

L'ICT PER L'EFFICIENZA E IL RISPARMIO ENERGETICO

L'articolo concentra l'attenzione su una serie di strumenti ICT utilizzati per controllare e ridurre i consumi energetici e per gestire in modo efficiente ed efficace dal punto di vista delle spese, le risorse energetiche distribuite, che costituiscono un mercato e una tecnologia in forte sviluppo. Viene fornito un quadro sintetico delle proprietà di un sistema per l'*Energy Resource Planning* - denominato "EneRP" - riportando le caratteristiche di alcune soluzioni già disponibili sul mercato. Si fa riferimento, come esempio, a due progetti finanziati nell'ambito dei bandi Meta-Distretti Lombardia ICT.

1. INTRODUZIONE

L'energia sul nostro pianeta non è una risorsa scarsa. Può essere costosa in alcune nazioni, può essere causa di conflitti economici e militari, il suo uso o abuso, può determinare mutamenti climatici e ambientali di cui potremmo non essere del tutto consci, ma sicuramente l'energia non è una risorsa scarsa. I problemi tecnologici relativi all'energia sono in limitata parte legati al reperimento e all'estrazione in confronto a stoccaggio, trasporto e utilizzo. Altro discorso è lo spreco che si fa di questa risorsa.

L'unità di misura definita come "barile-di-petrolio" è un cilindro metallico contenente 159l di una sostanza scura, densa e maleodorante che altro non è che quanto resta della decomposizione di organismi vissuti sulla terra qualche milione di anni or sono. Nonostante ciò, si è scoperto che si tratta di una materia prima fantastica, da essa ricaviamo:

- ▣ combustibili che utilizziamo per fornire città e industrie di calore ed energia elettrica;
- ▣ combustibili per auto, navi e aerei facili da trasportare e con un'elevata densità di ener-

gia per unità di volume, e per lo più liquidi a condizioni ambiente;

- ▣ materie plastiche per gli usi più svariati;
- ▣ scarti che utilizziamo come bitume per realizzare le strade.

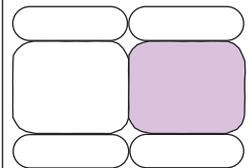
Anche il costo reale di estrazione è irrisorio: 10-15\$/barile per quello del Mare del Nord.

Il petrolio sarebbe assolutamente perfetto, se non fosse per alcune controindicazioni:

- ▣ i giacimenti, per quanto enormi, non si trovano distribuiti uniformemente, il che porta ad "attriti" tra chi ne ha grandi disponibilità, e non sa bene cosa farsene, e chi non ne ha, e saprebbe bene come utilizzarlo;
- ▣ l'utilizzo come combustibile comporta lo sprigionamento di enormi quantità di gas inquinanti, nocivi e con effetto serra, con conseguenze a medio e lungo termine sul clima globale e a breve e medio termine sulla salute della popolazione, soprattutto di quella (la maggior parte) che vive nelle città;
- ▣ tecnologie ed economie *oil-based* non sono più sostenibili, o meglio, non sono sostenibili nel momento in cui lo stile di vita e di sviluppo utilizzato dai paesi occidentali nel-



Paolo Magni



l'ultimo secolo venisse ripreso pari pari da quei miliardi di persone che nell'ultimo secolo ne sono state escluse.

Al di là dell'amara ironia, la questione energia è ormai chiara: bisogna consumare meno e meglio, evitare gli sprechi, utilizzare fonti energetiche alternative dal minimo o nullo impatto ambientale, rinnovabili e disponibili su larga scala un po' ovunque.

Una volta preso atto di questa necessità rimane da risolvere il come. È a questo punto che l'ICT, nella sua definizione originale di Information and Communication Technology, può e deve fornire il suo contributo, mettendo a disposizione un insieme di hardware (principalmente sensori e attuatori, oltre ad apparati di trasmissione dati) e software (applicativi ed algoritmi) per la gestione - intesa come controllo, manutenzione ed ottimizzazione - delle fonti di energia, rinnovabili e non, e degli utilizzatori finali, per garantire una gestione energetica globalmente più efficiente ed efficace.

