella stessa area, tenuto anche conto del fatto che la produzione elettrica della nuova centrale sostituirà parte della produzione delle centrali esistenti (Sulcis 3 e Sulcis 2) ne risulta di fatto una diminuzione della quantità totale di emissioni ed una diminuzione delle emissioni specifiche (ad es. l'indicatore $(I_{CO_2})_e = m$ [kgCO₂/kWh])

diminuirà); questo effetto benefico è illustrato dalla fig.IV-1- di questo capitolo (tratto dal Cap. XXIV dello “Studio per il PEARS”).

Inoltre si sottolinea che nel CAP.I di questo R. A. sono stati evidenziati tra gli obiettivi fondamentali del PEARS anche l'obiettivo di avviare a soluzione il problema socio-economico della occupazione del Sulcis ed il contributo a far diminuire il costo dell'Energia elettrica per le industrie di base chimiche e metallurgiche.

[Nota: Nello “Studio per il PEARS” e nel Documento ufficiale del PEARS approvato il 2 agosto 2006 è prevista una centrale a carbone sulcis di 450 MW come prevede il decreto del 28 gennaio del 1994, mentre il bando di gara prevede una potenza di 650 MW].

Area industriale di Ottana

Gli effetti degli interventi previsti dal PEARS sull'area industriale di Ottana sono dovuti al fatto che si considera che:

- a) la centrale termoelettrica da 140 MW alimentata ad olio combustibile (ex ENI, ex AES) è obsoleta; il PEARS proposto ne ha considerato opportuna la chiusura.
- b) il PEARS prevede nel breve termine la realizzazione di una centrale termoelettrica costituita da un gruppo da 20 MWel alimentato da biomassa ed un gruppo da 20 MWel alimentato a CDR (dai rifiuti solidi urbani).
- c) Altre soluzioni possono essere studiate in accordo con la provincia di Nuoro con tecnologie che migliorino le condizioni ambientali.

IV.4- Emissioni dovute alla coltivazione e all'utilizzo dei biocombustibili

Tutti i combustibili, e quindi anche la biomassa, bruciando sviluppano una serie di prodotti più o meno tossici e inquinanti, a seconda della composizione chimica del combustibile stesso: la presenza di elementi “indesiderati” la si riscontra anche nei fumi di scarico, combinata con altri elementi o con l'azoto atmosferico. Mentre per certi composti, come la CO₂, si ha un ciclo chiuso, nel senso che la quantità emessa è pari a quella assorbita per effetto della fotosintesi clorofilliana, altri sono di nuova costituzione, come gli NOx, gli SOx e le diossine, ossia non presenti nell'ambiente prima della combustione della biomassa. Nel primo caso può capitare che il ciclo si chiuda spontaneamente, come per il carbonio, ma può anche essere necessario l'intervento dell'uomo per riportare certi elementi nel loro luogo di origine: è il caso dei metalli e in generale delle sostanze che si ritrovano nelle ceneri, provenienti dal suolo e assorbite dalla pianta durante la crescita; per questo è opportuno verificare la possibilità di riciclare le ceneri e spargerle nuovamente nel terreno, fertilizzandolo.

Contrariamente a quanto si potrebbe pensare, dunque anche le piante e soprattutto le paglie, contengono elementi come cloro, zolfo, potassio, calcio e altri: si osservino le due tabelle di seguito riportate, tratte da uno studio fatto dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano) che mostrano i valori informativi della composizione chimica della biomassa legnosa e delle paglie, nelle quali sono appunto elencati gli elementi presenti. E' utile osservare che un fieno comune può contenere una concentrazione di Cloro 80 volte maggiore del legname, ed una quantità di Zolfo 10 volte maggiore.

Le quantità presenti sono variabili a seconda che si tratti di conifera o latifolia, e implicano la necessità di monitorare e tenere sotto controllo i valori relativi alle emissioni sia gassose che solide. In questo senso pertanto occorre realizzare le centrali facendo impiego di materiali di opportuna fattura, capaci di resistere

all'aggressione degli acidi che si sviluppano durante la combustione.

