ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale

UN'APPLICAZIONE DEL MODELLO DI CONTABILITA' AMBIENTALE D'IMPRESA ANALITICA "CAMBIA" AL CONTESTO TERMOELETTRICO ITALIANO

Dr. Claudio Mirone

Tutor: Dr. Giorgio De Benedetti

Data	Firma Stagista	Firma Tutor	Firma Responsabile

Prefazione

La diffusione di una crescente sensibilità ambientale ha imposto un cambiamento profondo nel rapporto fra crescita economica e tutela dell'ambiente. Particolari sforzi sono stati fatti per implementare strumenti, sia in campo tecnico sia in campo normativo, che siano di supporto alle politiche di sostenibilità, con lo scopo di indirizzare il sistema industriale verso un modello di sviluppo che sia in grado di coniugare il progresso economico con un utilizzo più contenuto delle risorse, limitando allo stesso tempo la produzione di inquinanti.

In questo ambito sono stati numerosi gli interventi a livello europeo, le direttive VIA (Valutazione Impatto Ambientale) e IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control), i Regolamenti EMAS (Environmental Management and Audit Scheme) ed Ecolabel, e la Raccomandazione 2001/331/CE che stabilisce i criteri minimi per le ispezioni ambientali, successivamente adottati nei singoli paesi.

In tale contesto si inseriscono due linee di lavoro portate avanti negli ultimi anni prima dall'ANPA, poi dall'APAT ora ISPRA in collaborazione con le ARPA:

da un lato lo sviluppo di una "Metodologia di analisi dei cicli produttivi" che consenta, superando il sistema cosiddetto di "comando e controllo" e in un rapporto di dialogo attivo con le imprese, di analizzare dal punto di vista ambientale le performance dei processi produttivi, individuando le criticità e le aree suscettibili di miglioramento tecnologico;

dall'altro lo studio di un sistema di contabilità ambientale, prima in ambito pubblico poi anche per l'impresa, che consenta di analizzare le spese legate alla salvaguardia dell'ambiente in relazione ai risultati ottenuti.

Nell'ambito della contabilità ambientale di impresa la sintesi fra queste due attività ha prodotto uno strumento, il sistema CAMBIA, in grado di raccogliere e di elaborare i dati relativi ai bilanci fisici e alle grandezze economiche di interesse ambientale, rendendo possibile il controllo delle performance in relazione alle spese che le imprese affrontano in questo contesto e il confronto fra imprese dello stesso comparto produttivo.

Nel sistema industriale mondiale il comparto della produzione di energia elettrica svolge un ruolo strategico, sia dal punto di vista dello sviluppo delle imprese e della produzione della ricchezza, sia negli equilibri geopolitici. Le scelte operate dai singoli paesi in relazione alle modalità di produzione e al reperimento delle risorse determinano ampie ricadute nel settore

ambientale, in particolare per quei paesi come l'Italia che, avendo aderito al protocollo di Kyoto, devono tenere conto anche dei vincoli imposti sulla produzione di gas serra.

L'analisi complessiva dell'impatto ambientale del comparto è di particolare interesse per l'Italia dove la produzione di energia elettrica, legata in prevalenza alle fonti di energia fossile e di conseguenza caratterizzata da una forte dipendenza dall'estero, presenta diversi profili di criticità, sia dal punto di vista del consumo delle risorse, sia dal punto di vista di produzione di inquinanti.

Il presente lavoro è una applicazione del sistema CAMBIA al comparto della produzione di energia elettrica. L'applicazione di questo strumento al settore specifico ha lo scopo di analizzare e confrontare le performance ambientali di alcune modalità di produzione e allo stesso tempo di effettuare un test sul sistema con l'obiettivo di migliorarne le funzionalità apportando modifiche dove risulti opportuno.

Dr. Giorgio De Benedetti

Indice sommario

0.1 Introduzione e metodologia 4
0.2 Abstract 6
0.3 Abstract in inglese 7
1.1 Contesto energetico mondiale ed italiano 8
1.2 L'efficienza di trasformazione del sistema elettrico italiano 13
1.3 Storia del sistema elettrico italiano. 20
2.1 La contabilità ambientale 23
2.2 La contabilità ambientale d'impresa 24
2.3 Gli indicatori ambientali 29
2.4 Analisi delle performance ambientali 33
2.5 BAT – Best available techniques 37
2.6 Certificazioni ed autorizzazioni ambientali 38
2.7 Analisi delle spese ambientali nel settore termoelettrico 42
3.1 Il modello CAMBIA (Contabilità AMBientale di Impresa Analitica) 47
3.2 I test sul modello 57
3.3 I miglioramenti 61
4.0 Conclusioni 63
5.0 Bibliografia 65
6.0 Allegati I

0.1 Introduzione e metodologia

L'attività umana, procedendo nel suo sviluppo, ha causato danni ambientali che sempre più chiaramente esercitano ripercussioni sul nostro pianeta. Queste negatività possono essere registrate da esborsi monetari sostenuti per ripristinare funzioni ambientali, oppure per corrispondere un risarcimento in seguito a danni ambientali irreparabili. Tuttavia esistono altri fenomeni, registrabili analiticamente, che causano degrado ambientale in termini di inquinamento, esaurimento delle risorse non rinnovabili o cambiamenti climatici. Queste tipologie di fenomeni non trovano riscontro nella contabilità ordinaria.

La maggiore consapevolezza comune delle problematiche ambientali, riallacciandosi alla discussione sul modello di sviluppo economico e culturale da promuovere, ha introdotto numerose forme di rendicontazione alternative alla contabilità ordinaria.

Le prime ricerche in questo senso sono state predisposte per lo sviluppo di metodologie in ambito pubblico, al fine di integrare il PIL con informazioni ambientali. Si tende così ad elaborare un modello economico-ambientale che possa servire come base informativa per le scelte degli attori politici.

Anche in ambito aziendale è necessaria una base di dati significativa per valutare le negatività ambientali che le imprese esternalizzano, a danno della comunità.

Inoltre, disporre di un sistema informativo ambientale che integra dati fisici ed economici consente anche un'analisi interna delle performances dei cicli produttivi dell'impresa. Questo è un prerequisito per la gestione efficiente ed efficace delle risorse, che conduce a miglioramenti di redditività per l'azienda stessa.

Un ulteriore vantaggio di tali sistemi contabili è che essi sono basati sulle stesse rilevazioni richieste dalla normativa ambientale in tema di Autorizzazione Integrata Ambientale, dichiarazione EMAS, certificato ECOLABEL ed altre certificazioni.

A livello nazionale, il sistema delle Agenzie APAT/ARPA ha effettuato un lavoro comparativo delle diverse metodologie di contabilità ambientali di impresa, giungendo ad elaborare un modello, chiamato "CAMBIA – Contabilità AMBientale d'Impresa Analitica", che riprende ed integra l'approccio della Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM). Questo modello è un database di MS Access che risponde alla necessità di raccogliere, elaborare e comunicare informazioni contabili ambientali, predisponendo anche l'analisi dei cicli produttivi aziendali.

Scopo di questo lavoro è quindi approfondire lo studio della contabilità ambientale come strumento di analisi dei cicli produttivi nel sistema termoelettrico italiano. In questo senso sono stati effettuati dei test inserendo i dati ambientali delle dichiarazioni EMAS di due centrali termoelettriche nel modello CAMBIA, per consolidarne la metodologia ed eventualmente per correggerne eventuali errori di programmazione.

0.2 Abstract

In questo lavoro si esamina innanzitutto lo scenario energetico, evidenziando punti di forza e criticità della produzione elettrica nel mondo ed in Italia. Di seguito si descrive brevemente la storia del sistema elettrico italiano, con particolare attenzione ai rendimenti energetici che esso garantisce, nonché alle sue possibilità di sviluppo. Evidenziando i trend di crescita nel tempo dei valori di produzione e consumo, si ottengono infatti utili informazioni per prefigurare scenari futuri.

Segue l'analisi sulla contabilità pubblica e di impresa, specificandone ambito, finalità e strumenti. Successivamente si descrivono gli indicatori ambientali che, inseriti in un sistema integrato, descrivono le performances aziendali.

Con riferimento alle finalità di questo tipo di analisi, si passano in rassegna anche gli adempimenti legislativi ambientali, che richiedono la disponibilità di rilevazioni ed indicatori elaborati secondo i principi descritti dalla metodologia contabile ambientale.

Una breve rassegna delle tecnologie di combustione e delle spese ambientali completano il quadro generale del settore termoelettrico italiano.

L'ultima parte del lavoro insiste sul modello CAMBIA, utilizzato per analizzare e comparare le performances ambientali delle centrali termoelettriche di Sermide (Edipower) e La Casella (Enel). Questo case-study ha fornito numerosi spunti per migliorare la struttura del modello in termini flessibilità di utilizzo.

0.3 Abstract in inglese

This work first examines the global energy scenario, highlighting strengths and weaknesses of electrical generation in the world and in Italy. The study briefly describes the history of the Italian electricity system, paying particular attention to energy efficiency and its growing trend. Highlighting the growing consumption trend over time provides useful information to foreshadow future scenarios.

The second chapter analyzes the public and business environmental accounting, specifying goals, purposes and means. A brief description of environmental indicators is reported. Those indicators describe the business performances, if implemented in an integrated accounting system.

Surveys and indicators must also fit legislative requirements, which are in line with the environmental accounting methodology.

A brief overview of combustion technologies and environmental expenditures completes the general framework of the Italian thermoelectric system.

The last part of the study is about the CAMBIA environmental accounting model used to analyze and compare the environmental performance of two Italian thermal power plants: Sermide (Edipower) and La Casella (Enel). This case study has provided several suggestions to improve the structure of the model in terms of flexibility of use.

1.1 Contesto energetico mondiale ed italiano

L'attività antropica, al livello attuale di sviluppo, necessità di una quantità di energia enorme ed in continua crescita.

Per ottenere l'energia che serve, è possibile ricorrere a fonti rinnovabili, che scaturiscono dall'energia fornita da eventi naturali che continueranno per un tempo considerevole, se rapportato alla relativamente breve storia umana. E' infatti il sole che fornisce l'energia potenziale all'acqua che evapora dagli oceani, che poi può essere raccolta con le centrali idroelettriche. La diversa entità dell'irraggiamento solare causa anche gli spostamenti di flussi d'aria che, bilanciando le differenze di temperatura dell'atmosfera, attivano la produzione di energia eolica. Il calore endogeno della terra fornisce invece energia agli impianti geotermici. Gli effetti gravitazionali della luna originano inoltre le maree, da cui è possibile estrarre energia.

Viceversa, le fonti fossili (petrolio, gas, carbone) si sono formate sulla terra in seguito a particolari condizioni geologiche, perdurate migliaia di anni, e non sono pertanto rinnovabili ad opera dell'uomo. Questo tipo di fonte viene usata come combustibile per produzione termoelettrica, trasporti, usi civili ed industriali.

Il nostro pianeta è pertanto caratterizzato da una certa quantità di risorse energetiche, estraibili con tecnologie molto eterogenee, inserite in un sistema economico complesso, con chiare ricadute ambientali. L'analisi degli equilibri globali evidenzia la necessità di fornire un mix energetico coerente con le diverse pressioni, in un'ottica di sostenibilità dello sviluppo a lungo termine.

Il grafico della figura 1.1 mostra la struttura della produzione di energia elettrica divisa per continente. I dati percentuali su cui si basa il grafico sono riportati nella tabella 1.2.

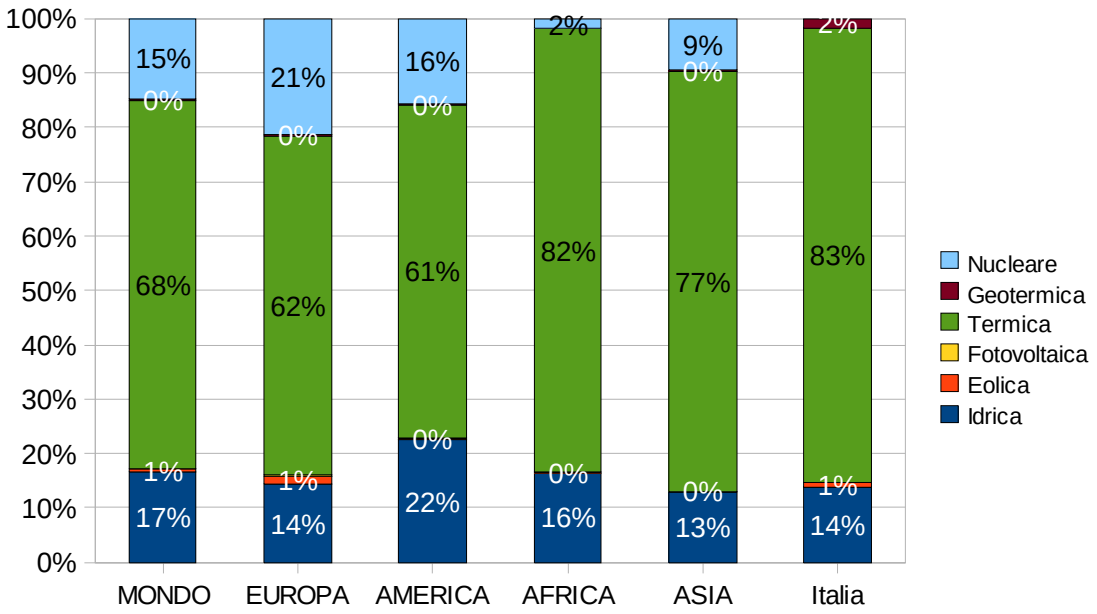

Figura 1.1 – Grafico di confronto internazionale tra le percentuali di produzione lorda di energia elettrica secondo fonte energetica.. Notare la scarsa produzione rinnovabile e l'elevata dipendenza dall'energia termica, derivante quasi interamente da combustibili fossili (2006) - Fonte: elaborazione su dati Terna

	Idrica	Eolica	Fotovoltaica	Termica	Geotermica	Nucleare
MONDO	16,598	0,640	0,020	67,693	0,295	14,754
EUROPA	14,461	1,441	0,046	62,465	0,146	21,442
UE 25	9,968	2,569	0,082	57,506	0,173	29,701
Austria	58,360	2,785	0,017	38,801	0,003	0
Belgio	2,350	0,477	0,001	42,303	0	54,877
Cipro	0	0	10,000	90,196	0	0
Danimarca	0	13,125	0,004	86,882	0	0
Estonia	1,010	0,081	0	98,990	0	0
Finlandia	13,747	0,187	0,002	59,246	0	26,764
Francia	11,140	0,383	0,002	10,113	0	78,364
Germania	4,266	4,801	0,315	64,269	0	26,350
Grecia	10,588	2,844	0,002	86,555	0	0
Irlanda	3,986	5,880	0	90,217	0	0
Italia	13,817	0,946	0,001	83,477	1,760	0
RESTO D'EUROPA	19,935	0,067	0,002	68,507	0,114	11,374
AMERICA	22,467	0,469	0,010	61,144	0,401	15,509
AFRICA	16,336	0,195	0,091	81,561	0	1,827
ASIA	12,954	0,098	0,000	77,210	0,328	9,409
OCEANIA	13,532	0,301	0,003	85,157	1,006	0

Tabella 1.2 - Tabella di confronto internazionale tra le percentuali di produzione lorda di energia elettrica secondo fonte energetica. Da notare la scarsa produzione rinnovabile e l'elevata dipendenza dall'energia termica, ad esclusione di Francia e Belgio che sopperiscono con il nucleare. (2006) - Fonte: elaborazione su dati Terna

Da notare la predominanza del termico in quasi tutto il mondo, ad eccezione della Francia, caratterizzata da una intensa produzione elettronucleare e dei paesi più piccoli, che riescono ad avere percentuali significative di energie rinnovabili.

L'idroelettrico sfiora il 90% circa della produzione mondiale derivante da fonti rinnovabili. Geotermia, solare, vento, biomasse e rifiuti insieme contribuiscono per quasi il 2% della produzione totale di energia elettrica[1].

Nel nostro paese l'83% della produzione elettrica è di origine fossile.

Da notare che il settore idroelettrico e geotermia, nel 2006, hanno soddisfatto rispettivamente il 70% e il 10% della produzione elettrica italiana da fonti rinnovabili e non presentano ulteriori prospettive di aumento sensibile nel breve periodo.

In Italia[2] il settore idroelettrico soddisfa circa il 13% del fabbisogno elettrico nazionale[3], corrispondente a circa il 5% dei consumi di energia primaria, ma non presenta margini di ulteriore sviluppo in quanto quasi tutto il territorio con caratteristiche adatte è stato sfruttato.

Nel 2006, il 2% della produzione totale lorda di energia elettrica è stato assicurato da biomasse e rifiuti, mentre il contributo di eolico e solare (le cosiddette "nuove" fonti rinnovabili) ha coperto poco meno dell'un per cento (con una quota specifica del solare inferiore allo 0,1 %).

Il fotovoltaico sta crescendo sensibilmente a causa dei recenti incentivi statali del nuovo Conto Energia. I 30 MW di potenza installata del 2006, sono saliti in due anni ad oltre 100 MW grazie agli oltre 20 milioni di euro di incentivi erogati dal Gestore dei Servizi Elettrici.

Il sistema energetico italiano riflette quindi le stesse debolezze strutturali riscontrabili a livello globale. Esso è fortemente dipendente dalle fonti fossili. Il contributo delle rinnovabili (idroelettrico escluso) è purtroppo marginale.

Le principali fonti di produzione elettrica sono enumerate nella seguente tabella.