2. IL MERCATO DELLE ENERGIE RINNOVABILI NEL PROSSIMO FUTURO

I dati circa la crescita del mercato internazionale delle industrie del fotovoltaico, solare termico, eolico e geotermico (senza contare gli elettrodomestici di ultimissima generazione, classe A e oltre) sono sotto gli occhi di tutti e impressionanti: crescita a due cifre, con punte di nazioni o segmenti con crescita a tre cifre, negli ultimi tre anni. Questa esplosione, da molti considerata fino a qualche mese fa come precursore di un nuovo *boom* stile "new economy", risentirà inevitabilmente degli effetti della crisi globale. Tuttavia, si ritiene che la crescita, anche se rallentata, rimarrà ben superiore al resto dell'industria, per così dire, tradizionale.

I motivi di tale situazione dipendono dal fatto che:

□ i consumatori (ed in molti casi anche i governi) delle nazioni con maggior capacità di spesa hanno sostanzialmente metabolizzato il concetto di energia come risorsa scarsa, preziosa, da utilizzare con giudizio, la cui gestione può a sua volta generare business, per di più etico [1];

□ le industrie dei paesi che si sono attrezzati per primi, si pensi ad esempio alla Germania, alla Spagna e al Giappone per il fotovoltaico, o alla Danimarca per l'eolico, hanno ormai accumulato un *know-how* e una dimensione tale da poter agire anche a livello internazionale sui mercati extradomestici (tra cui l'Italia) proponendo e utilizzando tecnologie affidabili e politiche commerciali aggressive;

□ finanziatori sempre in cerca di valide possibilità di investimento con una rendita ragionevole e rischi prevedibili non potranno restare indifferenti a lungo alle promesse delle energie rinnovabili. Non appena si placherà la crisi torneranno a fluire i capitali e i progetti fotovoltaici avranno probabilmente la precedenza su molti altri investimenti [3].

Gli stessi Stati Uniti nello scorso ottobre hanno definito i dettagli legislativi¹ inerenti gli incentivi fiscali all'installazione diffusa dei pannelli fotovoltaici, col risultato che gli USA si apprestano a diventare nel breve e medio termine il più grande mercato del fotovoltaico, colmando rapidamente un ritardo pluriennale. Uno studio [13] del Dipartimento Federale dell'Energia USA dimostra al contempo, sul fronte dell'energia eolica, come passare dall'attuale 1% al 20% nel 2030 sia tecnicamente ed economicamente fattibile e quindi auspicabile.

Dall'altra parte del mondo la Cina, una tra le nazioni che più inquinano al mondo, si è da tempo preparata per diventare il più grande fabbricante mondiale di celle e moduli fotovoltaici, puntando come di consueto sulla quantità prima per arrivare alla qualità poi. Anche sul fronte dell'eolico la Cina non scherza: secondo il Global Wind Energy Council la Cina diventerà nel 2009 il più grande produttore di turbine eoliche del mondo [13]. Nel contempo, sull'onda delle ultime Olimpiadi, lo stato cinese sta diventando, paradossalmente, teatro di sperimentazioni d'avanguardia per quel che riguarda l'architettura bio/eco-compatibile.

La fonte rinnovabile per eccellenza è il solare fotovoltaico - ovvero la produzione di energia elettrica a partire dalla radiazione solare - per la quale si prevede il raggiungimento della *grid parity* (quando i costi di produzione saranno comparabili con quelli delle fonti energetiche

¹ Investment Tax Credit - ITC.