È importante prevedere le opportune sezioni di trattamento degli inquinanti, facendo ricorso alle migliori tecnologie impiantistiche presenti sul mercato, che garantiscano assieme ad elevati rendimenti energetici anche minori emissioni nocive nell'ambiente.

Non si deve però pensare che gli impianti a biomassa aumentino le emissioni inquinanti rispetto allo stato attuale di uso della biomassa, infatti i focolari domestici avendo una combustione incontrollata ed esente da trattamento dei fumi è di gran lunga sorgente di inquinamento da biomassa più elevata; pertanto favorire l'utilizzo della biomassa nelle caldaie controllate degli impianti termoelettrici di potenza, sottraendola all'uso nei focolari domestici a bassissimo rendimento energetico è operazione positiva per l'Ambiente.

Parametro	Unità di misura	Conifere		Latifoglie	
		Valore tipico	Variazione tipica	Valore tipico	Variazione tipica
Ceneri	%W/W d	0.3	0.2-0.5	0.3	0.2-0.5
Potere calorifico superiore	MJ/kg daf	20.5	20.2-20.8	20.2	19.5-20.4
Potere calorifico inferiore	MJ/kg daf	19.2	18.8-19.8	19.0	18.5-19.2
Carbonio C	%W/W daf	51	47-54	49	48-52
Idrogeno H	%W/W daf	6.3	5.6-7.0	6.2	5.9-6.5
Ossigeno O	%W/W daf	42	40-44	44	41-45
Azoto N	%W/W daf	0.1	< 0.1-0.5	0.1	< 0.1-0.5
Zolfo S	%W/W daf	0.02	< 0.01-0.05	0.02	< 0.01-0.05
Cloro Cl	%W/W daf	0.01	< 0.01-0.03	0.01	< 0.01-0.03
Fluoro F	%W/W daf	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005	< 0.0005
Al	mg/kg d	100	30-400	20	< 10-50
Ca	mg/kg d	900	500-1000	1200	800-20000
Fe	mg/kg d	25	10-100	25	10-100
K	mg/kg d	400	200-500	800	500-1500
Mg	mg/kg d	150	100-200	200	100-400
Na	mg/kg d	20	10-50	50	10-200
P	mg/kg d	60	50-100	100	50-200
Si	mg/kg d	150	100-200	150	100-200
Ti	mg/kg d	< 20	< 20	< 20	< 20
As	mg/kg d	< 0.1	< 0.1-1	< 0.1	< 0.1-1
Cd	mg/kg d	0.1	< 0.05-0.5	0.1	< 0.05-0.5
Cr	mg/kg d	1	0.2-10	1	0.2-10
Cu	mg/kg d	2	0.5-10	2	0.5-10
Hg	mg/kg d	0.02	< 0.02-0.05	0.02	< 0.02-0.05
Ni	mg/kg d	0.5	< 0.1-10	0.5	< 0.1-10
Pb	mg/kg d	2	< 0.5-10	2	< 0.5-10
V	mg/kg d	< 2	< 2	< 2	< 2
Zn	mg/kg d	10	5-100	10	5-100

Tab.IV-2. Valori informativi per biomassa legnosa vergine, senza o con moderata presenza di corteccia, foglie e aghi;
fonte www.cti2000.it - C.T.I.

Parametro	Unità di misura	Fieno		Miscanto	
		Valore tipico	Variazione tipica	Valore tipico	Variazione tipica
Ceneri	%W/W db	7	4-10	4	1-6
Potere calorifico superiore	MJ/kg daf	19.4		19.8	
Potere calorifico inferiore	MJ/kg daf	18.4		18.4	
Carbonio C	%W/W daf	49		49	
Idrogeno H	%W/W daf	6.3		6.4	
Ossigeno O	%W/W daf	43		44	
Azoto N	%W/W daf	1.4		0.7	
Zolfo S	%W/W daf	0.2		0.2	
Cloro Cl	%W/W daf	0.8		0.2	
Fluoro F	%W/W daf	0.001		< 0.0005	
Al	mg/kg d	200	20-300	-	40-600
Ca	mg/kg d	3500	2500-5500	2000	900-3000
Fe	mg/kg d	600	100-1200	100	40-400
K	mg/kg d	15000	4900-24000	7000	1000-11000
Mg	mg/kg d	1700	800-2300	600	300-900
Na	mg/kg d	1000	200-2600	-	200-500
P	mg/kg d	3000	1400-6300	700	400-1200
Si	mg/kg d	15000	3000-25000	-	2000-10000
Ti	mg/kg d			-	< 10-50
As	mg/kg d	0.1	< 0.1-1.4	0.2	< 0.1-0.2
Cd	mg/kg d	0.2	0.03-0.6	0.1	0.05-0.2
Cr	mg/kg d	1	0.2-3	1	0.4-6
Cu	mg/kg d	5	2-10	2	1-5
Hg	mg/kg d	< 0.02	< 0.02-0.03	0.03	< 0.02-0.1
Ni	mg/kg d	2	0.5-5	2	0.5-5
Pb	mg/kg d	1	< 0.5-2	2	< 0.5-5
V	mg/kg d	3	-	< 1	-
Zn	mg/kg d	25	10-60	10	10-20