---

1 "*World Energy Outlook 2006*" dell'Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE)
2 Fonte: GSE – Statistiche 2006
3 Fonte: Terna – Statistiche di produzione 2006

RISORSE IMPIEGHI	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Produzione lorda	**244.424**	**251.462**	**259.786**	**265.657**	**276.629**	**278.995**	**284.401**	**293.865**	**303.321**	**303.672**
idroelettrica	47.072	46.552	47.365	51.777	50.900	53.926	47.262	44.277	49.908	42.927
termoelettrica	193.551	200.881	207.970	209.068	220.455	219.379	321.069	242.784	246.125	253.073
geotermoelettrica	3.762	3.905	4.214	4.403	4.705	4.507	4.662	5.341	5.437	5.325
eolica e fotovoltaica	39	124	237	409	569	1.183	1.408	1.463	1.851	2.347
eolica	....	....	....	....	....	....	*1.404*	*1.458*	*1.847*	*2.343*
fotovoltaica	....	....	....	....	....	....	*4*	*5*	*4*	*4*
Consumi dei servizi ausiliari	**12.058**	**12.174**	**213.011**	**12.920**	**13.336**	**13.029**	**13.619**	**13.682**	**13.299**	**13.064**
Produzione netta	**232.366**	**239.288**	**246.943**	**252.737**	**263.293**	**265.965**	**270.783**	**280.183**	**290.023**	**290.608**
idroelettrica	46.488	45.983	46.775	51.154	50.229	53.252	46.620	43.650	49.284	42.357
termoelettrica	182.306	189.511	195.973	197.048	208.079	207.275	218.371	230.036	233.764	240.887
geotermoelettrica	3.533	3.672	3.958	4.128	4.416	4.256	4.385	5.036	5.127	5.022
eolica e fotovoltaica	39	122	237	408	569	1.182	1.407	1.462	1.848	2.342
eolica	....	....	....	....	....	....	*1.403*	*1.457*	*1.844*	*2.338*
fotovoltaica	....	....	....	....	....	....	*4*	*5*	*4*	*4*
Ricevuta da fornitori esteri	**38.149**	**39.827**	**41.633**	**42.538**	**44.831**	**48.927**	**51.519**	**51.486**	**46.426**	**50.264**
Ceduta a clienti esteri	**-760**	**-995**	**-901**	**-528**	**-484**	**-549**	**-922**	**-518**	**-791**	**-1.110**
Destinata ai pompaggi	**6.882**	**6.728**	**8.358**	**8.903**	**9.130**	**9.511**	**10.654**	**10.492**	**10.300**	**9.319**
ENERGIA RICHIESTA SULLA RETE ITALIANA PER IL CONSUMO	**262.873**	**271.392**	**279.317**	**285.844**	**298.510**	**304.832**	**310.726**	**320.658**	**325.357**	**330.443**
Perdite di rete	**16.919**	**17.718**	**18.508**	**18.560**	**19.191**	**19.340**	**19.766**	**20.870**	**20.868**	**20.626**
in percentuale della richiesta	6,4	6,5	6,6	6,5	6,4	6,3	6,4	6,5	6,4	6,2
CONSUMI	**245.954**	**253.674**	**260.809**	**267.284**	**279.320**	**285.492**	**290.960**	**299.789**	**304.490**	**309.817**
Agricoltura	**4.107**	**4.354**	**4.487**	**4.682**	**4.907**	**5.163**	**4.890**	**5.162**	**5.185**	**5.364**
Industria	**129.128**	**133.916**	**137.700**	**139.698**	**148.192**	**150.973**	**151.314**	**152.721**	**153.155**	**153.727**
di base	64.836	66.519	67.689	68.114	72.663	73.004	71.655	71.852	71.526	71.727
non di base	64.292	67.397	70.011	59.463	62.532	63.388	64.159	64.789	64.899	65.003
Terziario	**54.722**	**56.919**	**59.347**	**62.187**	**65.109**	**67.803**	**71.798**	**76.890**	**79.557**	**83.793**
Usi domestici	**57.997**	**58.485**	**59.275**	**60.717**	**61.112**	**61.553**	**62.958**	**65.016**	**66.592**	**66.933**

Fonte: Fino al 1998 Enel, *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia* , vari anni
Dal 1999 Gestore della rete di trasmissione nazionale (Grtn), *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia*, vari anni
Dal 1° Novembre 2005 Terna, *Dati statistici sull'energia elettrica in Italia*

Tabella 1.3 – Bilancio dell'energia elettrica, anni 1996-2005 (GWh) – ISTAT -Statistiche ambientali 2006

Il seguente grafico confronta invece la produzione lorda totale e la produzione lorda rinnovabile in Italia dal 1994 al 2006 (GWh)

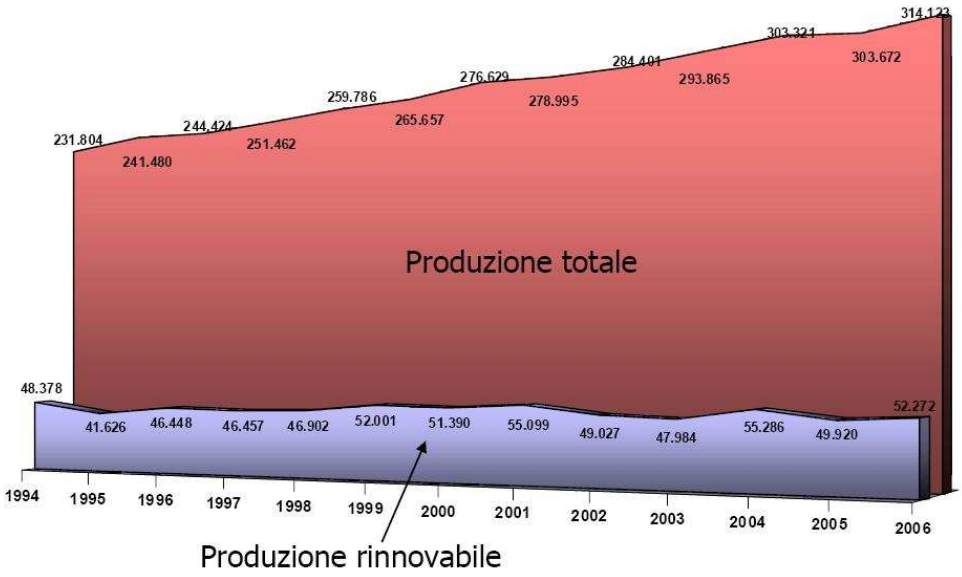

Grafico 1.4 – Rapporto tra produzione lorda totale e la produzione lorda rinnovabile in Italia dal 1994 al 2006 (GWh). Da notare il livello costante di produzione rinnovabile rispetto ai crescenti consumi energetici, soddisfatti da fonti fossili. - Fonte: GSE - Statistiche 2006

Il livello di produzione di energia elettrica rinnovabile è rimasto quindi pressoché inalterato, mentre le fonti fossili sono passate dal 78.5% del 1995 all'83% del 2005[4], sopperendo di fatto al continuo incremento di consumi energetici di cui il nostro paese, insieme a tutto il resto del mondo, sta rendendosi protagonista.

Le fonti di energia di origine fossile si trovano sulla Terra in quantità limitata, si sono formate nell'arco di milioni di anni in presenza di particolari condizioni geologiche e pertanto non sono rigenerabili artificialmente.

Dal momento che il progressivo esaurimento delle riserve fossili tende ad innalzare i costi per l'estrazione, si ritiene che tali risorse non si esauriranno fisicamente, bensì l'estrazione diverrà economicamente sempre meno conveniente, fino a risultare del tutto antieconomica.

Da notare la graduale differenziazione posta in atto negli ultimi anni dalle aziende di produzione elettrica, che si traduce in un incremento del consumo di gas per ridurre la dipendenza esclusiva dal petrolio, fattore produttivo caratterizzato da instabilità e costante incremento di prezzo. Il petrolio ed il gas possono essere utilmente impiegati anche per scopi diversi dalla produzione di energia elettrica (riscaldamento, produzione materiali plastici etc.). Il carbone, da questo punto di vista, è molto meno versatile.

Per quanto riguarda la produzione di energia elettrica da fonti fossili, l'utilizzo di gas naturale in ciclo combinato (CCGT) consente vantaggi di diversa natura:

1) Efficienza energetica del 54%, contro il 40% dei cicli tradizionali.

2) Sensibile riduzione di emissioni nocive (SO_X, NO_X, particolato, etc.)

3) Minori costi fissi e variabili

Esistono poi altre considerazioni geopolitiche che evidenziano le negatività della forte pressione economico-politica che il mondo intero esercita sui paesi produttori di petrolio, che sono pochi e maggiormente concentrati in Medio Oriente (oltre il 60% delle riserve certe globali).[5]

La disponibilità di gas, al contrario, è più uniformemente distribuita: 40% in Medio Oriente e volumi produttivi significativi anche in Russia, Stati Uniti, Algeria, Canada, Mare del Nord, Indonesia e Nigeria.

---

[4] Fonte: ISTAT – Statistiche Ambientali 2007

[5] Fonte: BP Statistical Review of World Energy - June 2007

Tutte le ragioni precedentemente illustrate devono essere considerate nelle scelte di politica energetica, al fine di scegliere un mix equilibrato di risorse energetiche che sia compatibile con le complesse esigenze industriali di un Paese.

1.2 L'efficienza di trasformazione del sistema elettrico italiano

L'energia termica è una forma d'energia meno pregiata.

Infatti, soltanto parte dell'energia termica contenuta nel combustibile di una centrale termoelettrica può essere trasformata in elettricità. Quest'ultima è invece una forma di energia più pregiata, in quanto può essere utilizzata o ritrasformata quasi integralmente.

Preliminarmente occorre però chiarire che questa proprietà ha un prezzo molto alto.

Infatti, a causa di vincoli fisici, una parte dell'energia termica non può venire trasformata dalle centrali, ma viene restituita all'ambiente esterno sotto forma di calore a temperatura più bassa. Per questo motivo, nel sistema elettrico italiano, per disporre di una unità di energia elettrica bisogna che nelle centrali termoelettriche se ne consumino all'incirca due, con relative emissioni di gas serra.

In un contesto mondiale come il nostro, caratterizzato da consumi crescenti e risorse scarse, diventa quindi fondamentale ridurre ed ottimizzare i propri consumi, rendere più efficiente il sistema produttivo e quindi progettare un sistema energetico che sappia limitare le contraddizioni globali in cui il nostro paese è pienamente inserito. In questa ottica riveste un ruolo cruciale la necessità di ricercare nuove metodologie e tecnologie per l'analisi delle performances produttive.

Gli impianti termoelettrici, in base al modo di trasformazione del calore in energia elettrica, si possono classificare in:

- impianti con turbine a vapore,
- impianti con turbine a gas in ciclo semplice,
- impianti a ciclo combinato.

Le caratteristiche tecnico-economiche essenziali per la scelta del tipo di impianto sono:

• la potenza da installare,

• il rendimento dell'impianto (rapporto tra energia termica utilizzata ed energia elettrica prodotta),

• la produzione annua prevista,

• il costo dell'investimento,

• le spese di esercizio e di manutenzione,

• la flessibilità d'impiego dell'impianto,

• il combustibile da utilizzare.

Il costo unitario d'impianto (anno 2005), riferito a 2 unità convenzionali a vapore da 320 MW cadauna, è di circa 900÷950 €/kW per le unità ad olio combustibile e gas naturale e di circa 1200÷1300 €/kW per le unità a carbone.

L'analogo costo di un impianto costituito da due moduli a ciclo combinato da 380 MW cadauno funzionanti a gas naturale è di circa 600 €/kW.

La flessibilità di impiego di un impianto è determinata dalla sua rapidità di avviamento e dalla possibilità di compiere ampie e veloci variazioni di carico. Il tempo di avviamento è l'intervallo di tempo che intercorre tra l'accensione degli impianti da freddo e il momento in cui gli alternatori della centrale si sincronizzano con la frequenza di rete, per poter immettervi l'energia prodotta.

I tempi di avviamento da freddo per i gruppi termoelettrici a vapore da 320 MW sono dell'ordine di 6÷8 ore, mentre scendono a circa 1,5 ore dopo una fermata di 8 ore.

I tempi di avviamento di una turbina a gas da 250 MW sono di circa 30 minuti da fermo a parallelo e di circa 20 minuti da parallelo a massimo carico.

I tempi richiesti dai cicli combinati da 380 MW per raggiungere il massimo carico sono di circa 6 ore da freddo e 3 ore da caldo e sono condizionati in primo luogo dalle temperature del circuito del vapore.

I combustibili fossili, normalmente impiegati negli impianti termoelettrici, sono l'olio combustibile, il gasolio, il gas naturale ed il carbone. I generatori di vapore possono bruciare tutti questi tipi di combustibili. Per le turbine a gas si utilizza invece quasi esclusivamente il gas naturale.

Le centrali termoelettriche a vapore

Una centrale termoelettrica tradizionale è un impianto all'interno del quale l'energia termica generata dalla combustione di una massa di combustibile viene trasformata in energia meccanica. La centrale trasforma l'energia mediante un processo durante il quale l'acqua passa dalla fase liquida alla fase di vapore. Questa energia, attraverso l'alternatore, viene contestualmente trasformata in energia elettrica.

Il ciclo produttivo delle centrali comprende innanzitutto una serie di trattamenti per le acque in ingresso nella centrale.

Questi processi di demineralizzazione avvengono in vasche particolari, con funzione di precipitazione di sostanze solide mediante prodotti chimici. In questa maniera l'acqua si purifica delle scorie solide e delle sostanze impure. Viene inoltre abbattuta la durezza temporanea, derivante dalla presenza di bicarbonato di calcio e magnesio, tramite soda. La durezza permanente è invece eliminata con l'ausilio di resine anioniche, cationiche e a letto misto. Il processo appena descritto permette l'inserimento dell'acqua nel ciclo di alimento.

Per migliorare il rendimento di una centrale termoelettrica è necessario aumentare la differenza di temperatura tra l'acqua in ingresso ed in uscita. Bisogna quindi scegliere elevate temperature e pressioni in caldaia ed avere basse temperature di condensazione, legate alla temperatura ambiente.

L'acqua viene estratta dal pozzo caldo del condensatore e, dopo aver attraversato l'impianto di trattamento, incrementa la propria temperatura nei riscaldatori di bassa ed alta pressione.

Il vapore viene quindi inviato in una turbina che motorizza l'alternatore, che trasforma l'energia meccanica in energia elettrica, in questo caso corrente alternata. Un trasformatore innalza la tensione della corrente prima di immetterla nella rete per limitare le perdite di

energia a causa della dissipazione termica. La tensione verrà nuovamente abbassata prima dell'utilizzo.

Il vapore, dopo avere ceduto il suo contenuto energetico alla turbina, viene scaricato dalla stessa e raccolto sotto vuoto nel condensatore, pronto per un nuovo ciclo.

La condensazione del vapore richiede grandi quantità di acqua di raffreddamento (circa 230.000 m^3/h per una centrale da 2000 MW), che può essere prelevata da un fiume o da un lago nelle vicinanze della centrale, oppure deve essere riciclata. Il riciclaggio viene operato nelle torri di raffreddamento, che disperdono nell'atmosfera il calore di evaporazione. Questo sistema di refrigerazione richiede l'apporto di una quantità di acqua relativamente ridotta, per reintegrare quella persa per evaporazione. Le centrali alimentate a gasolio o a gas funzionano in modo analogo.

Nelle centrali termoelettriche moderne, alle turbine a vapore o a gas sono collegati direttamente i rotori dei generatori elettrici, in genere alternatori sincroni, che trasformano in energia elettrica l'energia meccanica prodotta dalle turbine.

Centrali a ciclo combinato

Recentemente sta avendo molto successo un nuovo tipo di centrale termoelettrica con turbina a gas, detta a ciclo combinato (CCGT, dall'inglese Combined Cycle Gas Turbine).

In questo tipo di centrale, la trasformazione dell'energia termica in energia meccanica, necessaria ad azionare un generatore elettrico, avviene in due tempi: il calore contenuto nei gas di scarico di una turbina a gas accoppiata a un generatore elettrico viene utilizzato per riscaldare l'acqua di una caldaia, che così produce il vapore necessario ad azionare una turbina a vapore accoppiata a un secondo generatore.

Le fasi produttive sono esemplificabili come segue:

La combustione: l'aria entra nel compressore e viene spinta verso una camera di combustione dove, una volta aggiunto il combustibile, viene innescato il processo di combustione.

Il primo ciclo: il gas prodotto durante la combustione entra nella turbina a gas e mette in rotazione le pale. La turbina è collegata ad un generatore elettrico, da cui partono i cavi che trasportano l'energia elettrica prodotta: è il funzionamento di queste due macchine, collegate tra loro che consente di trasformare l'energia meccanica (prodotta dalla rotazione delle pale) in energia elettrica.

La generazione di vapore: i fumi ad elevata temperatura prodotti dalla combustione entrano in un generatore di vapore a recupero, dove cedono calore all'acqua che scorre all'interno di appositi tubi. I fumi si raffreddano ed escono dal camino mentre l'acqua riscaldata si trasforma in vapore ed entra in una turbina a vapore.

Il secondo ciclo: come la turbina a gas, anche quella a vapore è collegata ad un generatore ed è così possibile una nuova produzione di energia elettrica. Dalla seconda turbina esce, oltre all'energia elettrica, anche un vapore chiamato "esausto", incanalato in un condensatore: qui il vapore si trasforma nuovamente in acqua che viene rimessa in ciclo.

L'elevato rendimento di queste centrali, anche per unità produttive più piccole, le rendono particolarmente flessibili.

Questi vantaggi, uniti ai bassi costi di installazione e gestione, sono il motivo principale del recente boom di questa tecnologia, tramite costruzione di nuove centrali o riconversione di centrali tradizionali.

Le tabelle seguenti mostrano la composizione tecnologica della produzione lorda di energia termoelettrica in Italia ed i consumi specifici medi di ciascuna tecnologia.