Da qui al 2050 si potrebbero ottenere (tra parentesi la % rispetto ai 14 TWxs attuali)	Con (tipo di fonte energetica)	Come
8 TWxs (57.1%)	Nucleare	Costruendo 8000 centrali a fissione, una ogni due giorni (in tutto il mondo ce ne sono ora poco più di 400), ma l'uranio si esaurirebbe dopo 10 anni
7 TWxs (50.0%)	Biomasse	Ricoprendo l'intera superficie agricola del pianeta con colture adatte a diventare biocombustibile, ma senza più nulla da mangiare
2.1 TWxs (15.0%)	Eolico	Coprendo tutte le superfici del pianeta su cui soffiano abitualmente venti sostenuti (in gergo, classe 3 o superiore)
0.7 TWxs (5.0%)	Idroelettrico	Costruendo dighe su tutti i fiumi restanti sul pianeta
11.6 TWxs (82.9%)	Geotermia	Utilizzando l'intero potenziale geotermico stimato
60 TWxs (428.6%)	Solare	Coprendo con pannelli FV dal rendimento del 10% lo 0.08% della superficie terrestre, ovvero un quadrato di circa 650 km di lato

TABELLA 1

Disponibilità energetica in funzione della fonte [8]

tradizionali, senza l'ausilio di incentivi) per il 2011-2012, al raggiungimento della soglia dei 0.10 €/kWh, anche se la recente repentina discesa dei prezzi del greggio probabilmente posticiperà tale traguardo (per quanto paradossale, l'industri delle energie rinnovabile ha tratto linfa vitale dalle quotazioni stellari del petrolio dei mesi scorsi).

Per capire il potenziale effettivo delle fonti rinnovabili, fotovoltaico e non solo, è interessante uno studio realizzato da un ricercatore del *California Institute of Technology* [8]: calcolato che oggi sulla Terra si consumano mediamente 14 TWxs (1 TW = 1000 GW = 1'000'000 MW) con una previsione al 2050 28-35 TWxs si è calcolato come si potrebbe coprire tale fabbisogno, in tutto o in parte, attraverso le fonti energetiche disponibili e con l'attuale stato della tecnologia. I risultati sono riportati nella tabella 1.

Dato che non è generalmente possibile avvicinarsi all'autosufficienza² attraverso una sola delle fonti rinnovabili, per lo più per questioni climatiche o di morfologia territoriale, prende sempre maggiormente piede la logica del *mix*: avere a disposizione quante più

fonti energetiche, rinnovabili innanzitutto, in modo da poterne sfruttare le caratteristiche peculiari in tempi diversi e a seconda della prestazione richiesta, tenendo ben presente il bilancio economico complessivo.

Ad una produzione intelligente di energia (sia essa elettrica o termica) deve necessariamente accompagnarsi un uso almeno altrettanto intelligente dell'energia disponibile, eliminando gli sprechi e riducendo in generale i consumi. Troppo spesso i sistemi energetici o di processo funzionano in modo antieconomico, anche se non vi è consapevolezza di ciò perché non sono definite le condizioni di funzionamento "normali" previste e non vi è controllo degli scostamenti del modo di consumo. Nella pratica non è scontata la corrispondenza tra beneficio energetico e beneficio economico e quindi non è da considerare di interesse un intervento che, pur realizzando un vantaggio energetico, non comporti anche un ritorno economico [2].

Nasce quindi l'esigenza di un sistema che gestisca l'intero flusso: dalla produzione ai consumi.

² Quella dell'autosufficienza o niente è in realtà un falso mito: già un risparmio superiore al 50% sarebbe un risultato notevole e di tutto rispetto in qualsiasi altro settore; non si capisce in base a cosa un risparmio del "solo" 60-80% debba essere percepito come deludente quando si parla di fonti energetiche rinnovabili distribuite.

3. ENERGY RESOURCE PLANNING

Già oggi il mercato mette a disposizione di privati particolarmente illuminati o sensibili all'argomento, così come di imprese costruttrici e industrie, tutta una serie di strumenti per il risparmio energetico, inteso in senso lato:

- dispositivi per la produzione di energia da fonti rinnovabili³;
- apparati per il controllo dei consumi elettrici, termici ed idrici.

