

CONSULTA LA SCHEDA DEL LIBRO

Alessandro Guercio



Dario Flaccovio Editore

Mini e micro cogenerazione a biomassa

Tecnologie e criteri progettuali



- Sostenibilità energetica e ambientale: prima e dopo il protocollo di Kyoto ✓
- Tecnologie per la piccola e micro cogenerazione e per la trigenerazione da biomassa ✓
- Aspetti normativi e criteri di progettazione di un impianto cogenerativo a biomassa ✓
- Casi applicati e referenze in esercizio ✓

Alessandro Guercio

MINI E MICRO COGENERAZIONE A BIOMASSA

Tecnologie e criteri progettuali



Dario Flaccovio Editore

Alessandro Guercio

MINI E MICRO COGENERAZIONE A BIOMASSA – Tecnologie e criteri progettuali

ISBN 978-88-579-0103-9

© 2011 by Dario Flaccovio Editore s.r.l. - tel. 0916700686

www.darioflaccovio.it info@darioflaccovio.it

Prima edizione: settembre 2011

Guercio, Alessandro <1969->

Mini e micro cogenerazione a biomassa : tecnologie e criteri progettuali / Alessandro

Guercio. - Palermo : D. Flaccovio, 2011.

ISBN 978-88-579-0103-9

1. Cogenerazione – Impiego [delle] Biomasse.

333.793 CDD-22 SBN Pal0235478

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana “Alberto Bombace”

Stampa: Tipografia Priulla, Palermo, settembre 2011

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

L'editore dichiara la propria disponibilità ad adempiere agli obblighi di legge nei confronti degli aventi diritto sulle opere riprodotte.

La fotocopiatura dei libri è un reato.

Le fotocopie per uso personale del lettore possono essere effettuate nei limiti del 15% di ciascun volume/fascicolo di periodico dietro pagamento alla SIAE del compenso previsto dall'art. 68, commi 4 e 5, della legge 22 aprile 1941 n. 633. Le riproduzioni effettuate per finalità di carattere professionale, economico o commerciale o comunque per uso diverso da quello personale possono essere effettuate solo a seguito di specifica autorizzazione rilasciata dagli aventi diritto/dall'editore.

INDICE

Prefazione
Premessa
Introduzione

1. Perché realizzare un impianto a biomassa

| | | | |
|--------|---|---|----|
| 1.1. | Cenni introduttivi | » | 1 |
| 1.2. | Biomasse, cogenerazione, generazione distribuita | » | 2 |
| 1.2.1. | Biomassa | » | 3 |
| 1.2.2. | Cogenerazione a biomassa | » | 5 |
| 1.2.3. | Cogenerazione a biomassa di piccola taglia distribuita sul territorio | » | 6 |
| 1.3. | Dubbi e perplessità ricorrenti | » | 7 |
| 1.3.1. | Cosa succede se nell'impianto autorizzato a bruciare biomassa vergine bruciano i rifiuti..... | » | 7 |
| 1.3.2. | Continuità del servizio e fine del periodo degli incentivi | » | 8 |
| 1.3.3. | Abitazioni fuori dal tracciato previsto per il teleriscaldamento..... | » | 8 |
| 1.3.4. | Bilancio delle emissioni di gas serra degli impianti a biomassa..... | » | 9 |
| 1.4. | GSE, GME, AU, AEEG | » | 9 |
| 1.4.1. | Gestore dei servizi energetici (GSE)..... | » | 9 |
| 1.4.2. | Acquirente unico (AU) | » | 11 |
| 1.4.3. | Gestore dei mercati energetici (GME)..... | » | 11 |
| 1.4.4. | Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG)..... | » | 11 |
| 1.5. | Bibliografia | » | 14 |

2. Sostenibilità energetica e ambientale: prima e dopo il protocollo di Kyoto

| | | | |
|--------|--|---|----|
| 2.1. | Il protocollo di Kyoto | » | 15 |
| 2.2. | Le nuove direttive europee: gli obiettivi del 20/20/20 | » | 16 |
| 2.3. | Il picco di Hubbert..... | » | 18 |
| 2.4. | Ambiente e sistema energetico | » | 22 |
| 2.5. | I gas serra e i cambiamenti climatici | » | 22 |
| 2.6. | Inquinanti primari | » | 24 |
| 2.6.1. | Monossido di carbonio (CO)..... | » | 25 |
| 2.6.2. | Ossidi di azoto (NO _x)..... | » | 25 |
| 2.6.3. | Ossidi di zolfo (SO _x) | » | 26 |
| 2.6.4. | Composti organici volatili (COV) | » | 26 |
| 2.6.5. | Particolato o particelle sospese totali (PST) | » | 27 |
| 2.7. | Inquinanti secondari | » | 27 |
| 2.8. | Analisi delle prestazioni ambientali | » | 28 |
| 2.8.1. | L'analisi del ciclo di vita (LCA)..... | » | 28 |
| 2.9. | Bibliografia | » | 30 |

3. Biomasse

| | | | |
|---------|---|---|----|
| 3.1. | Cenni introduttivi..... | » | 31 |
| 3.2. | Le forme in cui si presenta la biomassa..... | » | 33 |
| 3.3. | Biomasse forestali e residui dell'industria del legno..... | » | 34 |
| 3.4. | Biomasse da colture energetiche dedicate..... | » | 36 |
| 3.5. | Biomasse agricole..... | » | 38 |
| 3.6. | La caratterizzazione del cippato..... | » | 42 |
| 3.7. | Decreto legislativo n. 28 del 3 marzo 2011, recepimento della direttiva 2009/28/CE..... | » | 42 |
| 3.8. | Le biomasse nella normativa italiana..... | » | 46 |
| 3.8.1. | D.Lgs. n. 22 dello 05/02/1997 (decreto Ronchi)..... | » | 48 |
| 3.8.2. | Legge n. 10 dello 09/01/1991..... | » | 48 |
| 3.8.3. | D.Lgs. n. 79 del 16/03/1999 (decreto Bersani)..... | » | 48 |
| 3.8.4. | Decreto del Ministero delle politiche agricole e forestali n. 401 dell'11/11/1999..... | » | 49 |
| 3.8.5. | Decreto del presidente del Consiglio dei ministri 08/03/2002..... | » | 49 |
| 3.8.6. | D.Lgs. n. 387 del 29/12/2003..... | » | 49 |
| 3.8.7. | D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 192..... | » | 51 |
| 3.8.8. | Legge n. 244 del 24/12/2007 (legge finanziaria 2008)..... | » | 51 |
| 3.8.9. | Decreto del Ministero per lo sviluppo economico del 18/12/2008..... | » | 52 |
| 3.8.10. | Legge n. 99 del 23/07/2009..... | » | 52 |
| 3.8.11. | Decreto del Ministero dello sviluppo economico 10 settembre 2010..... | » | 52 |
| 3.9. | Incentivi sulla generazione termica da biomasse..... | » | 53 |
| 3.10. | Limiti normativi sulle emissioni degli impianti a biomassa..... | » | 54 |
| 3.11. | Bibliografia..... | » | 55 |

4. Cogenerazione

| | | | |
|------|--|---|----|
| 4.1. | Cenni introduttivi..... | » | 57 |
| 4.2. | Definizioni..... | » | 59 |
| 4.3. | Trigenerazione..... | » | 60 |
| 4.4. | Titoli di efficienza energetica (TEE) o certificati bianchi..... | » | 60 |
| 4.5. | Certificati verdi, bianchi e neri..... | » | 61 |
| 4.6. | Bibliografia..... | » | 62 |