	Produzione netta						
					Altri combustibili		
	Solidi	Gas naturale	Gas derivati	Petroliferi	solidi	gassosi	Totale
GWh							
A) impianti con sola produzione di energia elettrica							
a combustione interna (CI)	-	242,9	22,3	280,4	41,2	1.131,1	1.717,8
a turbine a gas (TG)	-	507,4	-	137,4	-	43,4	688,3
a vapore a condensazione (C)	43.724,7	3.596,7	2.027,4	21.699,9	2.589,8	-	73.638,6
a ciclo combinato (CC)	-	65.228,2	-	0,4	21,7	-	65.250,3
ripotenziato (RP)	-	13.458,4	-	4.740,0	-	-	18.198,4
Totale A	**43.724,7**	**83.033,6**	**2.049,7**	**26.858,2**	**2.652,7**	**1.174,5**	**159.493,4**
B) impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore							
a combustione interna (CIC)	-	1.962,9	164,0	76,4	215,6	141,6	2.560,5
a turbine a gas (TGC)	-	4.780,6	-	535,3	1,4	0,8	5.318,1
a ciclo combinato (CCC)	-	65.250,5	3.800,9	1.696,9	11.305,3	0,6	82.054,2
a vapore a contropressione (CPC)	482,7	1.621,7	0,0	1.012,1	1.251,5	14,7	4.382,8
a vapore a condensazione con spillamento (CSC)	-	1.429,5	236,8	3.651,4	1.926,7	83,9	7.328,3
Totale B	**482,7**	**75.045,2**	**4.201,7**	**6.972,1**	**14.700,5**	**241,7**	**101.643,8**
Totale Impianti (A+B)	**44.207,4**	**158.078,8**	**6.251,4**	**33.830,3**	**17.353,2**	**1.416,2**	**261.137,2**

	Consumi specifici medi						
					Altri combustibili		
	Solidi	Gas naturale	Gas derivati	Petroliferi	solidi	gassosi	Totale
GWh	**kcal / kWh**						
A) impianti con sola produzione di energia elettrica							
a combustione interna (CI)	-	2.399	2.133	2.383	6.947	2.495	2.565
a turbine a gas (TG)	-	2.944	-	3.749	-	3.159	3.118
a vapore a condensazione (C)	2.299	2.300	2.350	2.323	3.993	-	2.367
a ciclo combinato (CC)	-	1.585	-	6.597	3.765	-	1.586
ripotenziato (RP)	-	2.064	-	2.366	-	-	2.143
Totale A	**2.299**	**1.704**	**2.347**	**2.338**	**4.037**	**2.519**	**2.027**
B) impianti con produzione combinata di energia elettrica e calore	-	1.477	2.104	1.897	1.739	2.314	1.598
a combustione interna (CIC)	-	1.486	-	1.584	1.200	2.792	1.496
a turbine a gas (TGC)	-	1.584	2.038	1.590	1.715	3.067	1.623
a ciclo combinato (CCC)	1.387	1.488	0	1.419	2.174	2.396	1.660
a vapore a contropressione (CPC)	-	2.061	3.429	2.112	2.978	3.599	2.390
a vapore a condensazione con spillamento (CSC)	**1.387**	**1.582**	**2.119**	**1.842**	**1.920**	**2.769**	**1.673**
	2.289	**1.646**	**2.194**	**2.236**	**2.244**	**2.562**	**1.889**

Tabella 1.5 - Composizione tecnologica della produzione lorda di energia termoelettrica in Italia e consumi specifici medi di ciascuna tecnologia - Produzione 2006 - Fonte: Terna

Da notare le notevoli differenze di performance che le tecnologie, a parità di combustibile, riescono ad assicurare.

La seguente tabella invece evidenzia i consumi assoluti e specifici di combustibile per produzione termoelettrica.

	Produzione di energia elettrica		Consumi di combustibili				
			Globali			Specifici medi riferiti alla produzione	
	lorda GWh	netta GWh	in unità metriche		migliaia di tep	lorda kcal/kWh	netta kcal/kWh
2005							
Solidi	43.606,3	39.644,3	16.253	migliaia di t	10.159	2.330	2.563
Gas naturale	149.258,6	144.625,0	30.544	milioni di mc	25.284	1.694	1.748
Gas derivati	5.836,9	5.622,6	12.104	milioni di mc	1.276	2.185	2.269
Petroliferi	35.846,3	33.145,3	7.941	migliaia di t	7.881	2.199	2.378
Altri combustibili (solidi)	16.123,7	15.542,2	15.460	migliaia di t	3.426	2.125	2.205
Altri combustibili (gassosi)	1.284,6	1.229,4	978	milioni di mc	314	2.444	2.554
Totale	**251.956,3**	**239.808,8**			**48.339**	**1.919**	**2.016**
Vapore endogeno	5.324,5	5.021,8					
Altre fonti di energia	1.116,8	1.078,4					
TOTALE	**258.397,6**	**245.908,9**					

	Produzione di energia elettrica		Consumi di combustibili				
			Globali			Specifici medi riferiti alla produzione	
	lorda GWh	netta GWh	in unità metriche		migliaia di tep	lorda kcal/kWh	netta kcal/kWh
2006							
Solidi	44.207,4	40.196,1	16.587	migliaia di t	10.121	2.289	2.518
Gas naturale	158.078,8	153.570,9	31.381	milioni di mc	26.023	1.646	1.695
Gas derivati	6.251,4	6.018,4	13.131	milioni di mc	1.372	2.194	2.279
Petroliferi	33.830,3	31.297,6	7.629	migliaia di t	7.564	2.236	2.417
Altri combustibili (solidi)	17.353,2	16.734,7	16.253	migliaia di t	3.893	2.244	2.327
Altri combustibili (gassosi)	1.416,2	1.358,8	1.321	milioni di mc	363	2.562	2.670
Totale	**261.137,2**	**249.176,4**			**49.336**	**1.889**	**1.980**
Vapore endogeno	5.527,4	5.207,7					
Altre fonti di energia	1.027,7	993,1					
TOTALE	**267.692,3**	**255.377,3**					

Tabella 1.6 - Consumi assoluti e specifici di combustibile per produzione termoelettrica, anni 2005-2006 – Notare il crescente consumo di gas naturale - Fonte: Terna

Da notare l'elevata e crescente quantità di gas naturale che viene utilizzata per la produzione elettrica italiana.

Il 38% dell'energia viene prodotta in Italia da impianti con produzione combinata di calore. Tale tipologia di produzione presuppone la presenza, nell'area circostante la centrale, di utenze allacciate al flusso di vapore in uscita. Progetti di questo tipo non sono di facile implementazione sul territorio, implicano contatti e sinergie tra aziende industriali, soggetti pubblici e privati, e comunque richiedono investimenti che vanno progettati in sintonia con una strategia energetica territoriale di lungo periodo.

Il rendimento medio del sistema termoelettrico nazionale nel periodo 2000-2006 è illustrato dalla seguente tabella, che ne evidenzia negli ultimi anni un lieve graduale miglioramento. Tale tendenza tuttavia, secondo previsioni Terna, non riuscirà a migliorare oltre il 46% (corrispondente a 1869 kcal per kWh prodotto). Il rendimento degli impianti del gruppo EdiPower è passato da 2303 kcal/kWh (anno 2002) a 1936 kcal/kWh (anno 2006).

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
consumo specifico (kcal/kWh)	2.206	2.169	2.162	2.116	2.125	2.016	1.980
rendimento medio (%)	39,0%	39,6%	39,8%	40,6%	40,5%	42,7%	43,4%

Tabella 1.7 – Rendimento medio del parco termoelettrico nazionale, anni 2000-2006 – Fonte: Terna

1.3 Storia del sistema elettrico italiano.

Nel 1962 la Legge 1643 determinò la nazionalizzazione del settore elettrico, affidando all'ENEL la titolarità delle varie fasi costituenti la filiera elettrica (produzione - distribuzione - vendita), lasciando uno spazio alle aziende municipalizzate già operanti a quei tempi.

La Legge 10/91 ha rappresentato il primo passo verso la liberalizzazione del settore, rendendo libera l'attività di produzione dell'energia elettrica purché derivante da fonti rinnovabili o assimilate. L'energia così generata poteva essere usata per autoconsumo, ceduta ad aziende dello stesso gruppo di appartenenza, ceduta ad aziende di uno stesso consorzio, previa autorizzazione del Ministero dell'Industria, o ceduta all'ENEL.

Il riassetto del sistema elettrico italiano e la sua liberalizzazione è stato avviato dal Decreto “Bersani” (Decreto Legislativo 16 Marzo 1999, n° 79)

Le maggiori novità introdotte sono state:

· La riconversione dell'Enel, attuata tramite la sua trasformazione in S.p.A. e la creazione di una Holding con società separate a livello gestionale per le attività di produzione, distribuzione e vendita ai clienti finali.

· La fine del monopolio legale di Enel, seguita dall'autorizzazione per nuovi soggetti a entrare nei mercati della produzione, distribuzione e vendita dell'energia elettrica.

· Creazione, sul lato della domanda, della figura dei "clienti idonei", ossia clienti finali o consorzi di clienti autorizzati ad acquistare energia elettrica sul mercato libero. Inizialmente erano previste soglie minime di produzione molto alte, che sono state gradualmente abbassate e poi eliminate.

L'attività di trasmissione dell'ex Gruppo Enel si identifica con la società Terna (partecipata al 100% dal Ministero dell'economia e delle Finanze).

Con il Decreto Legislativo 79/99, quindi si sono poste in Italia le basi per l'effettiva liberalizzazione del mercato interno dell'energia elettrica ed è stata definita l'entrata nel mercato di nuovi operatori e di altri interlocutori, come ad esempio:

1. AEEG (Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas), istituita con la legge 14 novembre 1995, n. 481[6], acquisisce funzioni di regolazione e di controllo dei settori dell'energia elettrica e del gas, fissa i prezzi e le condizioni atte a garantire l'imparzialità e la neutralità del servizio di trasmissione e dispacciamento e può autorizzare la costituzione di contratti bilaterali, in deroga al mercato elettrico, sulla base di criteri oggettivi, trasparenti e non discriminatori;

2. GRTN (Gestore della rete di Trasmissione Nazionale), che esercita attività di trasmissione e dispacciamento dell'energia elettrica e che, con proprie delibere, fissa le regole del dispacciamento. Ora tale ruolo spetta alla società TERNA, originariamente parte del gruppo ENEL, il GRTN si chiama oggi GSE (Gestore Servizi Elettrici) e si occupa di promozione ed incentivazione di energie alternative. Il GSE è capogruppo delle due società controllate AU (Acquirente Unico) e GME (Gestore del Mercato Elettrico).

[6] Il Decreto Legislativo 79/99 ha attribuito le funzioni di determinazione di prezzi e condizioni vettoriamento del metano. Tali funzioni erano precedentemente affidate al Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato in base all'art.5 comma 2, lettera b), del decreto del Presidente della Repubblica 20 aprile 1994, n. 373

3. GME (Gestore del mercato elettrico) che assume la gestione delle offerte di vendita e acquisto dell'energia elettrica e di tutti i servizi connessi;

4. AU (Acquirente Unico) che deve garantire, per i clienti vincolati, la fornitura dell'energia elettrica, la gestione dei relativi contratti e la tariffa unica a livello nazionale.

Le transazioni economiche tra produttori e Acquirente Unico o tra produttori, rivenditori, grossisti e clienti idonei, di norma avvengono tramite un sistema di offerte-richieste controllate dal Gestore del Mercato Elettrico, dando così origine alla "borsa elettrica".

A fronte del lungo processo di liberalizzazione del mercato elettrico, oggi gran parte della produzione è affidata a pochi gruppi industriali, la cui capacità lorda è riportata in MW nella seguente tabella.

	Anno	Termoel.	Idroel.	Rinn.
Enel	2003	27.808	14.092	1.076
	2004	27.956	14.318	931
	2005	28.020	14.363	991
	2006	26.160	14.379	1.019
Edipower	2003	7.129	739	30
	2004	7.820	740	0
	2005	7.870	740	0
	2006	7.737	740	0
Gruppo Edison	2003	4.483	1.036	197
	2004	4.677	1.167	245
	2005	5.702	1.120	264
	2006	6.533	1.120	281
Endesa Italia	2003	4.803	1.003	11
	2004	5.384	1.015	0
	2005	5.465	0	1.017
	2006	5.612	1.017	24
Gruppo ENI	2003	2.792	0	25
	2004	4.312	0	21
	2005	5.121	0	18
	2006	5.466	0	18
Tirreno Power	2003	2.898	50	22
	2004	2.844	73	0
	2005	2.428	63	0
	2006	2.433	64	0

Tabella 1.8 – Capacità produttiva lorda dei principali produttori elettrici italiani, anni 2003-2006 - Fonte: Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas (*www.autorita.energia.it/dati/eem48.htm* 5/10/2008)

Da notare come l'ENEL sta gradualmente cedendo la gestione della proprie centrali ad altre aziende, in linea con la privatizzazione e liberalizzazione posta in atto negli ultimi dieci anni.

2.1 La contabilità ambientale

L'evoluzione della consapevolezza ambientale, unita all'esigenza di fornire dati integrati per analisi ambientali a più livelli, ha contribuito allo sviluppo della contabilità ambientale.

Essa da un lato si contrappone, dall'altro integra la contabilità ordinaria, che si basa su criteri dettati da standard internazionali.

La contrapposizione dei due tipi di contabilità da un lato si estrinseca nella difficoltà di definire univocamente quantità, indicatori e funzioni ambientali. Viceversa, è evidente la parzialità della rappresentazione della contabilità tradizionale, che pretende di misurare il benessere di un insieme di persone indipendentemente dall'ambiente in cui essi vivono.

A seconda dell'ambito di applicazione, la contabilità ambientale viene divisa in pubblica o di impresa. La contabilità ambientale pubblica si concretizza principalmente in:

1) monitoraggio del territorio per raccogliere informazioni ambientali fisiche rappresentative dello stato dell'ambiente, degli impianti, delle pressioni e dei fattori di pressione;

2) analisi statistico-contabile sulla base dei dati raccolti per riuscire a comprendere le conseguenze ambientali di una serie di variabili economiche-contabili (importazioni, produzioni etc.);

3) correzione dei sistemi di contabilità nazionale attraverso l'introduzione di misure di svalutazione del patrimonio naturale conseguente al degrado ambientale.

Tale ultima possibilità, che fa riferimento al cosiddetto "Pil verde", introdurrebbe una modifica sostanziale degli indicatori di performance macroeconomica. Tale modifica non è ancora condivisa in ambito internazionale quindi è da considerarsi in fase sperimentale, e non può essere ufficialmente implementata. Attualmente la contabilità ambientale è perciò relegata alla funzione di rendicontazione parallela.

In questa ottica è necessario integrare gli indicatori economici con strumenti di gestione che tengano in considerazione molteplici variabili, non solo di natura quantitativa. Risultano perciò più diffusi i sistemi che fanno riferimento all'elaborazione di "conti satellite".

Questa tipologia di conti è in grado di registrare sia i flussi fisici relativi ai diversi tipi di inquinamenti emessi, sia i dati monetari relativi alle spese sostenute per la protezione e gestione dell'ambiente.

A tal proposito l' Istituto di statistica europeo EUROSTAT, ha sviluppato il conto SERIEE (*Système Européen de Rassemblement de l'Information Economique sur l'Environnement* - conto satellite della spesa per la protezione dell'ambiente).

Il conto EPEA (il conto satellite della spesa per la protezione ambientale) rappresenta il modulo più sviluppato del SERIEE. Esso consente di collegare le spese ambientali alle informazioni fornite dai conti economici tradizionali.

In questo lavoro si è approfondito lo studio della contabilità ambientale d'impresa non solo come strumento di informazione, ma anche come supporto per l'analisi dei cicli produttivi e come base informativa per la richiesta di certificazione ambientale.

2.2 La contabilità ambientale d'impresa

La funzione della contabilità ambientale d'impresa è quella di rilevare e rappresentare, mediante un sistema di conti fisici e monetari, l'impatto ambientale che le operazioni aziendali determinano.

Questa funzione ha scopi sia interni che esterni all'azienda.

Nell'ambito delle politiche interne di impresa, l'utilizzo della contabilità ambientale fornisce una base di informazioni di cui tenere conto per la riorganizzazione ed ottimizzazione del processo produttivo. In ogni momento il sistema può elaborare indici sintetici di performance, al fine di verificare l'effettivo raggiungimento di determinati obiettivi ambientali aziendali e di legge. In particolare, per quanto riguarda questi ultimi, si può ricordare l'esigenza di non oltrepassare i limiti soglia per le sostanze inquinanti presenti negli output dell'azienda (CO_2, NO_x, emissioni sonore, composizione chimica degli scarichi idrici etc.)

Contemporaneamente questa base informativa risponde ad esigenze "esterne", relative alla volontà dell'impresa di comunicare il quadro completo e dettagliato dell'impatto aziendale sull'ambiente ai suoi stakeholders:

- l'atteggiamento della società nei confronti delle questioni ambientali
- le prestazioni dell'impresa in tale settore
- informazioni sull'impatto dei rischi e degli oneri ambientali sulla posizione finanziaria della società
- un'immagine "verde" dell'impresa, che la ponga in linea con la maggiore attenzione che la collettività tutta sta manifestando in queste tematiche.

La contabilità ambientale d'impresa non stravolge i tradizionali sistemi di registrazione, ma ne utilizza la stessa impostazione, sebbene con rilevanti differenze (inerenti l'oggetto della contabilità ed il metodo contabile).

Lo strumento che viene maggiormente utilizzato per soddisfare tali esigenze è il bilancio ambientale d'impresa.

Quest'ultimo viene definito dalla Fondazione Enrico Mattei come "uno strumento contabile in grado di offrire un quadro organico delle interrelazioni dirette tra l'impresa e l'ambiente naturale attraverso l'opportuna rappresentazione dei dati quantitativi e qualitativi relativi all'impatto ambientale delle attività produttive, e dello sforzo economico e finanziario sostenuto dall'impresa per la protezione dell'ambiente".

Il bilancio ambientale si differenzia dal tradizionale bilancio d'esercizio principalmente per le seguenti caratteristiche:

- il bilancio ambientale cerca di rappresentare economicamente i consumi di risorse naturali e le emissioni nell’ambiente di sostanze derivanti dalle produzioni.
- è un documento che viene redatto su base volontaria, svincolato quindi dagli obblighi di elaborazione, valutazione e pubblicazione previsti dalla legge.