Sempre più spesso si trovano soluzioni e installazioni multiple, ibride, quali per esempio:

- solare fotovoltaico e termico;
- solare termico e caldaia a condensazione;
- caldaia a condensazione e stufa a pellet;
- solare termico ed elettrodomestici predisposti per l'utilizzo in ingresso di acqua preriscaldata;
- solare fotovoltaico e mini-eolico;
- caldaia a condensazione e pompa di calore;
- geotermico (profondo o superficiale) e solare termico.

Si tratta però di soluzioni estemporanee e comunque non pienamente integrate col resto dell'infrastruttura in cui sono collocate. Quello che ancora sembra mancare, ma di cui si sente urgente necessità, è un vero sistema integrato, e quanto più possibile automatizzato, di sensori, attuatori e applicativi che gestiscano i flussi energetici insieme a quelli economici collegati ai primi. In sostanza, si tratta di prendere in ingresso:

- le richieste energetiche (termiche ed elettriche essenzialmente), anche in termini di prestazioni richieste e livelli di comfort;
 - il mix di fonti energetiche disponibili (caratteristiche specifiche, rendimenti, dipendenza dalle condizioni meteo, tempi di attivazione ecc.);
 - i costi/ricavi di ciascuna fonte energetica (conto Energia, tariffa bi-oraria, costo unitario, costo del combustibile ecc.);
- per fornire in uscita la regolazione più efficiente dal punto di vista energetico ed efficace dal punto di vista economico.

Tali sistemi dovrebbero basarsi su una vasta rete di sensori, con la conseguenza di avere anche un sistema puntuale e distribuito per la rilevazione dei parametri di funzionamento dei vari dispositivi, potendo quindi rilevare istantaneamente, o quasi, lo stato di salute del sistema, per una manutenzione predittiva ed economica.

Diverse imprese, soprattutto grandi, ed enti pubblici hanno al proprio interno da qualche tempo la figura dell'*energy manager*⁴, un professionista che per ruolo deve mantenere sotto controllo e possibilmente ridurre le spese, e quindi i consumi, a parità di prestazione erogata dagli edifici, delle attrezzature e degli impianti del soggetto per cui opera. Quasi mai però dispone di strumenti che anche solo rilevino puntualmente i consumi (per area, stanza, carico, macchinario, sezione di impianto), limitandosi ad agire in funzione dell'aggregato presentato in bolletta.

Anche i pochi privati che dispongono di un sistema domotico più o meno avanzato non sono in grado di stabilire quanto consumi effettivamente il frigorifero o la lavastoviglie o quando un qualsiasi apparecchio inizi a non funzionare più secondo i parametri standard. Perché è possibile avere il dettaglio delle chiamate effettuate dal nostro cellulare o dalla linea di casa oppure il dettaglio delle operazioni avvenute sul nostro conto corrente, mentre per quel che riguarda i consumi elettrici ci si deve accontentare dell'aggregato periodico riportato in bolletta?

Eppure tutte le tecnologie e i componenti necessari sono già presenti sul mercato:

- sensori e misuratori non mancano;
- i sistemi di trasmissione dati sono ormai una *commodity* e potrebbero contare su tecnologie standard a seconda della prestazione richiesta (XML, TCP-IP, ZigBee, powerline, GPRS, UMTS, Wi-Fi, Wi-Max);
- i sistemi per la presentazione delle informazioni ed il loro utilizzo in retroazione per il controllo e/o manutenzione sono facilmente mu-

³ Anche la legna ed il fogliame che un'azienda agricola recupera, come scarto delle proprie coltivazioni o a seguito di pulizia delle aree arboree, specialmente se bruciata in una caldaia ad alta efficienza, può ragionevolmente considerarsi rinnovabile in quanto tanta CO₂ viene liberata in atmosfera quanta ne aveva assorbita la pianta nella sua vita, o quanta ne assorbirà la pianta che andrà a sostituirla.

