



**AGENZIA NAZIONALE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA
E LO SVILUPPO ECONOMICO SOSTENIBILE**

Audizione ENEA nell'ambito dell'affare assegnato n. 932
(Profili ambientali della Strategia Energetica Nazionale –SEN)

Prof. Federico Testa
Presidente dell'ENEA

13^A COMMISSIONE PERMANENTE
(Territorio, ambiente, beni ambientali)
del Senato della Repubblica
Roma, 15 febbraio 2017

Onorevole Presidente, Gentili Senatrici, Onorevoli Senatori, desidero anzitutto ringraziare il Presidente della Commissione Ambiente del Senato, Senatore Giuseppe Marinello e voi tutti per averci offerto l'opportunità di rappresentare in questa sede istituzionale il contributo che l'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile - ENEA può fornire sul tema dei profili ambientali della Strategia Energetica Nazionale.

Vorrei preliminarmente osservare che la stretta relazione che esiste tra energia e ambiente, che origina e trova fondamento negli effetti che l'utilizzo delle fonti di energia determina sull'ecosistema, si estende sul piano sostanziale anche alle tecnologie applicabili nei due settori.

Di tale relazione è diretta testimonianza la stessa ENEA che, in base alla legge 221/2015, opera nei settori dell'energia, dell'ambiente e dello sviluppo economico sostenibile; tali settori costituiscono infatti un unico ambito in cui le attività di ricerca e di innovazione tecnologica trovano molteplici connessioni e crescenti possibilità di applicazione anche in termini di prestazione di servizi avanzati alle imprese, alla pubblica amministrazione e ai cittadini.

Non vi è dubbio, inoltre, che l'evoluzione a livello internazionale ed europeo indotta dagli accordi e dalle normative in materia di energia ed ambiente impone, a livello nazionale, un'iniziativa programmatica capace di comporre obiettivi e vincoli dei due settori in un insieme coerente di politiche e misure.

I profili ambientali della Strategia Energetica Nazionale possono essere schematicamente inquadrati in tre principali aree.

La prima è quella delle emissioni di gas serra (GHG): come noto, alla Conferenza sul Clima di Parigi (COP21) del dicembre 2015 è stato adottato il primo accordo universale e giuridicamente vincolante sul clima mondiale, che coinvolge 195 Paesi e che definisce un piano d'azione globale finalizzato a limitare il riscaldamento globale ben al di sotto dei 2°C.

La Strategia Energetica Nazionale deve quindi essere coerente con il raggiungimento degli obiettivi di riduzione dei gas serra (GHG) cui l'Italia è vincolata, sia per aver sottoscritto l'accordo di Parigi, sia nell'ambito della strategia europea Clima Energia al 2030.

La seconda area riguarda il ruolo degli usi finali di energia nelle emissioni di polveri sottili e nell'inquinamento urbano, fattori che hanno implicazioni dirette anche sulla salute dell'uomo.

Infine, la terza area è quella delle ricadute positive, in termini sia energetici che ambientali, che possono essere indotte da una economia di tipo circolare; si tratta, in questo caso, di un profilo diverso, in cui non vi è una relazione semplice tra causa (energia) ed effetti (ambiente), bensì una relazione più complessa tra l'adozione di tecnologie e processi produttivi innovativi miranti ad un uso efficiente delle risorse naturali e benefici attinenti sia l'energia (in termini di riduzione della domanda) che l'ambiente in senso lato (in termini di riduzione della produzione di rifiuti, di emissioni e in generale degli impatti su aria, acqua e suolo).

Il documento riporta quindi nel seguito un approfondimento dei profili ambientali della Strategia Energetica Nazionale (SEN) con riferimento a:

- Gas ad effetto serra (GHG).
- Inquinamento atmosferico.
- Economia Circolare.

1. Strategia energetica nazionale (SEN) e gas ad effetto serra (GHG)

1.1 Gli obiettivi e gli scenari

Il settore energia rappresenta oltre l'80% delle emissioni italiane di gas serra, come si evince dalla tabella sottostante:

Emissioni GHG Italia -2014

Energia	339,8
Industria	30,3
Agricoltura	30,3
Rifiuti	18,2
Totale	418,6

Fonte: ISPRA (NIR2016)

L'Unione Europea ha definito nell'ottobre del 2014 una Strategia su Clima ed Energia che prevede l'obiettivo vincolante per gli Stati membri di ridurre entro il 2030 le emissioni di gas serra nel territorio dell'Unione di almeno il 40% rispetto ai livelli del 1990, e di contribuire con una quota di almeno 27% di energia rinnovabile ed un miglioramento del 27% dell'efficienza energetica.

Il raggiungimento di tali obiettivi di riduzione dei gas serra, cui l'Italia è vincolata, è parte anche dell'accordo sottoscritto a Parigi nel dicembre 2015.

In questo quadro è importante citare anche il “*Clean Energy package*”, un pacchetto di proposte pubblicato dalla Commissione europea a novembre 2016 dove è previsto un obiettivo legalmente vincolante di risparmio energetico del 30% al 2030.

Nello stesso pacchetto, noto anche come “*Winter package*”, la Commissione ha proposto un Regolamento sulla Governance dell'Unione dell'energia in cui si stabilisce l'obbligo per gli Stati membri di produrre entro il 1° gennaio 2019 un piano nazionale integrato in materia di energia e clima per il periodo dal 2021 al 2030; la proposta di Regolamento stabilisce altresì un processo di consultazione iterativo tra la Commissione e gli Stati membri che precede la finalizzazione del piano, sulla base di un progetto di piano nazionale da trasmettere alla Commissione entro il 1° gennaio 2018.

Quindi, se tali scadenze venissero confermate, occorrerebbe procedere entro quest'anno alla definizione del progetto di piano nazionale integrato in materia di energia e clima.

