

# Dossier

# GENERAZIONE



**Le tre maggiori aree industrializzate del pianeta, Stati Uniti, Giappone e Unione Europea, hanno attivato**

**documento**

# E DISTRIBUITA

**importanti finanziamenti per azioni di ricerca e sviluppo nel campo della generazione distribuita. Due delle principali motivazioni per cui si registra un interesse crescente sui temi della generazione distribuita sono l'alta efficienza raggiunta anche da macchine di taglia medio piccola e la prospettiva di un uso dell'energia più funzionale alle esigenze degli utilizzatori finali.**



**Che cosa è e come funziona**

Torniamo ad occuparci di generazione distribuita dopo gli articoli apparsi nei numeri di maggio e ottobre del 2001.

Con il termine generazione distribuita (DG) si indica un modello di produzione di energia (elettrica con o senza cogenerazione di calore) affidato a unità di piccola taglia (oppure gruppi di unità), in genere inferiore ai 10 MW picco, localizzato presso il consumatore finale. Il sistema può essere *stand alone* oppure collegato alle rete di distribuzione in modo da soddisfare la domanda anche di altri utenti vicini all'installazione. In questo caso il sistema è in grado di partecipare alle configurazioni energetiche locali, ad esempio contribuendo all'offerta energetica del distributore locale. Un'unità di DG può assumere sostanzialmente tre configurazioni:

- totalmente scollegata dalla rete di distribuzione in modo da soddisfare completamente i bisogni energetici del consumatore finale;
- connessa alla rete di distribu-

zione ed al consumatore ma senza possibilità di immettere corrente verso la rete, utilizzando però la stessa solo per supplire alle carenze di generazione dell'unità di DG (*backup service*);

- infine totalmente integrata nella rete di distribuzione e quindi in grado non solo di fare fronte alle esigenze del consumatore locale ma anche di contribuire alle funzioni proprie della rete e del distributore di energia elettrica locale.

La definizione data delle tecnologie è volutamente generale in quanto nella DG sono inclusi molti dei dispositivi a fonte rinnovabile che soddisfano una domanda locale di energia ed allo stesso tempo molti dei sistemi di cogenerazione e generazione elettrica a combustibili fossili di cui abbiamo dato ampio conto nei precedenti articoli. Solo a titolo esemplificativo citiamo per le fonti rinnovabili gli impianti mini idroelettrici, il solare termico e fotovoltaico, le caldaie a biomassa; mentre per la cogenerazione tradizionale sono dispositivi per la DG le micro e le



mini turbine e tutti i tipi di celle a combustibile, i motori stirling e le pompe di calore. La politica energetica della Commissione Europea prende in considerazione la nuova dimensione a 25 Paesi dell'Unione Europea e mira a superare le barriere esistenti tra i diversi stati.

Le tendenze attuali mostrano che:  
a) l'energia elettrica continuerà la sua espansione in qualità di vettore energetico flessibile e fruibile;  
b) i bisogni di energia incrementeranno lo sfruttamento delle fonti rinnovabili aumentando la distribuzione spaziale delle centrali di generazione;

c) la comparsa sul mercato di nuove tecnologie informatiche e di produzione dell'energia elettrica, insieme alla completa liberalizzazione della distribuzione di energia favoriranno le iniziative di singoli utenti che vorranno autoprodurre l'energia di cui hanno bisogno.

Gli studi delle principali agenzie energetiche prevedono un incremento della quota di energia prodotta in siti decentralizzati da impianti di piccola taglia e paragonano il fenomeno della DG all'introduzione dei personal computer alla fine degli anni '70 del secolo scorso. Ma la DG è un modello di sviluppo che scardina l'organizzazione attuale della filiera energetica ed ha quindi bisogno di soluzioni innovative che possano conciliarsi e integrarsi con il modello organizzativo precedente basato sulla produzione centralizzata, il trasporto, la distribuzione ed il consumo finale.