⁴ La legge 10/1991 prevede l'istituzione di figure professionali che svolgano, sia nel settore pubblico sia in quello privato, attività di razionalizzazione dell'uso dell'energia e di risparmio energetico.

tuabili da altri settori industriali (gli investimenti nel campo dell'automazione industriale, del telecontrollo e della pianificazione dei processi sono ormai stati ammortizzati).

Un esempio banale può essere rappresentato dai sistemi per la contabilizzazione individuale dei consumi termici negli impianti condominiali con riscaldamento centralizzato: con una valvola termostatica ed un sensore di consumo termico su ogni radiatore ciascuno dispone del comfort desiderato e paga solo il calore che ha effettivamente consumato (per la felicità di inquilini e amministratori), con risparmi che variano dal 15 al 24% [6].

Dopo tanti anni dall'introduzione dei sistemi di *Enterprise Resource Planning* (ERP), pare giunto il momento di una soluzione industriale per l'*Energy Resource Planning*, che potremmo contrarre in **EneRP/EnRP/NRP**.

Fatta eccezione per la grande impiantistica, lo scenario attuale pare caratterizzato più che altro da sperimentazioni o comunque soluzioni di nicchia, che utilizzano tecnologie e protocolli spesso proprietari, piuttosto che standard riconosciuti e componenti intercambiabili (un po' come se il nostro lettore di dvd leggesse solo i supporti prodotti da una certa marca o se il nostro pen-drive funzionasse con i computer marca X e non con quelli marca Y).

La tabella 2 riporta un quadro indicativo, anche se assolutamente non esaustivo, di alcuni strumenti o prodotti disponibili attualmente con caratteristiche tali da costituire uno o più elementi di un sistema EneRP. Si tratta di un elenco che non ha alcuna pretesa di essere né completo né critico o categorico: vista l'impossibilità di confrontare ogni singola soluzione presente sul mercato rispetto alle altre, se ne sono considerate solo alcune, giudicate particolarmente significative o ragionevolmente note.

Partendo dai sistemi per il monitoraggio degli impianti fotovoltaici, si è notato come questi in generale comunichino con l'esterno, quando lo fanno, attraverso protocolli proprietari e comunque senza far riferimento ad uno standard, che sia *de facto* piuttosto che ufficialmente riconosciuto. Analogo discorso vale per le caldaie e la produzione di energia termica. Molti produttori anzi si rifiutano esplicitamente di "aprire" i loro sistemi verso altri apparati, per ragioni commerciali magari comprensibili e legittime, ma probabilmente poco lungimiranti.

Sul fronte domotica, nell'accezione più classica del termine di "automazione per la casa", lo standard per il *bus* dati è il già citato KNX, anche se l'effettivo funzionamento di sistemi ibridi (apparati di produttori differenti all'interno dello stesso sistema) non è poi sempre garantito sul campo. In questo caso ciò che pare mancare è l'apertura verso i flussi di energia e informazioni entranti nell'abitazione, nonché l'indisponibilità (con alcune eccezioni, quali ABB per esempio) di apparati wireless plug-in per il controllo distribuito di più apparati o utenze. Questo ne limita fortemente l'impiego in strutture dove il ricablaggio non è, per vari motivi, considerato un'opzione attuabile. Ove presenti inoltre tali oggetti sfruttano protocolli proprietari piuttosto che standard riconosciuti (ZigBee, Wi-Fi) e pongono quasi sempre dei limiti al numero (circa 8 in genere) di apparati che uno stesso "concentratore" è in grado di monitorare (per esempio le soluzioni di ABB e SIPRO) contemporaneamente: questo non ne consente la scalabilità verso ambienti produttivi, commerciali o ad uso ufficio. Esistono sul mercato soluzioni software per la gestione e il controllo dei flussi energetici (Blink di Inspiring Software per esempio), nonché per l'elaborazione dei dati storici e la predisposizione di scenari what-if, tuttavia non fanno parte di un'offerta completa chiavi in mano, comprendente sensori, attuatori e trasmissione dati.