Per la contabilità ambientale di impresa non esiste ancora uno standard normativo di redazione ufficialmente standardizzato, ci sono invece pubblicazioni scientifiche che ne dettano i principi di redazione (FEEM - Fondazione ENI Enrico Mattei; IOW - Institut für Ökologische Wirtschaftsforschung; SPACE Security and Protection Against Crime and Emergencies – Università Bocconi; CEFIC - Council of European Chemical Industry; PERI - Public Environmental Reporting Initiative).

I modelli di contabilità ambientale, tutt'altro che omogenei operativamente, condividono alcuni concetti base:

- l'analisi ambientale delle prestazioni e degli impatti fisici dell'impresa,
- la valutazione delle spese di gestione ambientale,
- l'elaborazione di indicatori.

Il modello FEEM

Con il modello della Fondazione Eni Enrico Mattei si predispone la stesura di un insieme di quadri contabili, da cui si ricavano informazioni utili sia all'interno dell'organizzazione per l'attuazione della politica ambientale, che per i rapporti con l'esterno.

La Fondazione ha fatto riferimento alle indicazioni fornite dal rapporto "*SERIEE*" (1994) per il conto delle spese, e al Rapporto Provvisorio del 1993 dell'Ufficio Statistico delle Nazioni Unite per la "Contabilità Ambientale ed Economica Integrata", per i conti di tipo fisico.

Le caratteristiche fondamentali del modello sono:

- la rilevazione dettagliata dei dati di tipo fisico, relativi ad input e output del processo produttivo;
- la rilevazione dei dati di tipo monetario relativi alle "spese di protezione ambientale";
- la realizzazione di collegamenti organici tra "contabilità fisica" e "contabilità monetaria";

- l'applicabilità ad imprese di diverso tipo;
- la verificabilità da parte di responsabili interni all'azienda e di soggetti esterni (es. società di auditing ambientale);
- la conformità alle esigenze di rilevazione dell'ISTAT, per predisporre la redazione dei conti ambientali nazionali.

Il seguente schema illustra la struttura del Bilancio Ambientale secondo il modello FEEM:

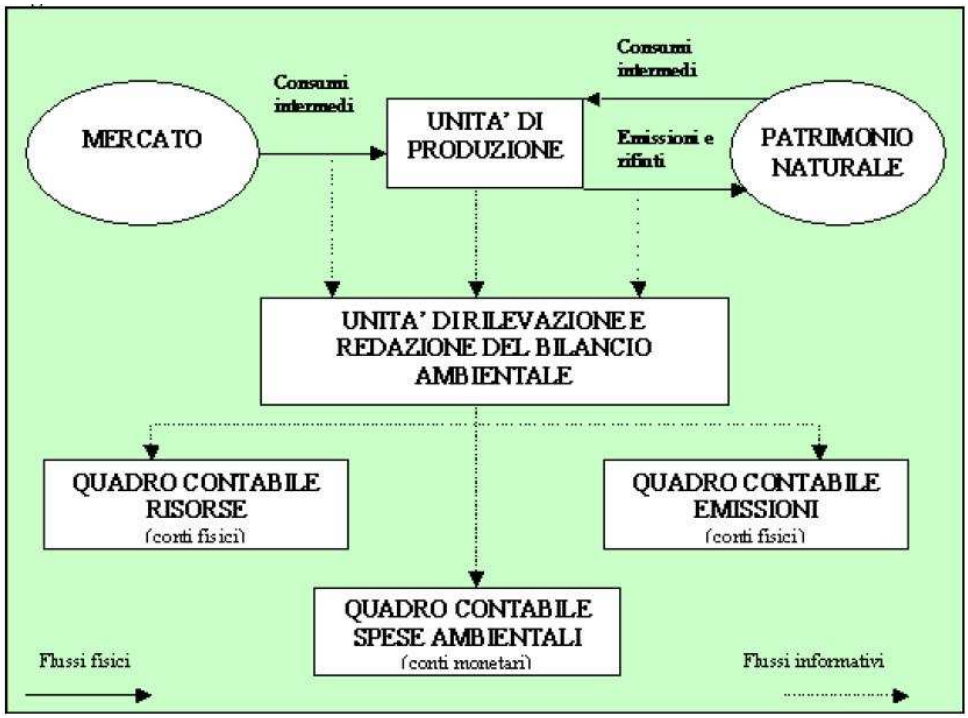

Figura 2.1 – La struttura del Bilancio Ambientale secondo il modello FEEM - Fonte: Bartolomeo M., Malaman R., Pavan M., Sammarco G., Il bilancio Ambientale d'impresa, Il Sole 24 G. Ore Pirola, Milano, 1997, p.54

Il modello è caratterizzato da tre tipi di conti distinti:

- il conto delle risorse (conti fisici dei consumi intermedi), che evidenzia i flussi fisici dei beni utilizzati nello sviluppo dei processi produttivi (**input**);

- il conto degli inquinanti (conti fisici di emissioni, reflui, rifiuti), che rileva in termini quantitativi e qualitativi gli inquinanti derivanti dall'attività produttiva dell'impresa (**output**);

- il conto delle **spese ambientali** (conti monetari delle spese ambientali), che rileva le spese sostenute dall'impresa per la realizzazione di interventi atti a prevenire, controllare, ridurre od eliminare gli effetti negativi prodotti sull'ambiente dalle proprie attività produttive e per salvaguardare il patrimonio naturale.

I tre conti sono poi aggregati in un quadro unico che permette di evidenziare i vari aspetti delle relazioni tra impresa e ambiente, che è appunto il bilancio ambientale completo.

La FEEM non ha fornito chiare indicazioni sulla metodologia, bensì ne ha posto le basi, rimanendo legato ai risultati presenti nei manuali di contabilità ambientale dei principali uffici internazionali di statistica.

Il modello dello IOW

Tra il 1987 ed il 1988 l'Istituto tedesco IOW, in collaborazione con l'associazione imprenditoriale Umwelt – future, ha sviluppato un proprio modello di contabilità ambientale d'impresa, su incarico della Regione NordReno-Westfalia.

Il modello è diventato un punto di riferimento nei paesi di lingua tedesca, con numerose ed importanti applicazioni (AEG Hausgerate, acquisita dall'Electrolux nel 1994; la società tessile Kunert, che ha pubblicato per prima in Germania nel 1991 un proprio bilancio ambientale completo; la Siemens; la Volkswagen; l'Allianz Versicherung; la Sanyo; la Novartis).

Il modello è composto da quattro moduli:

- il bilancio **input–output**, in cui l'impresa o lo stabilimento in analisi, è studiato come se fosse una "scatola nera" (*black box*), caratterizzata da flussi in ingresso (input) e da una serie di flussi di elementi in uscita (output);

- i bilanci di **processo** nell'ambito dei quali è fatta prima una suddivisione dei processi produttivi, in base a criteri spaziali e temporali. Ogni singolo processo viene poi

analizzato attraverso l'impostazione di matrici input/output dei flussi materiali ed energetici;

- i bilanci di **prodotto** in cui è effettuata l'analisi del ciclo di vita dei prodotti principali, realizzati nello stabilimento/impresa (Life Cycle Analysis - LCA);
- l'**analisi di sostanza** rappresentata dall'impostazione di un registro degli aspetti ambientali più significativi non analizzati nei moduli precedenti (necessità di bonifiche dei siti, utilizzo del terreno, ecc.).

Il modello è molto complesso, parte dall'analisi degli impatti ambientali "generali" dell'impresa, successivamente descrive i singoli meccanismi delle attività dell'impresa (processi, prodotti e sostanze). Tale complessità scaturisce dalla legislazione ambientale che, in particolare nei paesi più avanzati è sempre più orientata verso una considerazione estesa delle responsabilità ambientali d'impresa (extended producer responsibility).

Questa concezione responsabilizza l'azienda non solo sugli effetti dei processi di produzione, ma anche su quelli legati al ciclo di vita dei prodotti.

Il modello è estremamente completo e razionale, tuttavia presenta alcune difficoltà applicative, soprattutto per imprese di modeste dimensioni.

L'estensione dell'analisi all'intero ciclo di vita dei prodotti può risultare problematica, in particolar modo nella prima fase di coinvolgimento delle imprese, le quali sarebbero chiamate all'analisi di dati al di fuori del proprio ambito di controllo diretto.

2.3 Gli indicatori ambientali.

Gli indicatori ambientali sono strumenti in grado di sintetizzare un fenomeno complesso o di rendere visibile un andamento. Il riferimento europeo è quello fornito nella lista di indicatori stabilita dalla UE, basata sul modello PSR ("Towards Enviromental Pressure Indicators for the UE" – "TEPI" pubblicata dalla Eurostat). Tuttavia esistono altri modelli, compatibili con questo approccio, che mettono maggiormente in risalto le connessioni tra questi indicatori.

La scelta opportuna di modello di indicatori è perciò un delicato prerequisito della corretta rappresentazione della realtà.

In ambito europeo[7] gli indicatori sono raggruppati in dieci temi ambientali sensibili (Inquinamento atmosferico, mutamenti climatici, perdita di biodiversità, inquinamento marino e costale, assottigliamento strato ozono, sfruttamento risorse, dispersione di sostanze tossiche, inquinamento urbano, rifiuti, risorse e inquinamento dell'acqua) in sei settori di azione antropica (energia, agricoltura, trasporti, industria, turismo, gestione rifiuti).

Gli indicatori sono quindi registrazioni o valutazioni di fenomeni di diversa natura, ma per essere utilizzabili devono rispettare dei requisiti di affidabilità e comparabilità nel tempo e nello spazio. In particolare devono essere:

- rilevanti e rappresentativi rispetto al tema in analisi.
- basati su conoscenze scientifiche disponibili sulle quali vi è consenso tra gli esperti.
- quantificabili. I dati devono essere calcolabili ripetutamente, ben documentati, affidabili ed aggiornati regolarmente.
- capaci di evidenziare i trend nel tempo.
- sensibili ai cambiamenti nell'ambiente e nelle attività umane collegate.

Sulla base di queste caratteristiche (rilevanza, accuratezza, comparabilità nel tempo e comparabilità nello spazio) l'APAT assegna un punteggio nella redazione degli indicatori, per definire la qualità dell'informazione.

Da notare che tali requisiti logici sono esplicitati nei regolamenti per aderire volontariamente al sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), di cui si parlerà più avanti.

---

[7] Eurostat - Towards Environmental Pressure Indices, 1999

Modello PSR (Pressione-Stato-Risposta)

Proposto in ambito nazionale dal OECD (Organizzazione per la Cooperazione e lo Sviluppo Economico). E' composto da:

- Indicatori di pressione: misurano la pressione esercitata dalle attività umane sull'ambiente. Sono espressi in termini di emissioni o di consumo di risorse.
- Indicatori di stato: fanno riferimento alla qualità dell'ambiente in tutte le sue componenti e evidenziano situazioni di fatto in un preciso momento temporale. Quando misurano la reattività o il livello di esposizione ad alterazioni o fattori di degrado del sistema ambientale e insediativo sono anche detti indicatori di qualità/degrado/esposizione.
- Indicatori di risposta: sono necessari per prevenire o mitigare gli impatti negativi dell'attività umana. Riassumono sforzi, capacità ed efficienza delle azioni intraprese per il risanamento ambientale, per la conservazione delle risorse e per il conseguimento degli obiettivi assunti.

Modello DPSIR (Determinanti/Pressioni/Stati/Impatti/Risposte)

– DPSIR: è un'estensione del modello PSR (Pressione-Stato-Risposta), schema sviluppato in ambito EEA (European Environment Agency), che integra con relazioni causali anche Determinanti (processi antropici che causano le pressioni) e Impatti sul sistema antropico (rilevati dall'alterarsi dello stato della natura). Questo modello è applicato anche dall'APAT per la costruzione del sistema conoscitivo ambientale[8].

[8] APAT - Annuario dei dati ambientali 2005-2006

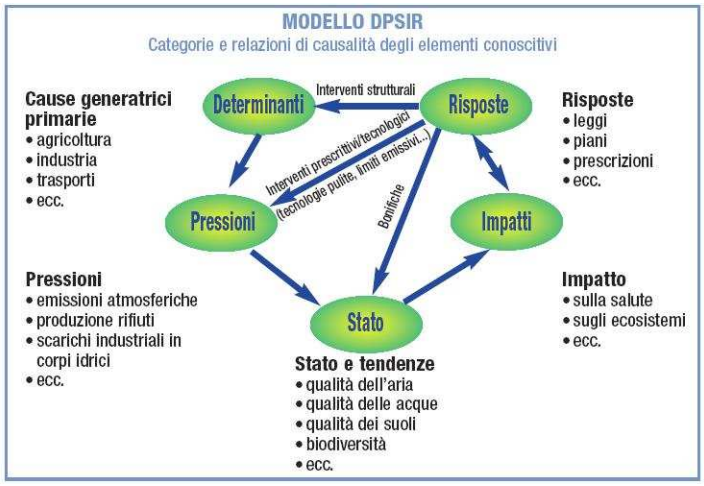

Figura 2.2 - Fonte: APAT – Estratto dell'annuario dei dati ambientali 2005-2006

Gli indicatori più usati nei bilanci ambientali sono:

- Environmental Absolute Indicators (Eai): indicatori ambientali assoluti, che misurano l'effettivo uso dell'ambiente da parte dell'impresa. Essi riguardano dati fisici su prelievi, emissioni, scarichi, volumi dei rifiuti e livelli acustici.

- Environmental Performance Indicators (Epi): indicatori di performance ambientale, che confrontano il livello di inquinamento raggiunto in rapporto alla propria mole di produzione. Tali indicatori, secondo l'approccio della norma ISO 14031, si dividono in gestionali e operativi

- MPI: indicatori di gestione ambientale, che servono a valutare l'impegno e l'adeguatezza della struttura organizzativa sui risultati ambientali (es: investimenti ambientali per anno, costi operativi per anno, obiettivi ambientali raggiunti, rispetto normative)
- OPI: indicatori di prestazione operativa, con cui si analizzano le performances ambientali del processo produttivo (es: materiali, emissioni, rifiuti, impianti, servizi di supporto)

Esistono inoltre altri tipi di indicatori di contabilità nazionale che presentano ancora problemi di standardizzazione, o di implementazione da parte di soggetti privati:

– Potential Effect Indicators (Pei): indicatori di effetto potenziale, che hanno l'obiettivo di valutare l'effetto che potrebbe avere l'attivtà di impresa sull'ambiente (es. Global warming potential, Ozone depletion potential, Pocp: photo chemical ozone potential etc.).

– Environmental Effect Indicators (Eei): indicatori del monitoraggio delle grandezze chimico-fisiche o biologiche dell'ambiente esterno all'impresa (aria, acqua, suolo).

2.4 Analisi delle performance ambientali

L'impresa, nella propria attività di produzione di beni o servizi, modifica l'ambiente sia quantitativamente che qualitativamente. Questo impatto si riconduce a tre fasi del processo produttivo:

- *nella predisposizione del processo produttivo*; quando si approvvigiona delle risorse fisiche necessarie alla produzione, l'azienda attinge dal capitale naturale. Ciò può avvenire estraendo le materie prime dal loro sito naturale o acquistando prodotti immessi sul mercato da altre aziende;
- *durante il processo produttivo*, quando immette nell'ambiente diverse tipologie di prodotti inquinanti (emissioni atmosferiche, scarichi idrici, rifiuti solidi, rumore ed elettromagnetismo), deprezzando qualitativamente il capitale naturale;
- *dopo l'immissione sul mercato del servizio o del prodotto finito*, il quale può trovarsi al centro di ulteriori danni ambientali collegati al suo utilizzo.

Successivamente, il degrado ambientale genera danni economici e di benessere avvertiti sia dall'azienda che dai consumatori, le cui reazioni sono proporzionali alla sensibilità al degrado ambientale ed all'intensità con cui si manifesta il danno.

Il crescente degrado ambientale di origine antropica (in alcuni casi già ormai irreversibile), unito alla maggiore sensibilità a questa problematica comune, induce maggiori flussi di informazione e cultura ambientale.

Questa situazione ha portato la collettività a richiedere alle aziende l'adozione di standard ambientali più elevati, spingendo contemporaneamente le istituzioni pubbliche a:

- varare norme più restrittive nello sfruttamento del patrimonio naturale.
- incentivare e promuovere una gestione più integrata delle politiche ambientali, con l'ausilio di diversi strumenti economici e non (tasse ambientali, tariffe, strumenti preventivi e dichiarazioni a base volontaria)
- stimolare progetti di risanamento e riequilibrio degli ambienti degradati.

Le nuove politiche ambientali, la legislazione più restrittiva e la maggiore sensibilità dei consumatori influenzano le scelte strategiche delle imprese, imponendo loro, in maniera più o meno diretta, nuovi vincoli ma anche nuove opportunità.

I vincoli, in particolare quelli di natura normativa, si estrinsecano innanzitutto in costi aggiuntivi per l'impresa: le cosiddette spese ambientali. Queste corrispondono ai costi necessari all'adeguamento dei propri processi produttivi.

A questi costi interni si possono poi aggiungere altri costi esterni, che gravano su soggetti esterni all'azienda, nonostante siano causati da quest'ultima.

Nel caso in cui la legislazione identifica il responsabile del danno ambientale, può chiamarlo a risponderne risarcendo o ripristinando il sito danneggiato. Per scongiurare quest'ultima ipotesi, l'impresa può adottare delle misure di copertura, ad esempio sottoscrivendo opportune assicurazioni per garantire allo stesso tempo finanziatori e collettività.

Questa strategia è definita di "internalizzazione di esternalità negative", in un'ottica microeconomica di massimizzazione del profitto, che non reca alcun vantaggio per l'ambiente. Essa è meramente correlata alla natura dei rischi finanziari legati all'impatto ambientale dell'attività dell'impresa.