5. Le tecnologie per la piccola e micro cogenerazione e per la trigenerazione da biomassa

| | | | |
|--------|--|---|----|
| 5.1. | Cenni introduttivi..... | » | 63 |
| 5.2. | La tecnologia..... | » | 64 |
| 5.3. | Combustione esterna e recupero termoelettrico..... | » | 67 |
| 5.3.1. | Sistemi di combustione..... | » | 67 |
| 5.3.2. | Caldaie..... | » | 71 |
| 5.3.3. | Motore alternativo a vapore..... | » | 72 |
| 5.3.4. | Motore Stirling..... | » | 72 |
| 5.3.5. | Turbina a gas a combustione esterna..... | » | 74 |
| 5.3.6. | Ciclo Rankine a fluidi organici (ORC) ad alta temperatura..... | » | 76 |
| 5.3.7. | Ciclo Rankine a fluidi organici (ORC) a bassa temperatura..... | » | 79 |
| 5.3.8. | Ciclo Rankine a vapore convenzionale..... | » | 80 |

| | | | |
|------|---|---|----|
| 5.4. | Conversione termochimica: la gassificazione della biomassa..... | » | 81 |
| 5.5. | Uno sguardo al futuro: le celle a combustibile..... | » | 83 |
| 5.6. | Trigenerazione con <i>chiller</i> ad assorbimento..... | » | 85 |
| 5.7. | Teleriscaldamento..... | » | 87 |
| 5.8. | Bibliografia..... | » | 90 |

6. Criteri di progettazione di un impianto cogenerativo a biomassa

| | | | |
|------|--|---|-----|
| 6.1. | Cenni introduttivi..... | » | 91 |
| 6.2. | Caratterizzazione dell'utenza termica..... | » | 92 |
| 6.3. | Applicazioni in ambito civile e residenziale..... | » | 94 |
| 6.4. | Il limite inferiore della taglia nella cogenerazione a biomassa..... | » | 99 |
| 6.5. | La cogenerazione associata alla produzione del pellet..... | » | 102 |
| 6.6. | Studio di fattibilità economica..... | » | 106 |
| 6.7. | Bibliografia..... | » | 114 |

7. Casi applicati e referenze in esercizio

| | | | |
|-------|--|---|-----|
| 7.1. | Cenni introduttivi..... | » | 117 |
| 7.2. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia ad olio diatermico da 1,1 MW di potenza elettrica: teleriscaldamento di Tirano..... | » | 119 |
| 7.3. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia ad olio diatermico da 1 MW di potenza elettrica: Scalco – Elementi in legno..... | » | 120 |
| 7.4. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a olio diatermico da 1 MW di potenza elettrica: azienda agricola “Il Quadrifoglio”..... | » | 121 |
| 7.5. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a olio diatermico da 800 kW di potenza elettrica: teleriscaldamento di Calenzano (FI)..... | » | 123 |
| 7.6. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a olio diatermico da 600 kW di potenza elettrica: teleriscaldamento di La Thuile (AO)..... | » | 124 |
| 7.7. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a olio diatermico da 450 kW di potenza elettrica: teleriscaldamento di Sluderno (BZ)..... | » | 124 |
| 7.8. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a olio diatermico da 200 kW di potenza elettrica: azienda agricola “I Leprotti”, Abbiategrasso (MI)..... | » | 126 |
| 7.9. | Impianto con tecnologia ORC e caldaia a vapore a bassa pressione da 125 kW di potenza elettrica: segheria Carlon a Castelfranco Veneto (TV)..... | » | 127 |
| 7.10. | Impianto con motore Stirling e gassificazione della biomassa da 35 kW di potenza elettrica: centro CISA di Castel d’Aiano..... | » | 129 |

| | | | |
|----|------------------|---|-----|
| 8. | Conclusioni..... | » | 131 |
|----|------------------|---|-----|

PREFAZIONE

Il flusso di energia proveniente dal sole è la sorgente comune di tutte le forme di energia rinnovabile a cui la tecnologia di oggi fa riferimento, con l'eccezione importante della energia geotermica.

Il flusso solare nell'atmosfera o nel mare si trasforma in energia termica, generando giganteschi cicli termodinamici che producono le piogge, i venti, le correnti oceaniche, le onde. Accanto all'utilizzo di questi derivati del flusso solare, è possibile captare direttamente il flusso solare stesso, con collettori solari termici e fotovoltaici.

La utilizzazione delle biomasse è, unica fra le rinnovabili, diversa concettualmente.

Alla produzione delle biomasse si giunge attraverso complessi processi di fotosintesi, per ora possibili solo grazie a organismi viventi: organismi molto diversi fra loro, caratterizzati dal fatto di raccogliere l'energia solare e utilizzarla per produrre composti organici a partire da acqua e anidride carbonica.

I composti così generati costituiscono un serbatoio di energia che può essere utilizzato in un tempo successivo a quello della captazione del flusso solare.

In altri termini le biomasse sono per loro natura energia solare concentrata e immagazzinata per futuro uso.

Al crescere della frazione di energia rinnovabile nel panorama energetico, una sorgente di energia rinnovabile e al tempo stesso dilazionabile come le biomasse è particolarmente preziosa: le biomasse sono una sorgente non aleatoria in un panorama energetico per cui la gestione dell'aleatorietà delle produzioni energetiche rinnovabili diventa via via più critica.

Accanto a questo pregio fondamentale della naturale accumulabilità, le biomasse, nelle loro varie forme hanno il pregio di essere il risultato di una agricoltura energetica, che se ben gestita non altera l'assetto del territorio o addirittura lo migliora e contribuisce alla occupazione di personale a tutti i livelli, in modo distribuito sul territorio stesso.

Il testo di Alessandro Guercio affronta, con rigore e tuttavia in modo chiaro e scorrevole, vari aspetti dell'impiego delle biomasse a scopo energetico, dagli aspetti più generali a quelli più spiccatamente tecnici.

A una discussione sulla sostenibilità delle biomasse, in relazione al protocollo di Kyoto, alle direttive europee, all'interazione col sistema energetico segue una discussione degli aspetti di inquinamento, di produzione delle biomasse, delle caratteristiche e delle normative italiane di riferimento. Gli aspetti tecnici sono discussi ampiamente, con riferimento in particolare a impianti di piccola taglia e con un insieme di esempi tratti da casi reali.

Diverse tecnologie sono descritte e discusse: sistemi a vapore d'acqua, Stirling, con turbina a gas con combustione esterna, sistemi ORC (Organic Rankine Cycle), sistemi con gassificazione.

Lo scopo del lavoro, peraltro accennato nell'introduzione, appare più evidente col procedere dei capitoli: l'autore si pone di volta in volta dal punto di vista dell'imprenditore, che nell'impianto a biomassa intende investire, dal punto di vista del pubblico decisore, che deve autorizzare, favorire o rallentare un tipo di applicazione, da quello del fruitore dell'impianto.

Lo scopo perseguito e efficacemente conseguito è soprattutto una chiara, trasparente evidenziazione dei vantaggi, dei punti critici, dei rischi eventuali. Il riferimento, sia riguardo alle norme, sia per gli aspetti climatici e produttivi, sia nella messe di esempi applicativi è di ambito italiano: così deve essere, la produzione da biomassa diviene auspicabile e sensata proprio quando tiene dietro alle risorse locali, genera occupazione locale, fornisce energia termica a eventuali utilizzatori ovviamente locali.

L'uso migliore delle biomasse nel nostro paese riguarda impianti di piccola taglia, ben inseriti nel territorio, possibilmente cogenerativi, cioè in grado di fornire contemporaneamente energia elettrica, termica e in qualche caso di produrre freddo. Impianti di questo tipo, se alimentati da biomassa prodotta localmente, fanno sì che l'incentivo che il contribuente paga (direttamente o attraverso voci della bolletta energetica) ricada sul territorio italiano, sotto forma di attività agricola, gestionale, di produzione degli impianti. Altre tecnologie rinnovabili sotto questo profilo sono assai meno favorevoli.

Riguardo alla tipologia e alla produzione degli impianti, nel testo si evidenzia come un grande lavoro di avanzamento tecnologico sia stato fatto e sia atteso per il futuro in Italia.

È importante notare come una delle obiezioni all'uso della biomassa, in particolare della biomassa legnosa, sia costituita dalla preoccupazione che venga a mancare la materia prima per produzioni di manufatti quali il pannello truciolare, certa carta, etc.