Un caso interessante e per certi versi emblematico per semplicità ed efficacia, oltre che per scalabilità, è dato dal sistema Save Energy di InfoSolutions: si tratta di una soluzione (come altre simili sul mercato) per la contabilizzazione dei consumi termici in caso di riscaldamento centralizzato. In ogni appartamento si dotano i termosifoni di valvola termostatica e di un sensore wireless a batteria che contabilizza il calore; ogni sensore trasmette poi i dati, via ZigBee o altro protocollo wireless, ad un *set top box* collegato alla tv di casa. Sullo schermo l'utente può vedere in tempo reale quanto consumato in termini energetici ed economici da ciascun termosifone. I dati poi passano, ancora in wireless, dai *set top box* degli appartamenti ad un concentratore, unico per l'edificio, che li raccoglie e trasmette ad un data center remoto, dove saranno disponibili per l'amministratore. In questo modo ciascuno paga per i propri consumi effettivi, non ci

TABELLA 2

Alcuni sistemi presenti sul mercato con funzionalità EnerP

Sistema	Produttore	Descrizione	Vantaggi	Limiti
SunGuard	Solarelit	Sistema informatico professionale per il monitoraggio di impianti fotovoltaici	<ul style="list-style-type: none"> Controllo remoto via web sfruttando connessioni UMTS, GPRS, Reti LAN e Wi-Fi Controllo dell'impianto FV e dell'ambiente nel quale è collocato Permette di controllare inverter di più costruttori 	<ul style="list-style-type: none"> Limitato al momento ai soli inverter per FV Non tutti i produttori di inverter rendono disponibile l'accesso ai dati Il monitoraggio si ferma alla stringa di pannelli solari e non arriva al singolo pannello
IMGSoft	Carlo Gavazzi	Controllo remoto di inverter FV	<ul style="list-style-type: none"> Controllo remoto di ogni parametro dell'impianto Disponibile per il download gratuito 	<ul style="list-style-type: none"> Limitato ai soli impianti FV Gavazzi Il monitoraggio si ferma alla stringa di pannelli solari e non arriva al singolo pannello
My Home	Bticino	Sistema domotico	<ul style="list-style-type: none"> Permette di controllare quasi ogni dispositivo domestico Controllo anti black-out: distacco delle utenze secondo un ordine di priorità Impostazione scenari 	<ul style="list-style-type: none"> Non è predisposto per gestire fonti energetiche Non fornisce dati sui consumi delle singole utenze Trasmissione dati attraverso protocolli proprietari
By-Me	Vimar	Sistema domotico	<ul style="list-style-type: none"> Permette di controllare quasi ogni dispositivo domestico Controllo anti black-out: distacco delle utenze secondo un ordine di priorità Integrazione con Windows Media Center 	<ul style="list-style-type: none"> Non è predisposto per gestire fonti energetiche Non fornisce dati sui consumi delle singole utenze Non consente analisi storiche e scenari Trasmissione dati attraverso protocolli proprietari
DomusTech	ABB	Sistema domotico	<ul style="list-style-type: none"> Permette di controllare ogni dispositivo Sono disponibili delle prese elettriche telecomandate (sia da incasso che a frutto) Trasmissione dati wireless Controllo anti black-out: distacco delle utenze secondo un ordine di priorità Impostazione scenari 	<ul style="list-style-type: none"> Non è predisposto per gestire fonti energetiche Non fornisce dati sui consumi delle singole utenze Non consente analisi storiche Trasmissione dati attraverso protocolli proprietari Il numero di utenze elettriche controllabili è limitato
Blink	Inspiring Software	Software per analisi e controllo dei consumi energetici	<p>Moduli per:</p> <ul style="list-style-type: none"> Caratterizzazione energetica e definizione di un modello previsionale Carte CuSum per controllo e allarme in Real Time Budgeting energetico Scelta e monitoraggio della tariffa energetica Reporting e analisi Ottimizzazione della produzione di energia termica ed elettrica 	Non include la parte hardware (sensori e attuatori) e la trasmissione dati