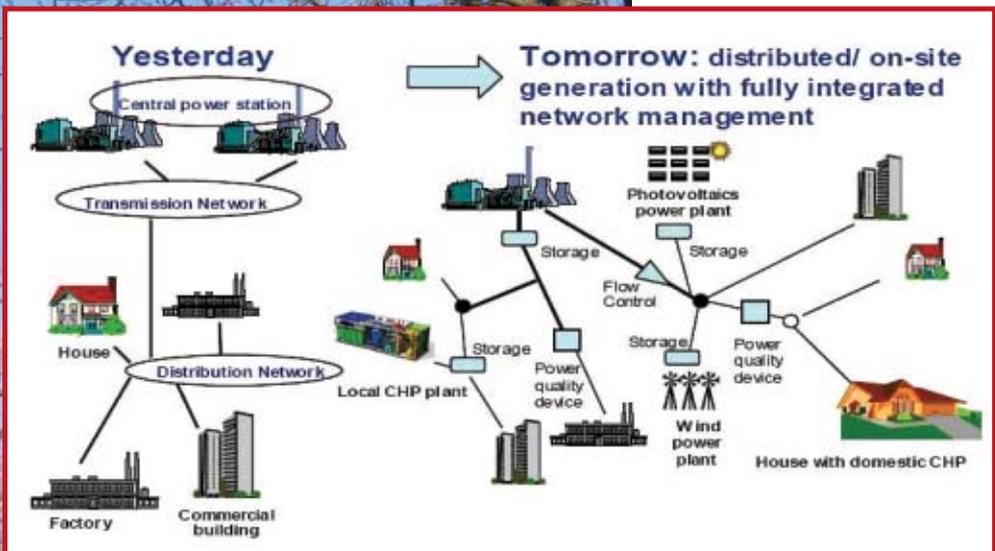
**Generazione distribuita o centralizzata?**

Finora l'utente finale ha avuto un'unica possibilità e cioè di pagare l'energia elettrica al distributore locale al prezzo di mercato o al più, in caso di copiosi quantitativi, di stipulare un contratto di fornitura che gli ha permesso dei vantaggi in termini di prezzo e di qualità del servizio. Ma possiamo dire che, nella maggioranza dei casi, non erano possibili alternative diverse da quella di collegarsi alla rete di distribuzione e consumare energia pagando un certo prezzo.

La scelta di perseverare nella generazione centralizzata rispetto a favorire la DG determina degli impatti sul sistema elettrico che possono essere vantaggiosi o contrari al sistema stesso, poiché il contesto dipende molto dalle condizioni al contorno e dalle variabili in gioco. Infatti indipendentemente dalla tecnologia di produzione utilizzata esistono azioni che influenzano l'intero sistema elettrico basato sulla produzione centralizzata. Ad esempio, nel caso in cui un sistema di DG sia connesso alle reti di distribuzione è difficile quantificare i reali benefici portati alla rete medesima da una immissione di energia che segue un flusso differente e spesso opposto a quello normale dal produttore centralizzato al consumatore finale.

In pratica il modello della DG scardina il precedente perché va a interferire proprio nel concetto base generazione - trasporto - distribuzione - consumatore. Finora i sistemi sono stati pensati per seguire questo flusso e non sono preparati ad un flusso contrario. Ma gli studi in atto sulla DG indicano nuove possibilità fornite da un lato dalle nuove macchine di piccola taglia, dall'altro dai dispositivi di comunicazione e protezione delle reti che si stanno evolvendo. Semplificando molto, la DG porta, in piccolo, il modello della rete di trasmissione sulla rete di distribuzione con tutti gli oneri aggiuntivi e i vantaggi possibili connessi.

Occorre quindi sviluppare dei sistemi di analisi costi benefici che siano in grado di determinare qualitativamente e quantitativamente tali impatti in modo da porre l'utente in grado di decidere autonomamente quale modello scegliere compatibilmente con le sue esigenze.