Le associazioni stesse di categoria di questo settore evidenziano come siano soprattutto i grandi impianti non cogenerativi a generare preoccupazioni in questo senso, piuttosto che piccoli impianti con filiera locale volti a valorizzare biomassa residuale o vergine, realizzati a misura di territorio. Approccio quest'ultimo ben rappresentato in Italia da associazioni quali FIPER, ITABIA, AIEL.

Il testo di Alessandro Guercio nasce da una esperienza accademica prima, operativa sul campo poi, con una ricerca di soluzioni tecniche ottimali per applicazioni di produzione elettrica e termica.

Un'esperienza a stretto contatto con chi gli impianti a biomassa li installa, li alimenta, li gestisce: con loro ne subisce il fascino e ne raccoglie la soddisfazione. Con la sua chiarezza e ricchezza di dati, il lavoro di Alessandro Guercio contribuirà certamente a diffondere la cultura degli impianti a biomassa, a dissipare obiezioni, a far sì che siano curati gli aspetti importanti per un risultato ottimale, anche in relazione agli obiettivi dell'Unione Europea, noti con la sigla 20/20/20.

Mario Gaia

PREMESSA

Concetti quali la dipendenza energetica dall'estero, l'inquinamento, i cambiamenti climatici, le variazioni estreme nel prezzo del petrolio, che si riflettono in continui aumenti della bolletta energetica, hanno necessariamente sollevato il problema energetico in tutta la sua complessità nell'intera opinione pubblica. Quotidianamente ogni fonte di notizie da spazio ad argomenti legati all'energia. È chiaro che la strada da percorrere è risparmiare energia e trovare nuove fonti energetiche non solo alternative al petrolio ma anche rinnovabili e sostenibili. A livello europeo sono stati presi in questo senso degli impegni importanti, che impongono al 2020 di raggiungere obiettivi non facili. Quali siano però le tecniche e gli strumenti utili al raggiungimento di questi obiettivi (risparmio energetico e sostituzione delle fonti fossili con fonti rinnovabili) non è ancora a tutti abbastanza chiaro.

Le possibilità offerte dalle nuove tecnologie per la mini e microgenerazione a biomassa hanno spinto l'autore a scrivere questo libro, al fine di trasmettere alle parti coinvolte nella realizzazione degli impianti le informazioni utili a capire quali siano le reali ricadute sul territorio e sulla popolazione e gli impatti derivanti sia a livello economico sia ambientale. La popolazione che insiste sul territorio nel quale si realizza l'impianto, gli enti locali, gli imprenditori o le amministrazioni che decidono di realizzare gli impianti sono tutte figure alle quali si rivolge questo testo. L'Italia ha l'opportunità di raggiungere gli obiettivi di sostenibilità energetica fissati a livello comunitario accompagnandoli con una crescita economica e con ricadute positive sul territorio. In questo scenario le biomasse potranno giocare un ruolo importante, se si saprà sfruttarne appieno le caratteristiche peculiari.

In questo testo si cercherà di capire perché è utile fare piccoli impianti di cogenerazione a biomassa distribuiti sul territorio e quanto più vicini alle fonti di biomassa e alle utenze, approfondendo le tematiche relative agli impatti sul territorio, ai rischi e alle opportunità che i cittadini possono attendersi dalla realizzazione di questi impianti. Si valuteranno i principali inquinanti emessi durante i processi di combustione e i limiti normativi alla concentrazione di questi inquinanti nelle emissioni in atmosfera. Si analizzeranno le fasi in cui si generano gli impatti ambientali e gli strumenti per valutare questi impatti su tutto il ciclo

di vita, non solo quindi sulla fase di gestione dell'impianto. Successivamente si prenderà in esame nel dettaglio il nuovo *decreto rinnovabili*, ossia il D.Lgs. n. 28 del 3 marzo 2011, e verranno evidenziati i punti in cui si fa riferimento alla mini e microcogenerazione a biomassa per quanto riguarda gli aspetti legati alla generazione sia elettrica sia termica. Si farà successivamente una panoramica sulle leggi che si sono susseguite riguardo alle biomasse e sull'ambiguità che si è generata nell'interpretazione di biomassa.

Si affronterà l'argomento della cogenerazione e si darà spazio alle tecnologie per la mini e microcogenerazione a biomassa, mettendo in risalto le sinergie che si possono innescare con il teleriscaldamento per lo sviluppo degli impianti distribuiti sul territorio.

Si parlerà poi di alcuni criteri da adottare nella progettazione di un impianto di cogenerazione a biomassa, partendo dalla caratterizzazione dell'utenza termica e sviluppando il processo progettuale, per arrivare a realizzare uno studio di fattibilità per un impianto di microcogenerazione alimentato a cippato di legno e al servizio di un'utenza termica di tipo civile. Successivamente si vedrà come interpretare i risultati dello studio e come sia importante approfondire lo studio con una o più analisi di sensibilità dei principali parametri economici.

Saranno infine esposti alcuni esempi di impianti realizzati nel territorio italiano, lasciando maggiore spazio alle tecnologie mature, ma riportando anche esempi di soluzioni innovative e promettenti che contano già alcuni impianti sul territorio nelle fasce di potenza nominale inferiori.

INTRODUZIONE

La risposta occidentale all'attuale crisi nordafricana e mediorientale (inverno 2010/2011), con particolare riferimento alla situazione libica, è l'ennesimo sintomo di come la gestione delle risorse energetiche detti le politiche internazionali. Già la semplice riduzione dell'approvvigionamento dal gasdotto russo del 2006, dovuto al momento di crisi tra Russia e Ucraina, ha generato paure e tensioni nel nostro paese. Addirittura l'estate straordinariamente calda del 2003, con la conseguente crescita della domanda di energia elettrica per i condizionatori d'aria e la riduzione della capacità produttiva delle centrali elettriche convenzionali, causata quest'ultima proprio delle elevate temperature e della carenza di acqua per i sistemi di raffreddamento delle centrali, ha innescato una piccola crisi energetica nel nostro paese.

L'Italia approvvigiona dall'estero circa l'80% del proprio fabbisogno energetico e gli scenari che questa situazione può generare già nell'immediato futuro sono imprevedibili.

Il nucleare, con tutti i rischi connessi che periodicamente fanno notizia, anche se dovesse ripartire in Italia, si limiterebbe a dare un po' di respiro al comparto, ma non risolverebbe certo la situazione. Il disastro nucleare delle centrali di Fukushima in Giappone ha comunque innescato in tutta l'Europa un processo di allontanamento dalla tecnologia nucleare. In Italia, dopo una prima moratoria di un anno allo sviluppo di progetti nucleari (decisa dal Consiglio dei ministri il 23 marzo 2011), l'esito del referendum del 12 giugno 2011 ha allontanato, almeno nel medio termine, l'ipotesi del ritorno al nucleare.

Per uscire da questa situazione di dipendenza energetica bisogna trovare risorse interne al nostro paese. È quindi indispensabile chiedersi quali risorse energetiche offre il nostro paese. Sicuramente non si può contare sulle risorse fossili convenzionali, ma ci si deve rivolgere ad altre risorse, come le fonti rinnovabili e il risparmio energetico.

Queste ultime soluzioni non possono bastare a soddisfare il fabbisogno energetico del nostro paese, ma è anche vero che una sana e chiara pianificazione energetica e insieme una politica mirata all'incentivazione delle suddette possono ridurlo notevolmente.