Tab.IV-3. Valori informativi per fieno in genere e miscanto; [fonte www.cti2000.it - C.T.I.]

Poiché coltivare una pianta o una essenza erbacea costa lavoro umano ed uso di Energia diretta sul campo, in forma indiretta contenuta nei concimi e negli antiparassitari, poi ancora nel trasporto dal terreno all'impianto di trasformazione, potrebbe succedere che l'Energia totale impiegata nei processi di coltivazione superi l'Energia solare che la fotosintesi ha accumulato nella pianta; Inoltre proprio perché in questi processi di produzione vengono utilizzati in generale combustibili fossili, si generano emissioni nocive; pertanto è

importante applicare anche a questa fonte di Energia i metodi analitici del <Investimento energetico> e del <Life Cycle Assessment (LCA)>.

L'Indicatore di utilità energetica (o di energia utile) [MJ/MJ], numericamente determinato come segue.

$$I_{e.u.} = (\text{Energia estratta dalla biomassa})/(\text{Energia impegnata per la produzione}) [MJ_{ex}/MJ_{in}]$$

Il valore dell'indicatore può essere <1,0 oppure >1,0; la coltura della biomassa è conveniente soltanto se:

$$I_{e.u.} >> 1,0$$

Questo indicatore è di grande importanza perché serve per verificare il contributo positivo effettivo prodotto sull'ambiente dall'uso della biomassa in sostituzione dei combustibili fossili.

Secondo alcuni recenti studi i biocarburanti forniscono Energia in quantità superiore a quella necessaria per la produzione: circa il doppio nel caso del bioetanolo derivato dalla barbabietola da zucchero e il triplo per il biodiesel derivato dall'olio di colza; pertanto l'Indicatore di utilità energetica è $I_{e.u.} >> 1$.

Esistono, tuttavia, altri studi che contestano tale risultato, mettendo sotto accusa in particolare la fase di preparazione della coltura, durante la quale si ha un forte impiego di concimi e fertilizzanti.

Secondo tale studio, condotto dalle Università di Cornell e Berkley, la produzione di bioetanolo da mais consuma circa il 29% in più di petrolio, ossia il processo di conversione utilizza un 29% in più di energia di quella che poi produce; analogamente nel caso del biodiesel le piante di soia richiedono il 27% di energia in più di quella fornita dal carburante e i girasole addirittura il 118% in più. L'energia in ingresso è quella dovuta per far crescere le piante (compresa la produzione di pesticidi, e fertilizzanti, l'alimentazione delle macchine agricole e dei sistemi di irrigazione, e il trasporto) e per fermentare e distillare l'etanolo.

$$I_{e.u.} = (1/1,29) << 1,0$$

In tali condizioni il bilancio di CO₂ atmosferica sarebbe peggiorato.

Tali studi sono peraltro relativi ad una situazione, quella degli USA, che fa ampio ricorso a fertilizzanti azotati, con una media di 250/300 unità di azoto per ettaro, contro le 120 dell'Europa: per dare un'idea delle esigenze energetiche dell'agricoltura moderna, la produzione di un chilogrammo di azoto per fertilizzante richiede l'equivalente energetico di circa 1,4 -1,8 litri di gasolio.

