

EFFICIENZA TERMODINAMICA E RAZIONALIZZAZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI

Cesare Biserni*, Luigi Andrea Terzi*, Claudia Foletti*

*Dipartimento di Ingegneria Energetica, Nucleare e del Controllo Ambientale,
Università degli Studi di Bologna, Viale Risorgimento 2, 40136 Bologna
°ENEA Ente per le Nuove tecnologie l'Energia e l'Ambiente,
CR Brasimone, 40032 Camugnano Bologna

SOMMARIO

Il rendimento medio del parco di centrali italiano è del 33%; le centrali più moderne –già attive ovviamente- superano il 40%. Come noto esistono però centrali, ad esempio quelle a gas a ciclo combinato, con rendimento superiore al 50%. Alla luce di ciò, occorre aumentare l'efficienza degli impianti di produzione di energia elettrica ed al contempo utilizzare, dove possibile, i cascami di calore per il riscaldamento di case, industrie ecc.. (esempio: cogenerazione)

La prospettiva, nel panorama energetico italiano, è certamente quella di diminuire l'importazione di combustibile. Ad esempio abbiamo la lignite del Sulcis: la si utilizzi, passando alla liquefazione del carbone, alla gassificazione, processi complessi ma noti. Occorre un salto tecnologico di competenze e capacità. Occorre una politica energetica con scelte precise e competenti che contempli un ammodernamento delle centrali esistenti unito ad una seria razionalizzazione dei consumi. Diviene, in tale contesto, essenziale l'utilizzo massiccio delle energie alternative e dei sistemi solari passivi.

INTRODUZIONE: LO SCENARIO ITALIANO

Il sistema energetico italiano, dopo un lungo periodo di sostanziale stasi, si trova da qualche anno in una fase di transizione, che ne ha reso evidente la complessità. Eventi come i black-out occorsi nel 2003 hanno posto, anche all'attenzione dell'opinione pubblica, il problema energia ed hanno contribuito, quantomeno, ad aprire un dibattito su quale debba essere l'impiego appropriato delle risorse energetiche nel nostro paese.

Nella Tabella 1 è riportato l'andamento del fabbisogno energetico nazionale. Esso appare in costante crescita, anche se la fase di stagnazione economica ne ha rallentato parzialmente la corsa. L'analisi dell'andamento della richiesta di energia elettrica è però ancor più interessante. Nonostante la fase di ristagno, la richiesta totale di energia elettrica è arrivata nel 2002 fino a 310,7 TWh, in aumento dell'1,9% rispetto al 2001 e confermando con ciò un fase di crescita costante [1].

Tabella 1 – Consumo interno lordo di energia (1997-2002) [1]

Fonte	Energia primaria (Mtep)					
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Combustibili solidi	11,7	12,1	12,2	12,8	13,7	14,2
Gas naturale	47,8	51,5	56	58,4	58,5	58,1
Prodotti petroliferi	94,9	94,9	92,4	91,3	91,2	90,9
Fonti rinnovabili	11,2	11,3	12,9	12,9	13,8	12,4
Importazioni nette di e.e.	8,9	9,4	9,2	9,8	10,6	11,1
Totale	174,5	179,2	182,7	185,2	187,8	186,7

Le problematiche principali, ben note, sono le seguenti:

- Forte dipendenza dai mercati esteri.
- Forte dipendenza dal petrolio.
- Produzione energetica basata perlopiù su impianti vecchi e di basso rendimento.

La dipendenza energetica dell'Italia è ormai stabilmente superiore all'80%. Nel 2002, come mostrato in Tabella 2, si è attestata oltre l'84%. Il petrolio copre la metà circa del nostro fabbisogno ed è importato per oltre il 94%. Questi due fattori, oltre a comportare un notevole esborso economico, contribuiscono a rendere il costo dell'energia elettrica in Italia fortemente influenzato dagli scenari politici internazionali e dalla volatilità dei prezzi delle materie prime. Tutto ciò mina alla nostra competitività. Economie concorrenti, come Francia, Germania ma anche Spagna presentano dipendenze energetiche inferiori, per non parlare poi del Regno Unito che è, in pratica, un paese prevalentemente esportatore di energia.