A fronte di tali pressioni ambientali, le imprese possono decidere di gestirle con approcci diversi:

- atteggiamento **passivo**, limitandosi esclusivamente ad adeguarsi alle norme imposte e alla prevenzione di incidenti considerando le leggi economiche del profitto incompatibili con la tutela ambientale;

- atteggiamento **reattivo**, reagendo mediante l'impiego di tecnologie di abbattimento a valle dei processi (*end of pipe*);

- atteggiamento **preventivo**, introducendo tecnologie in grado di garantire prestazioni in linea con le future richieste di legge e di mercato;

- atteggiamento **innovativo**, in cui l'ambiente è considerato come un'importante leva strategica, non soltanto in termini di marketing, ma come strumento fondamentale ai fini della competitività. La variabile ambientale è qui pienamente internalizzata.

L'impresa innovativa tende ad analizzare le variabili ambientali per tramutarle da vincoli in opportunità, orientando i propri strumenti e le proprie strategie in due direzioni:

- minimizzazione dei costi ambientali e riduzione del rischio finanziario connesso al rischio di incidenti ambientali;

- impostazione di strategie aziendali volte a conseguire benefici di mercato, facendo leva proprio sulla mutata domanda di prodotti "puliti".

Si tratta quindi di coniugare efficienza ambientale ed efficienza economica. In un primo momento l'azienda deve individuare, raccogliere e organizzare i dati di base per cercare di focalizzare il suo rapporto con l'ambiente.

Successivamente deve integrare nella logica aziendale adeguati strumenti di gestione ambientale per la valutazione di investimenti e performances.

Infine l'impresa deve trovare adeguati metodi di comunicazione per evidenziare efficacemente le proprie scelte ambientali agli stakeholders e quindi raccoglierne i vantaggi competitivi.

Al fine di ottenere un riscontro economico e rientrare nelle spese ambientali sostenute, bisogna quindi esplicitare le politiche ambientali adottate e i risultati conseguiti, chiarire gli sforzi compiuti per adeguarsi alle nuove regole ambientali,

In questa ottica la contabilità ambientale costituisce al contempo lo strumento per:

- fronteggiare le pressioni dei soggetti interni ed esterni all'impresa che, a vario titolo, sono interessati a conoscere e/o ad influenzare il comportamento dell'impresa nei confronti delle variabili ambientali

- trasformare i vincoli imposto da una severa normativa ambientale in un vantaggio competitivo, non solo per l'impresa ma per l'intero sistema economico.

Sotto quest'ultimo aspetto, la capacità dell'impresa di trasformare i vincoli ambientali in opportunità di sviluppo dipende anche da una pluralità di fattori:

- la modalità di definizione della strategia ambientale,
- la capacità innovativa dell'impresa,
- l'esistenza di un mercato sensibili ai prodotti a ridotto impatto ambientale ("eco-compatibili"),
- le capacità di gestione del fattore ambientale all'interno dell'impresa.

Per l'impresa, la contabilità ambientale è lo strumento di verifica di tali capacità, che permette il raggiungimento, la quantificazione e la diffusione delle proprie performance ambientali.

Essa è *condicio sine qua non* per l'ottimizzazione economico-ambientale dell'impresa e si estrinseca nella ricerca di tutti i miglioramenti ambientali possibili:

- ottimizzazione dei cicli produttivi in ottica di razionale uso di risorse e di materie prime;
- ottimizzazione del prodotto o del servizio erogato, rendendo il suo utilizzo meno dannoso per l'ambiente;
- creazione di un'immagine ecologica per l'impresa;
- richiesta di contributi che richiedano una verifica preliminare della conformità dell'impresa alle norme ambientali;
- può anche essere uno strumento per riunificare in un unico documento tutte le innumerevoli dichiarazioni che ogni impresa effettua in ottemperanza alle prescrizioni normative ambientali, oppure per le certificazioni che sceglie di richiedere volontariamente.

2.5 BAT – Best available techniques

Gli indicatori costruiti secondo i criteri esposti, integrati in un sistema di gestione ambientale, consentono anche di paragonare le performances aziendali nello spazio e nel tempo. Ma cosa conviene usare come termine di paragone per poter giudicare le performances aziendali?

A tal fine vengono redatte, in armonia con la direttiva europea IPPC (Integrated Pollution Prevention Control[9]), le cosiddette BAT - Best available techniques[10]. Esse sono definite come "la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costituire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure, ove ciò si riveli impossibile, a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso".

A tale scopo occorre tenere presente le seguenti definizioni:

• "tecniche", si intende sia le tecniche impiegate sia le modalità di progettazione, costruzione, manutenzione, esercizio e chiusura dell'impianto;

• "migliori", qualifica le tecniche più efficaci per ottenere un elevato livello di protezione dell'ambiente nel suo complesso;

• "disponibili", qualifica le tecniche sviluppate su una scala che ne consenta l'applicazione in condizioni economicamente e tecnicamente valide nell'ambito del pertinente comparto industriale, prendendo in considerazione i costi e i vantaggi, indipendentemente dal fatto che siano o meno applicate o prodotte nello Stato membro di cui si tratta, purché il gestore possa avervi accesso a condizioni ragionevoli

Le BAT sono raccolte in documenti aggiornati e specifici per settore (BREF – BAT Reference Document) e contengono indicazioni utili ad interpretare, parametrizzare e modellare i propri risultati aziendali con il riferimento europeo di eccellenza.

---

[9] Direttiva europea 96/61/CE su "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento" inerente la riduzione dell'inquinamento dai vari punti di emissione nell'intera Unione Europea, recepita in Italia con il D.Lgs. 372/99

[10] Migliori Tecniche Disponibili - MTD

2.6 Certificazioni ed autorizzazioni ambientali

Disporre di adeguate conoscenze per raccogliere ed elaborare dati ambientali significativi è un importante punto di partenza per poter ottenere certificazioni ambientali.

Identificare adeguati indicatori ambientali si dimostra indispensabile per controllare il miglioramento delle prestazioni ambientali dell'organizzazione, come richiesto dalla norma UNI EN ISO 14001, dal Regolamento (Ce) N. 761/2001 (EMAS) e dal 1980/2000 (Ecolabel)

La Direttiva europea 96/61/CE su "Prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento" predispone l'AIA - Autorizzazione Ambientale Integrata, che comporta l'adozione di un approccio integrato per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento. Esso è riferito sia a procedure di autorizzazione per gli impianti industriali, sia al controllo delle emissioni nell'ambiente, considerato nel suo insieme e non suddiviso in tre parti autonome (acqua, aria e suolo). Anche a tal fine è necessaria l'implementazione di un sistema di rilevazione ambientale flessibile ed affidabile.

Emas/Ecolabel

Al fine di sensibilizzare operatori ed utenti del sistema produttivo europeo alle tematiche ambientali, sono stati introdotti meccanismi di certificazione volontaria, EMAS ed Ecolabel, che hanno scopi diversi:

Si tenta di far prendere coscienza agli imprenditori che la qualità dell'azienda non si misura solo in base alla competitività del prodotto o del servizio erogato. Le aziende devono invece orientare il proprio interesse strategico all'ottimizzazione ed all'eco-compatibilità di tutti i processi e tecnologie che concorrono alla produzione.

D'altra parte le direttive comunitarie puntano a stimolare l'interesse del pubblico con efficaci strumenti di formazione ed informazione ambientale. Il fine ultimo è sviluppare la

consapevolezza dell'importanza del ruolo che le parti sociali possono svolgere per favorire uno sviluppo più sostenibile.

A tal fine la certificazione EMAS responsabilizza direttamente gli attori del sistema produttivo e introduce un canale informativo ambientale con i propri stakeholders, pubblici e privati.

Il certificato Ecolabel invece introduce elementi di visibilità per le organizzazioni ambientalmente "virtuose", permettendo così di aggiungere una ulteriore leva strategica al proprio posizionamento competitivo.

Da questo punto di vista il logo EMAS e il marchio Ecolabel sono strumenti di comunicazione ambientale che contraddistinguono gli environmental leaders del mercato europeo.

I requisiti degli indicatori da usare in questa disciplina sono stabiliti dalla normativa europea[11]:

"I dati grezzi generati da un sistema di gestione ambientale saranno usati in varie maniere per mostrare le prestazioni ambientali di un'organizzazione. A tal fine essa potrà utilizzare i pertinenti indicatori di prestazioni ambientali esistenti garantendo che quelli scelti:

a) forniscano una valutazione accurata delle prestazioni dell'organizzazione,

b) siano comprensibili e privi di ambiguità,

c) consentano un confronto da un anno all'altro al fine della valutazione dell'andamento delle prestazioni ambientali dell'organizzazione,

d) consentano confronti con risultati di riferimento a livello settoriale, nazionale o regionale, come opportuno,

e) consentano eventualmente confronti con requisiti normativi."

[11] Nuovo Regolamento (Ce) N. 761/2001 del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 marzo 2001 sull'adesione volontaria delle organizzazioni a un sistema comunitario di ecogestione e audit (EMAS), allegato III, punto 3.3. "Criteri per relazionare sulle prestazioni ambientali"

Anche per l'implementazione di questi criteri è necessario disporre di un adeguato sistema informativo ambientale.

ISO 14001 e ISO 14031

Le norme UNI[12] sui Sistemi di gestione ambientale richiedono risultati molto concreti in merito ad aspetti chiave della gestione ambientale:

- Politica ambientale - l'alta dirigenza deve assicurarsi che sia conforme alla relativa legislazione, adeguata alla realtà aziendale, tesa al miglioramento continuo e alla prevenzione dell'inquinamento;
- Aspetti ambientali - l'organizzazione deve stabilire ed attivare procedure per l'individuazione degli aspetti ambientali delle proprie attività. Deve inoltre prenderli in considerazione nello stabilire i propri obiettivi ambientali.
- Obiettivi e traguardi - l'organizzazione deve stabilire e mantenere obiettivi e traguardi documentati, coerenti con la politica ambientale e la prevenzione dell'inquinamento.
- Programmi di gestione ambientale - che devono contenere l'indicazione su responsabilità, tempi e mezzi per il raggiungimento degli obiettivi e dei traguardi;
- Sorveglianza e misurazioni - l'organizzazione deve sviluppare procedure documentate di sorveglianza e misurazione di fenomeni rilevanti per l'ambiente.

Questa normativa implica una regolare registrazione delle performances ambientali, controlli operativi appropriati e conformi agli obiettivi dell'organizzazione. Essa definisce il processo di valutazione delle prestazioni come "processo e strumento gestionale interno e dinamico, che utilizza gli indicatori per raccogliere informazioni e confrontare le prestazioni ambientali passate e presenti con i propri criteri di valutazione".

Quest'ultimo è articolato in fasi successive che comprendono:

[12] Gruppo di lavoro ISO/TC 207 per la "Gestione ambientale" - norme UNI EN ISO 14001del 1996 e UNI EN ISO 14031 del 2000

- selezione, sviluppo e scelta degli indicatori di valutazione delle prestazioni ambientali
- misurazione degli indicatori, attraverso un’attività di raccolta di dati;
- analisi e conversione dei dati in informazioni rappresentative delle prestazioni conseguite;
- valutazione delle informazioni in relazione ai criteri di valutazione adottati;
- reporting e comunicazione delle informazioni elaborate nelle fasi precedenti;
- revisione e miglioramento del processo.

L'output di questo insieme di processi deve essere orientato a:

- migliorare qualità, affidabilità e disponibilità dei dati;
- migliorare capacità di analisi e valutazione dei dati raccolti;
- sviluppare, identificare e affinare gli indicatori più efficaci;
- ricomprendere queste informazioni nei processi decisionali aziendali.

Ovviamente, per poter evidenziare conformità alle leggi ed ai regolamenti ambientali applicabili e gestire questo insieme coordinato di informazioni, bisogna saperle misurare e registrare correttamente.

Al fine di poter valutare queste performances, la normativa predispone una “Valutazione della prestazione ambientale“ (EPE - Environmental performance evaluation), che viene definita come il processo di raccolta, analisi e riesame periodico dei dati ambientali ed il miglioramento di tale processo.

La Valutazione della prestazione ambientale è uno strumento di gestione interno, concepito per determinare se la prestazione ambientale di un’organizzazione rispetta i criteri stabiliti dalla direzione dell’organizzazione stessa.

AIA

La direttiva IPPC, oltre a formalizzare l'interesse europeo di riduzione di emissioni nocive e definire natura e criteri di redazione delle BAT, predispone anche l'AIA – Autorizzazione Integrata Ambientale.

L'Autorizzazione Integrata Ambientale è il provvedimento che autorizza l'esercizio di un impianto imponendo misure tali da evitare oppure ridurre le emissioni nell'aria, nell'acqua e nel suolo. L'AIA sostituisce ogni altra autorizzazione, visto, nulla osta o parere in materia ambientale previsti dalle disposizioni di legge e dalle relative norme di attuazione[13].

L'autorizzazione va richiesta solo per i seguenti settori di attività industriale, in virtù del loro particolare contributo all'emissione di sostanze nocive nell'ambiente[14]: energia, produzione e trasformazione di metalli, industria mineraria, gestione dei rifiuti, altre attività (cartiere, allevamenti, macelli, industrie alimentari, concerie…).

2.7 Analisi delle spese ambientali nel settore termoelettrico

L'Istat raccoglie annualmente i dati inerenti gli investimenti ambientali in Italia. Tali informazioni comprendono la rilevazione annuale delle principali tipologie di spesa che le imprese sostengono per la protezione dell'ambiente.

Secondo i criteri Istat sono "spese per la protezione dell'ambiente" le spese per attività e azioni di prevenzione e riduzione dei fenomeni di inquinamento e degrado ambientale nonché di ripristino della qualità dell'ambiente, a prescindere dalla ragione che le determina (provvedimento normativo, convenzione con ente locale, decisione aziendale ecc.). Sono incluse le spese – correnti e di investimento – per attività e azioni che abbiano come scopo principale uno o più dei seguenti obiettivi: raccolta, trattamento, prevenzione, riduzione, eliminazione e monitoraggio dell'inquinamento, nonché di ogni altra forma di degrado dell'ambiente; sono invece escluse le spese sostenute per limitare l'utilizzazione di risorse naturali, come anche le spese per attività che, pur esercitando un impatto

[13] Tranne le disposizioni relative al controllo dei pericoli di incidenti rilevanti connessi con determinate sostanze pericolose.

[14] Elencate nell'allegato I del D.Lgs 59/2005

favorevole sull'ambiente, sono effettuate per perseguire altri scopi principali, quali igiene e sicurezza dell'ambiente di lavoro.

Spese totali per la protezione dell'ambiente sostenute dalle imprese - Anni 1997-2006 *(valori in milioni di euro a prezzi correnti)*

Anno	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**
Spesa totale	10.330	14.241	16.086	17.969	26.003	23.696	18.813	20.770	24.594	25.512

Tabella 2.3 – Spese totali delle imprese per l'ambiente (2008) - Fonte: ISTAT

Alla luce di questa indagine statistica, in Italia, la maggior parte degli investimenti sono per tecnologie end-of-pipe, cioè di fine ciclo. Queste tecnologie puntano all'abbattimento dell'inquinamento dopo che esso si è formato nel processo produttivo. Esempi di questo tipo di investimenti possono essere considerati i filtri per il trattamento dei reflui gassosi; reti di raccolta e convogliamento dei reflui; impianti e attrezzature per lo stoccaggio ed il trasporto dei rifiuti, il trattamento e/o il recupero dei rifiuti (incluso il compostaggio), lo smaltimento finale (ad esempio termoinceneritori); reti di drenaggio per evitare o trattare versamenti accidentali di rifiuti, materie prime e reflui liquidi che possono contaminare il suolo e/o le falde; strumenti e sviluppo di strumenti per l'identificazione e l'analisi delle fonti di inquinamento, della dispersione degli inquinanti nell'ambiente e degli effetti sugli uomini e sulle specie animali e vegetali.

Gli investimenti end-of-pipe quindi non contribuiscono a ridurre la quantità di inquinanti prodotti, come avviene invece in seguito ad investimenti "integrati" nella struttura produttiva.

Investimenti delle imprese dell'industria in senso stretto (eccetto divisione 37) (*) per la protezione dell'ambiente per tipologia . Anni 2003-2005 (*composizioni percentuali* **)**

ANNO	Investimenti *end-of-pipe*	Investimenti integrati	Totale
2003	74,4	25,6	**100**
2004	76,0	24,0	**100**
2005	57,9	42,1	**100**

Investimenti delle imprese dell'industria in senso stretto (*eccetto divisione 37*) (*) per la protezione dell'ambiente per settore ambientale. Anni 2003-2005 (*composizioni percentuali***)**

SETTORE AMBIENTALE	2003	2004	2005
Protezione dell'aria e del clima	30,5	38,0	36,6
Gestione delle acque reflue	31,8	24,5	17,3
Gestione dei rifiuti	14,1	15,6	11,5
Altro(*)	23,6	21,9	34,6
Totale	**100,0**	**100,0**	**100,0**

(*) Tale voce comprende i seguenti settori ambientali: protezione e risanamento del suolo, delle acque del sottosuolo e delle acque di superficie; abbattimento del rumore e delle vibrazioni; protezione della biodiversità e del paesaggio; protezione dalle radiazioni; ricerca e sviluppo per la protezione dell'ambiente; altre attività di protezione dell'ambiente

Tabella 2.4 - Spese delle imprese per l'ambiente (2008) - Fonte: ISTAT

Sulla base di quanto sopra l'impegno finanziario affrontato da Enel in Italia nel 2005 per la protezione ambientale risulta pari a:

• 100 milioni di euro per gli investimenti;

• 344 milioni di euro per le spese correnti.

La quasi totalità di questi importi si riferisce all'attività elettrica; Gli investimenti ambientali su impianti esistenti (73% del totale) sono riferiti per il 43% alla distribuzione di energia elettrica e per il 57% alla produzione.