La figura 1 riporta i risultati ottenuti da diversi autori nel corso degli ultimi anni circa il bilancio energetico per il bioetanolo da mais, bilancio espresso come rapporto tra Energia ottenuta dal biocarburante e l'energia consumata per produrlo; il bilancio è favorevole quando *Indicatore di utilità energetica* è maggiore dell'unità. Come si vede i risultati sono contrastanti.

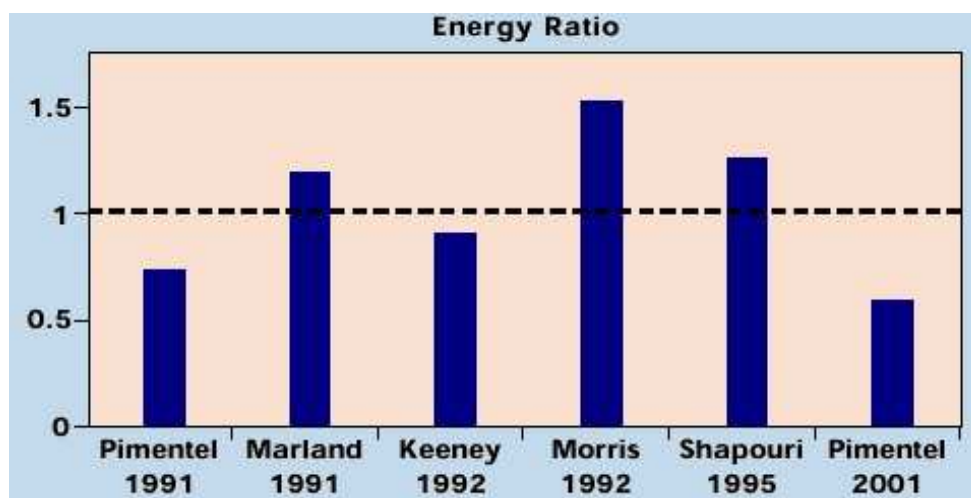


Fig. 1- Bilancio energetico per il bioetanolo da mais, secondo vari autori (fonte www.progettomeg.it)

La tecnologia della biomassa erbacea e dei biocarburanti resta critica, bisogna codificare i metodi di coltura con la severità delle colture biologiche, infatti anche quando soddisfano l'Indicatore di utilità energetica >1 e la riduzione della CO_2 , possono produrre altre emissioni negative. Questo rischio è evidenziato da alcuni studi che pongono l'attenzione su alcune criticità evidenziate col metodo della LCA (Life Cycle Assessment); in particolare si attribuisce al settore dei biocarburanti la responsabilità di un maggior impatto in termini di "acidificazione ed eutrofizzazione" locale, rispetto all'impiego dei tradizionali combustibili fossili (vedi tabella 4); permane il netto miglioramento in termini globali di riduzione di gas ad effetto serra, nel rispetto del protocollo di Kyoto 1997, ma in parte viene disatteso il protocollo di Göteborg (dicembre 1999), che mira a ridurre le emissioni acidificanti in atmosfera (vedi Cap. I dello "Studio per il PEARS").

Biofuel	Use of fossil fuels	Green-house effect	Acidification	Eutrophication	Summer smog
Triticale	+	+	+/-	-	+
Willow	+	+	-	-	+
Miscanthus	+	+	-	-	+
Rape seed oil methyl ester (RME)	+	+	-	-	+/-
Sunflower oil methyl ester (SME)	+	+	-	+/-	+/-
ETBE from sugar beet	+	+	-	-	+/-
Traditional firewood	+	+	+/-	-	+
Wheat straw	+	+	-	-	+
Biogas from swine excrements	+	+	-	-	+
+ advantage for biofuel - advantage for fossil fuel +/- insignificant or ambiguous result					

Tab. IV.4 - Confronto tra utilizzo di biocarburanti e combustibili fossili (fonte CTI-energia e ambiente).

È indubbio tuttavia che i biocarburanti sono fortemente dipendenti dalle condizioni meteo stagionali, oltreché dai fertilizzanti e dall'irrigazione; quest'ultimo punto in particolare può rappresentare un limite nella produzione in Sardegna, ciclicamente soggetta a periodi di forte siccità.