Tabella 2 – Dipendenza energetica di alcuni paesi UE (%) [2]

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Danimarca	6,5	4,2	-16,4	-39,4	-33,1	-43
Francia	48	50,5	49,9	48,9	49,2	48,4
Germania	59,6	61,8	59,9	60,4	60,7	59,9
Italia	80,2	81,6	82,2	83,7	83,6	84,3
Olanda	14,4	18,5	22,4	26,8	24,2	24,8
Portogallo	85,3	86,6	89	87,2	86,3	89,1
Spagna	70,6	71,6	74,2	74,1	73,5	75,5
Grecia	62	63,2	64,1	63,9	64	63,4
Regno Unito	-18,1	-18	-21,4	-16,7	-10,4	-11,3

Va peraltro ricordato, a tal proposito, che anche il gas

naturale, visto oggi come la più credibile alternativa al petrolio, è in Italia, per oltre l'80% di importazione. Le centrali italiane sono in taluni casi obsolete e presentano comunque rendimenti termodinamici al massimo nell'ordine del 40%, il che significa la maggior parte dell'energia viene sprecata in calore disperso inutilmente nell'ambiente (con un ovvio e non indifferente impatto sull'ecosistema) [3].

In tale contesto si sono innestate però, negli ultimi anni, alcune rilevanti novità, quali la liberalizzazione dei mercati energetici ed il nuovo riequilibrio dei poteri tra Stato e Regioni. Nel sistema energetico italiano vi sono ora nuovi soggetti e nuove esigenze. Non si può poi non tener conto, ovunque si tratti il tema della produzione di energia, dell'estrema importanza che oggi riveste l'impatto ambientale dei sistemi di produzione dell'energia. Quali sono gli effetti del sistema energetico sull'ambiente? Quali le conseguenze e come darne valutazione? Il 16 febbraio 2005 è entrato in vigore definitivamente il Protocollo di Kyoto e si è, spesso, parlato della possibilità che l'UE possa richiamare l'Italia poiché non in grado di rispettarne i dettami, che prevedono una drastica riduzione delle emissioni di gas serra. Senza voler entrare nel dibattito sull'entità delle riduzioni proposte e sull'efficacia delle stesse, se non ne sono coinvolti i grandi paesi emergenti, è un dato di fatto la necessità di ridurre l'uso dei combustibili ad alto contenuto di carbonio e di limitarne comunque le emissioni.

LA COSTRUZIONE DI NUOVI IMPIANTI

Nel biennio 2002-2004 sono state rilasciate autorizzazioni per la costruzione di 31 nuove centrali termoelettriche che, unitamente ad alcuni casi di repowering o modifiche per prosecuzione esercizio, dovrebbero consentire la produzione di un totale di 19.687 MWe [Fonte Dati: Ministero delle Attività Produttive]. La via maestra indicata per risolvere i principali problemi del sistema energetico italiano, che si concretizzano innanzitutto nell'elevato costo dell'energia elettrica, è quindi quella della costruzione di nuove centrali. Si pensa di realizzare impianti di nuova generazione, predisposti per il funzionamento a ciclo combinato a gas naturale, ma anche impianti funzionanti a carbone o meglio, secondo la recente dicitura, a "carbone pulito".

La decisione di procedere alla costruzione di queste nuove centrali si basa su alcune considerazioni:

- Necessità di aumento della capacità produttiva. Da più parti si sono levate voci a sostegno della richiesta di una maggiore capacità produttiva, necessaria a sopperire la sempre crescente domanda di energia ed energia elettrica. Un eventuale ripresa economica potrebbe portare ad ulteriori impennate della domanda ed il nostro sistema di produzione è già adesso al limite e deve importare direttamente energia elettrica dall'estero.
- Richiesta di diversificazione delle fonti energetiche. Carbone e gas naturale dovrebbero ridurre in modo progressivo la dipendenza dal petrolio, fino a sostituirlo completamente.
- Necessità di ridurre la dipendenza dall'estero. Per quanto concerne il carbone, in particolare, si pensa di far uso delle riserve carbonifere italiane, sfruttando le nuove tecnologie per abbatterne le emissioni [4].

- Abbattimento delle emissioni inquinanti. Il gas naturale è un combustibile mediamente molto meno inquinante degli altri combustibili fossili; l'emissione di gas serra, in particolare, rispetto ad un corrispettivo impianto ad olio combustibile, è ridotta di circa il 50%.
- Innalzamento del rendimento medio delle centrali italiane. Facendo uso di cicli combinati si introducono nel ciclo energetico del nostro Paese impianti con rendimenti termodinamici molto più elevati di quelli dei sistemi attualmente in essere.

