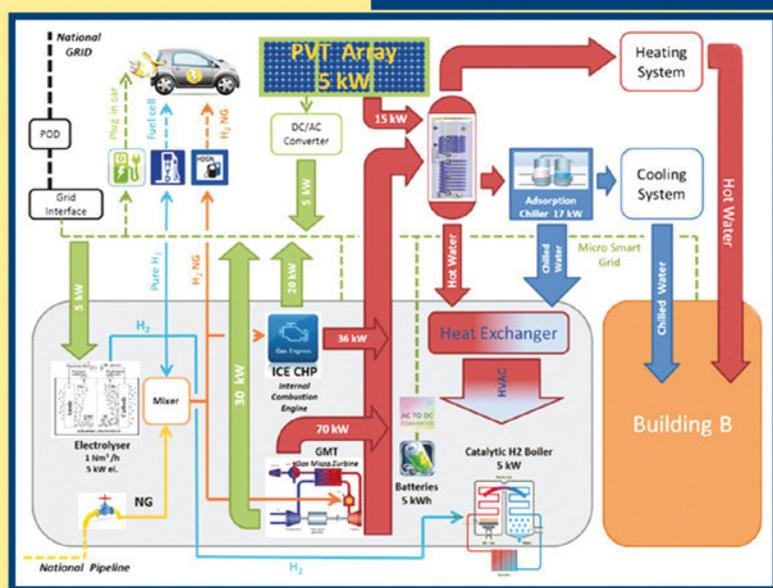


# SMART GRID

*Strategia  
per le comunità  
dell'energia  
su scala urbana*



# INDICE

I volumi AiCARR .....	III
Presentazione .....	X
Autori .....	XII
<b>Capitolo 1 - Sviluppo di sistemi intelligenti per la de-carbonizzazione dell'energia: smart energy system e smart grid .....</b>	<b>1</b>
1.1 - Il ruolo strategico della pianificazione energetica .....	1
1.2 - Gli strumenti per l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili .....	2
1.3 - Lo sviluppo di sistemi intelligenti per l'energia .....	5
1.4 - Prime disposizioni per il nuovo modello energetico .....	11
1.4.1 - Il ruolo dell'aggregatore dell'energia .....	11
1.4.2 - La microgenerazione distribuita .....	12
1.4.3 - La contabilizzazione del calore .....	14
Bibliografia .....	15
Webgrafia .....	16
<b>Capitolo 2 - Definizione di comunità dell'energia .....</b>	<b>17</b>
2.1 - Introduzione .....	17
2.2 - I benefici delle Energy Community .....	18
2.3 - Le utenze energetiche «target» e i modelli di Energy Community .....	19
2.4 - Le tecnologie abilitanti le Energy Community .....	23
2.5 - Conclusioni .....	27
Bibliografia .....	27
Webgrafia .....	28
<b>Capitolo 3 - Le tecnologie e la regolamentazione .....</b>	<b>29</b>
3.1 - Introduzione .....	29
3.2 - Reti di Distribuzione .....	32
3.2.1 - Rete di trasmissione elettrica .....	32
3.2.2 - Reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento .....	33
3.3 - Sistemi di generazione .....	37
3.3.1 - Generazione distribuita .....	37
3.3.2 - Cogenerazione .....	38
3.3.3 - Micro-generazione o Micro-cogenerazione o Micro-trigenerazione .....	40

3.3.3.1 - Utilizzo del gas naturale arricchito con idrogeno o idrometano .....	42
3.3.4 - Fotovoltaico .....	44
3.3.5 - Eolico .....	44
3.4 - Sistemi di accumulo .....	45
3.4.1 - Batterie elettrochimiche .....	46
3.4.1.1 - Batterie agli ioni di litio .....	47
3.4.1.2 - Batterie al nichel/cadmio .....	47
3.4.1.3 - Batterie al nichel/idruri Metallici .....	47
3.4.1.4 - Batterie al sodio/cloruro di Nichel .....	48
3.4.1.5 - Batterie Redox a circolazione di elettrolita al Vanadio .....	48
3.4.1.6 - Analisi economica degli accumuli in batteria .....	48
3.4.2 - Volani .....	49
3.4.3 - Idrogeno .....	50
3.4.4 - Aria compressa .....	50
3.4.5 - Bacini idroelettrici di accumulo .....	50
3.4.6 - Super condensatori .....	51
3.4.7 - Sistemi di accumulo dell'energia termica .....	51
3.4.7.1 - Serbatoi a sali fusi .....	53
3.4.7.2 - Solar Pond .....	53
3.4.7.3 - Accumuli di solidi .....	53
3.4.7.4 - Accumulo latente .....	54
3.5 - Regolamentazione .....	55
Bibliografia .....	56
Webgrafia .....	57
Capitolo 4 - <b>Energy community la valutazione tecnico-economica</b> .....	59
4.1 - Introduzione .....	59
4.2 - La sostenibilità economica ed energetica delle energy community .....	60
4.2.1 - La caratterizzazione tecnica ed energetica delle Energy Community .....	61
4.2.2 - La sostenibilità economica delle Energy Community .....	61
4.2.3 - La sostenibilità energetica delle Energy Community .....	65
4.3 - Conclusioni .....	66
Bibliografia .....	67
Webgrafia .....	67
Capitolo 5 - <b>Le innovazioni tariffarie: il dynamic pricing</b> .....	69
5.1 - Introduzione .....	69
5.2 - Tariffe dinamiche: tipologie e migliori pratiche .....	70
5.2.1 - Tariffe Time-of-Use (TOU) .....	70
5.2.2 - Tariffe Critical-Peak-Pricing (CPP) .....	71
5.2.3 - Tariffe Real-Time-Pricing (RTP) .....	72
5.2.4 - Tariffe Peak-Time-Rebate (PTR) .....	72
5.2.5 - Diffusione degli smart meter in Europa .....	73
5.2.6 - Migliori pratiche per il dynamic pricing .....	75
5.3 - Analisi delle potenziali barriere per il dynamic pricing in Italia .....	78
5.3.1 - Analisi delle potenziali barriere tecniche .....	78
5.3.2 - Analisi delle potenziali barriere energetiche .....	79
5.3.3 - Analisi delle potenziali barriere regolatorie e di mercato .....	82
5.4 - Conclusioni .....	85
Bibliografia .....	86
Webgrafia .....	86

<b>Capitolo 6 - Efficienza energetica nei regolamenti edilizi in una smart city</b> .....	87
6.1 - Introduzione .....	87
6.2 - Dalla città sostenibile alla città smart: i paradigmi del cambiamento .....	88
6.3 - Efficienza energetica a scala urbana, verso un approccio Smart .....	92
6.4 - Gli strumenti per la pianificazione sostenibile e “intelligente” della città ...	95
6.4.1 - Gli strumenti di pianificazione cogenti .....	96
6.4.2 - Gli strumenti di pianificazione volontari .....	97
6.5 - Il Regolamento edilizio comunale come strumento di indirizzo del cambiamento verso modelli smart .....	100
6.5.1 - Struttura generale di un Regolamento edilizio comunale .....	100
6.5.2 - Il REC in un processo di evoluzione verso modelli Smart .....	102
6.5.3 - Verso un REC per le Smart City .....	103
6.6 - Definizione di un REC per le smart city, elementi di riflessione .....	104
Bibliografia .....	105
Webgrafia .....	105
<b>Capitolo 7 - Il quadro comunitario e l’energy union/smart cities nella Ue ...</b>	107
7.1 - Introduzione .....	107
7.2 - Il ruolo del SET Plan .....	107
7.3 - Nuova strategia per il 2020 e oltre .....	108
7.4 - L’evoluzione verso la Smart Energy .....	110
7.5 - La necessità di un approccio integrato: il caso delle Smart City .....	112
7.6 - Conclusioni .....	115
Webgrafia .....	115
<b>Capitolo 8 - Partecipazione della domanda: il nuovo paradigma per l’industria elettrica</b> .....	117
8.1 - Introduzione .....	117
8.2 - Partecipazione della domanda .....	119
8.3 - Benefici della partecipazione della domanda .....	120
8.3.1 - Generazione .....	121
8.3.2 - Trasmissione e distribuzione .....	121
8.3.3 - Vendita .....	121
8.3.4 - Consumo .....	122
8.4 - Realizzazione della partecipazione della domanda .....	122
8.4.1 - Consumatori .....	122
8.4.1.1 - Tipologie .....	122
8.4.1.2 - Azioni .....	123
8.4.2 - Programmi di partecipazione della domanda .....	123
8.4.2.1 - DR implicita, basata sul prezzo dell’energia .....	123
8.4.2.2 - DR esplicita, basata su incentivi .....	124
8.4.3 - Fattori per il successo dei programmi di partecipazione della domanda .....	125
8.4.3.1 - Tecnologia .....	126
8.4.3.2 - Mercato .....	126
8.4.3.3 - Regolamentazione .....	127
8.4.3.4 - Standardizzazione .....	127
8.5 - Conclusioni .....	127
Bibliografia .....	128
Webgrafia .....	129