La politica agricola comunitaria, introducendo la pratica del non food, ossia della coltivazione agricola non più finalizzata alla produzione di alimenti per l'uomo e gli animali, ma atta a fornire materia prima dalle quale

ricavare energia sotto forma di carburanti, ritiene di poter ovviare alla crisi economica che avvolge il settore; in questo modo, tutti i terreni che sono stati messi a riposo a causa delle eccedenze alimentari registrate all'interno della stessa UE possono essere ancora coltivati, anzi è auspicabile che lo siano.

L'instaurarsi del mercato *"no food"* comporta tuttavia il rischio di un'eccessiva forzatura nella produzione, stimolando l'ampio ricorso a fertilizzanti chimici i quali, come detto, rischiano di rendere negativo il bilancio energetico globale, gravando pesantemente sull'ambiente; pertanto occorrerà, da parte dell'Amministrazione regionale, stabilire norme precise che regolino il settore, al fine di evitare tale paradosso.

Riteniamo indispensabile la realizzazione di una sinergia tra produzione di biocarburanti e produzione di energia elettrica da biomassa: chi produce colture energetiche non food finalizzate alla conversione industriale in biocarburanti, deve contemporaneamente confluire gli scarti legnosi, le paglie e ogni residuo di lavorazione presso la centrale a biomassa che, tra quelle programmate, risulti più vicina alla zona di raccolta. In questo modo deriva un ulteriore contributo positivo alla riduzione di emissioni di CO₂ e dispendio energetico legato alla coltivazione in oggetto, dal momento che si recupera quel potenziale energetico che altrimenti verrebbe dissipato in loco, con la pratica diffusa dell'incendio "controllato".

IV.5- Attribuzione delle emissioni inquinanti a ciascun settore di uso dell'Energia

L'esistenza delle emissioni inquinanti non è da attribuire come causa soltanto agli impianti di generazione primaria, come gli impianti di generazione elettrica e gli impianti delle grandi industrie, ma è anche da attribuire alle utenze sparse sul territorio, case, edifici, mezzi di trasporto, che possono utilizzare male anche una forma secondaria di Energia prodotta bene.

Pertanto è anche utile mostrare le emissioni dovute alle utenze dei diversi settori ove si compiono gli usi finali:

- Settore Industria,
- settore Civile (sub-settore residenziale, sub-settore terziario),
- settore Agricoltura,
- settore Trasporti.

La tabella IV-5 illustra il contributo dei principali settori e comparti nel concorrere alle emissioni di CO₂; la tab. IV-6 illustra dati simili relativi all'anno 1999. Si osserva che il comparto di generazione elettrica è il principale emettitore, ma anche il settore trasporti complessivo contribuisce con una emissione totale di circa 3,5 Mton CO₂ all'anno; questo fatto implica la necessità di intervenire anche sul settore trasporti con azioni di programmazione incisiva; infatti il PEARS proposto prevede un potenziamento delle strutture del trasporto ferroviario, un contributo con la propulsione a propano e metano, e più lungo termine una iniziale penetrazione dell'idrogeno prodotto dalle FER.

Molto dipende però anche dalla sensibilità e maturità del singolo cittadino; infatti leggiamo sulle riviste specializzate che certe automobili producono 250 grammi di CO₂/km, mentre altre utilitarie producono meno di 100 grammi di CO₂/km. Poiché in generale non basta la cultura del singolo, è auspicabile una normativa della UE che preveda una "carbon-tax" specifica su ogni tipo di veicolo.

Valori di Emissione di Anidride carbonica in SARDEGNA nel 1990		
MacroSettore	Emissioni	UMis
Centr.Elettriche Pubbl.,Cogeneraz.,Telerisc.	6.305.079,70	Mg
Combustione - Industria	5.224.577,70	Mg
Trasporti Stradali	1.875.692,00	Mg
Processi Produttivi	1.061.465,40	Mg
Combustione - Terziario ed Agricoltura	1.001.231,30	Mg
Altre Sorgenti Mobili	692.283,50	Mg
Natura	354.716,00	Mg
Trattamento e Smaltimento Rifiuti	318.299,70	Mg
Totale emissioni	16.833.345,30	

Tab. IV-5 - Bilancio di emissioni di CO₂ in Sardegna nel 1990, anno di riferimento del Protocollo di Kyoto (fonte ANPA).