Ma è veramente questa, come viene da più parti sostenuto, la strada migliore, anzi, l'unica percorribile per abbattere i costi della bolletta elettrica e minimizzare il rischio black-out e ridurre le emissioni inquinanti?

Certamente questa non è una strategia esente da peccati e difficoltà. La potenza massima richiesta sulla rete elettrica nazionale, al Dicembre 2004, è stata di 53.600 MW [Fonte Dati GRTN], a fronte di una capacità complessiva produttiva dei nostri impianti certamente inferiore ai 50.000 MW. La differenza è coperta dall'energia elettrica importata direttamente dall'estero. Le nuove centrali termoelettriche di cui è stata approvata la costruzione dovrebbero teoricamente fornire una quantità di energia più che sufficiente; in realtà sono ancora molto pochi i cantieri effettivamente aperti. Nel momento in cui ci si predispone a realizzare costruzioni complesse come una centrale termoelettrica, bisogna anche tenere conto delle notevoli difficoltà che spesso si hanno nel passaggio alla loro effettiva realizzazione, difficoltà che possono comportare ritardi anche ingenti, che il nostro Paese non si può permettere. Bisogna considerare le notevoli resistenze che spesso si verificano nelle comunità locali. Regioni, ma anche Province e Comuni, sospinte dall'opinione pubblica, vogliono, anche giustamente, essere parti attive in queste decisioni. Per quel che riguarda la possibilità di nuovi black-out, pur non volendo qui entrare nel complesso discorso relativo a quelli verificatisi nell'estate del 2003, va detto che è, in ogni caso, molto difficile poter ascrivere tra le cause effettive la mancanza di centrali e la supposta ridotta capacità di potere produttivo. È vero, inoltre, che il gas naturale è il meno inquinante tra i combustibili fossili, pur producendo una maggior quantità di NO_x, ma l'impatto ambientale dei nuovi impianti sarebbe aggiuntivo rispetto all'inquinamento prodotto da quelli esistenti. Sia il gas naturale che il carbone sono, tra l'altro, per larga parte importati; il gas proviene innanzitutto da Russia ed Algeria, ed il prezzo in questi anni ha avuto un andamento comune a quello del petrolio. L'Enel ha preso l'impegno di far uso anche dei giacimenti carboniferi italiani e dichiara, in generale, di voler arrivare nel giro di pochi anni a quasi il 50% di energia prodotta da carbone. Il carbone rimane, però, il combustibile fossile a più alto contenuto di carbonio [4]; la scelta di un ritorno così massiccio al carbone appare, per questo motivo, in contrasto con le direttive del Protocollo di Kyoto. Si veda a tal proposito la Figura 1, dove vengono raffrontate le emissioni di alcune fonti energetiche.

Bisogna aggiungere a tutto ciò che costruire nuovi impianti non risolve il problema delle vecchie centrali italiane, che necessitano in ogni caso di una riqualificazione o, comunque, di una strategia di dismissione. Molte di esse sono infatti costose, necessitano di continue manutenzioni, come detto sprecano più energia di quanta ne producano e sono altamente inquinanti.

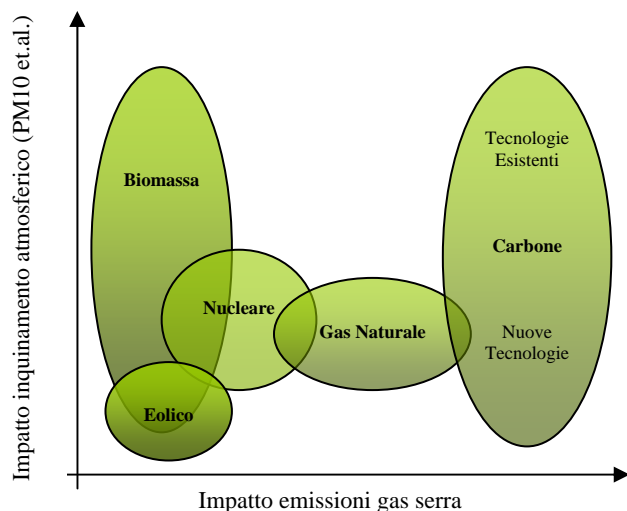


Figura 1 – Impatto ambientale delle emissioni inquinanti.