Ci si può allora chiedere quanto possano costare in Italia una sana pianificazione

energetica e una politica incentivante per le fonti rinnovabili e il risparmio energetico. Secondo alcune teorie le fonti rinnovabili richiederebbero spese maggiori delle fonti fossili e addirittura risparmiare energia costerebbe di più che consumarla. Queste tesi si basano sul fatto che le fonti rinnovabili e le tecnologie per il risparmio energetico hanno al momento bisogno di essere supportate da incentivi economici (si vedano tariffe onnicomprensive piuttosto che certificati verdi o titoli di efficienza energetica), per poter reggere il confronto con i sistemi di generazione convenzionali. Questi incentivi sono tuttora finanziati tramite una voce presente nelle nostre bollette elettriche: la componente A3.

| Anno | Fotovoltaico | Eolico | Biomasse | Totale |
|------|--------------|---------|----------|----------|
| 2011 | 4,7-5,3 | 1,7-1,8 | 1,0-1,1 | 7,6-8,2 |
| 2012 | 4,8-5,8 | 1,9-2,0 | 1,1-1,1 | 7,9-9,0 |
| 2013 | 4,9-6,1 | 2,0-2,2 | 1,1-1,1 | 8,1-9,5 |
| 2014 | 4,9-6,0 | 2,2-2,3 | 1,1-1,2 | 8,1-9,5 |
| 2015 | 4,9-5,9 | 2,3-2,5 | 1,1-1,2 | 8,4-9,8 |
| 2016 | 4,9-5,9 | 2,4-2,7 | 1,1-1,2 | 8,6-9,9 |
| 2017 | 4,9-5,8 | 2,5-2,8 | 1,1-1,2 | 8,6-9,9 |
| 2018 | 4,9-5,7 | 2,6-3,0 | 1,1-1,3 | 8,7-10,0 |
| 2019 | 4,8-5,6 | 2,7-3,1 | 1,1-1,3 | 8,7-10,1 |
| 2020 | 4,8-5,5 | 2,8-3,3 | 1,1-1,3 | 8,7-10,2 |

Tabella 1. Costo delle fonti rinnovabili scaricato sul consumatore italiano in €/MWh (Fonte: Istituto Bruno Leoni¹)

Per rispondere a questa critica si potrebbe semplicemente analizzare e confrontare il trend di variazione nel tempo del costo di produzione dell'energia da fonti convenzionali e da fonti rinnovabili. Ogni giorno che passa i costi di produzione dell'energia da fonti fossili sono sempre più vicini a quelli delle fonti rinnovabili. Il sistema di incentivi ha il compito di accompagnare il periodo di transizione, per permettere uno sviluppo quanto più rapido possibile delle tecnologie per le fonti rinnovabili e una conseguente riduzione dei costi specifici. C'è però un altro punto fondamentale da valutare nel computo dei costi delle fonti rinnovabili rispetto a quello delle fonti convenzionali. L'utilizzo delle fonti energetiche convenzionali, sia fossili sia nucleari, genera dei costi nascosti a carico dell'ambiente e della popolazione. Questi costi si chiamano *esternalità*, comprendono i danni ambientali e il sottosviluppo dei paesi poveri e più che difficili da quantificare sono difficili da giustificare.

Un'ultima critica mossa alle fonti rinnovabili è che esse sono per loro natura intermittenti. Le attività umane seguono i loro ritmi indipendentemente dalla disponibilità di sole o vento. È facile difendere le biomasse da questa critica, perché tra le fonti rinnovabili esse sono le uniche a potere essere accumulate e a essere

¹ Istituto Bruno Leoni, aprile 2011, *Rinnovabili, quanto costano i sussidi?*, www.brunoleoni.it.

utilizzate secondo piani programmati, ma ci sono motivazioni a favore di tutte le fonti rinnovabili. La prima si ricollega al fatto che le fonti rinnovabili rappresentano oggi in Italia una parte marginale del fabbisogno complessivo di energia. In questo scenario l'alternanza della disponibilità può essere facilmente gestita tramite attento controllo delle reti e utilizzando le fonti rinnovabili a supporto delle fonti convenzionali. In un futuro in cui le fonti rinnovabili non programmabili avranno un peso significativo nel parco di generazione del nostro paese si potranno sfruttare maggiormente i bacini di pompaggio idroelettrico e, guardando a un futuro più lontano, si potrebbero produrre combustibili sintetici attraverso processi elettrolitici.

L'utilizzo massivo delle fonti rinnovabili e delle tecnologie per il risparmio energetico potrebbe dare vita a una nuova era e sviluppare un'economia basata sull'ottimizzazione delle risorse locali e sulla crescita sostenibile, cioè una crescita che sfrutti le risorse disponibili al loro ritmo di rinnovabilità, lasciandole intatte alle generazioni future.

Tra le fonti rinnovabili le biomasse sono le più simili alle fonti fossili. Si tratta di combustibili che possono presentarsi in forme simili al carbone o al gas naturale o al petrolio e che, a differenza di altre fonti rinnovabili, quali il solare e l'eolico, possono essere accumulate e utilizzate in modo programmato. Un'ulteriore differenza tra le biomasse e le altre fonti rinnovabili sta nel fatto che, nella fase gestionale, si deve tenere conto, oltre che degli ammortamenti dei costi di investimento e dei costi di manutenzione, anche dei costi del biocombustibile. Mentre per gli impianti solari o eolici il costo di produzione è dato principalmente dal rapporto tra energia utile generata e costi di ammortamento dell'investimento, nel caso delle biomasse ai costi di ammortamento si devono sommare i costi della biomassa. Questo vuol dire che gli incentivi che vengono riconosciuti agli impianti solari ed eolici servono principalmente a pagare le tecnologie, mentre nel caso delle biomasse una parte degli incentivi viene reinvestita sul territorio per pagare la biomassa necessaria, con un'evidente redistribuzione sul territorio delle risorse investite e con la possibilità di creare nuovi posti di lavoro.

1. PERCHÉ REALIZZARE UN IMPIANTO A BIOMASSA

1.1. Cenni introduttivi

Una grande opportunità di valutare da più punti di vista la realizzazione di un impianto è stata offerta all'autore dalla possibilità assistere ad alcune assemblee convocate dalle amministrazioni comunali per discutere sulla convenienza di realizzare un impianto di cogenerazione a biomassa al servizio di una piccola rete di teleriscaldamento cittadina.

Il più delle volte i cittadini intuiscono i rischi e le opportunità generati da questa possibilità, senza però avere gli strumenti e le informazioni adeguate per valutare l'entità dei pro e dei contro.

Allo stesso modo gli amministratori locali, che decidono di promuovere la realizzazione dell'impianto, avendo il compito di valutarne i requisiti in sede di autorizzazione, lasciano talvolta la parola ai tecnici per dare risposte non sempre in linea con le domande.

I promotori dell'operazione si trovano spesso a giustificare e scongiurare comportamenti criminosi e incidenti operativi prima ancora che l'impianto sia realizzato. La parola *inquinamento* è spesso usata senza essere accompagnata da una spiegazione di quali siano gli elementi inquinanti, di come essi agiscano sull'ambiente e sulla popolazione e di quali rischi comportino.

Nel contesto appena descritto sono presenti i principali attori coinvolti nella realizzazione e nella successiva gestione dell'impianto:

- i cittadini che usufruiranno del servizio e godranno delle ricadute, ma anche dei rischi, sul loro territorio;
- le amministrazioni locali, che hanno l'onere di:
 - promuovere prima e autorizzare poi la realizzazione dell'impianto, sia a livello comunale sia provinciale e in alcuni casi regionale;
 - valutare tutti i pro e i contro, i rischi e le opportunità;
 - trasferire alla popolazione informazioni precise e chiare;
 - finanziare, quando possibile, gli atteggiamenti virtuosi.
- gli imprenditori e gli enti pubblici (o negli esempi più virtuosi gli stessi cittadini consorziati), che realizzano gli impianti e le infrastrutture e devono tenere

sotto controllo la sostenibilità economica dell'investimento oltre che quella ambientale.

Ognuno dei gruppi individuati ha interessi diversi, che però convergono sull'opportunità di realizzare l'impianto.

Il presente volume cercherà di aiutare tutte le parti in causa coinvolte nella realizzazione di un impianto di cogenerazione a biomassa. Si daranno sia alla popolazione sia agli enti locali gli strumenti per capire i reali rischi e le opportunità. Si valuteranno dal punto di vista della fattibilità economica gli investimenti necessari alla realizzazione e alla gestione di un impianto. Si farà una panoramica sulle tecnologie per la cogenerazione da biomassa, individuando quali sono quelle affidabili e mature, quali quelle ancora giovani e in fase di sviluppo e quali invece quelle ancora in fase sperimentale.