Va notato che tale piano dovrebbe contenere una descrizione degli obiettivi, traguardi e contributi nazionali, nonché delle politiche e misure previste, per ciascuna delle cinque dimensioni dell'Unione dell'energia, ovvero:

- decarbonizzazione (inclusa l'energia rinnovabile);
- efficienza energetica;
- sicurezza energetica;
- mercato dell'energia;
- ricerca, innovazione e competitività.

In funzione dell'obiettivo da raggiungere in termini di riduzione delle emissioni di gas serra, l'UE ha sviluppato, utilizzando il modello Primes, lo scenario di riferimento (EUref2016) e uno scenario con misure (EUCO30). A livello nazionale si utilizza il modello Times; a partire dagli stessi dati macroeconomici è stato elaborato da ENEA ed ISPRA uno scenario di riferimento denominato nel seguito BAU (Business As Usual).¹

In entrambi gli scenari di riferimento (EUref2016 e BAU) l'Italia è lontana dal raggiungimento dell'obiettivo europeo di riduzione di GHG.

Lo scenario con misure EUCO30 si avvicina all'obiettivo europeo.

Emissioni complessive di GHG negli scenari tendenziali analizzati - Valore assoluto e riduzione rispetto al 1990

	Emissioni GHG complessive Italia [MtCO ₂ eq] (esclusa aviazione)					Riduzioni % rispetto al 1990	
	1990	2005	2010	2020	2030	2020	2030
EUref2016	521.1	581.4	498.3	446	380	-14%	-27%
BAU				421	388	-19%	-26%
EUCO30				446	333	-14%	-36%
Obiettivo riduzione GHG	-	-	-	-	-	-20%	-40%

Emissioni di GHG settore non-ETS: valori storici e proiezioni al 2020 e 2030 negli scenari tendenziali analizzati

	Emissioni GHG non-ETS Italia [MtCO ₂ eq]				Riduzioni % rispetto al 2005	
	2005	2010	2020	2030	2020	2030
EUref2016	331.0	296.1	270.7	244.6	-18%	-26%
BAU	326.3	303.9	264.9	251.9	-19%	-23%
EUCO30			270,4	225,5	-19%	-32%
Obiettivo riduzione GHG non-ETS	-	-	-	-	-13%	-33%

1.2 Il contributo delle Fonti rinnovabili per la riduzione delle emissioni di gas serra

La produzione di energia da fonti rinnovabili (FER) costituisce un obiettivo a sé della Strategia su Clima ed Energia dell'UE, ma allo stesso tempo anche uno dei principali strumenti per il perseguimento degli obiettivi di riduzione dei gas serra.

La produzione di energia elettrica da FER in Italia ha visto negli ultimi anni un forte incremento grazie al rilevante impegno di risorse economiche connesso al sistema di incentivazione attivo fino al 2013 che ha favorito lo sviluppo soprattutto di solare ed eolico. Come si vede dalla tabella seguente negli anni successivi al 2013 si è aggiunta poca nuova potenza installata con variazioni di produzione dovute a fattori meteorologici contingenti. La produzione delle FER elettriche rappresenta circa il 38% del totale.

¹ Vedi http://www.enea.it/it/pubblicazioni/pdf-volumi/V2016_Parigi-e-oltre.pdf

Potenza efficiente lorda e produzione lorda degli impianti di generazione elettrica alimentati da FER in Italia

Potenza efficiente lorda (MW)	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Idraulica	17876	18092	18232	18366	18418	18543
Eolica	5814	6936	8119	8561	8703	9162
Solare	3470	12773	16690	18185	18609	18892
Geotermica	772	772	772	773	821	821
Bioenergie	2352	2825	3802	4033	4044	4057
Totale	30284	41398	47615	49918	50595	51475
Produzione Lorda (GWh)						
Idraulica	51117	45823	41875	52773	58545	45537
Eolica	9126	9856	13407	14897	15178	14844
Solare	1906	10796	18862	21589	22306	22942
Geotermica	5376	5654	5592	5659	5916	6185
Bioenergie	9440	10832	12487	17090	18732	19396
Totale	76965	82961	92223	112008	120677	108904

Per le FER del settore Termico e Trasporti si registra invece una flessione dei relativi consumi energetici finali.

Consumi finali lordi di energia coperta da fonti rinnovabili (ktep)

	2012	2013	2014
Geotermica	118	119	111
Solare termica	155	168	180
Frazione biodegradabile rifiuti	218	189	213
Biomasse solide residenziale	6.637	6.633	5.676
Biomasse solide non residenziale	46	92	164
Bioliquidi	0	0	0
Biogas e biometano	44	45	45
Pompe di calore	2.415	2.519	2.580
Totale	9.635	9.765	8.968

Dati in ktep – fonte GSE

Ciononostante, per le FER l'obiettivo al 2020 derivante dagli impegni europei, pari al 17% dei consumi finali lordi, risulta già raggiunto dall'Italia.

Lo scenario BAU ENEA – ISPRA (pubblicato in Parigi e oltre, si veda nota 1) considera un contributo FER al 2030 pari al 20% dei consumi finali lordi. In particolare, la produzione elettrica FER viene considerata pressochè costante, tenendo in conto la legislazione vigente. Il gap rispetto all'obiettivo europeo del 27% è quindi ampio. Lo scenario di riferimento EUrif16 è invece più ottimistico e prevede una penetrazione delle FER del 24%, con un gap relativamente ridotto.

Per le FER elettriche l'aumento della produzione è principalmente legato ad un possibile aumento della potenza installata di eolico (anche attraverso la possibilità di repowering di impianti ossoletti, minimizzando quindi l'uso del suolo), biomasse ed in particolare del solare.

Si deve osservare tuttavia che l'incremento della potenza elettrica installata di FER non programmabili è fortemente legata ad un parallelo importante sviluppo di sistemi di accumulo elettrico e di potenziamento della rete elettrica.