Segue

Sistema	Produttore	Descrizione	Vantaggi	Limiti
Kit Load Manager	Sipro	Gestione automatica del consumo di energia elettrica	<ul style="list-style-type: none"> • Architettura Master-slave con comunicazione powerline (KONNEX/EHS) • La Smart Plug si connette ad una qualunque presa di casa trasformandola in una "presa controllata" • Gestione tariffazione differenziata 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitato alle utenze elettriche • Non è predisposto per gestire fonti energetiche • Non consente analisi storiche e scenari • Il numero di utenze elettriche controllabili è limitato • Dati non disponibili in remoto
Save Energy	Infosolutions	Contabilizzazione consumi termici e idrici	<ul style="list-style-type: none"> • Architettura Slave-Master-Data Center • Zigbee per la trasmissione dai sensori locali • Set top box collegato alla TV di casa per avere in tempo reale i consumi di ogni utenza 	<ul style="list-style-type: none"> • Non integra al momento i consumi elettrici • Non è predisposto per gestire fonti energetiche
Casa Buderus ¹	Buderus	Installazione dimostrativa	<ul style="list-style-type: none"> • Integra tutte le fonti energetiche rinnovabili o comunque ad alta efficienza • Dimostra caratteristiche e vantaggi di un edificio con valenze bioclimatiche. • Disponibile per visite guidate gratuite • Patrocinio di Legambiente e Ministero Ambiente 	I sistemi installati sono stati integrati ad hoc
Agriturismo Vojon ¹	Vari	Agriturismo in attività	<ul style="list-style-type: none"> • Integra quasi tutte le fonti energetiche rinnovabili o comunque ad alta efficienza • È un'installazione realmente operativa • Ha vinto la bandiera verde di Legambiente • I dati raccolti sono disponibili per divulgazione e ricerca 	<ul style="list-style-type: none"> • Produzione di energia elettrica tramite pannelli solari e/o mini-eolico ancora non implementata • Controllo manuale degli impianti • Non consente ancora analisi storiche e scenari

¹ Casa Buderus e Agriturismo Vojon sono esempi reali in cui è stato implementato un mix di fonti energetiche rinnovabili o ad alta efficienza.

sono sorprese, si risparmia (dal 25 al 50%) e si depenna un argomento di discussione alle assemblee condominiali.

Particolare interesse hanno infine suscitato due installazioni dimostrative: una, Casa Buderus, realizzata dall'omonima azienda tedesca, insieme ad altri partner qualificati, come abitazione allo stato dell'arte, presso la sede di Assago (MI), l'altra, l'agriturismo Vojon a Ponti sul Mincio (MN), condensa, per volontà dei proprietari (che in essa anche risiedono) in una struttura realmente operativa (l'azienda agricola e quella alberghiera) praticamente tutte le fonti energetiche disponibili oggi.

Casa Buderus, visitabile gratuitamente previa prenotazione tramite sito web dedicato, rappresenta l'abitazione ideale per una famiglia di