<b>Capitolo 9 - Smart cities: la ricerca delle strade vincenti</b> .....	131
9.1 - La definizione di Smart City .....	131
9.2 - Lo Stato dell'arte delle Smart Cities .....	132
9.2.1 - Il contesto europeo di riferimento e le iniziative nazionali .....	132
9.3 - Domanda e offerta nazionale sulle Smart Cities .....	134
9.4 - I paradigmi della Smart City .....	135
9.4.1 - L'approccio sistemico e la città partecipata .....	135
9.4.2 - Lo schema di riferimento .....	136
9.4.3 - I pericoli delle realizzazioni di Smart Cities .....	139
9.5 - Conclusioni .....	140
Bibliografia .....	140
Webgrafia .....	141
<b>Capitolo 10 - Il ruolo degli smart meter nell'efficientamento delle reti</b> .....	143
10.1 - Introduzione .....	143
10.2 - Le tecnologie degli smart meter .....	146
10.2.1 - Le tecnologie e protocolli di trasmissione dei dati di misura .....	149
10.2.2 - I contatori di Energia Elettrica .....	151
10.2.3 - I contatori Gas .....	151
10.2.4 - I contatori di Energia Termica .....	152
10.3 - Le applicazioni degli smart meter .....	152
10.3.1 - Gli Smart meter nelle Smart Home .....	152
10.3.2 - Gli Smart Meter nelle Smart Grid .....	156
10.3.3 - Gli Smart Meter nelle Smart City .....	159
10.4 - Conclusioni .....	160
Bibliografia .....	160
Webgrafia .....	162
<b>Autori</b> .....	163
<b>Volumi AiCARR</b> .....	167
<b>Altri volumi Editoriale Delfino</b> .....	168

## VOLUMI AiCARR

### SMART GRID

*Making connections* rappresenta oggi la strada del cambiamento.

Connessioni tra i vari ambiti disciplinari, per sostituire all'immagine della gerarchia tra i saperi quella di una conoscenza condivisa. Connessioni tra operatori per limitare l'eccesso di specializzazioni e dell'isolamento disciplinare, connessioni tra individui per formare comunità, connessioni che determinano relazioni bi-direzionali tra i nodi di una rete. Connessioni di una rete smart, una rete intelligente.

Smart significa consapevole. Inizialmente intesa come modalità per superare l'autonomia degli specialismi, la globalizzazione ha prodotto nel tempo un progressivo isolamento dell'individuo, una sua de-responsabilizzazione, imponendogli inevitabilmente un comportamento "passivo" nei confronti della società.

Smart significa equa. Per affrontare una crisi divenuta negli anni più grave e sempre più globale, si è arrivati a mettere in discussione il modello economico dei mercati e sono state avanzate ipotesi di modelli diversi. Thomas Piketti ha sottolineato il fenomeno della disuguaglianza economica, mai così drammatico, come risultato delle contraddizioni del capitalismo. L'enciclica di Francesco Laudato Si' ha sostenuto la necessità di agire sulle cause strutturali della iniquità per proteggere l'ambiente.

Smart significa condivisa. Jeremy Rifkin sposta il discorso sullo sviluppo tecnologico e sul tema dell'energia come caso emblematico di una urgenza per il cambiamento. Il modello di società che abbiamo, e ciò si spiega bene analizzando i meccanismi dei sistemi energetici, si basa sulla completa disattenzione dell'attività economica nei confronti dei vincoli imposti dalle leggi dell'energia in una sorta di esautorazione, di emarginazione delle cause che invece spiegano i meccanismi ambientali dell'inquinamento, della depauperazione delle risorse, del cambiamento climatico. I costi ambientali sono trascurati perché non essenziali, relegati a semplici esternalità. L'economia è assunta a disciplina guida delle strategie della società del novecento e questo senza considerare lo sfruttamento del pianeta e quindi dell'uomo. Un atteggiamento che provoca monopolio, ricchezza non uniformemente distribuita, concentrazione, e quindi corruzione, malver-

sazione, imposizione. Allora occorre proporre un modello diverso che si fonda sulla condivisione e la collaborazione. Rifkin parla di “proiezione secondo un’era di beni e servizi quasi gratuiti e con essa verso la contrazione del capitalismo nel prossimo mezzo secolo e l’affermazione del *Commons* collaborativo come modello della vita economica”. I benefici sarebbero: la fine del profitto aggregato, provocato dall’allungamento surrettizio della filiera produttiva dove l’anello iniziale (il produttore) e quello finale (il consumatore) vengono profondamente penalizzati a vantaggio delle figure di intermediazione; l’indebolimento dei diritti di proprietà; la prevaricazione dell’abbondanza (della conoscenza, delle informazioni) sulla scarsità.

Mentre il capitalismo di mercato si fonda sull’interesse legato al profitto personale, il *Commons* sociale è animato da interessi collaborativi e da un forte senso di condivisione. Se il primo si basa sull’esaltazione dello specialismo e il desiderio di autonomia, il secondo invece fa riferimento a una visione olistica e alla necessità di trasparenza, semplificazione e aggregazione.

Smart significa distribuita. Distribuita deve essere la visione generale, con una valorizzazione delle caratteristiche territoriali, quelle della sovranità e vocazionalità. Ma distribuita deve essere la generazione dell’energia, unica soluzione per una decarbonizzazione della società e dell’economia.

Smart significa rinnovabile. Un *sistema a costo marginale zero*, che rappresenta la condizione dove i profitti si annullano, non è compatibile con la proprietà capitalistica. Il sistema delle fonti rinnovabili è, per definizione, un sistema a costo marginale zero.

Infine, smart significa ricreare il concetto di “pubblico” e valorizzare il bene comune.

Il futuro in campo energetico e ambientale infatti si basa sulle nuove tecnologie, ma anche sulla necessità da parte di “una finanza paziente” di affrontare investimenti strategici perché è necessario individuare misure finanziarie innovative, stante il fatto che non vi sono barriere tecnologiche all’implementazione di politiche di efficienza energetica. La realizzazione di grandi reti energetiche, integrate con quelle delle telecomunicazioni e dei trasporti, può costituire il rilancio di un Paese capitalizzando, parallelamente, benefici sul piano sia della crescita che dell’occupazione. Gli investimenti hanno bisogno di un approccio basato su un rinnovato rapporto tra finanza ed economia reale, come l’Europa in definitiva auspica con il ruolo di agente nazionale di sviluppo a cui sono chiamate le Casse Depositi e Prestiti nazionali. Le infrastrutture, tra le quali quelle energetiche, rappresentano per gli Stati l’obiettivo delle nuove politiche macroeconomiche capaci di integrare il bisogno di nuovi real asset con la necessità da parte degli Stati stessi di essere protagonisti per lo sviluppo delle competenze di investimenti finalmente a lungo termine. In un quadro rinnovato lo Stato e il settore privato possono assumere insieme i rischi della ricerca e dell’implementazione operativa e beneficiare insieme dei risultati, in tutte quelle aree strategiche che portano produttività, e quindi crescita: la formazione del capitale umano, la ricerca e lo sviluppo.

Anche l’energia è un bene comune e anche l’energia deve essere oggetto, nello

spirito del dettato Costituzionale, del passaggio da una cultura della proprietà a una cultura della condivisione, da una concentrazione e centralizzazione proprietarie al loro opposto, quello di uno spazio aperto, distribuito, di tutti. L'energia in quanto bene comune è bene da tutelare, ma anche, in quanto risorsa, deve essere sicura, pulita - dove efficienza energetica e fonti rinnovabili sono l'unica opzione - e perciò strumento necessario per la tutela della nostra stessa identità.