Tale sviluppo di sistemi di accumulo elettrico è condizionato dal raggiungimento di obiettivi di significative riduzioni di costo e di incremento dei parametri prestazionali (peso, ingombro, numero di cicli, tempi di ricarica, sicurezza). Attualmente sul piano dei prezzi le batterie al piombo rappresentano ancora la tecnologia più matura ed economica e si attestano nel range 100-200 €/kWh (euro per unità di capacità di accumulo di energia); tuttavia è possibile che in tempi relativamente brevi altri tipi di batterie (ad es. quelle al nickel-idruro di metallo, quelle al sodio e soprattutto quelle Li-ioni), che attualmente hanno prezzi pari o superiori ai 400 €/kWh, siano immessi sul mercato a prezzi inferiori ai 100 €/kWh. In Italia sono presenti produttori di batterie al piombo e al sodio di grandi tradizioni tra cui FIB (ex FAAM), MIDAC e FIAM (batterie Zebra), molto adatte per lo stazionario, grazie alla modularità e componibilità che consentono, ma non produttori di batterie al litio, il mercato fondamentale per gli usi di trazione, che è dominato dai costruttori asiatici (Li Energy Japan, AESC, LG, Panasonic, Toshiba, Samsung, etc.). Alcune aziende quali Lithops e MIDAC assemblano batterie al litio con celle importate dall'Asia cui vengono aggiunti i sistemi elettronici di controllo/gestione. L'apporto dell'industria italiana riguarda quindi principalmente l'ingegneria di sistema. Società europee stanno diffondendo la tecnologia delle celle redox ad elettrolito liquido², utilizzando anche fornitura con formule ESCO (Energy Service Company).

Per quanto riguarda le FER termiche e nel settore dei trasporti hanno rilievo, ai fini di un eventuale incremento del loro apporto ai consumi finali di energia, le seguenti tecnologie.

Pompe di calore

L'impiego delle pompe di calore è possibile in tutti i settori, ovunque vi sia una richiesta di potenza termica e/o frigorifera a temperature inferiori ai 90 °C. In particolare:

- nell'industria possono essere usate per produrre potenza termica o frigorifera di processo in modo efficiente, anche recuperando calore refluo e con minori emissioni rispetto alle caldaie usate tradizionalmente.
- nel settore residenziale e terziario le pompe di calore garantiscono una riduzione dei consumi energetici e delle emissioni per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria.
- nei mezzi di trasporto elettrici (treni, auto e bus elettrici), per il riscaldamento, con consumi molto inferiori rispetto all'uso di resistenze elettriche.

Il mercato italiano delle pompe di calore elettriche potrebbe essere particolarmente favorito da un rinnovo del parco edilizio, con utilizzo di nuovi sistemi di distribuzione a bassa temperatura (30°C), che sfrutterebbero a pieno le potenzialità di questa tecnologia.

Solare termico

Per quanto riguarda il solare termico, le applicazioni principali sono ancora per utilizzi domestici caratterizzati quindi da piccoli impianti essenzialmente per produzione di acqua calda sanitaria. Com-

² <http://energy.gildemeister.com/en/store/cellcube-fb-200>

plessimamente l'Italia con circa 4,3 milioni di mq costituisce uno dei maggiori Paesi a diffusione della tecnologia superata solo da alcuni Paesi storici come Germania, Austria e Grecia. Tuttavia il mercato che aveva avuto un forte impulso nel 'periodo 2010-2013 ha subito una sensibile contrazione (pari a circa il 25-30 %) attestandosi adesso ad installato annuo di circa 300.000 mq. Il costo dell'installato è di circa 7-800 €/mq con tempi di ritorno dell'investimento, nel caso si usufruisca delle vigenti incentivazioni, di circa 5/6 anni nel caso di sostituzione di caldaie a gas o di 3 anni nel caso si sostituiscano scaldabagni elettrici.

Biocarburanti e biometano

Il biogas, che ha un contenuto in metano del 55-65%, o il gas di discarica (45% circa in metano) possono essere convertiti in biometano con un processo cosiddetto di "upgrading" che, utilizzando diverse tecnologie, rimuove la CO₂ e le tracce di altri contaminanti, in primo luogo H₂S, per arrivare ad un gas con una composizione tale da rispettare le specifiche richieste per l'immissione nelle reti di distribuzione del gas naturale³ o l'impiego come carburante per autotrazione. La filiera del biometano in Italia è ancora in una fase di avvio, ed esistono solo pochissimi impianti a carattere essenzialmente dimostrativo, soprattutto a causa dell'ancora incompleta definizione del relativo quadro normativo e legislativo. Secondo stime effettuate dal CIB⁴ il potenziale di produzione di metano potrebbe raggiungere nel 2030 un valore pari a 8 miliardi di Nm³/anno, quantità che equivale all'attuale produzione nazionale annua di gas naturale o a quella del rigassificatore di Rovigo.

Il biocarburante maggiormente utilizzato in Europa e in Italia (99% circa del totale) è il biodiesel, derivato da un processo di trasformazione degli oli vegetali (e, in misura minore) grassi animali, in una miscela di esteri metilici con caratteristiche molto simili a quelle del gasolio. La facilità di miscelazione con il gasolio ha contribuito in modo determinante al "successo" di questo biocarburante rispetto, ad esempio, all'etanolo e al suo derivato ETBE (etere etil ter-butilico), utilizzati invece in miscela con la benzina. I consumi di biodiesel sono quindi cresciuti costantemente fino al 2012, stabilizzandosi negli anni successivi intorno a 1,2-1,3 milioni di tonnellate in Italia. Biodiesel ed etanolo vengono attualmente prodotti a partire da materie prime agricole utilizzabili anche a fini alimentari, ma dovranno essere progressivamente sostituiti dai cosiddetti "biocarburanti avanzati", ottenuti da biomasse residuali, materiali lignocellulosici, rifiuti organici, alghe ecc. e da biocarburanti di nuova generazione, chiamati "drop-in biofuels", costituiti da miscele di idrocarburi analoghe a benzina, gasolio e jet fuel. L'industria italiana è leader in questo settore, avendo realizzato, con la società BioChemtex, il primo impianto pre-industriale di produzione di etanolo da biomasse lignocellulosiche e, per quel che riguarda i biocarburanti drop-in da processi di idrogenazione degli oli vegetali (HVO), con l'ENI, che ha iniziato a produrre dalla primavera del 2014 questo nuovo biocarburante presso la propria bioraffineria di Porto Marghera, diventando uno dei più importanti produttori a livello mondiale.