A fronte di una maggiore complessità del sistema della DG anche gli attori del sistema elettrico aumentano di numero e non sono più limitati all'utente finale ed al distributore (eventualmente anche al produttore) che sono il binomio utilizzato nell'analisi dei processi elettrici sulla rete di distribuzione in un modello centralizzato. Nella DG possono essere infatti distinte almeno tre categorie differenti:

- gli attori direttamente coinvolti nella fase di negoziazione di un impianto di DG: il costruttore, l'investitore, il distributore locale, l'utente finale ed eventualmente una figura intermedia in grado di mediare le diverse posizioni, potremo chiamare questa figura "aggregatore" (in inglese *aggregator*);

- gli attori coinvolti nel modello di business precedente e cioè nella generazione centralizzata di energia, quindi il produttore centralizzato, il gestore della rete di trasmissione, il distributore e l'utente finale;

- infine i soggetti istituzionali coinvolti cioè gli enti regolatori (authority) e i ministeri competenti in materia di energia (decisore politico).

Gli impatti possono essere riassunti con una matrice (Tabella 1) che illustra come ciascun attore sia coinvolto in maggiore o minore misura da tutti gli impatti determinati dall'introduzione della generazione distribuita nel sistema elettrico. Tra gli impatti indicati nella tabella troviamo aspetti molto diversi che riguardano sia l'aspetto locale della generazione distribuita con influenze economiche, ambientali ed anche strettamente tecniche sul comportamento energetico, sia aspetti di sistema con impatti sull'intera filiera energetica. Gli impatti descritti si intendono per uno sviluppo della DG in un contesto che ne sia privo con impianti che si connettano alla rete di distribuzione cedendo eventualmente anche energia (caso 3 descritto sopra).

### Vantaggi della DG

#### *Risparmio in bolletta*

In molti casi la DG è in grado di generare un risparmio in bolletta determinato dall'eliminazione dei costi di trasporto e di distribuzione dell'elettricità unito alla gestione di una macchina piccola in grado di seguire puntualmente le esigenze