Tra questi ultimi vi sono investimenti per:

sistemi di cristallizzazione dei reflui liquidi del processo di desolforazione dei fumi; fornitura e messa in opera dei sistemi di abbattimento delle emissioni; recupero dei siti contaminati nelle aree definite di "interesse nazionale" dalla Legge 426/98; installazione o

miglioramento di sistemi di disoleazione delle vasche di raccolta dei drenaggi (nelle centrali idroelettriche); adozione di sistemi di insonorizzazione; sostituzione di sgrigliatori e paratoie; bonifica di materiali contenenti amianto.

Gli investimenti ambientali su impianti nuovi (27% del totale) risultano quasi interamente a carico della distribuzione di energia elettrica (83%).

Nel caso della distribuzione di energia elettrica gli investimenti riguardano essenzialmente la realizzazione di linee elettriche (sostitutive o nuove) ambientalmente compatibili.

Le spese ambientali correnti del 2005 fanno capo quasi esclusivamente alla produzione di energia elettrica.

Per il 76% (263 milioni di euro) esse sono dovute a extracosti combustibili, cioè, sostanzialmente, alla maggiore spesa sostenuta per l'impiego, obbligato da prescrizioni ambientali, di combustibili a ridotto tenore di zolfo in luogo di quelli utilizzabili in assenza dei vincoli ambientali che rendono necessario il ricorso a questa misura gestionale.

Le rimanenti spese correnti sono quelle per attività di protezione dell'ambiente svolte in proprio o per servizi di protezione dell'ambiente acquistati all'esterno: funzionamento e manutenzione delle apparecchiature e dei sistemi aventi funzioni ambientali, smaltimento dei rifiuti, adozione e funzionamento di Sistemi di Gestione Ambientale, personale Enel e delle imprese coinvolte in queste attività, formazione ambientale, ecc.

Le imposte classificate "a base imponibile ambientale", oggetto di registrazione separata in base ai nuovi criteri Istat, hanno comportato nel 2005 esborsi per 22,5 milioni di euro ("tassa" sulle emissioni di SO_2 e NO_X, contributi sul kWh geotermoelettrico, quota della "carbon tax" afferente a imposta di consumo sul carbone).

Altri 31 milioni di euro ricadono comunque su Enel a fronte dell'altra quota della "carbon tax", connessa con la rideterminazione delle accise sulla generalità dei combustibili.

L'Enel conteggia tra le proprie spese ambientali anche i mancati ricavi connessi con la riduzione di produzione di taluni impianti idroelettrici in conseguenza della richiesta di rilascio di una parte della portata d'acqua nell'alveo sotteso al fine di preservarne gli ecosistemi (Deflusso Minimo Vitale); si è trattato, nel 2005, di ben 52 milioni di euro.

Le spese ambientali di EdiPower, rispetto a quelle di Enel, sono di differente composizione a causa della grande diversità dell'organizzazione aziendale: EdiPower è un'azienda che si occupa esclusivamente di gestione efficiente e riconversione di centrali elettriche, lasciando ad altri soggetti del gruppo (Edison Trading S.p.A., Aem Trading S.r.l., Atel Energia S.r.l. e IRIDE Mercato S.p.A.) i rischi connessi all'approvvigionamento dei combustibili usati e alla commercializzazione dell'energia prodotta. Questo tipo di contratto è definito Tolling Agreement, una forma assimilabile a quella dell'appalto di lavorazione di merce per conto di terzi, definiti "toller".

In pratica EdiPower non acquista direttamente il combustibile che brucia negli impianti che gestisce quindi, ad esempio, non possono afferire al proprio bilancio poste come gli extracosti combustibile, che invece pesano molto nella composizione delle spese ambientali Enel. Le spese ambientali EdiPower ed Edison, nel 2006, sono state rispettivamente pari a 18,1 e 35,7 milioni di Euro.

3.1 Il modello CAMBIA (Contabilità AMBientale di Impresa Analitica)

Questo modello di database è stato sviluppato al fine di creare strumenti di gestione che siano in linea con le esigenze di contabilizzazione dei dati ambientali, di cui si è scritto nei precedenti paragrafi.

Descriviamo ora lo schema concettuale del modello, che è un database programmato in Access, con maschere di inserimento, tabelle relazionali e reportistica integrata. Ne illustreremo principalmente il percorso logico generale, rimandando al manuale per un approccio esemplificativo e maggiormente dettagliato.

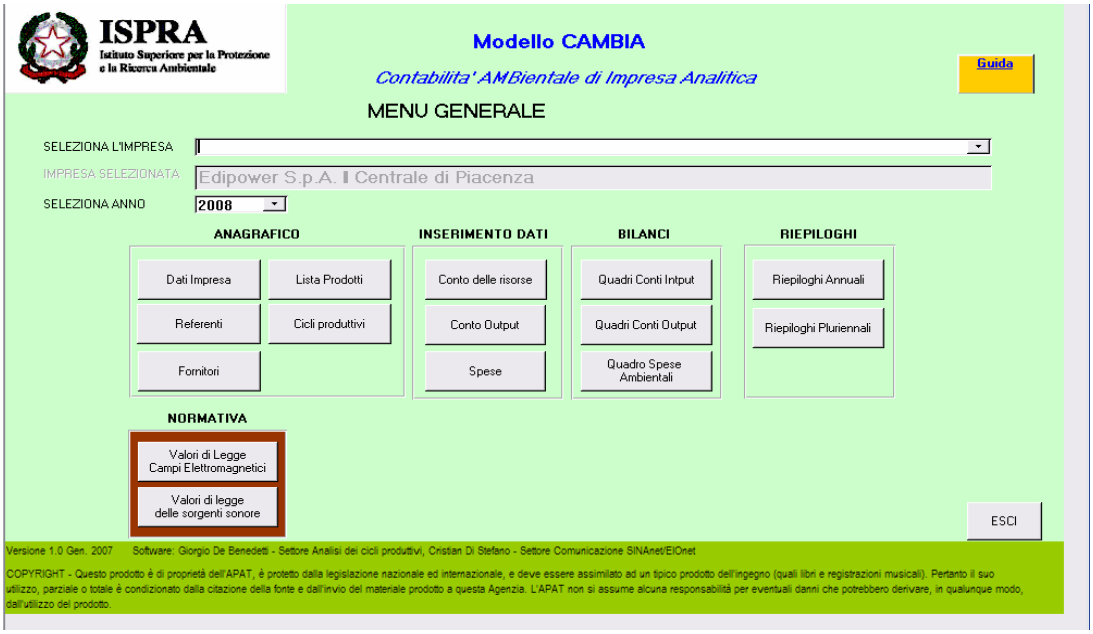

Figura 3.1 – Maschera principale del modello CAMBIA

Il modello è suddiviso in cinque sezioni, le prime tre permettono inserimento e modifica dati, le ultime due sono di output (elaborazione indicatori e reporting):

1) Anagrafico
2) Normativa
3) Inserimento Dati
4) Bilanci
5) Riepiloghi

Sezione Anagrafica

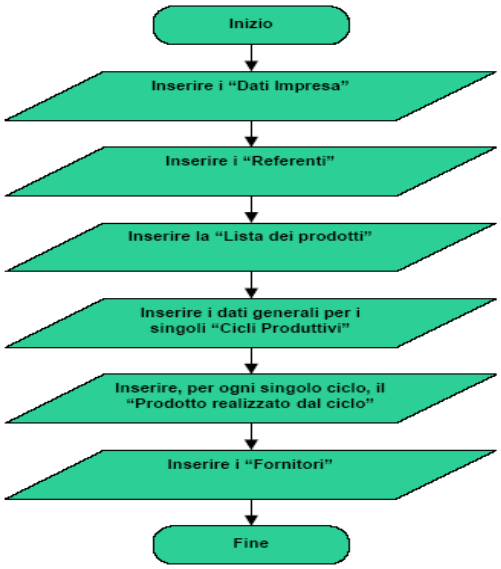

Figura 3.2 - Percorso logico di utilizzo del modello di contabilità ambientale CAMBIA

Dati impresa

Il modello CAMBIA è stato progettato per registrare e comparare dati ambientali di più imprese. A tal fine, dalla finestra "Dati Impresa", è possibile inserire, ricercare e modificare i dati anagrafici delle aziende oggetto di analisi, definendo date di riferimento di eventuali cambiamenti.

Referenti

Il modello prevede l'inserimento di informazioni relative al soggetto responsabile del corretto inserimento dei dati nel modello (nelle aziende è generalmente un alto dirigente, Responsabile del Sistema di Gestione Ambientale).

Lista Prodotti

L'elenco dei prodotti che sono realizzati è indispensabile per il successivo inserimento dei dati relativi ai processi produttivi presenti nell'impresa. Le informazioni richieste sono

nome, descrizione sintetica delle caratteristiche ed eventualmente una nota più estesa ed un codice interno di riconoscimento del prodotto.

Cicli Produttivi

Il sistema consente di definire per ogni impresa un insieme di processi di lavorazione, definiti appunto cicli produttivi.

A ciascuno di essi è associata la produzione di un singolo prodotto. Una volta definito il ciclo, deve essere dichiarato il prodotto ad esso associato, specificando quantità ed eventualmente valore della produzione, con attenzione alla omogeneità delle unità di misura..

L'inserimento dei dati di produzione consente di calcolare indicatori di performance per ogni singolo elemento di input e output presente nel modello (risorse consumate, emissioni, rifiuti etc). Gli indicatori specifici saranno quindi automaticamente parametrizzati al dato di produzione annua in fase di reporting.

Tale impostazione consente di:

- paragonare il rendimento di processi industriali diversi (che producono lo stesso prodotto)
- analizzare un particolare ciclo produttivo, evidenziando l'evoluzione nel tempo dei consumi di materie prime, o le emissioni diffuse, o le spese ambientali sostenute.

Fornitori

Il modello prevede l’inserimento del Fornitore per:

- acquisto di materie prime
- acquisto di servizi, ad esempio per lo smaltimento dei rifiuti

È quindi indispensabile creare una sezione anagrafica destinata ad accogliere i dati anagrafici dei vari fornitori, specificandone la eventuale appartenenza al medesimo gruppo industriale.

Sezione “normativa”

Il modello prevede la registrazione delle misure per il monitoraggio dell’inquinamento elettromagnetico ed acustico.

Le singole misure vengono confrontate automaticamente con i limiti espressi dalla normativa in vigore per stabilire eventuali superamenti dei limiti di legge.

Dalla sezione “normativa” è possibile inserire ed aggiornare i valori limite previsti dalla legislazione attuale in merito ai “Valori di Legge Campi Elettromagnetici” e “Valori di legge delle sorgenti sonore”.

Sezione Inserimento Dati

Per contabilizzare gli aspetti ambientali è necessario inserire tre tipologie diverse di informazioni:

- risorse consumate dall’impresa
- inquinanti prodotti (aria, acqua, rifiuti, rumore ed elettromagnetismo)
- spese ambientali sostenute dall’impresa.

Il sistema di tabelle relazionali del modello consente di identificare tali dati, distinguendo i dati fisici (strutturati su tre livelli) da quelli economici (strutturati su due livelli).

Ad ogni nuovo inserimento viene quindi associato automaticamente un codice interno al sistema che lo collega univocamente ai diversi livelli in cui si è scelto di catalogare il dato.

Le risorse sono distinte in due grandi tipologie, quelle acquisite direttamente dal patrimonio naturale e quelle derivanti dal sistema industriale. Le classificazioni delle risorse sono strutturate in base al codice ATECO.

Ad esempio, la categoria “Energia Elettrica” è associata all’omonimo conto identificato dal codice “B.I.9” (tra le risorse acquistate dal sistema industriale). Questa categoria comprende le due sottocategorie “Energia elettrica da fonti rinnovabili”,

(codice “B.I.9.1”) e “Energia elettrica da fonti non rinnovabili”, (codice “B.I.9.2”). Ogni sottocategoria si divide ulteriormente con sottoconti di secondo livello; ad esempio il sottoconto “B.I.9.1” (“Energia elettrica da fonti rinnovabili”) comprende cinque sottoconti:“B.I.9.1.1”(“Da geotermia”);“B.I.9.1.2” (“Da Eolico”);“B.I.9.1.3” (“Da Solare”); “B.I.9.1.4” (“Idroelettrica”);“B.I.9.1.5” (“Da altre fonti”).

Gli inquinanti sono suddivisi in cinque tipologie di conto:

Rifiuti, Emissioni in atmosfera, Inquinamento dei corpi idrici, Inquinamento acustico e Inquinamento elettromagnetico.

Gli inquinanti o i rifiuti sono distinti in un insieme coordinato di sottoconti, che li identifica univocamente.

I conti relativi ai rifiuti sono strutturati sulla base del codice CER.

La struttura dei conti spese (su due livelli) segue invece la classificazione CEPA. Ogni conto è corredato di una nota esplicativa che funge da supporto intuitivo per la riclassificazione delle singole voci di spesa ambientale.

L’inserimento dei dati viene effettuato selezionando di volta in volta l’anno, il ciclo produttivo e il conto.

Ogni tipo di conto ha una maschera d'inserimento dati coerente con le informazioni che tale conto sarà destinato ad accogliere.

Ogni maschera consente la scelta dell’anno, del ciclo produttivo e del conto.

Sezione “bilanci”

La sezione Bilanci elabora e raccoglie i risultati ottenuti, suddividendoli in tre sottosezioni:

• *quadri Conti Input*, che riassume dati ed indicatori relativi alle risorse naturali od industriali impiegate come input in ciascun ciclo produttivo;

• *quadri Conti Output*, che riporta i dati annuali sugli inquinanti prodotti da ciascun ciclo produttivo e dell’intera impresa;

• *quadro Spese Ambientali*.

I quadri sono dei report che forniscono un consuntivo annuale dettagliato dei dati inseriti e calcolano, per i bilanci fisici, gli indicatori di performance.

Ogni indicatore è calcolato rapportando la quantità di risorsa consumata (o di inquinante prodotto) con la quantità di prodotto realizzato nel ciclo produttivo.

Gli indicatori consentono di confrontare i dati relativi a un ciclo produttivo nei diversi anni oppure di effettuare benchmarking gestionale e tecnologico con aziende con medesime caratteristiche produttive.

Quadri conti input:

Nella sezione quadri Conti Input delle Risorse attinte direttamente dal patrimonio naturale sono riportate in dettaglio la quantità di materie prime utilizzate ed il paese da cui tale materia prima è stata prelevata.

Si forniscono altresì informazioni circa il valore delle materie prime del Quadro e si evidenzia la quantità di materia prima utilizzata per ciascuna unità di prodotto finito di un ciclo produttivo ("Quantità per unità di prodotto").

La seconda parte di questi rendiconti sono inerenti alle risorse prodotte dal sistema industriale e acquisite anche a titolo gratuito dall'impresa per realizzare i prodotti finiti.

Il Quadro Contabile riporta la quantità totale utilizzata, evidenziandone l'eventuale provenienza estera od esterna al gruppo industriale dell'azienda in esame. Queste informazioni danno utili indicazioni a verificare la capacità dell'impresa di gestire autonomamente i propri cicli produttivi.

Anche qui viene calcolato l'indicatore di performance che evidenzia la quantità di materia prima utilizzata per ciascuna unità di prodotto finito di un ciclo produttivo ("Quantità per unità di prodotto").

Quadri Conti Output

La sezione è suddivisa in cinque quadri;

1. Rifiuti

2. Inquinamento atmosferico
3. Corpi idrici
4. Inquinamento acustico
5. Inquinamento elettromagnetico

Per i primi tre report viene calcolato anche l'indicatore “Quantità per unità di prodotto”, ottenuto parametrizzando le emissioni con l'ammontare di prodotto finito.

Nelle ultime due vengono invece evidenziati i superamenti dei limiti di legge delle emissioni ed immissioni sonore ed elettromagnetiche. Queste rilevazioni sono espresse in termini assoluti e percentuali.

RIFIUTI

Questo quadro evidenzia le quantità totali prodotte, le località di smaltimento (Italia/Estero), la tipologia di smaltimento ed eventuale appartenenza della società che effettua lo smaltimento al medesimo gruppo industriale dell'azienda in esame. Per ogni ciclo produttivo è elaborato l’indicatore “Quantità per unità di prodotto”.

INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Riporta dettagliatamente la quantità totale prodotta, distinguendo tra emissioni convogliate (più facilmente misurabili e quindi maggiormente gestibili) ed emissioni diffuse (di rilevazione e gestione più complessa).

Per ogni ciclo produttivo è riportato l’indicatore “Quantità per unità di prodotto”.

CORPI IDRICI

Riporta per ogni inquinante la quantità prodotta in ogni ciclo produttivo, suddividendola per tipo di destinazione dello scarico (acqua dolce, mare, suolo) e per tipo di depurazione (interna o esterna al gruppo dell’impresa).

In linea con la prassi di rilevazione di questa tipologia di inquinanti, è possibile inserire i dati anche in termini di concentrazione, espressa in mg/l, non solo in quantità assoluta. Per ogni ciclo produttivo sarà quindi riportato l’indicatore “Quantità per unità di prodotto”, se l'inserimento è avvenuto in quantità assolute.

INQUINAMENTO ACUSTICO

In questo report si evidenziano i superamenti assoluti e percentuali dei limiti di legge delle emissioni ed immissioni sonore. A tal fine, in fase di inserimento dati, bisogna anche indicare classe di destinazione dell'area in cui è presente l'impresa, presenza di un Piano di Risanamento Acustico ed eventuali interventi previsti ed attuati su tale tipo di inquinamento. Le rilevazioni e gli eventuali superamenti sono suddivisi in "diurni", "notturni" e "totali.

INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

In questa sezione vengono riportate le misure e i superamenti dei limiti di legge dei campi elettromagnetici. A tal fine, per ogni misura, devono essere indicati "Sorgente" e "Soggetti irradiati".