Il tema dell'energia può e deve interpretare tutto questo. La visione gerarchica del modello esistente, unico possibile nell'era del petrolio, ha solo inasprito la frustrazione dell'individuo in un mercato che dovrebbe essere libero e sicuro mentre invece rappresenta la negazione di qualunque responsabilità personale. Occorre trovare un modello che permetta di coniugare le trasformazioni causate dall'uomo con la sostenibilità e con la lotta agli sprechi e all'inquinamento. Per far questo occorrerà passare, nelle tematiche ambientali, energetiche e sociali, dalla concentrazione alla diffusione, dalla gerarchia alla democrazia, dal monopolio alla condivisione, da alti investimenti di capitali ad alti investimenti di lavoro.

Tutto ciò si fonda sul ridare importanza all'individuo e alle sue relazioni con gli altri individui e con il suo territorio dove è più facile realizzare un pensiero di rete invece che di gerarchia, un sistema di nodi interconnessi ed attivi.

Per definire il ruolo delle *Comunità dell'Energia*, tema oggi sufficientemente consolidato, risulta indispensabile evidenziare un nuovo ruolo delle produzioni che tenga conto delle ricadute e delle conseguenze sullo stato economico, finanziario, sociale ed ambientale di coloro i quali le risorse le mettono a disposizione (le comunità dell'energia, o le comunità del cibo nel settore agricolo, o le comunità del riuso in zero waste). La necessaria vicinanza fisica e affettiva dell'individuo al luogo di produzione ne determina una produzione di migliore qualità ma anche un consumo informato ed efficiente, e questo vale per il cibo come per l'energia. Nel manifesto di Territorio Zero si fa riferimento ad una organizzazione territoriale formato da Comunità.

Le fonti di energia rinnovabile rappresentano la capacità di generare energia attraverso un impegno individuale in chiave di distribuzione territoriale; sono fonti a costo marginale nullo e rappresentano la forma più evidente di energia come bene comune, pertanto assicurano, se inserite in un quadro organico e territoriale, energia pulita, sicura e accessibile a tutti. Le fonti rinnovabili costituiscono una caratteristica delle Comunità dell'Energia e in questo ambito devono essere affrontate quelle che oggi costituiscono le barriere al loro sviluppo. La prima, quella della loro "non programmabilità", è superata con la strutturazione di flussi bi-direzionali di energia, non solo dalla produzione al consumo, ma anche in senso inverso dagli auto produttori verso la rete di distribuzione. Tale struttura è inserita in quella comunità formata da *prosumers* che prevede anche l'introduzione di sistemi sempre più sofisticati ed efficienti di accumulo (non solo elettrochimici, ma termici, idroelettrici, a idrogeno), inevitabilmente necessari quando la generazione energetica fornita da fonti rinnovabili supererà un valore critico: si parla del 30-50% della produzione energetica totale. In definitiva una comunità territoriale che sfrutta coerentemente le proprie fonti rinnovabili includerà inevi-

tabilmente elementi di forte innovazione nelle reti elettriche, meglio interconnesse e inserite in mercati elettrici europei effettivamente integrati. Un ulteriore contributo alla programmabilità può venire dall'aggregazione delle produzioni delle fonti rinnovabili in ambiti territoriali omogenei. Per la legge dei grandi numeri l'effetto della stocasticità di alcune fonti rinnovabili sulla generazione elettrica diminuisce al crescere del numero di impianti raccolti insieme sulla base della loro contiguità territoriale. La possibile partecipazione all'aggregazione anche delle micro-bioenergie, del mini-idro e degli impianti geotermici (sistemi largamente programmabili) contribuirebbe a stabilizzare ulteriormente l'offerta di elettricità. L'aggiunta di back-up (cicli combinati, accumuli) renderebbe ancora più prevedibile l'offerta.

In quest'ottica, nasce una nuova figura, l'aggregatore, che ha il compito di gestire l'insieme degli impianti in un dato ambito territoriale, partecipando al mercato elettrico su mandato e per conto dei singoli operatori e, successivamente, di governare la produzione in modo da soddisfare gli impegni contrattuali. L'aggregatore è un Commons collaborativo e partecipato e la sua attività riguarderà anche la gestione attiva della domanda. Questo aspetto aiuta il processo di transizione, a patto che si inizi a ragionare in termini di aggregazione degli impianti e non di singolo impianto che, se non si aggregasse, risulterebbe penalizzato. Discorso questo che deve essere esteso agli edifici in una visione di net-zero energy building più che di near-zero energy building.

Il secondo aspetto riguarda il ruolo di una fonte energetica a costo marginale nullo sulla formulazione dei prezzi dell'energia. Con l'attuale meccanismo di formazione del prezzo all'ingrosso del kWh, determinato dal prezzo marginale, la crescita delle rinnovabili, sistemi a costo marginale nullo, finirebbe col moltiplicare le situazioni in cui sul mercato il kWh viene scambiato a prezzo pari a zero, ma a questo deve corrispondere un effettivo beneficio per i consumatori.

Queste considerazioni non possono più meravigliare. È infatti evidente che una contrattazione basata sul prezzo marginale funziona bene se la competizione è fra produzioni tutte caratterizzate da prezzi marginali. Quando viceversa alcune tecnologie consentono di generare energia elettrica a costo marginale pressoché nullo, il sistema si scardina. Se poi, in particolare, si considera che la Direttiva europea sull'efficienza energetica indica come intervento strategico la necessità di accrescere la consapevolezza dei consumi energetici nei cittadini attraverso dispositivi normativi trasparenti e semplificati, anche attraverso la promozione di sistemi di misura individuali e una fatturazione più precisa e fondata sul consumo reale, il processo è completato. Le Comunità dell'Energia sono proprio quelle comunità che hanno come obiettivo la soluzione del problema energetico in termini di generazione, di efficienza e risparmio energetico, di gestione (bilanciamento di domanda e offerta) e di compravendita responsabile da parte di ogni membro della comunità.

Infine, la sensibilizzazione delle comunità locali sul tema dell'energia permetterebbe il raggiungimento di un elevato grado di sicurezza energetica nell'approvvigionamento, l'ottenimento di risultati significativi dal punto di vista ambientale, il risparmio in termini di bollette energetiche, e in ogni caso la

rifondazione della stessa società sulla base di rinnovati rapporti interpersonali più consapevoli.

Avere obiettivi comuni per un gruppo di persone significa partecipare attivamente alla vita sociale in una strategia collaborativa; avere il ruolo di produttore di energia, oltre a quello di consumatore, significa intervenire direttamente sulle attività gestionali, condividendo all'interno della comunità i meccanismi di uso efficiente dell'energia e di risparmio energetico. Attraverso la produzione di energia, si svilupperanno infatti i metodi, si formuleranno i prezzi e si acquisirà definitivamente il concetto di valore dell'energia, cosa che all'utenza è stata alienata con il modello esistente. Inoltre i programmi delle comunità dell'energia possono aiutare a trasformare in modo con il quale si utilizza l'energia, progressivamente riferendosi a modalità per la sua riduzione, per esempio sfruttando i periodi di surplus, oppure valorizzando l'energia da fonte rinnovabile con impieghi ad essa collegati. I costi per le infrastrutture saranno ridotti al minimo e potranno rientrare nell'economia di quel territorio dove insistono. La gestione dell'energia risulterebbe semplificata e ottimizzata per gli scopi e le finalità di quella comunità, con ulteriore vantaggio in termini di efficienza ed efficacia.

La realizzazione di una Comunità dell'Energia necessita dell'adozione di tecnologie coerenti con la gestione intelligente dei flussi energetici e informativi. Ciascuna tecnologia è caratterizzata in termini di funzionalità, di disponibilità sul mercato e di grado di centralizzazione. Tutto questo deve essere inquadrato in un contesto chiaro di definizioni ed obiettivi, anche per non lasciare indeterminata e utopistica la struttura identitaria di un cambiamento ormai ineludibile.