Dalle tabelle si vede che i diversi settori di uso delle fonti di Energia sono diversamente responsabili delle emissioni di CO₂; si osserva infatti una emissione di 2,4 Mton/a dovuto al settore trasporti su strada; 0,707 Mton/a dovuto al settore civile.

Si riassumono nel seguente prospetto gli indicatori esibiti nel presente capitolo.

Simbolo	Unità di misura	Indicatore
I_{eu}	MJ _{ex} /MJ _{in}	Indicatore di utilità energetica
$I(CO_2)_{set}$	ton/a	Indicatore di stato di emissione di anidride carbonica per settore o attività

TAB. IV.5'- Elenco degli indicatori del IV Capitolo

EMISSIONI DI ANIDRIDE CARBONICA (CO₂) NEL 1990 -ITALIA(Mton)

Industrie energetiche	Industria manifatturiera ed edilizia	Trasporti	Altri settori (civile, agricoltura e pesca)	Altro (consumi militari)	Emissioni da perdite di combustibile	Prodotti minerali	Industria chimica	Produzione di metalli	Uso di solventi	Agricoltura	Rifiuti	Altro	Totale
132,81	87,85	101,86	76,12	1,04	3,05	21,71	2,24	2,2	1,73	0	0,54	0	431,15

Tab. 5 - Emissioni di CO₂ nel 1990 in Italia suddivise per settore secondo la classificazione IPCC, senza gli assorbimenti. Fonte APAT-Annuario dei dati ambientali 2004

EMISSIONI DI (CO₂) NEL 1999 (ton) - Italia - Sardegna

	Trasporti su strada	Trasporti Marittimi	Traffico aereo	Trasporti (altro)	Prod cemento	Centrali termoelettriche	Raffinerie ¹	Siderurgico ¹	Domestico-terziario	Altre attività produttive	Totale
Sardegna	2.427.097	303.410	237.346	370.063	959.011	10.558.648	3.864.589	-	707.812	278.827	19.706.802
ITALIA	112.420.383	7.737.799	2.518.292	12.999.233	30.644.178	173.400.000	25.600.000	30.363.371	71.155.347	6.700.000	473.538.602
Sardegna/Italia [%]	2,16	3,92	9,42	2,85	3,13	6,09	15,10	0,00	0,99	4,16	4,2%
¹ inclusa l'autoproduzione di energia elettrica											

Tab 6- Confronto delle emissioni di CO₂ nel 1999 suddivise per attività in Italia e Sardegna (fonte ANPA).

Tab. IV.6- Emissioni di CO₂ per i diversi settori e comparti di attività per l'anno 1999. Confronto Italia – Sardegna.