Quadro Spese Ambientali

Riporta i riepiloghi dei dati economico ambientali del modello, suddivisi per Spese Correnti ("interne" che comprendono le voci "Costo del lavoro", "Consumi intermedi" e "Spese Correnti" ed "esterne", cioè le "attività acquistate all'esterno" dell'impresa) e Spese in conto capitale, con i diversi tipi di aggregazioni di tali voci.

Per ottenere i report del Quadro spese ambientali bisogna scegliere l'anno, il codice del conto e il ciclo produttivo delle spese che si desidera visualizzare.

Il report contiene tre sezioni.

Nella prima sezione per ogni SOTTOCONTO sul quale siano state imputate spese sono presenti tre tipologie di quadri:

• un quadro riassuntivo delle spese relative a tutta l'impresa, imputate sul singolo sottoconto, per ogni singolo ciclo produttivo;

• un quadro relativo alle spese imputate sul sottoconto

• la lista degli inquinanti sul cui abbattimento si è investito, imputate sul sottoconto;

Nella seconda sezione, per ogni CONTO sui cui sottoconti siano state imputate spese, un quadro riassuntivo delle spese ambientali.

Nella terza sezione, per ogni CICLO PRODUTTIVO un riepilogo totale delle spese.

Sezione "riepiloghi"

Una sintesi dei risultati ottenuti mediate l'elaborazione dei dati è raccolto nella sezione Riepiloghi,

suddivisa in due sottosezioni:

• riepiloghi annuali;

• riepiloghi pluriennali.

I riepiloghi, visualizzati dal sistema informatico sotto forma di report, forniscono una sintesi dei dati inseriti, comprensiva per i bilanci fisici degli indicatori di performance precedentemente illustrati.

Sia i riepiloghi annuali, sia i riepiloghi pluriennali comprendono nove voci:

- due relative alle Risorse, (Risorse naturali e industriali);
- cinque relative agli output: (Rifiuti, Emissioni, Corpi Idrici, Rumore e Elettromagnetico);
- due relative alle spese: (Spese e Spese per inquinante).

Tutti i riepiloghi sono strutturati aggregando i dati a partire dal ciclo produttivo, per il quale è riportato anche il prodotto che il ciclo realizza. I riepiloghi pluriennali riportano le serie storiche dei dati per il periodo selezionato.

I dati inerenti a Risorse naturali, risorse industriali, rifiuti, emissioni e scarichi idrici sono aggregati a livello del primo sottoconto, viene quindi visualizzati i dati raggruppando categorie di input o output omogenei.

RISORSE NATURALI E RISORSE INDUSTRIALI

Vengono riportate la quantità consumata, il valore in euro e l'indicatore di performance, ossia il consumo per unità di prodotto.

RIFIUTI

Per ogni ciclo viene riportata la quantità totale prodotta, la percentuale per ogni tipo di smaltimento e l'indicatore di performance, quantità di rifiuto per unità di prodotto.

EMISSIONI

Per ogni ciclo produttivo viene riportata la quantità totale emessa, le percentuali di emissioni convogliate e diffuse e l'indicatore di performance, quantità emessa per unità di prodotto.

SCARICHI IDRICI

Oltre alla quantità totale, sono riportate le quantità scaricate direttamente in acqua e nel suolo, la quantità che passa attraverso un depuratore e l'indicatore di performance.

RUMORE

Per ogni ciclo produttivo sono riportate le misure, il numero e la percentuale di superamenti dei livelli fissati dalla normativa.

CAMPI ELETTROMAGNETICI

I dati sono aggregati in due categorie: alta e bassa frequenza. Per ogni categoria sono riportate le misure e i superamenti, sia a livello di impresa, sia a livello di singolo ciclo produttivo.

SPESE

Vengono riportate le spese in conto corrente e in conto capitale per ogni singolo sottoconto e i totali per ogni conto.

SPESE PER INQUINANTE

Sono riportate le spese affrontate dall'impresa per abbattere ogni singolo inquinante, rifiuto, emissione o sostanza scaricata per via idrica, calcolate sulla base delle percentuali indicate in fase di immissione dei dati relativi alle spese.

3.2 I test sul modello

Il lavoro che è stato fatto sul modello è stato di inserimento dei dati di alcune centrali termoelettriche italiane, di proprietà Enel ed Edipower, innanzitutto al fine di verificarne funzionalità, affidabilità e praticità di utilizzo.

Tale lavoro ha implicato anche alcuni spunti di sviluppo di nuove funzionalità e correzione di piccole imprecisioni di programmazione, il tutto cercando un sostanziale equilibrio tra le due ottiche complementari della intuitività e della flessibilità di utilizzo.

La base di dati su cui si è lavorato sono state le dichiarazioni EMAS, che riportano con dovizia di particolari quasi tutte le informazioni ambientali rilevanti su dati fisici. Gli unici dati fisici più difficoltosi da reperire sono quelli inerenti l'inquinamento elettromagnetico.

Al contrario gran parte delle dichiarazioni hanno informazioni economiche di rilevanza ambientale poco dettagliate: tali informazioni prevedono criteri di contabilizzazione non necessariamente compatibili con i metodi contabili tradizionali, le cui voci di spesa confluiscono nei bilanci consolidati delle grandi aziende che gestiscono gli impianti. Nei bilanci aziendali consolidati non si pone l'accento sui vari centri di costo o di reddito aziendali, come potrebbero essere le singole centrali di cui il gruppo fa parte, bensì si aggregano le voci di costo omogenee di tutte le unità aziendali. Ciò avviene per poter avere un quadro complessivo, nel rispetto della unitarietà di gestione aziendale.

Le centrali

Sono state analizzati i dati ambientali di due centrali termoelettriche: la centrale EdiPower di **Sermide** (MN) e la centrale ENEL Edoardo Amaldi di **La Casella** (PC).

La centrale di **Sermide** ha una potenza complessiva di 1780 MWe. La produzione è affidata a due sezioni termoelettriche tradizionali (della potenza elettrica di 320 MWe ciascuna) e da due ulteriori sezioni (da 380 e 760 MWe) riconvertite a ciclo combinato ed entrate in pieno servizio nel 2005. La Centrale è gestita da 173 dipendenti e si avvale di ditte esterne per le attività di pulizia e manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il combustibile utilizzato nei CCGT è esclusivamente il Gas Naturale. La variazione del consumo negli anni è collegata esclusivamente alle variazioni di energia prodotta e dal rendimento delle sezioni termoelettriche.

Nel 2006 è stato consumato Olio Combustibile Denso (OCD) sulle sezioni termoelettriche tradizionali, a causa dell'emergenza gas del 2005.

Una piccola quantità di gasolio viene consumata per le caldaie ausiliarie ed altre apparecchiature di emergenza in funzione delle ore di inattività dei gruppi.

La centrale di **La Casella** è entrata in funzione nei primi anni '70, nell'assetto di impianto termoelettrico tradizionale con caldaie alimentate ad olio combustibile.

L'impianto, progettato per il funzionamento di tipo continuativo, ha contribuito fino al termine del 1997 alla copertura della base della richiesta di energia da parte della rete nazionale, con un rendimento medio del 39%; successivamente ha svolto prevalentemente un ruolo di riserva per soddisfare la richiesta di energia nei periodi di punta, con rendimenti naturalmente inferiori.

Successivamente si è deciso di riconvertire la centrale per la combustione di gas naturale in ciclo combinato. Questo processo è terminato a dicembre 2003, quando tutte e quattro le unità trasformate sono entrate in esercizio commerciale, tornando al pieno regime produttivo.

L'impianto di La Casella nel nuovo assetto dispone di una potenza efficiente lorda complessiva di circa 1.524 MW, suddivisa su quattro unità di produzione uguali di circa 381 MW ciascuna ed impiega come combustibile per la produzione di energia elettrica esclusivamente gas naturale.

Le attività di conduzione, manutenzione e controllo di tutte le apparecchiature sono svolte dal personale dell'impianto, che si compone di 115 persone (al dicembre 2004).

Le spese correnti della centrale di La Casella sono risultate pari a 255.000 euro per investimenti di natura ambientale e di 794.000 euro per spese correnti, al netto dei ricavi.

L'analisi

Il periodo esaminato è il triennio 2004-2006, durante il quale la centrale di Sermide ha avviato le nuove sezioni a ciclo combinato disattivando le unità convenzionali, ad eccezione di due mesi nel 2006.

Nel 2006 infatti, a seguito dell'emergenza gas, il Ministero delle Attività Produttive ha autorizzato con DL 26 gennaio 2006 n. 19, il funzionamento delle sezioni termoelettriche convenzionali, stabilendo dei limiti di emissione più elevati del normale (incremento del 325% dei limiti di legge per SO_2 e del 175% per gli NO_X).[15]

Questa particolarità consente di evidenziare la differenza di performance ambientale tra l'anno 2005, in cui hanno funzionato soltanto le sezioni a gas a ciclo combinato, e gli anni 2004 e 2006, durante i quali il livello di emissioni in atmosfera è stato negativamente influenzato dall'utilizzo delle sezioni convenzionali.

Nel triennio in analisi, la centrale Enel di La Casella ha invece operato soltanto tramite cicli combinati, immettendo in atmosfera una quantità di NO_X, CO e CO_2 proporzionale alla sua produzione annuale di energia elettrica, che è in costante diminuzione a partire dal 2004.

Tramite questo modello è quindi possibile:

- paragonare le performances ambientali di una stessa unità produttiva in tempi diversi, analizzando quindi l'influsso della tecnologia adottata sul rendimento del ciclo produttivo. La seguente tabella evidenzia i consumi di acqua di refrigerazione della centrale di Sermide nel triennio 2004-2006:

---

[15] Limiti di legge:
SO_2= 400 mg/Nmc (1700 durante l'emergenza gas);
NO_x= 200 mg/Nmc (550 durante l'emergenza gas).

Rif.leg.: D. MICA 08/08/2000 ; DM 12/07/1990 All.3 ; DM 21/12/1995 ; D. MICA 08/08/2000 ; DGR VI/1341 12/10/99

SINTESI - RISORSE

Ciclo *produzione elettrica* **Prodotto** elettricità

P.N.3 ACQUA

Risorsa		Quantità	Valore	Indicatore
P.N. 3.1 ACQUE SOTTERRANEE				
	2006	71,000 m3		0,012 l/MWh di prodotto
P.N. 3.2 ACQUE SUPERFICIALI IN PREVALENZA DOLCI				
	2004	848.700.000,000 m3		119,502 m3/MWh di prodotto
	2005	700.695.000,000 m3		113,052 m3/MWh di prodotto
	2006	706.471.000,000 m3		117,315 m3/MWh di prodotto

lunedì 22 settembre 2008 *Pagina 1 di 1*

Tabella 3.3 – Esempio di report del modello CAMBIA: Sintesi Pluriennale Risorse Naturali della centrale di Sermide.

Notare il rendimento più elevato nell'anno 2005, in cui la centrale ha prodotto energia esclusivamente tramite ciclo combinato.

- paragonare le performances ambientali di unità produttive diverse nel medesimo periodo, analizzando le differenze di rendimento a parità di tecnologia.

La seguente tabella evidenzia i risultati ottenuti dall'elaborazione degli indicatori di performance (quantità immessa in atmosfera/energia elettrica prodotta) del modello CAMBIA, per quanto riguarda alcuni inquinanti nell'anno 2005.

	La Casella	Sermide
NO_x (kg/MWh)	0,138	0,108
CO (kg/MWh)	0,003	0,001
CO_2 (t/MWh)	0,373	0,371

Tabella 3.4 – Sintesi comparativa di emissione Inquinanti in atmosfera delle centrale di Sermide e La Casella nell'anno 2005.

3.3 I miglioramenti

Lo scopo di questo studio è stato di eseguire dei test sul modello CAMBIA per saggiarne l'applicabilità in un settore produttivo specifico come quello termoelettrico, recuperando dati ufficiali forniti dai gestori delle centrali. L'orientamento di fondo che ha guidato il lavoro è stato costantemente rivolto al conseguimento di molteplici obbiettivi:

- scelta adeguata di dati grezzi da immettere nel modello, con particolare riferimento alle unità di misura più adatte per lo scopo prefissato
- rilevare le problematiche del modello ed intervenendo su di esse in maniera da non pregiudicare l'elaborazione in caso di utilizzo in settori diversi dal termoelettrico, in quanto questo ambito è solo uno dei tanti a cui è rivolto questo strumento di analisi

Il risultato di questo lavoro ha prodotto numerose correzioni di varia entità sul database informatico. Si tratta generalmente di aspetti secondari, legati all'interfaccia grafica, alle maschere di inserimento, alla scelta delle unità di misura ed alla modalità di navigazione tra i vari menu del modello.

La modifica più profonda ha riguardato l'inserimento dei rifiuti, che ha riallineato l'elenco dei codici alla più recente normativa europea[16], prevedendo una distinzione tra pericolosi e non pericolosi in fase di reporting, con possibilità di calcolare subtotali per ciascuna tipologia di rifiuti. Ora l'inserimento dati è estremamente veloce, in quanto guidato dal codice CER, dettagliato e rigoroso da un punto di vista di obblighi di legge.

In allegato sono disponibili screenshots del Quadro Output Rifiuti della centrale di La Casella, nell'anno 2006.

Anche il reporting è stato migliorato eliminando alcune anomalie minori di visualizzazione e di elaborazione indicatori specifici, parametrizzati sull'entità di produzione finale.

Segue il Quadro Output delle Emissioni della centrale di Sermide nell'anno 2005:

[16] Usando lo schema di trasposizione dai codici CER di cui agli allegati del Decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, ai codici dell'elenco dei rifiuti di cui alla Decisione 2000/532/CE come modificata dalle decisioni 2001/118/CE, 2001/119/CE e 2001/573/CE

Quadro contabile delle emissioni (Output) - Sezione Inquinamento Atmosferico

Anno 2005

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Emissioni Convogliate	Emissioni Diffuse
AT.1	AT.1.2	AT.1.2.4	860	t	0	860

Descrizione: SOSTANZE INQUINANTI PER STABILIRE I VALORI LIMITE DI EMISSIONE PER LA AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA ED IMPORTANTI PER IL PROTOCOLLO DI KYOTO E DI MONTREAL

OSSIDI DI AZOTO E ALTRI COMPOSTI DELL'AZOTO (NOX)

OSSIDI DI AZOTO E ALTRI COMPOSTI DELL'AZOTO (NOX Indifferenziati)

Ciclo Produttivo	Quantità	% sul totale	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	860 t	100	0,138 kg/MWh di prodotto

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Emissioni Convogliate	Emissioni Diffuse
AT.1	AT.1.3	AT.1.3.1	16	t	0	16

Descrizione: SOSTANZE INQUINANTI PER STABILIRE I VALORI LIMITE DI EMISSIONE PER LA AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA ED IMPORTANTI PER IL PROTOCOLLO DI KYOTO E DI MONTREAL

OSSIDI DI CARBONIO (COX)

MONOSSIDO DI CARBONIO (CO)

Ciclo Produttivo	Quantità	% sul totale	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	16 t	100	0,003 kg/MWh di prodotto

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Emissioni Convogliate	Emissioni Diffuse
AT.1	AT.1.3	AT.1.3.2	2331800	t	0	2331800

Descrizione: SOSTANZE INQUINANTI PER STABILIRE I VALORI LIMITE DI EMISSIONE PER LA AUTORIZZAZIONE AMBIENTALE INTEGRATA ED IMPORTANTI PER IL PROTOCOLLO DI KYOTO E DI MONTREAL

OSSIDI DI CARBONIO (COX)

BIOSSIDO DI CARBONIO (CO2)

Ciclo Produttivo	Quantità	% sul totale	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	2331800 t	100	0,373 t/MWh di prodotto

Figura 3.5 – Esempio di report del modello CAMBIA: Quadro Output Emissioni Sermide, anno 2005

In allegato è disponibile anche il Quadro delle Risorse Industriali della centrale di La Casella nell'anno 2006.

4.0 Conclusioni

Il lavoro di ricerca sugli equilibri energetici che consentono la vita nel nostro paese è stato utile a definire l'ambito di ricerca e le principali questioni sollevate dal settore.

Tali questioni hanno permesso di stabilire quali criticità erano da tenere sotto controllo durante i test sul modello di contabilità ambientale CAMBIA.

Le modifiche minori di visualizzazione e inserimento dati hanno permesso di utilizzare proficuamente questo strumento di analisi, con particolare attenzione a non ricorrere a soluzioni ad hoc per il settore termoelettrico, bensì di rimanere in un'ottica di totale flessibilità di utilizzo.

La possibilità di confronto tra più unità produttive nello stesso periodo e tra due periodi diversi della medesima unità produttiva è la funzione principale che il modello offre. In questa ottica il modello ha sicuramente dimostrato di essere adeguato al compito. L'elaborazione di coefficienti per ciascun inserimento ha fornito degli indicatori ambientali specifici, parametrizzati alla produzione annuale:

- aldilà del lieve scarto di efficienza delle performances ambientali nell'anno 2005 delle due centrali prese ad esempio, la conclusione che interessa è che il modello ha consentito di confrontare questi diversi indicatori. C'è totale sintonia tra indicatori calcolati dal modello CAMBIA e gli indicatori riportati insieme ai dati delle dichiarazioni EMAS prese in esame. C'è inoltre sempre coerenza tra dati inseriti e visualizzazione delle numerose tipologie di report.
- è possibile inoltre evidenziare immediatamente lo scarto di rendimento energetico e di emissioni rilevabile nella stessa centrale in seguito all'adozione di tecnologie produttive diverse in anni diversi. Le centrali a ciclo combinato sono caratterizzate da rendimenti più elevati e livelli inferiori di emissioni nocive rispetto alle centrali a ciclo tradizionale. Tale differenza è immediatamente evidenziata dai rapporti pluriennali della centrale di Sermide, caratterizzata da performances migliori negli anni in cui ha prodotto energia elettrica esclusivamente tramite ciclo combinato.