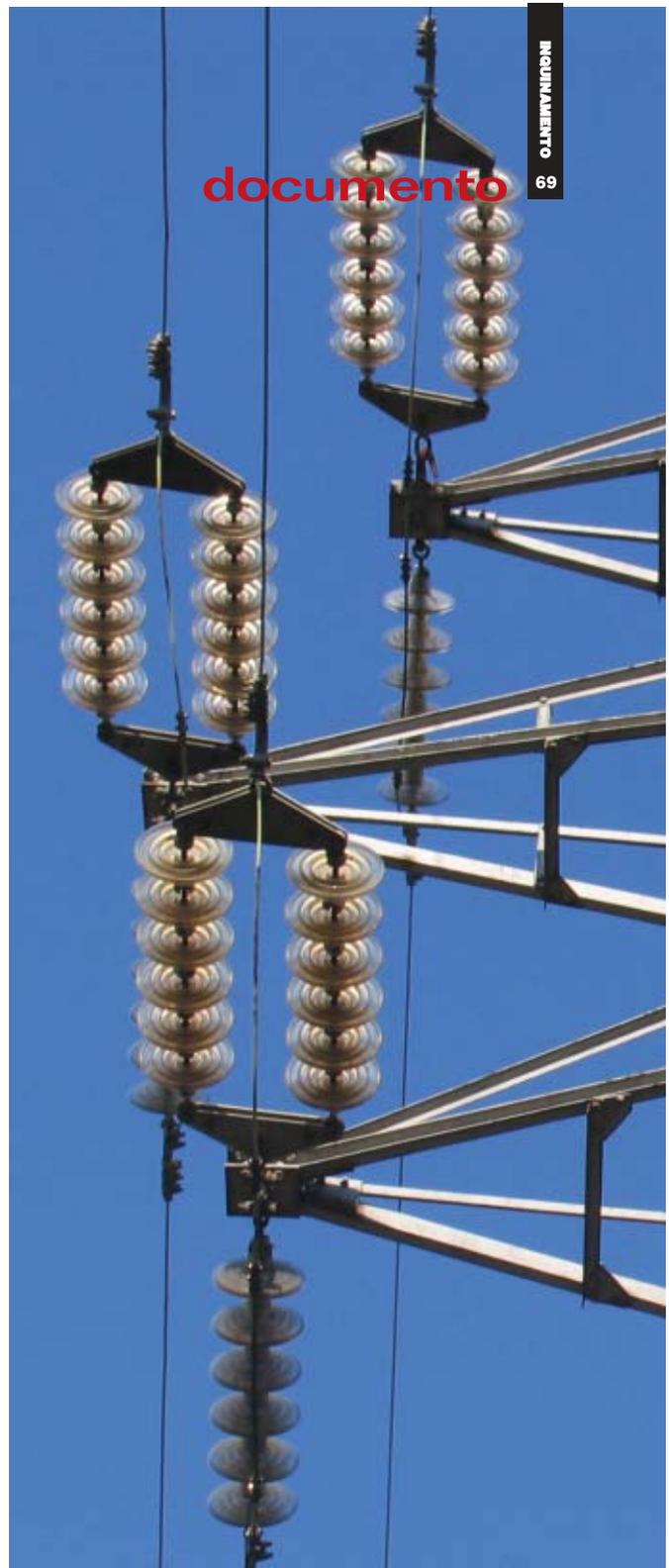
del singolo e soprattutto, nel caso in cui sia connessa alla rete, di cedere energia elettrica. La configurazione in cui l'unità di DG cede energia elettrica alla rete richiede ulteriori investimenti in meccanismi di protezione elettrica e di controllo degli apparati che possono inficiare la redditività dell'investimento. Occorrono nuovi sistemi di controllo che permettano la comunicazione e la collaborazione delle unità di DG con il distributore locale.

#### *Produzione di calore ed elettricità*

Le tecnologie utilizzate nella DG fanno parte della microgenerazione con utilizzo della cogenerazione oppure di tecnologie miste anche a fonte rinnovabile in grado di fornire allo stesso tempo elettricità e calore. In particolare si possono citare sistemi ibridi con solare termico e solare fotovoltaico (elettricità e calore a media temperatura) oppure microturbine a gas e celle a combustibile (elettricità e vapore). Queste configurazioni sono in grado di fare fronte alle esigenze di carico elettrico e termico del consumatore ed allo stesso tempo di generare significativi risparmi.

#### *Qualità del servizio*

A questo aspetto sono particolarmente sensibili i consumatori degli Stati Uniti che soffrono per una bassa qualità della rete di distribuzione elettrica. In generale la richiesta di qualità del servizio viene particolarmente sentita nei processi industriali critici (produzioni di alta precisione come nel settore microelettronico) e in alcune applicazioni commerciali (ad esempio la continuità del servizio nelle antenne per i servizi Gsm e Umts): la DG



può venire incontro a queste tipologie di consumatori con diverse configurazioni.

*Disponibilità del servizio (power availability)*

Il concetto chiave della DG è che se due macchine per la produzione elettrica sono adeguatamente connesse in parallelo allora esse sono in grado di fornire un servizio più affidabile di un'unica macchina.

Un consumatore che adotti un'u-

nità di DG dovrebbe anzitutto considerare la rete di distribuzione come un servizio di salvataggio (*backup*) nel caso in cui la DG non fosse in grado di supplire totalmente ai suoi bisogni. Tuttavia esistono impatti ed interazioni con la rete che possono vincolare la DG incrementandone i costi:

- la situazione di due macchine con un unico carico è di complessa gestione in un sistema elettrico e richiede ridondanza nei dispositivi di controllo e maggiori oneri procedurali per la connessione;
- i problemi di disponibilità del servizio sulla rete possono essere accresciuti soprattutto ad una certa distanza dall'unità di DG e richiedono da parte della rete maggiori dispositivi di controllo;
- infine devono essere presi in considerazione i problemi derivanti da corto circuiti sulla rete che provocano la disconnessione dell'unità di DG e contestuale termine del servizio al consumatore finale.