Un decreto sui biocarburanti in corso di consultazione modifica il sistema di incentivazione attuale⁵ favorendo l'utilizzo di biometano e di biocarburanti avanzati.

³ Decreto del 19 febbraio 2007 del Ministero dello Sviluppo Economico

⁴ Consorzio Italiano Biogas

⁵ DM 5/12/2013

1.3 Il contributo dell'efficienza energetica per la riduzione delle emissioni di gas serra

Dal punto di vista ambientale l'efficienza energetica contribuisce a ridurre tutti gli impatti connessi agli usi finali dell'energia, incluse le emissioni di gas serra.

Nel settore industriale, il principale impulso all'efficienza energetica è derivato come noto dall'implementazione del sistema di incentivazione dei Certificati Bianchi, recentemente individuato come meccanismo d'obbligo che risponde ai requisiti dell'articolo 7 della Direttiva Efficienza Energetica.

La Tabella seguente sintetizza i risparmi di energia primaria conseguiti grazie al meccanismo a partire dal 2005, buona parte dei quali ascrivibili al settore industriale.

Risparmi da Certificati Bianchi (energia primaria, Mtep/anno), anni 2005-2015

	Cumulato 2005- 2010	Annuale 2011	Annuale 2012	Annuale 2013	Annuale 2014	Annuale 2015	Totale 2005- 2015
Totale	2,62	0,07	0,30	0,79	0,53	0,44	4,75

Fonte: Elaborazione Ministero dello Sviluppo Economico su dati Gestore Servizi Energetici S.p.A.

Si riporta di seguito un quadro dei principali interventi di razionalizzazione energetica realizzabili in alcuni comparti, desunti dalle Guide Operative settoriali per l'ottenimento dei Certificati Bianchi redatte dall'ENEA⁶.

Nell'ambito delle tecnologie cogenerative incentivate attraverso il meccanismo, la maggior parte dei progetti realizzati negli ultimi anni ha riguardato motori a combustione interna relativi ad impianti di piccola taglia (da 0,5 MWe a 5 MWe); le turbine a gas costituiscono la seconda tecnologia più ricorrente (impianti con potenza tra 3 e 10 MWe); le centrali con ciclo combinato sono relative a impianti di taglia superiore, da un minimo 10 MWe a oltre 400 MWe.

Gli interventi di recupero termico sono fra i più realizzati in industria. Molto spesso il calore recuperato a bassa temperatura viene utilizzato in altri processi all'interno dell'impresa: un tipico esempio è quello nell'industria della ceramica, dove dal forno di cottura viene prodotta una notevole quantità di aria calda che può essere recuperata nella fase di essiccaimento o per la climatizzazione invernale dei reparti.

Per quanto riguarda l'efficientamento termico, si segnalano diverse tecnologie applicate a seconda del comparto: ad esempio, nell'industria del vetro un intervento che ha prodotto ingenti risparmi energetici consiste nell'ammodernamento del forno fusorio; nello stesso comparto e nel siderurgico si applica generalmente l'ossicombustione, nell'alimentare la ricompressione meccanica del vapore, nelle cartiere il revamping della macchina continua.

Infine, una tecnologia che si va sempre più affermando in tema di efficientamento termico è quella dei bruciatori rigenerativi, in sostituzione di quelli tradizionali.

In tema di efficientamento elettrico, l'azionamento di motori con inverter è la tecnologia adottata più frequentemente negli ultimi anni.

Altre tecnologie adottate in ambiti industriali e che hanno giocato un ruolo importante nel numero di

⁶ La Guida Operativa ENEA per l'accesso al sistema dei Certificati Bianchi e le varie Guide Operative settoriali sono redatte in ottemperanza al comma 2 dell'art. 15 del Decreto Certificati Bianchi del 28 dicembre 2012.

progetti incentivati sono: le membrane separative; l'ammodernamento delle stazioni radio per l'erogazione del servizio GSM/DCS e UMTS da parte delle principali società di telecomunicazioni; il sistema di ossidazione a bolle fini, applicato ad impianti di depurazione di acque reflue sia civili che industriali; la produzione di gas tecnici on-site, tipicamente nei comparti petrolifero, chimico, energetico e metallurgico.

Infine, si segnala l'applicazione di tecnologie dedicate al trattamento dei solventi, interessanti non tanto per le dimensioni di risparmio conseguibile attraverso un singolo intervento, quanto per le possibilità di replica e per la sinergia positiva tra gli aspetti ambientali e quelli energetico/economici, importanti per favorirne la diffusione nelle medie e piccole imprese di diversi ambiti produttivi.

Il settore domestico con il 28,8% dei consumi finali di energia in Italia è di primaria importanza per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale e riduzione dei consumi di energia e gas serra. Gli edifici a destinazione d'uso residenziale risultano pari a circa 12,2 milioni, con oltre 29 milioni di abitazioni. Oltre il 60% di tale parco edilizio residenziale ha più di 45 anni, ovvero è precedente alla legge 376 del 1976, prima legge sul risparmio energetico; ne deriva un consumo energetico specifico elevato, compreso tra 160-220 kWh/m² anno. Si stima che il parco abitativo italiano necessiti inoltre di interventi antisismici di messa in sicurezza per oltre 12 milioni di abitazioni.

L'attuale normativa nazionale, che ha recepito direttive europee, prevede standard minimi obbligatori⁷ per nuovi edifici o per ristrutturazione pesanti. Il basso tasso di ristrutturazioni rende però molto lento il processo di riqualificazione del parco abitativo.

Lo scenario BAU ENEA ISPRA considera un tasso di ristrutturazione di 0,14% all'anno e un tasso di nuove costruzioni pari a 0,2% all'anno.