Si potranno valutare gli impatti sul territorio e sulla popolazione, ricordando però che l'energia prodotta dall'impianto a biomasse sarà energia risparmiata a un impianto a combustibili fossili. Ogni unità di inquinante emesso dall'impianto a biomassa dovrà essere confrontata con quelle che non saranno prodotte dagli impianti convenzionali. Ogni euro a carico della comunità, utilizzato per incentivare la produzione dell'impianto, in parte dovuto all'acquisto della biomassa, dovrà essere confrontato con il corrispettivo costo sostenuto dalla centrale convenzionale per una produzione energetica equivalente. La differenza principale sta nel fatto che, nel caso della biomassa, i costi sostenuti potranno essere distribuiti localmente sul territorio, dando nuove opportunità all'agricoltura locale, mentre nel caso della centrale convenzionale si spenderà esclusivamente per acquistare combustibili fossili provenienti da altri continenti.

Nei paragrafi seguenti si spiegherà pertanto:

- perché fare un impianto alimentato con fonti rinnovabili;
- perché usare le biomasse tra le fonti rinnovabili;
- perché fare la cogenerazione di piccola taglia distribuita sul territorio;
- come fare la cogenerazione a biomassa;
- quali tecnologie sono già disponibili e quali le più appropriate;
- quali tecnologie potrebbero essere disponibili nel prossimo futuro;
- quanto costa e in quanto si ripaga un impianto cogenerativo a biomasse;
- quali sono i vantaggi ambientali e per la popolazione e quali e quante le ricadute sul territorio.

1.2. Biomasse, cogenerazione, generazione distribuita

Usare la biomassa per produrre energia utile in modo efficiente è un'operazione lodevole ed è auspicabile che se ne faccia sempre maggiore uso. Lo scopo è quello di ridurre quanto più possibile il consumo di combustibili convenzionali

usando una risorsa locale e riducendo al minimo gli impatti ambientali. Ci sono però diversi modi di usare la biomassa e ognuno di questi può comportare diversi vantaggi in termini di quantificazione del risparmio di energia primaria e delle emissioni inquinanti. Nel titolo di questo paragrafo sono citati tre elementi indipendenti, ognuno dei quali può moltiplicare le potenzialità degli altri. Ciascun elemento è uno strumento fondamentale per contribuire al risparmio energetico e alla riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e quindi della CO₂ emessa. Si analizzeranno quindi di seguito le sinergie in grado di amplificare gli effetti positivi che emergono dalla combinazione dei tre suddetti elementi.

1.2.1. Biomassa

Utilizzare la biomassa per produrre energia utile è un'attività che permette di ridurre l'utilizzo di combustibili fossili e le conseguenti emissioni di gas climalteranti in atmosfera. A livello locale bisogna distinguere tra l'utilizzo termico e quello elettrico della biomassa. L'utilizzo della biomassa può, infatti, essere destinato alla produzione di energia termica o a quella di energia elettrica.

Nel caso di generazione termica i vantaggi dell'utilizzo della biomassa sono facilmente individuabili: 1 kWh utile di calore generato dalla biomassa permette il risparmio di 1 kWh generato da combustibili fossili, con vantaggi ambientali diretti sia su scala globale, in termini di CO₂ evitata all'atmosfera, sia su scala locale in termini di emissione di inquinanti locali. Utilizzare la legna da ardere o il pellet per produrre calore è già un'ottima pratica che merita attenzione, sottointeso ovviamente l'utilizzo di dispositivi quanto più efficienti.

Se si utilizza una tonnellata di biomassa sotto forma di cippato in un apposito dispositivo per la generazione termica, ipotizzando un rendimento dell'85%, si ottiene una generazione termica utile pari a 2,04 MWh¹, corrispondenti a un risparmio di combustibili fossili pari a 0,175 TEP².

¹ Si ipotizzi un potere calorifero inferiore della biomassa pari a 2,4 kWh/kg, tipica del cippato di legno con un contenuto di umidità del 40-45%.

² TEP è l'acronimo di tonnellata equivalente di petrolio ed è il termine di equalizzazione comunemente usato come fattore di conversione dell'energia. Il valore del TEP riferito alla generazione termica è fissato dall'Agenzia internazionale per l'energia (IEA) pari a 11,63 MWh. Il valore del TEP riferito alla generazione elettrica dipende dal sistema energetico locale.

In Italia la delibera dell'Autorità per l'energia elettrica ed il gas EEN 3/08 del 20/03/2008 ha fissato il valore del TEP riferito alla generazione elettrica ai fini dell'accesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica (TEE, meglio conosciuti come *certificati bianchi*) come segue: 1MWh = 0,187 TEP, ovvero 1 TEP = 5,348 MWh, aggiornando il fattore di conversione precedentemente fissato in 1 MWh = 0,220 TEP dal decreto ministeriale 20 luglio 2004.

L'aggiornamento del fattore di conversione del MWh elettrico da 0,22 TEP a 0,187 TEP corrisponde a un miglioramento dell'efficienza media del parco termoelettrico italiano, che secondo dati Terna (dati statistici, volume 5, *Produzione*) è passata dal 39% nel 2000 al 43,4% nel 2006. Le stime dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas per il 2011 proiettano l'efficienza media del parco termoelettrico italiano al 46%.

| Dispositivo | Caminetto tradizionale | Caminetto ventilato | Stufa ventilata a fiamma rovesciata | Stufa a pellet | Caldaia industriale a griglia |
|--------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------------------|----------------|-------------------------------|
| Rendimento termico medio | 5-15% | 50-60% | 65-75% | 70-80% | 75-90% |

Tabella 1.1. Valori indicativi di rendimento di alcuni dispositivi per la generazione termica

Nel caso di pura generazione elettrica, se si utilizza la stessa tonnellata di biomassa sotto forma di cippato in una centrale dedicata alla sola generazione elettrica con turbina a vapore convenzionale con un rendimento elettrico del 30%³, si otterrebbe una generazione elettrica utile pari a 0,72 MWh, corrispondenti a un risparmio di combustibili fossili pari a 0,135 TEP, soluzione quindi inferiore a quella di sola generazione termica.

Da questo esempio si deduce che, se si dovesse scegliere tra la sola generazione termica e la sola generazione elettrica, sarebbe tendenzialmente auspicabile l'utilizzo della biomassa per la generazione termica, piuttosto che per quella elettrica, cercando di utilizzare dispositivi quanto più efficienti.

Se si passa alle ricadute ambientali locali, si nota che l'energia generata dall'impianto di sola generazione termica permette di spegnere una o più centrali termiche convenzionali nelle immediate vicinanze. Nel caso della sola generazione elettrica gli impatti locali derivanti della centrale si sommeranno a quelli eventualmente già presenti sul territorio.

È però doveroso aggiungere una considerazione di carattere generale. Non sempre è possibile trovare utenze termiche adeguate alla disponibilità di biomassa. Si pensi ad esempio alle aree agricole mediterranee e all'enorme disponibilità di residui agricoli e dell'industria agroalimentare. In questo caso la grande disponibilità di biomassa può non incontrare adeguati utilizzi termici; e proprio in questi contesti l'utilizzo della risorsa biomassa per la sola generazione elettrica può assumere un significato importante per il territorio. La soluzione ottimale è trovare la taglia minima di impianto che garantisca i migliori rendimenti con la minima movimentazione possibile della biomassa, per ridurne l'impatto derivante dai trasporti. Nella tabella 1.2 si riportano alcuni esempi di CO₂ equivalente emessa per ogni tonnellata di biomassa trasportata in funzione della distanza e del tipo di trasporto.

| Distanza | Trasporto su gomma | Trasporto ferroviario | Trasporto navale |
|----------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 200 km | 33 kg CO ₂ eq/t | 22 kg CO ₂ eq/t | 6 kg CO ₂ eq/t |
| 400 km | 61 kg CO ₂ eq/t | 40 kg CO ₂ eq/t | 8 kg CO ₂ eq/t |
| 800 km | 118 kg CO ₂ eq/t | 79 kg CO ₂ eq/t | 12 kg CO ₂ eq/t |

Tabella 1.2. CO₂ equivalente emessa per ogni tonnellata di biomassa trasportata in funzione della distanza e del mezzo di trasporto⁴

³ Dati riferiti al modello Biopower 8 di Metso-Wartsila Biopower. Potenza elettrica in condizione *power only* pari a 9,6 MW, potenza termica introdotta in turbina pari a 29 MW. Rendimento di caldaia stimato 88%. www.mwpower.fi.