## STAKEHOLDERS

IMPATTI	Costruttore	Consumatore elettrico	Aggregator	Investitore	Distributore di energia elettrica
Risparmio in bolletta	*	**	-	*	*
Produzione di calore ed elettricità	*	***	-	-	-
Qualità del servizio	**	*/***	-/*	*	*/***
Variazioni della disponibilità del servizio	***	-/*	-/*	-	-
Protezione del prezzo dei consumatori	***	***	***	-/*	-
Controllo da parte del consumatore	*	***	***		*
Controllo del voltaggio	***	**	**	**	*
Rinvio di nuova capacità di distribuzione	-	-	-	-	*/***
Rinvio di nuova capacità di trasmissione	-	-	-	-	-/*
Rinvio di nuova capacità di generazione	-	-	-	-	-/*
Servizi ancillari					
Impatti sulla domanda di picco (congestioni)	-	-/*	-	-	*/***
Perdite resistive sulla rete	-	*	*	-	*/***
Risparmio energetico	*/***	-/*	-	-	-
Tematiche ambientali	***	***		***	-
Utilizzo del suolo e resistenze della popolazione	-	-	*/**	-	-
Elasticità del prezzo della domanda	-	-/*	-/*	-	-/*
Sicurezza degli approvvigionamenti	-/*	**	-	-	-

### LEGENDA

- nessun effetto;
- \* effetto limitato;
- \*\* conseguenze significative per il soggetto che devono essere tenute in conto;
- \*\*\* drastiche conseguenze per il soggetto e per l'intero sistema.

Due valori per un medesimo impatto sono giustificati dal fatto che dipendono dal grado di penetrazione della generazione distribuita all'interno dei futuri mercati elettrici; inoltre molti degli aspetti elencati non sono ancora stati oggetto di studi approfonditi.

La DG può anche essere introdotta per gruppi di consumatori in modo da mantenere costante il prezzo dell'energia. Nel caso di fluttuazioni importanti del prezzo dell'energia un'unità di DG è in grado di ottimizzare il proprio profilo di generazione per proteggere il consumatore finale dalle variazioni di prezzo.

*Controllo della generazione e del voltaggio*

La DG permette al consumatore un controllo puntuale della generazione indipendentemente dal sistema centralizzato. Questo aspetto è comprensibile se si paragona la DG al riscaldamento autonomo rispetto al riscaldamento centralizzato: il poter gestire autonomamente anche gli aspetti elettrici produce significativi risparmi ed aumenta il grado di indipendenza del consumatore. Quindi, nel caso in cui l'unità DG fosse collegata alla rete, il consumatore potrebbe essere in grado di utilizzare la DG per vendere energia elettrica anche