Settore domestico - consumi finali energetici ed emissioni di CO₂-Scenario BAU

	2015	2020	2025	2030
Consumi finali (Mtep)	33,47	34,60	33,85	33,59
Emissioni CO ₂ (Mt)	49,17	48,24	44,98	43,78

Per ottenere risultati rapidi e significativi in questo settore è necessario quindi incrementare il tasso di riqualificazione e spingere verso interventi a pieno edificio che accolgano o superino gli standard minimi obbligatori. Tali interventi di deep renovation, ossia la riqualificazione spinta di interi edifici, possono raggiungere riduzioni dei consumi energetici tra il 60% e 80%, grazie all'impiego di tecnologie e materiali a elevate prestazioni; essi da una parte richiedono investimenti di importo rilevante e tecnologicamente qualificati, ma dall'altra consentirebbero di raggiungere importanti risultati non solo in termini energetici ed ambientali, ma anche sul piano economico.

Si consideri ad esempio di promuovere nel periodo 2017-2030 un programma di riqualificazione spinta degli edifici nel settore residenziale (deep renovation) con l'obiettivo di intervenire sull'1% degli edifici all'anno con un investimento di circa 15-20 miliardi di euro all'anno. Il risparmio energetico conseguibile al 2030, nell'ipotesi di un intervento che privilegi le zone climatiche più fredde e, quindi, più energivore, è stimabile in circa 3,4 Mtep per una riduzione complessiva di emissioni pari a circa 8,5 Mt CO₂ al 2030 e pari a circa il 17% delle emissioni 2005 del residenziale.

⁷ Decreto Interministeriale 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici".

1.4 Il contributo del settore dei trasporti per la riduzione delle emissioni di gas serra

Anche il settore trasporti rappresenta un settore di primaria importanza per il raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale e riduzione dei consumi di energia e gas serra. Il settore in Italia è dominato dai trasporti stradali, sia per passeggeri che merci, costituendo una anomalia rispetto al panorama europeo.

Lo scenario BAU fa riferimento ad una richiesta crescente sia di trasporto passeggeri che merci, legato all'ipotesi marcoeconomica di crescita complessiva dell'economia. Si considera un miglioramento dell'efficienza media del 17% rispetto al 2010 per automobili e furgoni e del 5% per i veicoli pesanti. Si ipotizza una evoluzione del parco con una vendita di veicoli nuovi intorno a 1,7 milioni di veicoli l'anno fino al 2020 e poi circa 1,9 milioni fino al 2030. Il parco effettivamente circolante al 2030 sarebbe pari a circa 31 milioni di veicoli rispetto ai circa 36 milioni del 2014.

Complessivamente la domanda finale di energia al 2030 è valutata in 40,9 ktep/anno, con un emissione di 104,5 tCO₂/anno.

Scenario BAU: dati riguardanti il settore dei trasporti in Italia

	2005	2015	2020	2025	2030
Domanda trasporto passeggeri (Gpkm)	931	876	955	1003	1052
- Autovetture	677	660	722	759	797
Domanda trasporto merci (Gtkm)	303	215	256	286	310
- Camion	233	149	186	211	230
Domanda finale di energia (ktep)	44.377	39.120	42.180	40.880	40.920
- Autovetture + furgoni	25.982	22.690	24.500	22.410	21.960
- Camion	10.061	8.060	8.790	9.17	9.320
Quota biocarburanti su totale carburanti (%)	0,4	4,6	10,6	10,1	10,1
Efficienza trasporto passeggeri (tep/Mpkm)	36,0	31,6	31,0	27,4	25,8
Efficienza trasporto merci (tep/Mtkm)	37	60	55	51	48
Emissioni CO₂ (kt CO₂)	127.060	107.000	110.200	104.900	104.500

Fonte: elaborazione ENEA-ISPRA; dati storici da CNT, dato 2015 su base indagine congiunturale Federtrasporti e preconsuntivi 2015

La direttiva Europea 2014/94/UE individua le seguenti tecnologie “alternative” :

- elettricità;
- idrogeno;
- biocarburanti, quali definiti all'articolo 2, punto i), della direttiva 2009/28/CE;
- combustibili sintetici e paraffinici;
- gas naturale, compreso il biometano, in forma gassosa (gas naturale compresso - GNC) e liquefatta (gas naturale liquefatto - GNL);
- gas di petrolio liquefatto (GPL).

La soluzione “elettrificazione” apporta benefici per il contenimento delle emissioni di gas serra solo nel caso in cui i consumi incrementali di energia elettrica determinino emissioni inferiori a quelli del

traffico veicolare sostituito. Ciò è di norma positivamente verificato, ma il beneficio varia sensibilmente in funzione dei rendimenti e dei combustibili utilizzati nella produzione elettrica incrementale. Determinante è invece il contributo alla riduzione degli inquinanti atmosferici.

In particolare per il potenziamento della mobilità cittadina pubblica a trazione elettrica sono disponibili diverse tecnologie la cui economicità dipende fortemente sia dai costi unitari (ancora elevati) che dalle differenti concentrazioni di domanda di spostamento: filobus-vie; tranvie; metro tranvie.

Per quanto attiene al trasporto privato, lo sviluppo dei sistemi di accumulo basati sulle tecnologie al Li-Ioni, se saranno confermate le prospettive di una prossima forte riduzione dei costi, può costituire una svolta tecnologica di primaria importanza: infatti le capacità di accumulo di queste batterie consentono autonomie reali che possono ormai raggiungere i 300-400 km. Versioni di auto ibride plug-in consentono di contenere le dimensioni dell'accumulo, quindi dei costi, mantenendo una trazione elettrica per 30-60 km. Nel listino delle maggiori case automobilistiche sono presenti modelli di veicoli elettrici capaci di soddisfare il 70% degli spostamenti urbani giornalieri. I veicoli a celle a combustibile alimentati a idrogeno (H₂) uniscono ai vantaggi di silenziosità ed assenza di inquinamento, tipici dei veicoli elettrici a batteria, con caratteristiche d'uso simili a quelle dei veicoli convenzionali, in termini di autonomia e tempi di rifornimento. Tuttavia, dato l'attuale sistema di produzione di H₂ da steam-reforming del metano, l'utilizzo di tale carburante non può attualmente considerarsi favorevole alla riduzione delle emissioni CO₂.