Fonte: External Costs – Research results on socio-environmental damages due to electricity and transport – European Commission

EFFICIENZA E RISPARMIO ENERGETICO

Esistono strategie alternative, in grado di dare risposta alla richiesta di maggiore energia, ma anche alla necessità di abbattere i costi energetici, di ridurre le emissioni serra e di dare nuovo impulso allo sviluppo tecnologico del nostro paese. Potremmo, in modo estremamente sintetico, schematizzarle così:

- Miglior sfruttamento delle risorse attuali. Si pensa in particolare all'uso di cicli combinati o cogenerativi che consentono fattori di conversione energetica adeguati.
- Razionalizzazione dei consumi e risparmio energetico.
- Sviluppo di fonti alternative e miglior uso di fonti rinnovabili.

Sfruttamento delle risorse energetiche

L'Italia ha ratificato il Protocollo di Kyoto con la legge n. 120 del 1 giugno 2002.

L'obiettivo programmato di riduzione delle emissioni di CO₂ è pari al 6,5% rispetto ai livelli del 1990, il che equivale a dire che, nel periodo 2008-2012, l'Italia non potrà eccedere il valore di 487,1 Mt CO₂ equivalente emessi. Il tendenziale per l'emissione di gas serra per il 2010, a legislazione vigente all'atto della ratifica, era pari a 579,7 Mt CO₂ eq [Fonte Dati Ministero dell'Ambiente]. L'industria energetica è attualmente la principale fonte di gas serra in Italia.

In tale contesto un incremento della percentuale di energia prodotta con gas naturale è, nell'immediato, quasi una scelta obbligata. Un conto però è costruire nuovi impianti, altro è se si pensa di rimodernare quelli già esistenti, riconvertendoli a gas metano ed introducendovi cicli combinati e/o cogenerativi. Questo consentirebbe di abbattere le emissioni di gas serra producendo contemporaneamente più energia. L'Italia deve in ogni caso affrontare il problema dei tanti impianti che

progressivamente divengono obsoleti; riqualificare quelli esistenti consente, inoltre, di evitare molte delle difficoltà connesse con la scelta di nuovi siti adatti all'instaurarsi di ulteriori centrali termoelettriche.

Il rendimento di un moderno ciclo combinato supera il 50% ed in taluni casi può raggiungere il 60%. La centrale di Terni, ad esempio, è un impianto da circa 100 MW, funzionante a gas naturale, con un rendimento del 56%, che raggiunge il 64% in assetto cogenerativo. Poiché si fa uso come combustibile di gas metano, questo miglioramento delle prestazioni avviene pur abbattendo le emissioni di gas serra e rispettando, quindi, quelli che sono gli impegni presi in ambito internazionale. Si utilizza una tecnologia matura, che non richiede grossi investimenti per ricerca e sviluppo. L'aumento di efficienza consente, in pratica, di aumentare l'exergia, l'energia cioè effettivamente utile, disperdendo nell'ambiente una minor quantità di calore e producendo un aumento di capacità produttiva. La peculiarità di un combinato è la possibilità di riconversione dei vecchi impianti a vapore. Poiché è sostanzialmente costituito da una turbina a gas a monte di una a vapore, nella ristrutturazione di un classico impianto a vapore è sufficiente sostituire il generatore con una turbina a gas, realizzando il cosiddetto "repowering" [5].

Gli interventi di riconversione si possono predisporre a breve termine ed esistono già ottimi esempi in questa direzione, come i progetti che paiono ben avviati nelle centrali di Tavazzano e Montanaso od in quella di Valdo Ligure.

Razionalizzazione dei consumi e risparmio energetico

La prima regola, troppo spesso disattesa, è che la miglior forma di guadagno è il risparmio.

Iniziative come le detrazioni IRPEF del 36% per interventi di risparmio energetico nella casa sono lodevoli. Vanno potenziate e pubblicizzate nel miglior modo possibile. Per quanto possa sembrare strano, un uso razionale dell'energia, se diviene consapevolezza diffusa, può portare a risparmi ingenti sui consumi energetici. Ci vuole una piccola "rivoluzione culturale", ed è una strada in cui l'Italia è ancora in ritardo. Non si tratta però di scelte complicate, soprattutto in ambito domestico. Dal classico esempio delle case costruite in modo opportuno (con la zona giorno esposta al sole), alla scelta di ridurre le dispersioni di calore attraverso la coibentazione, favorire l'acquisto di elettrodomestici ad alta efficienza o di lampadine a basso consumo, fino a cose molto banali, come utilizzare quanto più possibile elettrodomestici come le lavatrici in orari notturni

Bisogna far comprendere come la razionalizzazione dei consumi ed il miglioramento dell'efficienza energetica possano garantire, a parità di servizi resi, non solo vantaggi per la comunità, ma anche risparmi nell'economia domestica, con bollette elettriche più leggere.