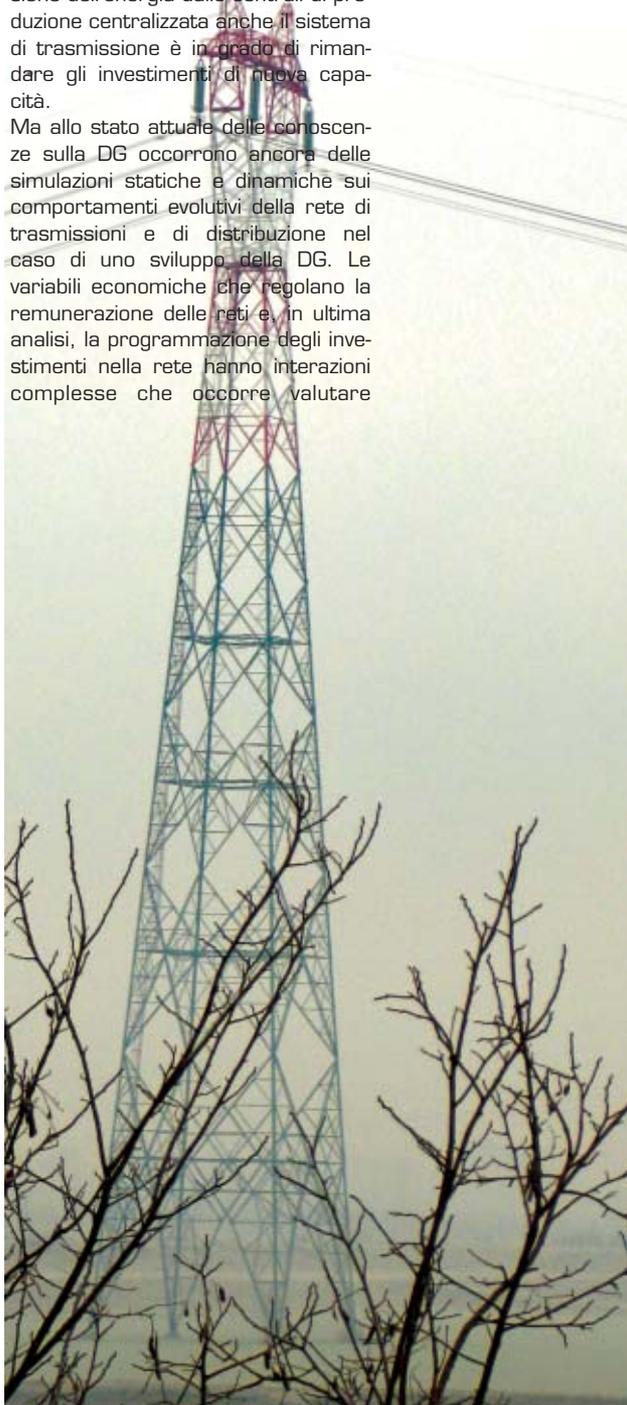
ad altri consumatori ed alla rete stessa e perciò di massimizzare i guadagni. Esiste anche un impatto negativo: la gestione di un impianto di DG è un onere ulteriore per il consumatore che può essere minimizzato solo con l'adozione di tecnologie informatiche in grado di mettere in comunicazione automaticamente la DG con le specifiche esigenze sia di altri consumatori eventualmente partecipanti, sia del sistema di distribuzione.

Nel caso di una singola unità non connessa alla rete i problemi di controllo del voltaggio possono essere importanti in quanto una singola macchina non è in grado di fornire una qualità del servizio paragonabile a quella della configurazione centralizzata. Ma nel caso in cui più unità di DG fossero messe in rete (in parallelo) e fossero in grado di collaborare, questi problemi potrebbero essere superati adottando adeguati meccanismi e software di comunicazione (aumentando però il costo d'investimento iniziale dei dispositivi).

*Rinvio degli investimenti di nuova capacità*

L'introduzione della DG all'interno di un sistema di distribuzione permette di spostare nel tempo alcuni investimenti nella rete elettrica di distribuzione. Con una buona percentuale di penetrazione della DG nel sistema elettrico e quindi con un numero di consumatori che non usufruiscono direttamente del servizio di trasmissione dell'energia dalle centrali di produzione centralizzata anche il sistema di trasmissione è in grado di rimandare gli investimenti di nuova capacità.