Queste considerazioni sul ciclo combinato dovrebbero ovviamente essere integrate con le informazioni sul sistema energetico del primo capitolo. Modelli ambientali come questo

sono utili per avere una prima informazione ambientale quali-quantitativa. Tuttavia è opportuno considerare che la scelta del mix produttivo di un paese necessità di variabili e considerazioni complesse, che non possono scaturire unicamente da considerazioni evidenziabili tramite il modello.

Esistono forse ancora prospettive di sviluppo del modello, prevalentemente per quanto riguarda la visualizzazione comparativa di report di unità produttive diverse. Alcuni interventi andrebbero comunque ricercati con ulteriori case-studies su settori diversi dal termoelettrico, tuttavia l'impianto tecnico-logico generale è funzionante e rigoroso.

5.0 Bibliografia

LIBRI

- Gruppo di lavoro nazionale APAT/ARPA per l'analisi ambientale per comparto produttivo, 2006, Metodologie per l'analisi ambientale dei cicli produttivi, APAT 36/2006
- M. Bartolomeo – R. Malaman – M. Pavan – G. Sammarco, 1997, *Il Bilancio Ambientale d'impresa*, Il Sole 24 Ore Pirola, Milano
- M. Bartolomeo (a cura di), 1997, *La contabilità ambientale d'impresa*, Il Mulino, Bologna
- AA.VV., 2006, Bilancio Energetico Nazionale, ISTAT
- AA.VV., 2006, Statistiche di produzione 2006, Terna
- AA.VV., 2007, Statistiche Ambientali 2007, ISTAT
- AA.VV., 2006, Annuario dei dati ambientali 2005-2006 - Estratto, APAT
- AA.VV., 2007, BP Statistical Review of World Energy - June 2007, BP
- AA.VV., 1999, Towards Environmental Pressure Indicators for the UE, EUROSTAT
- AA.VV., 2006, Statistiche sulle fonti rinnovabili in Italia, GSE
- AA.VV., 2006, Statistiche 2006, GSE
- AA.VV., 2006, IPPC Reference Document on Best Available Techniques for Large Combustion Plants, EC
- AA.VV., 2006, Rapporto sostenibilità Edipower
- AA.VV., 2006, World Energy Outlook 2006,Agenzia Internazionale dell'Energia (AIE)
- A. Tencati, 2002, *Sostenibilità, impresa e performance – un nuovo modello di evaluation and reporting*, Egea, Milano
- F. Giovanelli, I. Di Bella, R. Coizet, 2000, *La natura del conto. Contabilità ambientale: uno strumento per lo sviluppo sostenibile*, Edizioni Ambiente, Milano
- G.M. Cappelletti, 1999, *Il Bilancio ambientale d'impresa: informazioni merceologiche ed economiche*, Puglia Grafica Sud, Bari
- Ministero dell'economia e delle Finanze - ISTAT, 2005, *Ambiente e politiche di sviluppo: le potenzialità della contabilità ambientale per decidere meglio*, Roma

- Raffineria di Taranto (ENI – Divisione Refining e Marketing), 2005, *Dichiarazione Ambientale*, Taranto
- Centrale termoelettrica "E. Amaldi" di La Casella (PC), *Dichiarazione ambientale*, 2004, Enel
- Centrale termoelettrica "E. Amaldi" di La Casella (PC), *Dichiarazione ambientale aggiornamento anno 2006*, Enel
- Centrale termoelettrica di Sermide, *Dichiarazione ambientale*, anni 2001-2007, Edipower
- Sistema Statistico Nazionale – ISTAT, 2002, *Classificazione delle attività economiche, ATECO 2002*, Roma

RIFERIMENTI NORMATIVI

- Decreto Legislativo 25 Febbraio 1995, N.77: "Ordinamento finanziario e contabile degli enti locali".
- Decisione 2000/532/CE come modificata dalle Decisioni 2001/118/CEE, 2001/119/CE e 2001/573/CE sul Codice Europeo Rifiuti.
- Atto della Camera N. 2572 del 2005 "Modifiche al codice civile in materia di redazione del bilancio delle società per azioni ai fini dell' inserimento di elementi di contabilità ambientale".
- Atto del Senato N. 2385 del 2005 "Legge quadro in materia di contabilità ambientale per gli enti locali e delega al Governo per la definizione delle caratteristiche dei documenti di contabilità ambientale".
- Regolamento CE del 19 Marzo 2001, N. 761 "sull'adesione volontaria delle organizzazioni ad un sistema comunitario di ecogestione e audit EMAS".
- Regolamento CE del 17 Luglio 2000, N. 1980 "relativo al sistema comunitario, riesaminato, di assegnazione di un marchio di qualità ecologica".
- UNI EN ISO 14001/2004 "Sistemi di gestione ambientale - Requisiti e guida per l'uso".
- UNI EN ISO 14031/2000 "Gestione ambientale - Valutazione della prestazione ambientale - Linee guida".
- Decreto Legislativo 19 Marzo 1996, N. 242 "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, recante attuazione di direttive comunitarie

riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro".

- Legge 26 Ottobre 1995, N. 447 "Legge quadro sull'inquinamento acustico".
- Raccomandazione del Consiglio Europeo 12 Luglio 1999 "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz (1999/519/CE)".
- Legge 22 Febbraio 2001 N. 36 "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- Decreto Presidente Consiglio Ministri 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti".
- Decreto Presidente Consiglio Ministri 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz".
- Direttiva del Ministero dell'Ambiente 9 Aprile 2002 "Indicazione per la corretta e piena applicazione del regolamento comunitario n. 2557/2001 sulle spedizioni di rifiuti ed in relazione al nuovo elenco dei rifiuti".
- Decreto Legislativo 5 Febbraio 1997, N. 22 "Attuazione delle direttive 91/156/CE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggi".
- Decreto Presidente Repubblica 24 Maggio 1988 N. 203 "Attuazione delle direttive CEE numeri 80/779, 82/884, 84/360 e 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".
- Decreto legislativo 4 Agosto 1999, N.351 "Attuazione della Direttiva 96/62/CE in materia di valutazione e gestione della qualità dell'aria ambiente".
- Decreto legislativo 18 Febbraio 2005, N.59 "Attuazione della Direttiva 96/61/CE relativa alla prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento".
- Decreto Legislativo 16 marzo 1999, n. 79 "Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica"
- Decreto Legislativo 11 Maggio 1999, N. 152 "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento

delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole".

- Legge 5 Gennaio 1994, N.36 "Disposizioni in materia di risorse idriche".
- Legge 18 Maggio 1989, N. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo".
- Decreto Ministeriale 25 Ottobre 1999, N. 471 "Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell'articolo 17 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22, e successive modificazioni e integrazioni".
- Decreto Presidente Consiglio Ministri 14/11/1997 "Determinazione dei valori limiti delle sorgenti sonore".

SITI INTERNET

http://www.apat.it

http://www.sinanet.apat.it

http://www.autorita.energia.it/dati/eem48.htm (5/10/2008)

http://www.arpapuglia.it

http://www.eni.it

http://www.feem.it

http://www.uni.com

http://www.istat.it

http://www.istat.it/conti/ambientali/

http://www.minambiente.it

http://www.europa.eu.int

http://www.clear-life.it

http://www.ambientediritto.it

http://www.sincert.it

http://www.arpa.emr.it

http://www.arpa.veneto.it

http://www.oecd.org

http://www.arpat.toscana.it

http://autoritaambientale.regione.puglia.it

http://www.regione.puglia.it

http://www.ambiente.it

http://www.cridea.it

http://www.ambientesicurezza.ilsole24ore.com

http://www.rete.toscana.it

http://eippcb.jrc.es/pages/FActivities.htm

http://www.enel.it/

http://www.edipower.it/ambiente/dich_ambientali.asp

6.0 Allegati

6.1 Screenshots dal Modello CAMBIA - Quadro Output Rifiuti della centrale di La Casella, anno 2006

Quadro contabile delle emissioni (Output) - Sezione Rifiuti

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.10	RI.10.1	RI.10.1.21	630,32	t	630,32			630,32			630,32

Descrizione: RIFIUTI PRODOTTI DA PROCESSI TERMICI

RIFIUTI PRODOTTI DA CENTRALI TERMICHE ED ALTRI IMPIANTI TERMICI (TRANNE 19)

FANGHI PRODOTTI DAL TRATTAMENTO IN LOCO DEGLI EFFLUENTI, DIVERSI DA QUELLI DI CUI ALLA VOCE 10 01 20

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	630,32 t	100%	0,125 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	630,32

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.13	RI.13.2	RI.13.2.5	19,9	t	19,9			19,9			19,9

Descrizione: OLI ESAURITI E RESIDUI DI COMBUSTIBILI LIQUIDI (TRANNE OLI COMMESTIBILI ED OLI DI CUI A RI.5, RI.12 E RI.19)

SCARTI DI OLIO MOTORE, OLIO PER INGRANAGGI E OLI LUBRIFICANTI

SCARTI DI OLIO MINERALE PER MOTORI, INGRANAGGI E LUBRIFICAZIONE, NON CLORURATI

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	19,9 t	100%	0,004 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	19,9

lunedì 13 ottobre 2008 *Pagina 1 di 9*

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.13	RI.13.7	RI.13.7.1	37,18	t	37,18			37,18	37,18		

Descrizione: OLI ESAURITI E RESIDUI DI COMBUSTIBILI LIQUIDI (TRANNE OLI COMMESTIBILI ED OLI DI CUI A RI.5, RI.12 E RI.19)

RIFIUTI DI CARBURANTI LIQUIDI

OLIO COMBUSTIBILE E CARBURANTE DIESEL

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	37,18 t	100%	0,007 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	37,18

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.14	RI.14.6	RI.14.6.3	0,644	t	0,644			0,644			0,644

Descrizione: SOLVENTI ORGANICI, REFRIGERANTI E PROPELLENTI DI SCARTO (TRANNE RI.7 E RI.8)

SOLVENTI ORGANICI, REFRIGERANTI E PROPELLENTI DI SCHIUMA/AEROSOL DI SCARTO

ALTRI.SOLVENTI E MISCELE DI SOLVENTI

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,644 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	0,644

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.15	RI.15.1	RI.15.1.2	1,08	t	1,08			1,08			1,08

Descrizione: RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

IMBALLAGGI (COMPRESI I RIFIUTI URBANI DL IMBALLAGGIO OGGETTO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA)

IMBALLAGGI IN PLASTICA

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	1,08 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	1,08

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.15	RI.15.1	RI.15.1.3	36,16	t	36,16			36,16			36,16

Descrizione: RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

IMBALLAGGI (COMPRESI I RIFIUTI URBANI DL IMBALLAGGIO OGGETTO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA)

IMBALLAGGI IN LEGNO

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	36,16 t	100%	0,007 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	36,16

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.15	RI.15.1	RI.15.1.6	24,96	t	24,96			24,96	24,96		

Descrizione: RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

IMBALLAGGI (COMPRESI I RIFIUTI URBANI DL IMBALLAGGIO OGGETTO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA)

IMBALLAGGI IN MATERIALI MISTI

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	24,96 t	100%	0,005 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	24,96

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.15	RI.15.2	RI.15.2.2	5,68	t	5,68			5,68	5,68		

Descrizione: RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

ASSORBENTI, MATERIALI FILTRANTI, STRACCI E INDUMENTI PROTETTIVI

ASSORBENTI, MATERIALI FILTRANTI (INCLUSI FILTRI DELL'OLIO NON SPECIFICATI ALTRIMENTI), STRACCI E INDUMENTI PROTETTIVI, CONTAMINATI DA S

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	5,68 t	100%	0,001 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	5,68

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.15	RI.15.2	RI.15.2.3	20,7	t	20,7			20,7	20,7		

Descrizione: RIFIUTI DI IMBALLAGGIO, ASSORBENTI, STRACCI, MATERIALI FILTRANTI E INDUMENTI PROTETTIVI (NON SPECIFICATI ALTRIMENTI)

ASSORBENTI, MATERIALI FILTRANTI, STRACCI E INDUMENTI PROTETTIVI

ASSORBENTI, MATERIALI FILTRANTI, STRACCI E INDUMENTI PROTETTIVI, DIVERSI DA QUELLI DI CUI ALLA VOCE 15 02 02

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	20,7 t	100%	0,004 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	20,7

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.16	RI.16.2	RI.16.2.13	0,36	t	0,36			0,36			0,36

Descrizione: RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

SCARTI PROVENIENTI DA APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

APPARECCHIATURE FUORI.USO, CONTENENTI COMPONENTI PERICOLOSI (POSSONO RIENTRARE FRA I COMPONENTI PERICOLOSI DI APPARECCHIATUI

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,36 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	0,36

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.16	RI.16.2	RI.16.2.14	0,7	t	0,7			0,7			0,7

Descrizione: RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

SCARTI PROVENIENTI DA APPARECCHIATURE ELETTRICHE ED ELETTRONICHE

APPARECCHIATURE FUORI.USO, DIVERSE DA QUELLE DI CUI ALLE VOCI DA 16 02 09 A 16 02 13

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,7 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	0,7

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.16	RI.16.6	RI.16.6.1	1,44	t	1,44			1,44			1,44

Descrizione: RIFIUTI NON SPECIFICATI ALTRIMENTI NELL'ELENCO

BATTERIE ED ACCUMULATORI

BATTERIE AL PIOMBO

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	1,44 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	1,44

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.17	RI.17.2	RI.17.2.2	0,5	t	0,5			0,5			0,5

Descrizione: RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

LEGNO, VETRO E PLASTICA

VETRO

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,5 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	0,5

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.17	RI.17.4	RI.17.4.5	53,24	t	53,24			53,24			53,24

Descrizione: RIFIUTI DELLE OPERAZIONI DI COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE (COMPRESO IL TERRENO PROVENIENTE DA SITI CONTAMINATI)

METALLI (INCLUSE LE LORO LEGHE)

FERRO E ACCIAIO

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	53,24 t	100%	0,011 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	53,24

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.19	RI.19.9	RI.19.9.1	6,7	t	6,7			6,7	6,7		

Descrizione: RIFIUTI PRODOTTI DA IMPIANTI DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI, IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE FUORI SITO, NONCHÉ DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA E DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

RIFIUTI PRODOTTI DALLA POTABILIZZAZIONE DELL'ACQUA O DALLA SUA PREPARAZIONE PER USO INDUSTRIALE

RIFIUTI SOLIDI PRODOTTI DAI PROCESSI DI FILTRAZIONE E VAGLIO PRIMARI

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	6,7 t	100%	0,001 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	6,7

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.20	RI.20.1	RI.20.1.21	0,547	t	0,547			0,547			0,547

Descrizione: RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÉ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

FRAZIONI OGGETTO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA (TRANNE 15 01)

TUBI FLUORESCENTI ED ALTRI.RIFIUTI CONTENENTI MERCURIO

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,547 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Riciclaggio	☐	0,547

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità prodotta	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Discarica	Incenerimento	Riciclaggio
RI.20	RI.20.1	RI.20.1.27	0,16	t	0,16			0,16	0,16		

Descrizione: RIFIUTI URBANI (RIFIUTI DOMESTICI E ASSIMILABILI PRODOTTI DA ATTIVITÀ COMMERCIALI E INDUSTRIALI NONCHÉ DALLE ISTITUZIONI) INCLUSI I RIFIUTI DELLA RACCOLTA DIFFERENZIATA

FRAZIONI OGGETTO DI RACCOLTA DIFFERENZIATA (TRANNE 15 01)

VERNICI, INCHIOSTRI,ADESIVI E RESINE CONTENENTI SOSTANZE PERICOLOSE

Ciclo Produttivo	Quantità	%	Indicatore: quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	0,16 t	100%	0,000 Kg/MWh di prodotto

Tipo Smaltimento	Gruppo	Quantità smaltita
Discarica	☐	0,16

6.2 Screenshots dal Modello CAMBIA - Quadro Risorse Industriali input La Casella, anno 2006

Quadro contabile delle Risorse (Input) - Acquisite

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità Totale	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Valore Totale
B.I. 10	B.I. 10.1	B.I 10.1.1	11209	m3		11209			0

Descrizione: ACQUA, CALORE E VAPORI
ACQUA
POTABILE

Ciclo produttivo	Quantità Totale		Quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	11209	m3	0,002 m3/MWh di prodotto

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità Totale	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Valore Totale
B.I. 9	B.I. 9.2	B.I 9.2.1	109700	MWh		109700			0

Descrizione: ENERGIA ELETTRICA
ENERGIA ELETTRICA DA FONTI NON RINNOVABILI
DA COMBUSTIBILI FOSSILI

Ciclo produttivo	Quantità Totale		Quantità per unità di prodotto
Produzione elettrica	109700	MWh	0,022 MWh/MWh di prodotto

domenica 5 ottobre 2008 *Pagina 1 di 2*

Anno 2006

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità Totale	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Valore Totale
B.I. 4	B.I. 4.1	B.I. 4.1.4	3,8	t		3,8			0

Descrizione: PRODOTTI DERIVANTI DAL PETROLIO E DAGLI ALTRI COMBUSTIBILI FOSSILI E NUCLEARI

PRODOTTI DEL COKE, DEL PETROLIO, DEL GAS NATURALE E DEI COMBUSTIBILI NUCLEARI

GASOLIO

Ciclo produttivo	Quantità Totale		Quantità per unità di prodotto	
Produzione elettrica	3,8	t	0,001	kg/MWh di prodotto

Conto	SottocontoA	SottocontoB	Quantità Totale	u.m.	Estero	Italia	Gruppo	Esterno	Valore Totale
B.I. 4	B.I. 4.1	B.I. 4.1.7	809000	Tep		809000			0

Descrizione: PRODOTTI DERIVANTI DAL PETROLIO E DAGLI ALTRI COMBUSTIBILI FOSSILI E NUCLEARI

PRODOTTI DEL COKE, DEL PETROLIO, DEL GAS NATURALE E DEI COMBUSTIBILI NUCLEARI

METANO

Ciclo produttivo	Quantità Totale		Quantità per unità di prodotto	
Produzione elettrica	809000	Tep	0,160	Tep/MWh di prodotto