Per quanto riguarda infine il metano, tale fonte rappresenta una consolidata alternativa all'uso dei carburanti derivati dal petrolio nei trasporti su gomma, specie per le autovetture e per i bus urbani, dove viene impiegato in forma di gas compresso. Il metano è un combustibile più "pulito" dei derivati del petrolio per quanto attiene a emissione di SO_x PM e NO_x, anche se i limiti stringenti imposti dalla normativa Europea sulle emissioni inquinanti dei veicoli stradali alimentati a benzina e gasolio, e le imposizioni sulla composizione dei combustibili marini, hanno ridotto questo vantaggio rispetto al passato. Per quanto attiene alla riduzione di emissioni ad effetto serra, se si considera l'intero ciclo *well to wheel*, la riduzione tuttavia può non essere particolarmente rilevante in considerazione dell'elevato potere climalterante del metano.

Recentemente il metano è utilizzabile anche allo stato liquido per l'alimentazione di mezzi di grandi dimensioni, quali camion al di sopra di un certo peso o navi, mediante stoccaggio in speciali serbatoi (criogenici) in grado di mantenere la temperatura a livelli molto bassi. L'utilizzo del GNL come carburante per la navigazione marittima è fortemente incoraggiato dalla normativa internazionale per la progressiva riduzione del tenore di zolfo dei combustibili marini⁸. In Italia sono in corso progetti-pilota, finalizzati allo studio e alla realizzazione di stazioni di servizio e stoccaggio nei porti italiani; anche la cantieristica nazionale sta mostrando interesse per il GNL e ha iniziato la costruzione di traghetti a GNL.

⁸ Regolamento n. 14 dell'IMO

2. Strategia energetica nazionale (SEN) e inquinamento atmosferico

I dati forniti da ISPRA riguardanti il trend emissivo del PM10 in Italia dal 1990 al 2014 mostrano una riduzione complessiva del 34,5%. Tuttavia, le emissioni di PM10 provenienti specificatamente dalla combustione al di fuori degli impianti industriali, riconducibili principalmente al riscaldamento domestico e residenziale, hanno fatto registrare nel 2014 un aumento del 45,9% rispetto all'anno di riferimento, rendendo il settore specifico quello maggiormente impattante con il 56,7% delle emissioni totali di PM10 (Annuario sui dati ambientali 2016 – ISPRA).

Il consumo di legna da ardere e pellet nel riscaldamento domestico ha raggiunto nel 2014 i 5,755 Mtep, pari al 21% del consumo totale di energia nello stesso settore (dati Bilancio Energetico Nazionale 2014). Si registra inoltre la diffusione delle stufe a biomassa anche in ambiente urbano.

Da tale quadro risulta evidente come le biomasse rivestono un ruolo fondamentale per quanto riguarda le emissioni di particolato in atmosfera.

Ulteriori studi condotti da ISPRA evidenziano che nel 2006 le emissioni di PM10 prodotte dal settore residenziale hanno per la prima volta superato quelle del traffico stradale e, nel 2013, il PM10 prodotto annualmente dalla combustione in camini, stufe e caldaie per il riscaldamento domestico (<35 kW) di legna e pellet ha superato quota 110 kt, che rappresentano un quantitativo quasi cinque volte superiore a quello prodotto dal traffico.

Tuttavia, recenti esperienze hanno dimostrato come, in ambienti rurali, attraverso massicce campagne di sostituzione di vecchie stufe a legna con nuovi generatori performanti ad alto rendimento e basse emissioni, sia stato ottenuto un calo del 27% delle emissioni di particolato. Infine studi condotti da ENEA e ARPA Lombardia per conto del MATTM (ENEA 2013), con l'obiettivo specifico di valutare l'effetto sulle emissioni della qualità del combustibile, hanno dimostrato che il fattore di emissione delle stufe a pellet rispetto a quelle tradizionali si riduce da 4 a 6 volte per il PM10 e PM2.5. Inoltre, anche il consolidamento dei meccanismi di certificazione dei biocombustibili solidi (pellet e cippato in maggior misura) può rivestire un ruolo importante sulla riduzione delle emissioni.

Recentemente le valutazioni con la suite modellistica MINNI, sviluppata da ENEA per conto del MATTM, sono state utilizzate per il negoziato di revisione della Direttiva NEC (National Emission Ceilings), approvata nel dicembre 2016, come Direttiva 2016/2284/CE.

Le concentrazioni di PM10 mostrano una componente primaria, direttamente influenzata dalle emissioni localizzate, ed una altrettanto importante componente secondaria che ha natura "diffusa", a causa delle scale temporali di formazione più lunghe. I valori massimi sono sui grandi centri urbani, dove al livello di fondo, si sovrappone l'emissione da riscaldamento domestico e da traffico (motori diesel/risospensione).

Per il PM10 il valore limite di concentrazione in aria più critico negli inverni di questi ultimi 2 anni è il valore medio giornaliero che non deve superare la soglia di 50 µg/m³ per più di 35 volte in un anno; il superamento delle 35 occorrenze annue si verifica negli stessi centri del superamento del limite della media annuale (Torino, Milano, Roma e Napoli), ma con aree più estese.