Ma allo stato attuale delle conoscenze sulla DG occorrono ancora delle simulazioni statiche e dinamiche sui comportamenti evolutivi della rete di trasmissioni e di distribuzione nel caso di uno sviluppo della DG. Le variabili economiche che regolano la remunerazione delle reti e, in ultima analisi, la programmazione degli investimenti nella rete hanno interazioni complesse che occorre valutare



	Gestore della rete di trasmissione	Produttore di energia centralizzata	Regolatore /Authority	Ente politico
	-	-	**	**
	-	-	-	*
	*/***	*/***	-/**	-
	-	-	-	-
	-	**	*	*
	-	-	-/*	-/**
	-	-	***	*
	-/**	-/**	-	-
	*/***	-/**	-	-
	-/**	*/***	-	-
	*/***	*/***	-/**	-
	-/**	*/**	-	-
	-	-	-	*/***
	-/**	-	-/**	-/**
	-	-	-/**	-/**
	-/**	-/**	-/**	-/**
	-	-	-	-/**



prima di poter fornire una risposta univoca. È stato constatato però un calo degli investimenti sulla rete nel caso in cui un operatore decida di sviluppare un business di DG.

È l'ultimo impatto determinato dall'adozione di un modello di sistema in cui la DG viene applicata: se la domanda di nuova capacità di generazione viene soddisfatta da molti impianti distribuiti presso i consumatori finali, allora anche gli investimenti in nuova potenza di generazione centralizzata vengono sostanzialmente spostati nel tempo. In pratica le unità per la DG sono velocemente installabi-

li: circa sei mesi contro i tre anni necessari per un impianto centralizzato; inoltre viene ridotto il costo di fornire l'elettricità al consumatore marginale, cioè se, come prevedibile, la DG venisse adottata dai consumatori che hanno prezzi alti, allora il costo dell'energia per l'utente marginale dovrebbe abbassarsi. Infatti il prezzo medio dell'energia porta ad un incremento del costo dell'energia all'aumentare del numero di clienti: il cliente marginale può quindi ottenere il servizio di utenza elettrica ad un costo inferiore.

#### *Servizi in fasi critiche e risparmio energetico*

Sono tre impatti direttamente collegati all'adozione della DG in modello che comunicano con il sistema di distribuzione e sia quindi in grado di effettuare un servizio nei momenti critici sia in fase di bilanciamento, sia in fase di copertura dei picchi di domanda per singoli consumatori o per cluster. Inoltre la DG, per la proprietà intrinseca di essere localizzata vicino all'utente finale, genera una riduzione delle perdite resistive che sono invece riscontrabili nel modello di generazione centralizzata. La DG proprio per gli aspetti descritti precedentemente è in grado di contribuire al risparmio

energetico: la stessa configurazione di impianti piccoli ed efficienti in grado di fare fronte alla domanda energetica dei consumatori finali evitando gli aspetti di trasmissione e di distribuzione è fonte di risparmi sia nei consumi energetici, sia nelle bollette.

#### *Aspetti ambientali*

Gli impatti ambientali della DG sono molteplici e di diversa natura. Si va dalla riduzione delle emissioni dovute alla gestione degli impianti di DG al contenimento di nuove linee di trasmissione. Esistono comunque anche impatti negativi riconducibili all'inquinamento generato dagli impianti di DG che non sfruttano fonti rinnovabili che vanno però obbligatoriamente confrontati con quelli generati dalla generazione centralizzata. Inoltre la DG porta ad un uso del suolo a fini energetici che pone problemi di accettabilità nella popolazione prossima all'installazione di nuova capacità. Benché si parli sempre di impianti di piccola taglia, la sindrome Nimby è sempre presente e trattata secondo precisi protocolli, dagli studi di impatto ambientale alla valutazione ambientale strategica.

#### *Elasticità della domanda*

Una componente non indifferente dell'introduzione della DG in un sistema elettrico è quella di cambiare la domanda di energia da parte dei consumatori ponendoli in grado di decidere come e quando usufruire dei servizi centralizzati introducendo una variabilità maggiore nel prezzo.

La DG, nel caso sia prodotta con una buona percentuale di fonti rinnovabili determina un cambiamento del paniere energetico, spostandone il baricentro verso una maggiore indipendenza energetica; viceversa nel caso in cui la DG utilizzasse sistemi di cogenerazione a gas sposterebbe il paniere verso le fonti fossili.