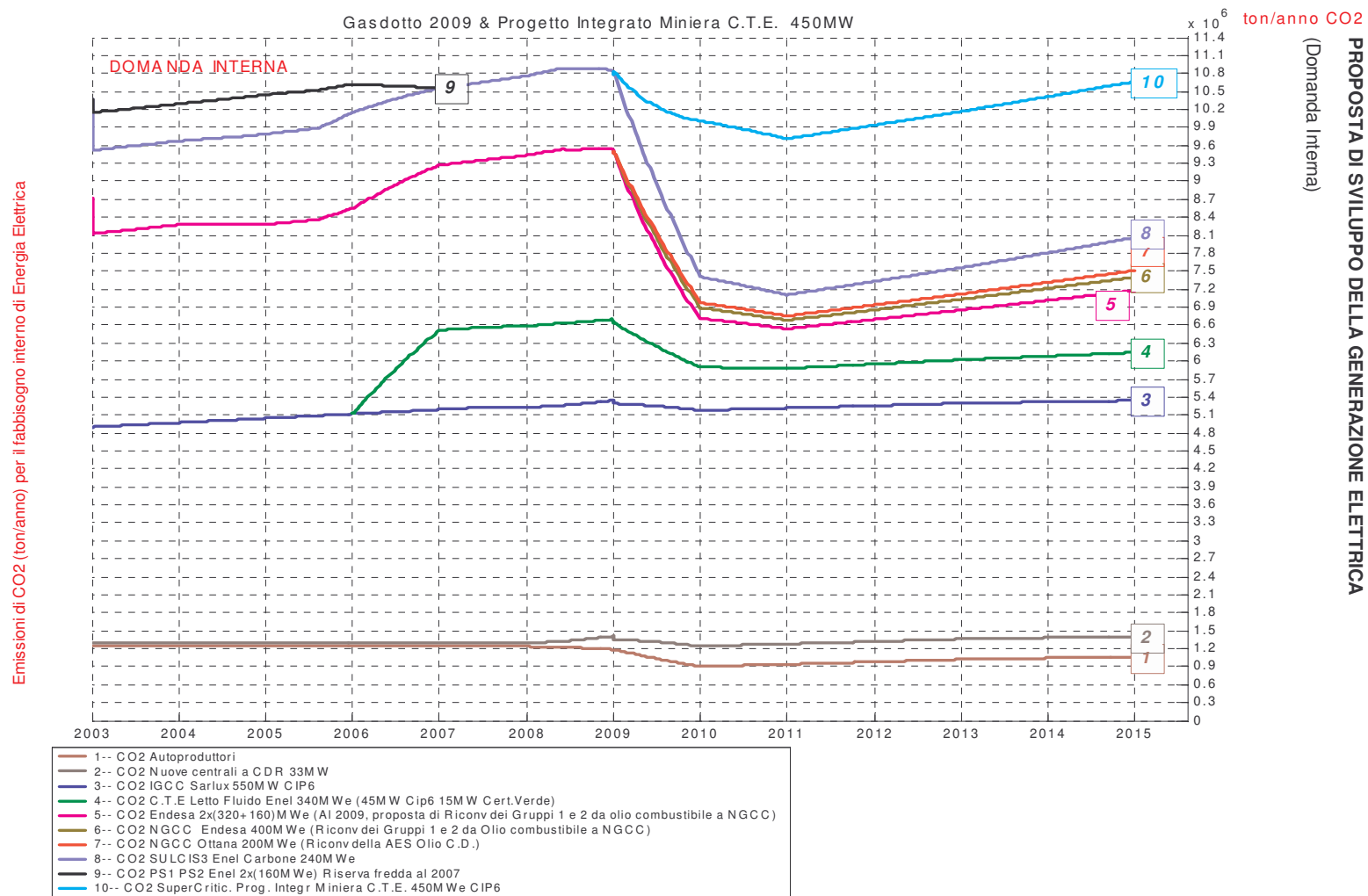


Fig. IV 2 - Emissioni di CO₂. Proposta di sviluppo della Generazione Elettrica per la domanda interna. Preponderante uso del carbone, disponibilità del Gas Naturale utilizzato anche nelle centrali a NGCC. Sviluppo di 1Mton/a Carbone Sulcis + 0.4Mton/a Carbone Estero con la Centrale Integrata con la Miniera del Carbone Sulcis da 450MW. Contributo delle FER fino al rispetto della direttiva 2001/77/CE.

INDICE CAP. IV

EVIDENZIAMENTO DEI PROBLEMI AMBIENTALI PERTINENTI AL PIANO ENERGETICO

IV.1 - L'analisi del contesto deve porre in evidenza le problematiche ambientali del territorio	pag. 01
IV.2 - Valutazione sulla ripercussione che l'attuazione del Piano Energetico può avere su tali problemi: aggravandoli, riducendoli, o comunque influenzandoli in altro modo	pag. 04
IV.3 - Effetti sulle aree di particolare importanza da un punto di vista ambientale come siti di elevato pregio ambientale	pag. 05
IV.3.1- Installazioni nelle aree caratterizzate da situazioni di grave inquinamento ove gli impatti derivanti dagli interventi previsti dal Piano Energetico, se pure inferiori ai limiti di legge, inciderebbero su un'area in cui i valori limite sono già superati, andando così ad aggravare una situazione già compromessa	pag. 06
IV.4 - Emissioni dovute alla coltivazione e all'utilizzo dei biocombustibili	pag. 07
IV. 5- Attribuzione delle emissioni inquinanti a ciascun settore di uso dell'Energia	pag. 12