L'andamento delle concentrazioni di PM_{2.5} ha importanti analogie con quello del PM₁₀. Le principali differenze sono due: l'andamento ancora più omogeneo nello spazio, dovuto alla maggiore frazione secondaria sul totale, e i livelli più alti rispetto al limite di legge, con la conseguente maggiore ampiezza delle aree di superamento. Infatti, il limite di legge (25 µg/m³), in vigore dal 2015, è particolarmente severo, rispetto alla situazione attuale delle concentrazioni. Considerando che l'Organizzazione Mondiale della Sanità indica un limite ancora inferiore (10 µg/m³) per la minimizzazione degli effetti sulla salute umana, si comprende la criticità della situazione del PM_{2.5}. Le tecnologie per intervenire sul problema dell'inquinamento atmosferico coincidono in larga parte con quelle già citate con riferimento alla riduzione delle emissioni di gas serra. Tra di queste, quella con il miglior impatto specifico è l'elettrificazione, che ha impatto emissivo locale nullo. Tutti i combustibili utilizzati nei motori a combustione interna (è quindi escluso l'idrogeno utilizzato nelle celle a combustibile) presentano invece emissioni ridottissime di particolato fine (PM_{2.5}), dovute alla presenza di tracce di lubrificanti nel processo di combustione. Naturalmente, migliore è il rendimento di combustione, minore è la presenza di incombusti, ed in questo le miscele di metano e idrogeno, anche in percentuali minime, offrono prestazioni decisamente superiori al metano da solo, in particolar modo ai regimi parziali, come dimostrano anche le esperienze svolte dall' ENEA nell'ambito del progetto europeo Mhybus project.

3. Strategia energetica nazionale (SEN) e Economia circolare

L'Economia Circolare è un modello di sviluppo basato sull'efficienza delle risorse in grado di garantire la sostenibilità economica, ambientale e sociale e trasformare l'attuale paradigma economico che "crea rifiuti" in un sistema resiliente, maggiormente vicino agli ecosistemi naturali in cui non esiste il concetto di rifiuto. La transizione verso l'economia circolare si realizza attraverso lo sviluppo e l'implementazione di eco-innovazione di prodotto, processo e di sistema, di nuovi modelli di gestione delle risorse, di consumo e di business aziendali che tengano in conto orizzonti temporali più estesi del breve termine e coinvolgano molteplici attori con approccio partecipativo per innescare processi cooperativi.

Pur non essendo un concetto nuovo, l'Economia Circolare ha acquisito particolare forza a partire dal World Economic Forum del 2012, dove è stata presentata come una delle principali strategie per il futuro. Oggi è un elemento chiave nell'agenda politica di tutti i principali paesi, pur con sfumature diverse, ma la sua attuazione è ancora nella fase di iniziale sviluppo e si focalizza principalmente sugli aspetti legati alla gestione dei rifiuti e al riciclo.

La Commissione Europea ha individuato nell'Economia Circolare una delle principali strategie di sviluppo con un "pacchetto" sull'Economia Circolare⁹ che amplia lo spettro delle iniziative previste,

⁹ Comunicazione della Commissione al Parlamento Europeo, al Consiglio, al comitato economico e sociale europeo e

affiancando alla tematica della gestione dei rifiuti altri aspetti importanti: i modelli di produzione e di consumo sostenibile, la valorizzazione delle materie prime seconde e la promozione dei processi di eco-innovazione. La Commissione Europea ha presentato azioni istituzionali nell'ambito del "pacchetto", sostenute dal contributo finanziario da parte dei Fondi di Investimento Strutturali (ESIF) dei programmi Horizon 2020 che includono: finanziamenti per oltre 650 milioni di euro provenienti da Horizon 2020 e per 5,5 miliardi di euro dai fondi strutturali, cui si affianca (in seguito ad un emendamento del 2016) il programma InnovFin - EU Finance for Innovators per il supporto degli investimenti in innovazione promossa dalla banca Europea degli Investimenti. Parte integrante di tale nuovo piano di azioni è la revisione della normativa sui rifiuti, che prevede obiettivi a livello di UE per il riciclaggio del 65% dei rifiuti urbani e del 75% degli imballaggi entro il 2030, oltre alla promozione di misure per il riutilizzo e stimolo ad applicare la simbiosi industriale, nonché incentivi economici per lo sviluppo di prodotti più ecologici. La Commissione ha anche indicato nella "Roadmap to a Resource Efficient Europe"¹⁰ diverse azioni per il triennio 2016-18 che prevedono sia attività "trasversali" lungo il ciclo di vita dei prodotti e delle risorse (progettazione, produzione, uso, recupero), sia settoriali (materie plastiche, materiali per le costruzioni, imballaggi, rifiuti biodegradabili,...) ed anche indicazioni sulle linee di investimento e sul monitoraggio dell'esecuzione della strategia stessa.

L'Economia Circolare è al centro delle politiche di sviluppo dei paesi europei, con azioni specifiche, basate su strategie nazionali e Agenzie per l'uso efficiente delle risorse, promosse da molti Stati Membri. Ad esempio, la Germania ha istituito l'Agenzia per l'uso efficiente dei materiali DEMA¹¹ che offre servizi di consulenza, su base retribuita, alle PMI per lo sviluppo di progetti e programmi finalizzati all'uso efficiente dei materiali. L'esperienza tedesca mostra come ad un aumento di circa il 5-6% della produttività delle risorse corrispondano a una riduzione del 25% del consumo di risorse, del 16% del fabbisogno energetico e del 33% di emissioni climalteranti (GHGs), con benefici economici quantificabili in 3,4 miliardi €/anno.

Il modello di economia circolare - basato sull'innovazione lungo tutto il percorso di creazione del valore, sulla razionalizzazione del ciclo produttivo e sul recupero degli scarti - presenta infatti potenziali benefici in termini economici, sociali e ambientali quantificabili in diversi miliardi di euro. Considerato che, in media, nell'Unione Europea ogni anno vengono consumate quasi 16 tonnellate di materiali a persona, di queste 6 escono dal sistema come rifiuti e di queste ultime circa la metà sono smaltite in discarica e quindi alienate dal sistema di produzione e consumo (Fonte: <http://ec.europa.eu/environment/waste/>), è stato valutato che la prevenzione della produzione di rifiuti, l'ecodesign, il riutilizzo e misure analoghe possono generare risparmi netti per le imprese europee, a parità di tecnologie esistenti, valutabili intorno a 600 miliardi di euro all'anno, ossia l'8%

al comitato delle regioni "L'anello mancante - Piano d'azione dell'Unione europea per l'Economia Circolare" COM (2015) 614 Final