Livio de Santoli  
*Coordinatore*

## PRESENTAZIONE

È difficile non immaginare un prossimo cambiamento del sistema energetico del Paese, cui ci si dovrà necessariamente adeguare. Molti degli analisti hanno già prefigurato le modalità con le quali ciò avverrà. In *Le Comunità dell'Energia* (Quodlibet, 2011), Livio de Santoli sulla base della crisi di sistema in atto, anche e soprattutto nel settore dell'energia, presentava scenari per il superamento del modello centralizzato della produzione dell'energia e esaminava il nuovo atteggiamento degli individui al cospetto di questo tema cruciale per la loro stessa esistenza. In particolare, secondo Livio, i cittadini utenti assolutamente passivi saranno positivamente e volontariamente costretti, come stanno già facendo, ad assumere un atteggiamento più consapevole nel nuovo ruolo di consumatori smart users, ma anche in quello più attivo di produttori della propria energia, i cosiddetti prosumers. Documenti tecnici in questa direzione sono stati via via diffusi fino ai più recenti *Community Energy Strategy: People Powering Change*, del Department of Energy & Climate Change del Regno Unito, del gennaio 2014 e *Smart Grid Report sulle Energy Communities Italiane* del Politecnico di Milano. Le comunità dell'energia sono quelle comunità che hanno come obiettivo la soluzione del loro problema energetico, in termini di generazione, di efficienza e risparmio energetico, di gestione intesa come bilanciamento di domanda e offerta e di compravendita. Quest'ultimo aspetto risulta di particolare importanza in un momento di transizione nel quale le regole del modello esistente ancora pervadono i meccanismi operativi.

Azioni condotte all'interno di una comunità possono spesso affrontare le sfide in modo più efficace di quelle portate avanti dai governi, perché concentrate a sviluppare soluzioni necessarie per i propri bisogni locali e perché coinvolgono direttamente gli individui di quella comunità. La sensibilizzazione delle comunità locali sul tema dell'energia permetterebbe quindi il raggiungimento di un elevato grado di sicurezza energetica nell'approvvigionamento, l'ottenimento di risultati significativi dal punto di vista ambientale, il risparmio in termini di bollette energetiche e soprattutto la rifondazione della società sulla base di rinnovati rapporti interpersonali più responsabili.

Questo testo della Collana AiCARR affronta il tema delle Comunità dell'Energia dal punto di vista tecnico con una certezza di fondo: le tecnologie per mettere in pratica questi concetti esistono, così come esiste il contesto regolatorio europeo; quello che manca è una volontà precisa fondata su una strategia a medio e lungo termine. I contributi del testo propongono uno scenario tecnico per un modello di decarbonizzazione dell'energia, le tecnologie e la regolamentazione, le valutazioni tecnico-economiche, le innovazioni tariffarie, il ruolo dell'efficienza energetica soprattutto in edilizia, il quadro comunitario e internazionale, il ruolo dell'utenza, l'innovazione delle reti elettriche e le smart cities. In questa rassegna sono stati coinvolti i principali attori tecnici italiani: le Università, il MiSE, il RSE, l'ENEA, l'ENSIEL.

Questo nel tentativo auspicabile, neanche troppo nascosto, da parte di AiCARR e di Livio de Santoli di fornire un contributo alla definizione di una strategia energetica nazionale che affronti una road-map operativa verso un futuro energetico diverso.

Francesca R. d'Ambrosio Alfano  
*Coordinatore della Sottocommissione Editoria della Commissione Cultura di  
AiCARR per il triennio 2014-2016*

## CAPITOLO 1

# SVILUPPO DI SISTEMI INTELLIGENTI PER LA DE-CARBONIZZAZIONE DELL'ENERGIA: SMART ENERGY SYSTEMS E SMART GRID<sup>1</sup>

### 1.1 - Il ruolo strategico della pianificazione energetica

Il futuro in campo energetico si basa su una programmazione a medio-lungo termine che promuova l'uso intelligente delle nuove tecnologie e una consapevolezza e una responsabilità più forte delle istituzioni e degli individui.

Questa programmazione deve tra l'altro individuare in modo chiaro le forme di una transizione verso un modello energetico diverso; ancora oggi però, nonostante l'intensificazione degli sforzi da parte della comunità tecnico-scientifica, non si è giunti a una definizione condivisa di questo modello. Si è però certi che esso debba affrontare in modo innovativo e unitario l'interazione tra consumi elettrici, termici e dei trasporti, debba considerare come priorità le differenti opzioni sulle reti e sull'accumulo per creare quella flessibilità necessaria a una coerente inevitabile penetrazione delle energie rinnovabili e, soprattutto, diventi parte integrante di un nuovo modello economico e sociale.

Le ultime barriere interposte verso una de-carbonizzazione dell'energia e dell'economia sembrano ormai abbattute, anche se su tempistiche e *road-map* per un definitivo progressivo abbandono delle fonti fossili non c'è una condivisione e soprattutto una strategia certa. In definitiva, mancano un ripensamento e una riprogettazione del sistema energetico sia dal lato della produzione che dal lato dei consumi e mancano le regole di una transizione efficace, tali da permettere un completo e definitivo abbandono delle modalità e delle procedure di un modello non più sostenibile.

Esistono tuttavia degli elementi comuni che, in mancanza di un quadro organico, delineano le caratteristiche delle mutazioni profonde cui andiamo incontro, quali le comunità dell'energia, le *smart cities*, l'*energy union* e il mercato comune dell'energia, e dal punto di vista operativo sono state avanzate alcune linee programma-

---

<sup>1</sup> A cura di Livio de Santoli.

tiche che possono essere considerate un punto di partenza: revisione della struttura tariffaria per abbassare i costi delle bollette, innovazione delle reti per intensificare lo sviluppo della generazione distribuita, superamento della logica dei grandi impianti di produzione favorendo lo sviluppo di distretti energetici ambientali locali, incentivazione dell'efficienza energetica. Le grandi reti energetiche integrate con quelle delle telecomunicazioni e dei trasporti costituiscono l'asse portante del rilancio del Paese, sul piano della crescita e dell'occupazione. Il settore energetico-ambientale può essere di supporto a tutti gli altri settori produttivi: dell'edilizia, delle agro-energie, della manifattura, della chiusura virtuosa del ciclo dei rifiuti e quindi con questi deve essere integrato (de Santoli e Consoli, 2013). Il mondo industriale, soprattutto quello delle PMI, deve partecipare attivamente alla modificazione del sistema industriale riconvertito alle tecnologie del nuovo modello in tema di occupazione e di produzione.

Il primo cambiamento è quello del coinvolgimento operativo di ogni individuo nei programmi e nelle decisioni sul tema dell'energia. Cambiare il modello energetico significa cambiare la società, perché definisce un ruolo nuovo per l'individuo, che deve essere positivamente e volontariamente costretto a un atteggiamento più consapevole e attivo sia come consumatore, *smart user*, sia come produttore, prosumer. La sensibilizzazione delle comunità locali sul tema dell'energia permetterebbe il raggiungimento di un elevato grado di sicurezza energetica nell'approvvigionamento, l'ottenimento di risultati significativi dal punto di vista ambientale, il risparmio in termini di bollette energetiche e in ogni caso la rifondazione della stessa società sulla base di rinnovati rapporti interpersonali più responsabili (de Santoli, 2011).

Molti studi descrivono il potenziale inespresso dell'Italia nel settore dell'energia partendo dalla stima del mercato dell'efficienza energetica, inteso come ammontare degli investimenti potenzialmente necessari al raggiungimento degli obiettivi del pacchetto Clima-Energia della UE. In particolare, il volume di investimenti nel periodo 2015-2020 risulta compreso tra 350 e 530 miliardi di euro, e di questi la maggior parte, tra 150 e 250 miliardi di euro, è prevista per 4 Paesi, UK, Francia, Spagna e Italia, con una quota considerevole per l'Italia, tra 55 e 75 miliardi di euro. Il nostro Paese, benché presenti una filiera piuttosto matura, è caratterizzato da un quadro economico e finanziario inefficace (Mazzucato, 2014). Il potenziale dell'energia come driver di sviluppo riguarda il mondo delle imprese, del sindacato, delle istituzioni, coinvolgendoli strutturalmente sulle tematiche riguardanti: gli strumenti ICT connessi con i servizi energetici, gli strumenti per considerare la sostenibilità come vantaggio competitivo (diagnosi energetica, efficienza nei processi produttivi, ecosostenibilità come elemento chiave nella valutazione delle scelte aziendali) e i modelli di business degli operatori dei servizi energetici (nuovi soggetti nel mercato dell'efficienza energetica e nuovi strumenti innovativi di finanziamento e di contratto).