⁴ AA.VV, Franco Cotana responsabile scientifico, MIPAAF, CRB – Perugia 2007, “Documento propedeutico alla redazione del piano nazionale biocarburanti e biomasse agroforestali per usi energetici”.

1.2.2. Cogenerazione a biomassa

Oltre che per produrre energia termica o elettrica la biomassa può essere utilizzata per produrre contestualmente entrambe le forme di energia tramite i sistemi di cogenerazione. Applicare la cogenerazione viene inteso normalmente come recuperare a fini utili quanto più possibile il calore residuo da un processo termodinamico dedicato alla produzione di energia elettrica. In realtà appropiare la cogenerazione in questo modo può portare a degli errori per i seguenti motivi:

- una centrale per la generazione elettrica è normalmente localizzata privilegiando alcuni fattori, principalmente legati alla logistica di approvvigionamento dei combustibili e della rete elettrica, spesso lontani dai centri urbani, quindi da dove nasce la richiesta termica;
- il calore così generato dovrebbe essere trasportato a grandi distanze con reti di teleriscaldamento, con un'operazione tanto semplice quanto costosa (il costo di una rete di teleriscaldamento si può approssimativamente stimare in circa 0,5 M€ al km);
- una centrale elettrica viene ottimizzata sulla produzione elettrica con il minimo consumo di combustibile. Essa di conseguenza scaricherà il calore residuo alla minima temperatura possibile per massimizzare la produzione elettrica. Un'utenza termica ha invece una richiesta di calore a un preciso livello di temperatura che non necessariamente è lo stesso di quello scaricato dalla centrale.

L'approccio corretto verso la cogenerazione è quello *a ruoli invertiti*: si considera cioè l'energia elettrica come un sottoprodotto della generazione termica e non il contrario. In questo modo si può affermare che è possibile generare energia elettrica con rendimenti di conversione paragonabili a quelli della generazione termica.

Si consideri il seguente esempio di utilizzo di biomassa in un impianto di cogenerazione a supporto di quanto appena affermato. Se da una tonnellata di biomassa sotto forma di cippato, utilizzata in una caldaia, si ottengono 2,04 MWh di potenza termica sotto forma di acqua calda a 80 °C⁵, con 0,3 tonnellate di biomassa aggiuntiva ed utilizzando il totale della biomassa in un sistema cogenerativo, si possono ottenere oltre ai 2,04 MWh di potenza termica, ulteriori 0,5 MWh di energia elettrica⁶. In questo caso il rendimento elettrico differenziale dell'impianto, calcolato come elettricità prodotta per biomassa aggiuntiva introdotta, risulta

Questo documento redatto con il contributo di oltre 50 ricercatori di varie università ed enti di ricerca, con il coordinamento del responsabile scientifico prof. Franco Cotana del CRB di Perugia, fornisce un prezioso contributo alla pianificazione energetica nazionale. In esso viene affrontato l'argomento biomassa nell'intera filiera riferendosi all'attuale legislazione sia per applicazioni civili che per il sistema dei trasporti.

⁵ Ipotesi di utilizzo di biomassa con potere calorifero inferiore pari a 2,4 kWh/kg in caldaia con rendimento pari all'85%.

⁶ Ipotesi di utilizzo di impianto con ciclo ORC con rendimento elettrico del 15% e rendimento termico del 66%.

pari al 71%⁷, superiore a qualsiasi rendimento elettrico ipotizzabile in regime di sola generazione elettrica⁸.

Riproporzionando su una tonnellata complessiva di cippato utilizzato per la cogenerazione, si ottengono 1,5 MWh di energia termica e 0,38 MWh di energia elettrica, che corrispondono a 0,2 TEP.

| Tipologia di generazione | Generazione termica | Generazione elettrica | Cogenerazione |
|---|---------------------|-----------------------|---------------|
| TEP risparmiati da 1 tonnellata di biomassa | 0,175 | 0,135 | 0,200 |

Tabella 1.3. Tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate dall'utilizzo di 1 tonnellata di biomassa sotto forma di cippato di legno con contenuto di umidità del 40-45% in diverse configurazioni

A conclusione di quanto appena detto si può dire che se si ha a disposizione della biomassa, l'uso preferenziale è di utilizzarla in impianti cogenerativi; se però le condizioni al contorno non lo permettono, si può usare la biomassa per generare energia termica in dispositivi quanto più efficienti. Solo nel caso in cui non ci sia un'utenza termica adeguata è auspicabile usare la biomassa per l'esclusiva generazione elettrica.

1.2.3. Cogenerazione a biomassa di piccola taglia distribuita sul territorio

Si è visto come l'utilizzo della biomassa in impianti cogenerativi accresca le potenzialità di riduzione degli impatti ambientali rispetto sia agli impianti di sola generazione elettrica sia a quelli di sola generazione termica. Un altro fattore che ne può ulteriormente migliorare gli effetti è la generazione distribuita. Per *generazione distribuita* s'intende un sistema di generazione dell'energia diffuso e distribuito sul territorio attraverso impianti di piccola taglia, normalmente non superiori a 1 MW elettrico, posizionati quanto più possibile nelle vicinanze delle utenze termiche, quindi delle utenze elettriche. Con la mini e microcogenerazione distribuita si ottengono una serie di vantaggi:

- il ridotto fabbisogno di biomassa di un impianto di piccola taglia può essere soddisfatto da materiale proveniente dal territorio circostante, valorizzando le biomasse locali (residui agricoli o forestali, residui della lavorazione del legno, sottoprodotti dell'industria alimentare, potature di verde pubblico o colture energetiche dedicate). I vantaggi di utilizzare biomassa locale consistono nella riduzione sia dei costi sia delle emissioni inquinanti, fattori legati al trasporto

⁷ Calcolato come il rapporto tra l'energia elettrica generata (0,5 MWh) e l'energia termica addizionale immessa come combustibile (0,7 MWh sotto forma di 0,3 tonnellate di cippato).

⁸ I rendimenti elettrici di conversioni delle centrali più evolute non superano il 35% nel caso di combustibili solidi su cicli Rankine con turbina a vapore. Nel caso di cicli combinati (turbogas associato a caldaia a recupero e turbina a vapore) alimentati a gas naturale il rendimento elettrico può raggiungere il 58%. Nel caso di applicazioni su celle a combustibile, con soluzioni a carbonati fusi si ottengono rendimenti di laboratorio superiori al 60%.

della biomassa e alla distribuzione sul territorio dei capitali derivanti dall'acquisto della biomassa;

- riduzioni delle perdite elettriche di distribuzione grazie alla vicinanza fisica tra generazione e consumo di energia elettrica;
- completo sfruttamento della biomassa grazie all'utilizzo cogenerativo della risorsa. La generazione distribuita può localizzare gli impianti nelle vicinanze delle utenze termiche, sfruttando piccole reti di teleriscaldamento al servizio delle utenze locali e dimensionando l'impianto sulle reali esigenze termiche.

Il modo migliore di valorizzare la biomassa è quindi quello di utilizzarla in impianti di cogenerazione di piccola taglia distribuiti sul territorio in prossimità delle utenze. Il modo peggiore è invece utilizzarla in impianti centralizzati di grande taglia dedicati alla sola generazione elettrica. Bisogna però fare bene i conti con i limiti al ribasso della taglia in impianti di cogenerazione a biomassa, limiti che prima di essere tecnici sono operativi e gestionali. Nei successivi capitoli si affronteranno le problematiche relative ai limiti inferiori nella taglia di questa tipologia di impianti.