Uso di fonti alternative e fonti rinnovabili

Per gassificazione si suole intendere un processo piuttosto complesso che porta alla trasformazione di un materiale base, normalmente ad elevato contenuto di carbonio, in una sostanza gassosa ad alta temperatura, che prende il nome di Syngas [6]. È un processo noto almeno dalla fine del XIX secolo, tempo cui risalgono i primi reattori di gassificazione del carbone [4]. Oggi si sente parlare soprattutto di gassificazione delle biomasse, ma un gassificatore può essere anche una valida alternativa ai termovalorizzatori per lo smaltimento delle

scorie. Può essere alimentato, infatti, con rifiuti di vario tipo, dai classici CDR, alle plastiche, fanghi o addirittura pneumatici. Un processo analogo, cui spesso si fa riferimento, è la liquefazione del carbone, che si basa sulle reazioni di Fischer – Tropsch. Il processo di liquefazione indiretta parte proprio dal syngas ottenuto da un gassificatore alimentato a carbone. È possibile di qui arrivare alla formazione, attraverso il processo di sintesi, per il quale Fischer e Tropsch vennero premiati nel 1926, di una miscela di idrocarburi liquidi simile al petrolio. Esistono, inoltre, vari processi diretti di liquefazione del carbone ed impianti di questo tipo sono già stati realizzati, ad esempio negli Stati Uniti, già negli anni '60. La liquefazione del carbone, sia diretta che indiretta, così come i diversi tipi di gassificazione, sono sì processi industriali non ancora compiutamente sviluppati, ma presentano caratteristiche che le rendono appetibili in prospettiva, anche da un punto di vista economico [6]. Processi di questo tipo hanno la prerogativa di poter contribuire direttamente non solo alla produzione di energia ma anche allo smaltimento dei rifiuti. Il gas di sintesi, la cui composizione effettiva dipende da vari fattori, è a tutti gli effetti un gas combustibile, contenente soprattutto H₂, CO ed idrocarburi gassosi. Si può pensare di utilizzarlo in vari modi, quali ad esempio la produzione diretta di energia elettrica, o come vettore per il trasporto di calore. Se ne può far uso anche per dare uno sbocco alle risorse carbonifere del bacino del Sulcis, nonostante il fallimento del precedente progetto gassificazione.

Questi sono solo due esempi di processi noti, che necessitano esclusivamente di investimenti in ricerca, in modo da svilupparli compiutamente da un punto di vista industriale. Una possibile applicazione estremamente interessante della gassificazione, ad esempio, è di adottarla quale topper per la produzione di idrogeno, indicato da molti quale vettore energetico del futuro. La stessa tecnologia dell'idrogeno necessita di ulteriori approfondimenti, per risolvere problemi quali stoccaggio e trasporto, ma apre prospettive di sviluppo realmente interessanti. Per non parlare di possibilità estensive, quali l'uso di combustibili come etanolo e metanolo.

Un piccolo approfondimento meritano, invece, le risorse rinnovabili. Ciascuna di queste fonti energetiche ha una sua peculiarità, per la quale richiederebbe un discorso a se stante. Certamente oggi sembrano esservi concrete prospettive di sviluppo, nel settore eolico, per il quale si sta registrando un vero e proprio boom di richieste, ma soprattutto nel solare e fotovoltaico, in particolare. Nella Tabella 3 si può vedere come la percentuale di energia prodotta sia cambiata ben poco dal 1990 sino al 2002.

L'andamento dell'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile è analogo, anche se percentualmente il valore è più elevato. Ciò si spiega considerando l'uso di energia idroelettrica, che produce praticamente solo energia elettrica e che purtroppo è ormai ampiamente sfruttata. Negli ultimi anni vi è stato un lieve miglioramento, ed il GRTN dichiara, a Dicembre 2004, che l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili copre quasi il 17% del fabbisogno nazionale, ma è ben poca cosa se confrontato con i recenti passi avanti di altri paesi europei, prima fra tutti la Germania.