## **1.2 - Gli strumenti per l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili**

Dopo l'entrata in vigore del decreto legislativo 102/2014, che recepisce quanto dis-

posto dalla UE in tema di efficienza energetica in edilizia, quest'ultima rappresenta una priorità anche nel nostro Paese, in linea con la SEN, la *Strategia Energetica Nazionale* [1]. In particolare, l'efficienza energetica si rivolge a un settore, quello dell'edilizia, che come è noto è responsabile del 40% dei consumi e delle emissioni nazionali e che in Italia rappresenta oltre il 6% dell'economia, 830mila imprese per lo più piccole e piccolissime e impiega oltre 1.200 lavoratori dipendenti e poco meno di 700mila autonomi. Un settore che con un fatturato complessivo di oltre 300 miliardi di euro rappresenta, nonostante la crisi degli ultimi anni, un sostanziale contributo al PIL nazionale.

Il decreto 102/2014 si inserisce in un quadro complesso e articolato, che deve essere affrontato in maniera unitaria. In particolare, occorre una integrazione operativa delle tre Direttive Comunitarie: la Direttiva 2009/28/CE sulle FER recepita dal DLgs 28/2011, la Direttiva 2010/31/CE sulla prestazione energetica degli edifici con l'introduzione dell'edificio nZEB (*nearly Zero Energy Building*), la Direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica. Infatti, la complessità del quadro sia legislativo sia normativo esistente in tematica di efficienza energetica degli edifici rende oggi difficile avere interpretazioni univoche su ciò che si deve fare dal punto di vista tecnico. La mancanza di chiarezza e di uniformità a livello nazionale nella regolamentazione legislativa dell'efficienza energetica nell'edilizia, la necessità di attuare una semplificazione legislativa nei confronti degli obblighi comunitari, ad esempio quella riferita al 3% del patrimonio delle PPA centrali, l'obbligo di assicurare agli utenti maggior certezza sulle prestazioni energetiche dichiarate e sull'energia consumata richiedono uno strumento operativo a supporto della legislazione caratterizzato da semplificazione e trasparenza. E questo a vari livelli:

- nel Regolamento Unico Nazionale, che tutti i Comuni dovranno adottare adeguando e potenziando l'aspetto energetico nei regolamenti edilizi;
- nell'interazione con le modifiche al Testo Unico dell'edilizia 380/2001;
- nell'integrazione con i principi in materia di politiche pubbliche territoriali e di trasformazione urbana.

In particolare, per quest'ultimo aspetto, la trasformazione urbana deve essere un'occasione per promuovere in modo efficace politiche di efficienza energetica strutturali.

Risulta molto importante contemplare i principi che garantiscano la riduzione dei consumi di energia su scala urbana, riferiti alle aree di trasformazione, ovvero principi di perequazione energetica. La trasformazione urbana è l'unico ambito all'interno del quale si possano promuovere determinate politiche di carattere strutturale: si esce quindi dalla logica di intervento sul singolo edificio per entrare nella logica di intervento sul quartiere e sulla città, che poi altro non è che l'implementazione del concetto di *Smart Cities*.

Quali devono essere le linee strategiche contemplate da una programmazione finalmente efficace? Potremmo riassumerle in alcuni punti programmatici, che devono trovare spazio in un documento strategico nazionale:

- una road-map verso una diminuzione dei consumi energetici. Nel 2040 si prevede una domanda pari a circa la metà del potenziale espresso dalle rinnovabili [2] ed è fatto ormai consolidato quello dell'attuale disaccoppiamento tra crescita e

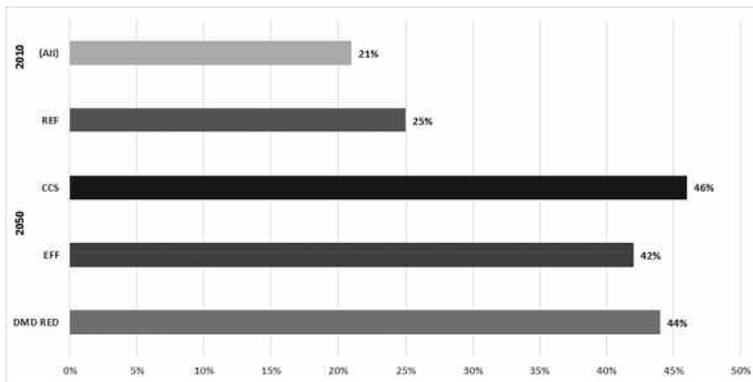


Figura 1.1 - Previsione di elettrificazione dei consumi finali nei vari scenari (42-46%) indicati da ENEA. Da [2].

- consumi, come l'esempio della Cina sta dimostrando compiutamente [3];
- una elettrificazione spinta del sistema energetico nazionale, come mostrato in Figura 1.1. Si prevede in un futuro prossimo un incremento significativo dell'uso del vettore elettrico, diventato elemento di sostenibilità ambientale in quanto integrabile con tutte le fonti di energia primaria, soprattutto quelle rinnovabili. È un vettore che consente applicazioni di efficienza energetica e risparmio addirittura negli usi domestici. Inoltre ha un elevato grado di integrabilità con tutte le tecnologie ICT ed è perfettamente integrabile con la generazione distribuita;
  - il completamento del programma basato sulla generazione distribuita dell'energia e una progressiva (2020-2050) de-carbonizzazione dell'energia in tutti i macrosettori di consumo: energia elettrica, energia termica, trasporti;
  - una rapida evoluzione dei sistemi di accumulo. A partire dagli ultimi decenni del secolo scorso il settore dell'accumulo elettrochimico ha preso vitalità soprattutto grazie all'adozione di nanotecnologie per caratterizzare i materiali degli elettrodi, che hanno dato il via a innovazioni tecnologiche radicali: a ioni di litio, a sodiozolfo, al cloruro di sodio - nichel, e così via. Sono stati recentemente inseriti nel mercato sistemi di accumulo modulari a partire da 10 kWh di capacità studiati per le residenze fino a 100 kWh con costi contenuti. Inoltre c'è da esplorare il potenziale di accumulo del vettore idrogeno. Oltre a rendere programmabili eolico e fotovoltaico, gli accumuli modificheranno in misura rilevante la situazione attuale, anche sotto il profilo del rischio: l'evento estremo che la regolazione dovrà risolvere, non sarà più il blackout, ma il burnout, cioè evitare che nello stesso istante troppi accumuli immettano energia in rete;
  - lo sviluppo di una mobilità sostenibile, elettrica e a idrogeno soprattutto nella sua forma di miscela gassosa.
  - la connessione delle reti dell'energia con le reti informatiche, Virtual Power Plant VPP, l'uso dell'energy cloud, Internet of Things.

In particolare, il punto 3 viene analizzato nel paragrafo seguente.

### 1.3 - Lo sviluppo di sistemi intelligenti per l'energia

Il modello energetico attuale si basa sull'uso di fonti fossili) e sulle infrastrutture capaci di trasportare tali fonti su grandi distanze; caratteristica fondamentale del modello è la centralizzazione della produzione dell'energia elettrica in grandi centrali termoelettriche, affidando l'affidabilità e la flessibilità dell'intero sistema alle caratteristiche favorevoli del petrolio in termini di densità energetica, circa 10 kWh/kg. La flessibilità, in particolare, si riferisce alla disponibilità della fonte fossile a far fronte alla domanda esattamente quando e dove essa viene formulata.

È possibile creare un modello ugualmente, se non più, flessibile, basato sull'energia rinnovabile che è tipicamente non programmabile e che assume generalmente bassi valori di densità energetica?