¹⁰ Communication COM(2011) 571

¹¹ La DEMA è l'Agenzia tedesca per l'uso efficiente dei materiali (Deutsche Materialeffizienzagentur). Info su: http://ec.europa.eu/environment/archives/sme/cases/demea_it.htm

del loro fatturato annuo (*The opportunities to business of improving resource efficiency, 2013, EC report*). Inoltre, lo sviluppo e l'implementazione di tecnologie innovative e l'ulteriore miglioramento dell'uso efficiente delle risorse potrebbe incrementare tale risparmio fino al 24% del fatturato delle imprese entro il 2030 (*Circular Economy in Europe, developing the knowledge base*; EEA report 2/2016; Commissione Europea - Scheda informativa, Pacchetto sull'economia circolare, Bruxelles, 2 dicembre 2015).

Gli impatti positivi dell'economia circolare sull'occupazione sono stimati tra 1,2 milioni e i tre milioni di nuovi posti di lavoro di cui circa il 25% in Italia (*Economic Growth Potential of More Circular Economies, Green Alliance 2015*). E' stato stimato (*Environment & infrastructure and Bio intelligence service, AMEC, 2014*) che l'innovazione nei modelli di produzione e consumo, non legati quindi al riciclo dei rifiuti, possa portare ulteriori benefici ambientali. Ad esempio nel solo settore agro industriale tali benefici sono stimati tra 100 e 200 milioni di tonnellate di CO2 equivalente risparmiate su base annuale. La Commissione Europea stima che i miglioramenti connessi all'approccio di economia circolare, nei soli processi di riciclo dei rifiuti urbani e degli imballaggi, possano ridurre le emissioni di gas serra di circa 424-617 milioni di tonnellate di CO2 equivalente nel periodo 2015-2035; tali risultati sono incrementali rispetto a quelli ottenibili dalla piena applicazione della normativa esistente sulla gestione dei rifiuti.

L'uso efficiente delle risorse, attraverso la riduzione degli sprechi in fase di estrazione, lavorazione, uso e fine vita può quindi significativamente contribuire al contenimento delle emissioni di gas ad effetto serra. Per quanto riguarda l'Italia, la tabella seguente mostra l'impronta carbonica (CO2 eq.) per alcune tipologie di materiali per unità di peso e riporta sia il valore relativo alla materia prima primaria, sia secondaria. I valori riportati, così come le differenze di impronta carbonica tra il materiale primario e quello secondario, danno una misura tangibile del motivo per il quale agire sulla leva dell'efficienza delle risorse possa significativamente contribuire al contenimento delle emissioni di gas serra a livello mondiale (sia attraverso un minore consumo in termini assoluti, sia scegliendo di preferire il materiale secondario).

Appare quindi evidente come sia rilevante uno sviluppo sistematico e moderno dell'industria del riciclo che sia in grado di garantire l'alto potenziale di produttività italiano, in grado cioè di trasformare in risorse gli ingenti quantitativi di scarti industriali ed urbani che costituiscono la miniera di risorse del nostro paese. La valorizzazione di queste risorse e la loro reimmissione nei cicli produttivi, oltre a contribuire alla competitività del nostro sistema produttivo, può significativamente contribuire al contenimento dei consumi di energia e delle emissioni di gas serra del sistema Italia.

Impronta carbonica complessiva associata al consumo italiano di alcuni materiali

Materiale	kgCO ₂ eq/kg	Consumo in Italia (t)	tCO ₂ eq*	tCO ₂ eq evitabili*	Fonte (consumi; impronta carbonica)
Alluminio primario	24,5	864.800	21.187.600		ASSOMET; SimaPro: Aluminium, primary, ingot {RoW} production
Alluminio secondario	0,405	513.800	208.089	20.837.356	ASSOMET; SimaPro: Aluminium, secondary, from new scrap,
Ferro e acciaio primario	1,75	25.486.000	44.600.500		Federacciai; Steel, unalloyed {RER} steel production, converter, unalloyed
Ferro e acciaio secondario	1,05	18.000.000	18.900.000	17.840.200	Federacciai; EPA
Rame primario	1,67	1.059.400	1.769.198		Istituto Italiano Rame; SimaPro: Copper {RER} production, primary
Rame secondario	1,002	474.611	475.560	707.679	Istituto Italiano Rame; EPA
Cartone primario	0,87	4.584.651	3.988.646		Comieco; SimaPro: Corrugated board box {RER} production
Cartone secondari	0,522	3.653.059	1.906.897	1.595.459	Comieco; EPA
Vetro primario	1,02	2.342.845	2.389.702		CoReVe; SimaPro: Packaging glass, white {GLO} market for
Vetro secondario	0,612	1.660.925	1.016.486	955.881	CoReVe; EPA
PET primario	3,08	478.478	1.473.712		CoRePla; SimaPro: Polyethylene terephthalate (PET) granulate, production mix, at plant, bottle grade RER
PET secondario	0,308	191.391	58.948	1.326.341	CoRePla; EPA
HDPE primario	1,74	827.083	1.439.125		CoRePla; SimaPro: Polyethylene, HDPE, granulate, at plant/RER S
HDPE secondario	0,174	330.833	57.565	1.295.213	CoRePla; EPA
LDPE primario	1,86	1.175.689	2.186.781		CoRePla; SimaPro: Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER S
LDPE secondario	0,186	470.276	87.471	1.968.103	CoRePla; EPA
PVC primario	4,52	704.046	3.182.289		CoRePla; SimaPro: Polyvinylidenechloride, granulate, at plant/RER S
PVC secondario	0,452	281.618	127.292	2.864.060	CoRePla; EPA
PP primario	1,77	1.312.397	2.322.942		CoRePla; SimaPro: Polypropylene granulate (PP), production mix, at plant RER
PP secondario	0,177	524.959	92.918	2.090.648	CoRePla; EPA

*Elaborazione ENEA