1.3. Dubbi e perplessità ricorrenti

È lecito per i residenti avere delle perplessità nei confronti della realizzazione di un nuovo impianto localizzato vicino le proprie case. Non è compito di questo testo dare risposta diretta a tali perplessità, ma è tuttavia possibile fare alcune considerazioni su alcune preoccupazioni comuni.

1.3.1. Cosa succede se nell'impianto autorizzato a bruciare biomassa vergine bruciano i rifiuti

È diritto dei cittadini chiedere garanzie e operare un'attenta vigilanza, anche diretta, sulla gestione dell'impianto. Operando la cogenerazione distribuita di piccola taglia, gli impianti saranno localizzati in prossimità delle attività umane. Gli esempi virtuosi di piccole centrali a biomassa al servizio di teleriscaldamenti cittadini di piccole dimensioni sono sempre più numerosi. La loro localizzazione è a ridosso dell'abitato e in molti casi le centrali sono gestite in forma cooperativa dagli stessi abitanti, che usufruiscono del servizio di teleriscaldamento. In questi casi i vantaggi economici derivanti dalla contestuale generazione elettrica possono essere reinvestiti per contenere i costi di gestione e ridurre il costo di produzione del calore distribuito dalla rete. Le centrali sono spesso aperte al pubblico e disponibili a visite per informare la popolazione. In questo scenario il cittadino è il primo responsabile del corretto funzionamento dell'impianto e può contribuire anche

all'approvvigionamento della biomassa. Le caldaie a biomassa di piccola taglia non sono comunque predisposte a bruciare materiali diversi e l'attento controllo delle emissioni effettuato dagli enti preposti può fugare gli eventuali dubbi. Le emissioni al camino di una centrale a biomassa sono, infatti, controllate e devono rispettare i requisiti di legge per i principali inquinanti (il particolato, gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, il monossido di carbonio e i composti organici volatili). Le singole stufe domestiche di vecchia generazione e ancora peggio i caminetti, in cui la combustione avviene in condizioni non ottimali, oltre ad avere bassissimi rendimenti possono essere responsabili di elevate emissioni in atmosfera.

1.3.2. Continuità del servizio e fine del periodo degli incentivi

Un'ulteriore preoccupazione della popolazione in caso di teleriscaldamento è sapere se ci sono abbastanza garanzie che il servizio sia continuo e che cosa succede alla fine del periodo incentivante.

Per quanto riguarda la garanzia del servizio bisogna verificare che l'impianto abbia un sistema di emergenza che agisca nel caso ci sia un guasto. Alla fine del periodo di produzione elettrica incentivata l'impianto può comunque continuare a operare in regime cogenerativo. L'energia elettrica prodotta non sarà pagata a prezzo incentivato, ma a prezzo di mercato, ed è ipotizzabile che il prezzo di mercato dell'energia elettrica tra 15 o 20 anni sarà simile all'attuale prezzo incentivato. Ad ogni modo se la produzione elettrica non fosse più conveniente l'impianto può continuare a servire le utenze termiche operando in regime di sola generazione termica. La rete di distribuzione del calore può avere una vita utile di gran lunga superiore a quella delle caldaie domestiche.

1.3.3. Abitazioni fuori dal tracciato previsto per il teleriscaldamento

Purtroppo non sempre tutte le utenze possono essere collegate alla rete di teleriscaldamento. Realizzare il teleriscaldamento costa mediamente 500 € al metro lineare di sviluppo e collegare utenze isolate può non essere sostenibile, non solo dal punto di vista economico, ma anche da quello ambientale. Appartenere a una comunità servita dal teleriscaldamento a biomassa può generare dei vantaggi economici, anche se indiretti, per tutti i cittadini. Le utenze pubbliche quali asili, scuole, centri sportivi, municipio, sono normalmente le prime a essere servite e il prezzo di fornitura del calore a queste utenze è normalmente molto favorevole. In alcuni casi la cessione del calore avviene a titolo gratuito. Si possono generare così dei risparmi annui a vantaggio delle amministrazioni che possono essere reinvestiti in un miglioramento dei servizi offerti o anche nella riduzione delle tariffe praticate ai cittadini per i servizi.

1.3.4. Bilancio delle emissioni di gas serra degli impianti a biomassa

Quando si parla di biomassa o di fonti energetiche rinnovabili in generale si pensa che il loro utilizzo non apporti ulteriori emissioni di CO₂ in ambiente. Per la biomassa nello specifico, la CO₂ emessa durante la combustione è la stessa che la pianta ha assorbito durante la propria vita, mentre il calore sprigionato nella combustione è equivalente all'energia solare assorbita grazie alla fotosintesi clorofilliana durante la crescita. Tuttavia per generare energia da una qualsiasi fonte rinnovabile è necessario:

- costruire le centrali e le reti;
- smantellarle a fine vita;
- nel caso di impianti a biomassa, trasportare il biocombustibile dai centri di produzione fino alla centrale;
- smaltire le ceneri e le parti usurate dell'impianto.

Tutto ciò implica un consumo di energia nascosta, definita *energia grigia*, e comporta il consumo di risorse fossili e l'emissione di gas climalteranti.

È quindi importante riuscire a misurare quanta energia grigia viene consumata da un processo per ogni unità di energia utile generata.

L'analisi del ciclo di vita, LCA (*life cycle assessment*), è uno strumento utile a tale scopo. Tale metodologia stima tutti i fabbisogni di materia ed energia generati per un processo, partendo dall'estrazione delle materie prime per arrivare allo smaltimento finale. Per questo motivo viene anche chiamata *analisi dalla culla alla tomba*. I limiti di questo processo stanno nell'impossibile individuazione proprio dei limiti spaziali e temporali di riferimento, quindi i risultati ottenuti sono interpretabili in infiniti modi, se considerati come valore assoluto. Se invece il processo viene utilizzato per paragonare due processi produttivi simili o per valutare l'evoluzione di un processo produttivo, i risultati ottenuti assumono grande significato. Si vedrà in seguito come si opera un'analisi LCA.

1.4. GSE, GME, AU, AEEG

Chi opera con le fonti energetiche rinnovabili, la cogenerazione e il risparmio energetico in generale, si imbatte spesso in alcune sigle quali GSE, AEEG, GME, AU. Gli enti cui si riferiscono queste sigle hanno un ruolo fondamentale nel comparto energetico nazionale. In questo paragrafo saranno definiti i loro compiti estraendo le definizioni principali direttamente dai rispettivi siti internet, ai quali si rimanda per una lettura esaustiva.

1.4.1. Gestore dei servizi energetici (GSE)⁹

Il Gestore dei servizi energetici (GSE) è la holding pubblica che in Italia sostiene

⁹ GSE, sito internet www.gse.it.

lo sviluppo delle fonti rinnovabili con l'erogazione di incentivi per la produzione elettrica e promuove lo sviluppo sostenibile con campagne di sensibilizzazione sull'uso efficiente dell'energia¹⁰.

La società è stata fondata nel 1999 con il nome di Gestore della rete di trasmissione nazionale (GRTN), in quanto prevista dal D.Lgs. 79/99, conosciuto come *decreto Bersani, Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica*¹¹.

Azionista unico del GSE è il Ministero dell'economia e delle finanze, che esercita i diritti dell'azionista d'intesa con il Ministero dello sviluppo economico. Il GSE è capogruppo delle società controllate Acquirente unico (AU) e Gestore dei mercati energetici (GME)¹².