Molti studi sono stati fatti di recente sulle caratteristiche che deve avere un sistema completamente rinnovabile (Lund e Mathiese, 2009; Connolly et al., 2011; Cosic' et al., 2012; Connolly e Mathiesen, 2014), [4], sulle ricadute che tale sistema ha in termini di sicurezza energetica e di mitigazione delle emissioni di gas serra e sulle modalità operative di una sua penetrazione coerente con la modificazione progressiva delle reti (Lund et al., 2012). Non sono invece molte, nella formulazione di proposte operative, le ipotesi di integrazione richieste dai sistemi *smart grids*, quali ICT, *smart metering* e sistemi di accumulo, con i sistemi di teleriscaldamento e teleraffreddamento e di cogenerazione e micro-cogenerazione *Combined Heat and Power, CHP*, oppure con applicazioni che prevedono la produzione di combustibili con l'elettricità, i *power-to-gas* (Lund e Østergaard, 2000; Østergaard, 2009; Østergaard, 2010; Jentsch, 2014) o con sistemi innovativi per la mobilità.

Ma anche quando vengono collegati gli ambiti delle *smart grid* ai concetti di *smart cities*, questo avviene quasi esclusivamente per la rete elettrica e per edifici singoli, mentre dovrebbero essere considerati in un quadro unitario, così come d'altra parte richiesto dagli standard internazionali, riguardante tutte le richieste di energia termica, elettrica e di energia necessaria per i trasporti.

Mentre il settore termico e quello elettrico possono essere integrati utilizzando tecnologie come CHP, pompe di calore su larga scala per fornire energia termica su reti di teleriscaldamento o teleraffreddamento o sistemi di accumulo termico ed elettrico, le riflessioni da fare per il settore dei trasporti non possono basarsi sulle soluzioni attuali, neanche quelle che utilizzano biofuel o biomasse, perché necessitano di un approccio intersettoriale complesso, i cosiddetti *Smart Energy Systems*, SES (Mathiesen et al., 2015).

Il modello energetico senza fonti rinnovabili è sinteticamente riportato in Figura 1.2, in cui sono rappresentate le quantità annue di energia prodotte dalle fonti primarie e utilizzate dai macro centri di consumo del riscaldamento, dell'elettricità e trasporti in tre diversi sistemi schematizzati concettualmente seguendo modifiche incrementalmente del grado di efficienza energetica:

- il sistema base tradizionale, in cui le richieste di energia vengono soddisfatte dalle centrali termoelettriche e dalle fonti fossili (gas, olio combustibile) tra-

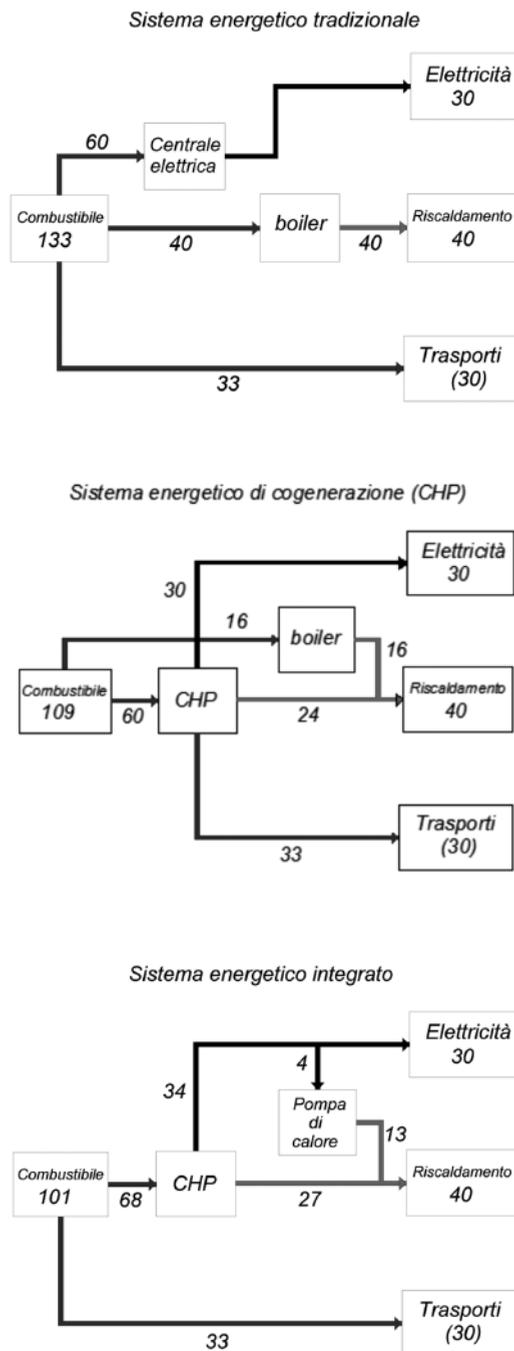


Figura 1.2 - Sistemi energetici tradizionali utilizzando fonti fossili con grado crescente di efficienza energetica: CHP e pompe di calore con reti di teleriscaldamento/teleraffreddamento.

mite generatori di calore (riscaldamento) o direttamente da combustibili (trasporti);

- il sistema che utilizza sistemi CHP, nell'ipotesi in cui questi forniscono tutta l'elettricità necessaria e parte del riscaldamento;
- il sistema che utilizza completamente i sistemi CHP, nell'ipotesi in cui non solo l'elettricità ma anche tutto il riscaldamento (per esempio attraverso l'uso delle pompe di calore elettriche) viene fornito ai centri di macro consumo.

In questa configurazione (in tutti e tre i casi) il sistema dei trasporti continua a utilizzare unicamente prodotti raffinati del petrolio.

I diagrammi di Figura 1.2 rappresentano modelli ideali e danno comunque una idea del miglioramento in termini di efficienza complessiva, con riduzioni progressive fino a circa il 25% in termini di consumo di fonte fossile. In questo modello è possibile integrare fino al 25-30% di energia da fonte rinnovabile affinché non ci siano influenze negative sulla rete elettrica (Lund et al., 2012), dovute alle fluttuazioni tipiche di sorgenti non programmabili.

Nella Figura 1.3 sono riportati, nell'ipotesi di considerare un contributo di energia elettrica da fonte rinnovabile pari al 25%, i corrispondenti schemi della Figura 1.2 opportunamente modificati.

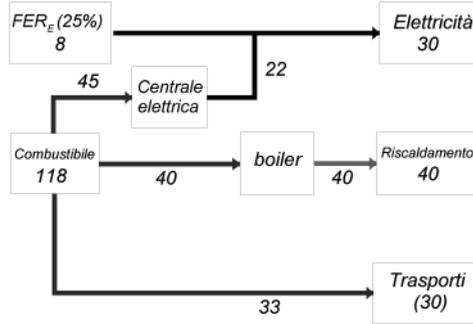
Dall'esame delle due figure, si nota una riduzione più marcata in termini di consumo di fonte fossile, ma soprattutto un notevole miglioramento nel passaggio dalle configurazioni 2 alle configurazioni 3: da 100 a 87 unità di energia da fonte fossile con riduzione superiore al modello tradizionale; da 109 a 101 con un miglioramento significativo, da 93% a 87%. Inoltre, l'introduzione delle pompe di calore di larga scala permette un utilizzo anche più significativa delle fonti rinnovabili elettriche, 40%, senza penalizzare l'efficienza complessiva del sistema. Anche in questo caso il sistema dei trasporti è separato e utilizza unicamente prodotti raffinati del petrolio.

Quote superiori di energia da fonti rinnovabili comportano modifiche sostanziali della struttura del modello energetico e devono poter permettere anche l'inserimento di quote di rinnovabili termiche coerenti con le richieste di energia complessive. Se la penetrazione di energia rinnovabile non programmabile deve poter approssimare il 100%, devono essere accuratamente scelte appropriate tecnologie di accumulo di energia (Stadler, 2008) capaci di creare nuove forme di flessibilità anche su grande scala.

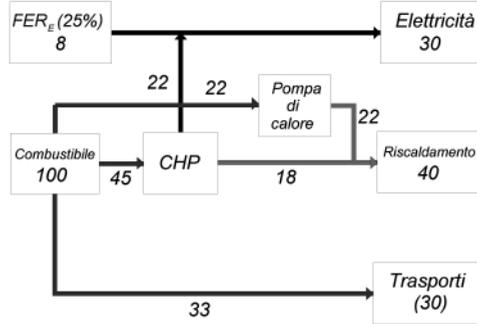
Nella generazione distribuita dell'energia si sostituisce la grande centrale termoelettrica con una serie di centrali più piccole localizzate sul territorio; i sistemi di accumulo dell'energia elettrica devono essere in grado di supportare l'inserimento delle rinnovabili e devono, in una fase di transizione, essere progettati e realizzati anche su grande scala a servizio delle reti elettriche principali.