Tabella 3 – Energia prodotta da fonti rinnovabili in Italia [7]

	Energia da fonti rinnovabili (ktep)			
	1990	1995	2001	2002
Grande Idroelettrico	5.651	6.675	8.394	6.924
Mini idroelettrico	1.307	1.637	1.904	1.770
Eolico	0	2	259	309
Solare fotovoltaico	0	3	3	4
Solare termico	0	7	11	11
Geotermico elettrico	709	969	1.248	1.205
Geotermico usi diretti	200	213	213	213
RSU	191	97	721	758
Legna e assimilati	4.578	4.635	4.858	4.948
Biocombustibili	0	65	87	87
Biogas	9	29	196	253
Totale	12.651	14.119	17.639	16.302
% consumi energetici	7,7%	8,2%	9,4%	8,7%

L'UE, nel Libro Bianco del 1997, poi ripreso nel 1999 dall'Italia [8], ha indicato come obiettivo di riferimento per il nostro paese il 12% di energia prodotta da fonte rinnovabile, corrispondente al 22% del consumo totale di energia elettrica. La direttiva europea 77/2001/CE fissa un obiettivo del 25% di consumo interno lordo di elettricità. Le motivazioni che portano a sostenere la crescita delle fonti energetiche rinnovabili sono chiaramente indicate dall'Unione Europea: riduzione dell'utilizzo di combustibili fossili, riduzione delle emissioni inquinanti, maggiore flessibilità, economicità e sicurezza dell'approvvigionamento energetico [9]. Gli studi tendenziali, al ritmo di crescita attuale, purtroppo mostrano come l'Italia non riuscirebbe a mantenere questi impegni [7]. C'è bisogno quindi di un grande impegno anche in questo settore, e forse di un ripensamento della stessa politica di incentivi; i certificati Verdi sinora non hanno dato i risultati sperati e non mancano oltretutto di difetti nell'individuazione del tipo di fonte classificabile quale "Verde".

D'altra parte, senza voler ritenere credibili le previsioni di chi pensa di poter arrivare, in un futuro più o meno remoto, ad avere il fabbisogno energetico nazionale coperto per almeno il 50% da sole fonti rinnovabili e pur ritenendo, quindi, che si tratti comunque di fonti energetiche di supporto, è sicuramente paradossale quanto illustrato in Tabella 4, come cioè in un paese come la Germania vi siano oltre 50 m² di pannello solare per abitante a fronte degli appena 8 in Italia.

Tabella 4 – Solare termico in Europa, 2003 [Fonte Ises Italia]

	m² installati	m² installati per abitante
Germania	4.715.000	57
Grecia	2.850.000	270
Austria	2.542.000	313
Francia	670.000	11
Italia	408.000	8
Olanda	395.000	24
Spagna	282.000	8
Totale UE 15	12.845.000	31

CONCLUSIONI

Dopo ampia rassegna sul panorama energetico del nostro Paese, dove si sottolinea una dipendenza dalle esportazioni di fonti energetiche ormai stabilmente superiore all'80%, si è discusso, mettendo in evidenza i notevoli aspetti critici, su uno dei possibili scenari futuri, vale a dire la costruzione di "infinite" centrali come unica opzione per risolvere il "dramma" della politica energetica italiana.

Occorre certamente porsi il problema della domanda di energia con una maggiore attenzione alle politiche di orientamento e controllo della domanda stessa, garantendo nel contempo il funzionamento delle regole di mercato, soprattutto quando esse possono essere favorevoli agli interessi dei consumatori. Dalle considerazioni svolte emerge l'esigenza di una politica energetica che con scelte lungimiranti contempli un serio ammodernamento delle centrali esistenti unito al potenziamento di certe energie rinnovabili e/o alternative, anche se il loro puro bilancio economico non è al momento competitivo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

1. ENEA – Rapporto Energia Ambiente 2003 Vol. 1
2. ENEA – Rapporto Energia Ambiente 2003 Vol. 3
3. E.Lorenzini, "J'accuse", Pitagora Editrice Bologna, 2004
4. Enciclopedia of Energy, Cutler J. Cleveland, March 2004
5. G.Comini e G.Cortella, Energetica Generale, SGEEditoriali Padova, 1998
6. Perry's Chemical Engineer's Handbook, R.H.Perry; D.W.Green ; McGraw Hill
7. ENEA – Rapporto Energia Ambiente 2003 Vol. 2
8. Libro Bianco per la valorizzazione energetica delle fonti rinnovabili, 1999
9. Libro Verde – Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico, 2000
10. "Idee e proposte per rilanciare le fonti rinnovabili in Italia" – Dossier Legambiente, Novembre 2004