Le attività prevalenti del Gestore dei servizi energetici consistono nel garantire agli operatori il sostegno economico che le normative nazionali assicurano per lo sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili. L'impiego di tali fonti, senza opportuni meccanismi di sostegno, risulta ancora troppo costoso per consentirne la diffusione. In particolare il GSE:

- qualifica gli impianti di generazione elettrica alimentati da fonti rinnovabili (IAFR);
- effettua il riconoscimento del rispetto della condizione tecnica di cogenerazione;
- emette i certificati verdi (CV) e verifica i relativi obblighi da parte di produttori e importatori;
- rilascia la garanzia d'origine (GO) per l'energia elettrica prodotta da impianti utilizzando fonti energetiche rinnovabili o funzionanti in cogenerazione ad alto rendimento;
- gestisce, in qualità di soggetto attuatore, il sistema di incentivazione dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici e impianti solari termodinamici;
- ritira dai produttori e colloca sul mercato l'energia elettrica prodotta da impianti utilizzando fonti rinnovabili e fonti a queste assimilate, per i quali sono stati sottoscritti contratti di cessione pluriennali (cosiddetta *energia CIP 6*);
- ritira e colloca sul mercato l'energia ceduta da impianti che, in base alle disposizioni di legge tradotte nella delibera AEEG n. 280/07, cedono energia al GSE in alternativa all'accesso diretto al mercato (cosiddetto *ritiro dedicato*);
- ritira e colloca sul mercato l'energia prodotta da nuovi impianti a fonti rin-

¹⁰ GSE, maggio 2010, *Guida agli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili*.

¹¹ D.Lgs. 79/99; Titolo I, *Liberalizzazione del mercato elettrico*. Art. 1. Liberalizzazione e trasparenza societaria. Le attività di produzione, importazione, esportazione, acquisto e vendita di energia elettrica sono libere nel rispetto degli obblighi di servizio pubblico contenuti nelle disposizioni del presente decreto. Le attività di trasmissione e dispacciamento sono riservate allo Stato e attribuite in concessione al gestore della rete di trasmissione nazionale di cui all'articolo 3. L'attività di distribuzione dell'energia elettrica è svolta in regime di concessione rilasciata dal Ministro dell'industria, del commercio e dell'artigianato.

¹² GSE, maggio 2010.

novabili fino a 1000 kW (200 kW per impianti eolici), che, in base alla legge finanziaria 2008, scelgono il meccanismo di incentivazione della tariffa onnicomprensiva in alternativa al sistema dei certificati verdi;

- eroga il servizio di scambio sul posto dell'energia prodotta da impianti fino a 200 kW a fonti rinnovabili o funzionanti in cogenerazione ad alto rendimento (dall'1 gennaio 2009).

1.4.2. *Acquirente unico (AU)*¹³

L'Acquirente unico (AU) è la società per azioni del gruppo GSE, al quale è affidato il ruolo di garante della fornitura di energia elettrica alle famiglie e alle piccole imprese a prezzi competitivi e in condizioni di continuità, sicurezza ed efficienza del servizio. Il compito dell'AU è di acquistare energia elettrica alle condizioni più favorevoli sul mercato e cederla ai distributori o alle imprese di vendita al dettaglio per la fornitura ai piccoli consumatori che non acquistano sul mercato libero.

1.4.3. *Gestore dei mercati energetici (GME)*¹⁴

Il Gestore dei mercati energetici (GME) è la società per azioni costituita dal GSE, alla quale è affidata la gestione economica dei mercati energetici secondo criteri di trasparenza e obiettività, al fine di promuovere la concorrenza tra i produttori assicurando la disponibilità di un adeguato livello di riserva di potenza. Al GME è affidata inoltre la contrattazione dei certificati verdi e dei titoli di efficienza energetica TEE (certificati bianchi).

1.4.4. *Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG)*¹⁵

L'Autorità per l'energia elettrica e il gas (AEEG) è un'autorità indipendente istituita con la legge 14 novembre 1995, n. 481, con funzioni di regolazione e di controllo dei settori dell'energia elettrica e del gas.

L'autorità ha il compito di perseguire le finalità indicate dalla legge n. 481 del 1995, con cui si vuole "garantire la promozione della concorrenza e dell'efficienza" nei settori dell'energia elettrica e del gas, nonché "assicurare adeguati livelli di qualità" dei servizi.

In base alla legge n. 481 del 1995 l'AEEG, nello svolgere le proprie funzioni di regolazione e controllo, ha competenze in materia di:

- tariffe;
- qualità del servizio;

¹³ GSE, maggio 2010.

¹⁴ GSE, maggio 2010.

¹⁵ Autorità per l'energia elettrica e il gas AEEG, sito internet www.autorita.energia.it.

- forme di mercato;
- concorrenza;
- concessioni;
- separazione contabile e amministrativa;
- verifica e controllo;
- reclami e istanze;
- risoluzione di controversie;
- informazione e trasparenza.

TARIFFE

L'AEEG si occupa della fissazione delle tariffe base per i servizi regolati, intese come prezzi massimi al netto degli oneri fiscali e loro aggiornamento con il metodo del *price cap*, ossia il "limite massimo della variazione di prezzo vincolata per un periodo pluriennale". Il metodo del *price cap* pone un vincolo alla crescita annua delle tariffe pari alla differenza fra tasso programmato di inflazione e aumento della produttività conseguibile dall'impresa esercente il servizio, più altri fattori eventualmente riconosciuti in tariffa quali i recuperi di qualità del servizio.

QUALITÀ DEL SERVIZIO

L'AEEG si occupa della definizione delle direttive concernenti la produzione e l'erogazione dei servizi da parte dei soggetti esercenti; dei livelli generali e specifici di qualità dei servizi e dei meccanismi di rimborso automatico agli utenti e consumatori in caso del loro mancato rispetto; della vigilanza sul rispetto dei livelli di qualità definiti dall'autorità e sull'adozione delle carte dei servizi. I livelli di qualità possono riguardare aspetti di natura sia contrattuale (come tempestività di intervento e risposta a reclami) sia tecnica (come la continuità dei servizi e la sicurezza).

FORME DI MERCATO

L'AEEG formula osservazioni e proposte al governo e al parlamento in merito alle forme di mercato e al recepimento e attuazione delle direttive europee.

CONCORRENZA

L'AEEG si occupa della segnalazione all'autorità garante della concorrenza e del mercato della sussistenza di ipotesi di violazione delle disposizioni della legge 10

ottobre 1990, n. 287, con riferimento agli atti e ai comportamenti delle imprese operanti nei settori sottoposti al proprio controllo.

CONCESSIONI

L'AEEG formula osservazioni e proposte al governo e al parlamento sui servizi da assoggettare a regime di concessione o di autorizzazione e della trasmissione di proposte al Ministero dell'industria del commercio e dell'artigianato sugli schemi di concessione, convenzione e autorizzazione e sul rinnovo o la modifica di quelli esistenti.

SEPARAZIONE CONTABILE E AMMINISTRATIVA

L'AEEG emana le direttive per la separazione contabile e amministrativa delle diverse fasi dei servizi dell'energia elettrica e del gas. La separazione risponde agli obiettivi di rendere trasparenti e omogenei i bilanci dei soggetti giuridici operanti nei settori regolati, di consentire la verifica dei costi delle singole prestazioni e di assicurare la loro corretta disaggregazione e imputazione per funzione svolta al fine di garantire la promozione della concorrenza e dell'efficienza.

VERIFICA E CONTROLLO

L'AEEG controlla le condizioni di svolgimento dei servizi, con poteri di acquisizione della documentazione, di ispezione, accesso e sanzione, determinando i casi di indennizzo da parte dei soggetti esercenti nei confronti di utenti e consumatori.

RECLAMI E ISTANZE

L'AEEG valuta i reclami, istanze e segnalazioni presentate dagli utenti e dai consumatori, singoli o associati, imponendo, ove opportuno, modifiche alle modalità di erogazione dei servizi.

RISOLUZIONE DI CONTROVERSIE

L'AEEG gestisce procedure di conciliazione e arbitrato in merito a controversie fra utenti e soggetti esercenti.

INFORMAZIONE E TRASPARENZA

L'AEEG si occupa della diffusione e pubblicizzazione di conoscenze relative alle

condizioni di erogazione dei servizi al fine di garantire la massima trasparenza, la concorrenzialità dell'offerta e la possibilità di migliori scelte da parte degli utenti intermedi e finali.

1.5. Bibliografia

AA.VV, Franco Cotana responsabile scientifico, MIPAAF, CRB, *Documento propedeutico alla redazione del piano nazionale biocarburanti e biomasse agroforestali per usi energetici*, Perugia 2007.

GSE, *Guida agli incentivi per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili*, maggio 2010.