Su larga scala, 100 MW e oltre, al momento sono presenti solo due tecnologie di accumulo: il pompaggio di acqua in bacini per la produzione successiva di energia idroelettrica PHES, con rendimenti dell'ordine dell'85%, e l'aria compressa CAES, con rendimenti del 65%. Sul mercato sono presenti altre soluzioni, soprattutto su media e piccola scala, che sono oggetto di studi per aumentarne l'efficienza e diminuirne i costi: batterie elettrochimiche, volani, idrogeno pro-

Sistema energetico tradizionale con 25% di FER<sub>e</sub>



Sistema energetico di Cogenerazione con 25% di FER<sub>e</sub>



Sistema integrato con 25% di FER<sub>e</sub>

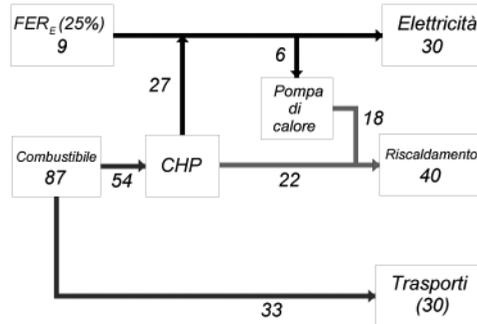


Figura 1.3 - Sistemi energetici tradizionali utilizzando fonti fossili con FER al 25% e con grado crescente di efficienza energetica: CHP e pompe di calore con reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento.

dotto da rinnovabile elettrica per produzione di energia termica. Sul lato del settore di consumo dei trasporti, studi specifici sono stati condotti per individuare nella mobilità elettrica forme di accumulo elettrico costituito direttamente dalle vetture, la cosiddetta modalità *vehicle-to-grid*, V2G (Lund e Kempton, 2008; Pillai e Bak-Jensen, 2011), oppure in cui l'idrogeno viene proposto in miscela con il metano, l'idrometano, H<sub>2</sub>NG, come alimentazione dei veicoli ma anche della micro-CHP (de Santoli et al., 2013; Nastasi et al., 2015). L'uso dell'idrogeno diventerà sempre più importante all'aumentare della quota di rinnovabile elettrica del sistema, anche perché attraverso gli elettrolizzatori è possibile far fronte, oltre al fabbisogno termico attraverso sistemi di produzione combinata, la cosiddetta *power-to-gas*, anche quello del settore trasporti con combustibili derivati da biomasse (Meibom, 2011).

Lo sviluppo del modello non deve però essere limitato al solo aspetto, seppur rilevante, dell'energia elettrica, ma occorre considerare anche il settore termico, combinando i macro settori di consumo dell'energia termica e di quella elettrica e comprendendo ovviamente anche quello dei trasporti. Una prima opzione per combinare energia elettrica e termica, o frigorifera, è quello di considerare pompe di calore anche su larga scala e CHP utilizzati in reti di teleriscaldamento in cui siano compresi appropriati sistemi di accumulo termico (Østergaard, 2012). Le fonti di energia utilizzabili in una fase di transizione verso il nuovo modello distribuito faranno uso ovviamente di biomasse e biogas per usi termici quali cogenerazione e teleriscaldamento, ma anche per usi locali per l'industria e le aziende agricole, in un ambito di utilizzo locale per la valorizzazione di risorse territoriali. In questa strategia rientrano ovviamente i sistemi di riscaldamento e raffreddamento locali, che devono prevedere immediatamente una elettrificazione via via crescente dell'utenza, sia civile che industriale, agevolata da una idonea tariffazione e dagli obblighi comunitari verso gli edifici nZEB, i *nearly Zero Energy Buildings*. In particolare, i programmi devono includere le grandi potenzialità connesse con una riqualificazione dell'edilizia esistente su scala urbana e suburbana, anche spinta e occorre considerare in maniera contestuale le disposizioni riguardanti la riduzione dei consumi conseguenti al miglioramento termofisico dell'involucro edilizio la quota di energia da fonte rinnovabile assegnata, l'efficienza energetica dei sistemi impiantistici e la interconnessione con edifici adiacenti per gestire in modo intelligente i surplus/deficit di energia autoprodotta, soprattutto in riferimento ai *net Zero Energy Building*).

Nel settore dei trasporti deve essere gestita una fase di elettrificazione la più ampia possibile, non solo per una penetrazione di quote crescenti di rinnovabili elettriche, ma anche per il miglioramento in termini di rendimento dei veicoli elettrici tali da garantire una riduzione significativa del corrispondente utilizzo di combustibile fossile. In una prima fase occorre puntare sulla sostituzione graduale delle vetture private con auto elettriche, fino alla soglia del 25-30% a regime (Connolly, 2014); la restante parte verrà assicurata sempre per via elettrica da biometano, biometanolo e gas di sintesi.

Il biometano è un gas derivato dal biogas che ha subito un processo di *upgrading*, cioè di raffinazione e purificazione, portando la concentrazione di metano CH<sub>4</sub> a

superare il 98%. Al pari del gas naturale, il metano fossile, il biometano può essere utilizzato come biocombustibile per veicoli a motore, essere immesso nella rete di distribuzione nazionale e trasportato e stoccato per la successiva produzione di energia anche in luoghi molto distanti dal sito produttivo. L'uso del biometano costituisce la frontiera tecnologica dei produttori di biogas, con un alto grado di efficienza, poiché sarebbe possibile arrivare a coprire nel medio termine almeno il 10% del consumo nazionale di gas attraverso la produzione di 7÷8 miliardi di metri cubi all'anno di biometano agricolo. Considerato che l'Italia importa 70 miliardi di metri cubi di gas naturale l'anno, il biometano è fondamentale per ridurre la dipendenza energetica italiana già nel breve-medio periodo.

Fino agli anni Settanta, il metanolo in commercio era ricavato da sintesi, a partire da CO e H<sub>2</sub>, o da gas naturale, il metano. Con la crisi energetica e l'esigenza di svincolarsi dalle fonti energetiche tradizionali, si è diffusa la produzione di biometanolo a partire dalla biomassa sottoposta a trattamenti di gassificazione oppure a seguito di complesse reazioni che avvengono mediante il trattamento delle sostanze di rifiuti per via biologica.

Il gas di sintesi oggi può essere ricavato da idrogeno prodotto da elettrolisi utilizzando energia elettrica di tipo rinnovabile in ingresso. Il modello energetico che ne consegue è fondato sulla gestione intelligente delle reti e degli accumuli che possono ottimizzare il sistema energetico, rendendo ininfluenza la perdita di flessibilità derivante dall'uso delle rinnovabili elettriche. Allora è possibile implementare nella tecnologia *smart grid* tutte e tre le componenti in modo contestuale, con una *smart grid* elettrica, una termica e una relativa al gas: biogas, biometano, idrogeno. Dalla loro combinazione con le tecnologie disponibili per gli accumuli termici ed elettrici è possibile prevedere uno scenario con il 100% di energia rinnovabile, come mostrato in Figura 1.4:

- una *smart grid* elettrica, capace di connettere le FER elettriche, soprattutto l'eolico e il fotovoltaico, alle pompe di calore e ai veicoli elettrici con l'uso degli accumuli elettrici;
- una *smart grid* termica, teleriscaldamento e teleraffreddamento, per interconnettere il settore del riscaldamento con quello elettrico. Questa rete, cui faranno capo i sistemi di cogenerazione e microcogenerazione, deve prevedere sistemi di accumulo termico; può includere una serie di componenti di produzione di energia locale per gli edifici, sempre in uno schema che prevede l'interconnessione tra edifici;
- una *smart grid* del gas per connettere il settore del riscaldamento, quello elettrico e quello dei trasporti, capace di integrare in modo intelligente le utenze con le produzioni, facendo uso di idonei sistemi di accumulo.

Basandosi su queste infrastrutture, solo facendo riferimento a un coordinamento tra la combinazione delle diverse reti intelligenti e dei rispettivi sistemi di accumulo sarà possibile assegnare alla generazione distribuita dell'energia e all'uso delle fonti rinnovabili un ruolo definitivo in un modello innovativo e diverso. Nella Figura 1.4 non sono assegnate quote di energia ai settori di consumo, dal momento che queste dipendono dalla strategia energetica impostata, che dovrà prevedere un diverso loro bilanciamento.

# GENERIAMO IDEE PER UN'ENERGIA SOSTENIBILE

AiCARR, Associazione italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione, crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile, contribuendo al progresso delle tecnologie impiantistiche e alla definizione delle normative relative alla produzione, alla distribuzione e all'utilizzo dell'energia termica. Nata nel 1960 come costola italiana della prestigiosa associazione statunitense ASHRAE, AiCARR riunisce oggi circa 2000 associati di varia estrazione: progettisti, docenti, installatori e manutentori, aziende produttrici, funzionari di Enti e Agenzie governative, istituzioni territoriali, nazionali e internazionali, studenti e ricercatori. La presenza nelle sedi accademiche e istituzionali dove si progetta il futuro energetico del nostro Paese fa di AiCARR un punto di riferimento essenziale per la definizione delle strategie e delle politiche energetiche e un interlocutore insostituibile per chiunque si occupi di efficienza energetica, qualità ambientale, fonti rinnovabili e uso consapevole dell'energia.

## LE COMPETENZE CONDIVISE SONO ALLA BASE DI OGNI PROGRESSO

Accrescere la cultura tecnica del settore e la professionalità dei Soci, condividere know-how, redigere e diffondere linee guida di supporto nella pratica professionale, dare un appoggio concreto al mondo imprenditoriale che si occupa di temi energetici, fornire il proprio contributo in ambito normativo sono i principali impegni che AiCARR svolge attraverso:

- Convegni nazionali e internazionali, webinar, seminari, workshop, tavole rotonde
- Incontri tecnici e visite a impianti e realizzazioni d'avanguardia
- Commissioni di studio e coordinamento di attività tecniche, culturali e normative
- Comitati Tecnici attivi su tematiche specifiche
- Attività congiunte con Associazioni, Università ed Enti italiani ed europei, pubblici e privati

- Gruppi di lavoro creati per dare un supporto operativo alle Istituzioni
- Partecipazione alla definizione di regolamenti, leggi, linee guida e collaborazione alla redazione di normativa tecnica con UNI, CEN e CTI, grazie alla Commissione Tecnica e Normativa.

## AGGIORNAMENTO E FORMAZIONE: UN MUST

L'aggiornamento tecnologico e normativo è oggi imprescindibile per professionisti e aziende: in quest'ottica AiCARR offre formazione di alto standard teorico e applicativo attraverso AiCARR Formazione, business unit di AiCARR Educational srl, società certificata ISO 9001:2015.

AiCARR Formazione è provider di CNI e CNPI per i crediti formativi professionali e i suoi corsi, condotti da accademici e professionisti selezionati fra i migliori esperti del settore HVAC&R, sono rivolti a progettisti, tecnici, manutentori, personale tecnico e commerciale di Enti e industrie, studenti e ricercatori.

## SE LE IDEE CIRCOLANO, ACQUISTANO PIÙ FORZA

AiCARR pubblica gli atti dei convegni, cura l'edizione delle collane dei volumi tecnici, delle guide e dei vademecum, invia la newsletter quindicinale con le notizie sulle novità associative, editoriali, normative, legislative e di formazione; è distributore esclusivo per l'Italia delle pubblicazioni e norme ASHRAE e applica ai Soci condizioni favorevoli per l'acquisto delle norme CEI e sconti sulle pubblicazioni di importanti editori tecnici.

La biblioteca propone un'ampia selezione di titoli tecnico-scientifici in libera consultazione.

Sul sito [www.aicarr.org](http://www.aicarr.org) e attraverso la App, scaricabile da Google Play, è anche possibile consultare articoli tecnici e la rassegna news. Inoltre, i Soci ricevono gratuitamente il periodico AiCARR Journal, organo ufficiale dell'Associazione.

Il futuro in campo energetico si basa su una programmazione a medio-lungo termine che promuova l'uso intelligente delle nuove tecnologie e la consapevolezza e la responsabilità delle istituzioni e degli individui. Questa programmazione deve, tra l'altro, dettare le forme di una transizione verso un modello diverso, che affronti in modo innovativo l'interazione tra consumi e produzioni e che permetta una coerente penetrazione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica nel tessuto industriale, civile e dei trasporti. Cambiare il modello energetico significa cambiare la società, perché si definisce un ruolo nuovo per l'individuo, positivamente e volontariamente portato a un atteggiamento più consapevole e attivo sia come consumatore (smart users), sia come produttore (prosumers). Il testo affronta il tema delle Comunità dell'Energia dal punto della loro realizzazione con una certezza di fondo: le tecnologie esistono e possono essere implementate subito. Quello che manca è una strategia a medio e lungo termine capace di costruire una road-map per la transizione. I contributi del testo propongono uno scenario tecnico per un modello di de-carbonizzazione dell'energia, le tecnologie e la regolamentazione, le valutazioni tecnico-economiche, l'innovazione delle reti elettriche. In questa rassegna sono stati coinvolti i principali attori tecnico-scientifici italiani: le Università, il MiSE, RSE, l'ENEA, l'ENSIEL. Questo nel tentativo auspicabile, neanche troppo nascosto, da parte di AiCARR di fornire un contributo alla definizione di una strategia energetica nazionale che affronti coerentemente le scelte per un futuro energetico diverso.

*Livio de Santoli, Professore ordinario di Energy Management e Impianti Tecnici presso Sapienza Università di Roma, è il Delegato dell'Ateneo per l'Edilizia e le Politiche Energetiche, già Preside della Facoltà di Architettura Valle Giulia e Direttore del Centro di Ricerca CITERA (Territorio, Edilizia, Restauro e Ambiente). Attualmente è presidente di AiCARR, E' autore del Piano Energetico della Sapienza, di Roma Capitale e della Regione Molise e progettista di opere significativi quali l'impianto fotovoltaico dell'aula Nervi in Vaticano, della sostenibilità energetico-ambientale del Palazzo Italia a Expo 2015, degli impianti di climatizzazione della Galleria Borghese a Roma. Svolge le sue ricerche presso il laboratorio Smart MicroGrid della Sapienza ed è autore di oltre 200 pubblicazioni nel campo della Energetica, delle Energie Rinnovabili, degli Impianti Tecnici, Ha vinto il Premio Eurosolar per l'impianto fotovoltaico dell'Aula Nervi (2008), il REHVA SCIENCE AWARD (2009), il Premio Forum PA per la programmazione energetica della Sapienza (2011), il Premio CETRI-TIRES per Le Comunità dell'Energia (2011), il SUR AWARD (Shared University Research Grant) della IBM Corporation) 2012.*

AiCARR, Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione, è un'associazione culturale no profit. Dal 1960 crea e promuove cultura e tecnica per il benessere sostenibile, occupandosi di uso consapevole dell'energia e delle risorse naturali e di innovazione delle infrastrutture energetiche, sia nel settore impiantistico che in quello edilizio. AiCARR conta oltre 2.600 Soci fra progettisti, costruttori di macchine, installatori, manutentori, accademici, ricercatori, studenti, funzionari di Enti e Agenzie governative e di istituzioni nazionali e internazionali.

La Collana AiCARR propone testi tecnici elaborati da Soci e selezionati dalla Commissione Editoria AiCARR, traduzioni di Linee Guida pubblicate da associazioni internazionali quali REHVA e ASHRAE e le Guide AiCARR realizzate dai Comitati Tecnici dell'Associazione.

AiCARR - Associazione Italiana Condizionamento dell'Aria, Riscaldamento e Refrigerazione - [www.aicarr.org](http://www.aicarr.org)

CODICE SMG

[www.editorialedelfino.it](http://www.editorialedelfino.it)

ISBN 978-88-97323-49-5



9 788897 323495

Euro 28,00

Questo volume approvato dal bilancio  
è da considerarsi copia "AGAD" CAMPIONE GRATUITO fuori commercio  
(vendita e altri atti di disposizione vietati art. 17, c. 2, l. 633/1941)  
Esente da IVA (D.P.R. 26/10/1972, n. 633, art. 2, lett. g),  
L. 11/3/1978, n. 427, art. 4, n. 6)

LIVIO DE SANTOLI  
SMART  
GRID

ISBN 978-88-97323-49-5