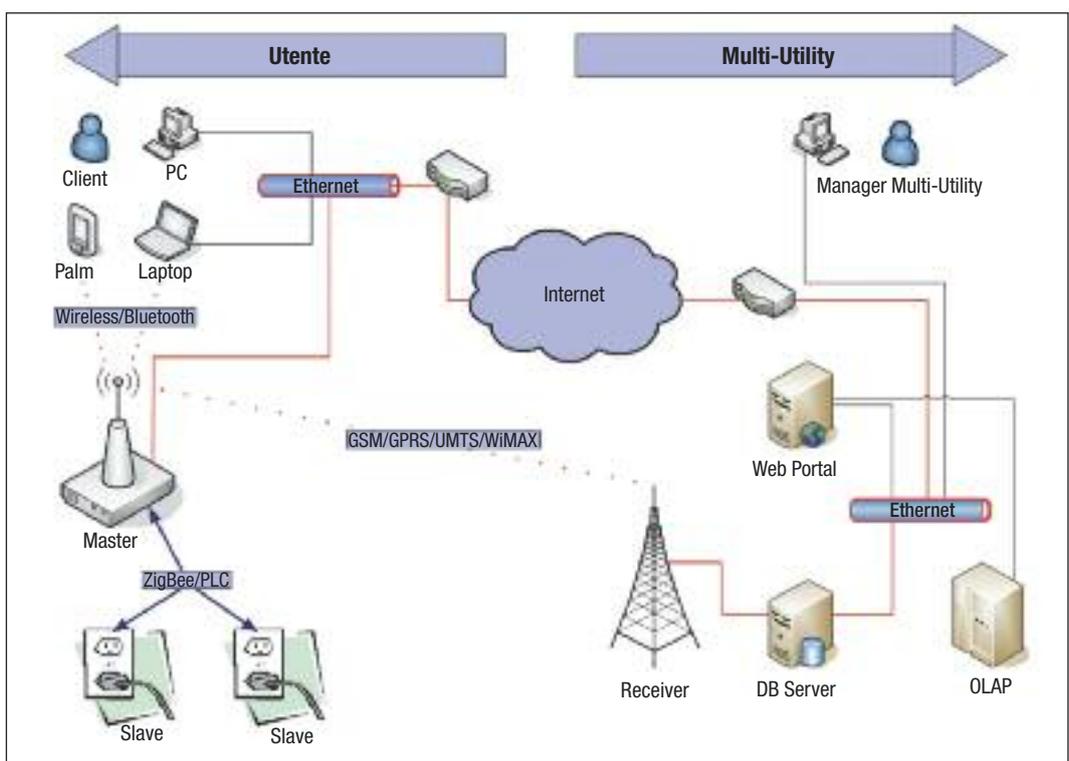
quattro persone, nel caso di assenza di vincoli, economici innanzitutto. Ogni dettaglio è realizzato allo stato dell'arte in termini di materiali, impianti e tecnica costruttiva ed anche la collocazione dell'edificio rispetto alla direttrice nord-sud, la presenza o meno di porte o finestre su una certa facciata e l'estensione delle pareti murarie e dei tetti è studiata secondo i canoni della bio-architettura ecosostenibile.

La Casa Buderus integra al suo interno:

- pannelli solari termici e fotovoltaici (di questi, una serie in silicio policristallino ed una in silicio amorfo);
- caldaia a condensazione;
- stufa a pellet;
- pompe di calore;
- recupero aria;



FIGURA 1
 Schema UTILTEC
 (nell'ipotesi di servizio fornito da una Multi-Utility):
 i dati locali vengono raccolti dagli slave, che li fanno confluire al master, il quale può presentarne una parte, sempre in locale, e interagire con un centro servizi



- ❑ distribuzione calore;
- ❑ recupero acqua piovana.
- ❑ sistemi domotici.

L'agriturismo Vojon, nel mantovano con vista sul lago di Garda, rappresenta invece la declinazione concreta del risparmio energetico applicato ad un casolare che ospita sia un'attività produttiva (l'azienda agricola) sia una struttura turistica, senza dimenticare l'abitazione dei proprietari/conduttori. Al Vojon "tutte le fonti di energia rinnovabili si integrano in cascata utilizzando sempre quella disponibile al minor costo", tanto da potersi aggiudicare nel 2007, unico in Lombardia, la Bandiera Verde Agricoltura. Quanto a impianti, sono presenti: sonde geotermiche (di tre tipi: a terreno, acqua-acqua e terra-acqua); pompe di calore; solare termico; caldaia a biomassa. Gli allacciamenti per solare fotovoltaico e mini-eolico sono già predisposti e l'installazione pianificata.

4. I PROGETTI META-DISTRETTI ICT LOMBARDIA UTILTEC ED ENERTEC

Nell'ambito degli ultimi bandi "Meta-Distretti ICT" della Regione Lombardia, la Fondazione Politecnico di Milano ha partecipato a due

proposte progettuali premiate da finanziamento proprio nell'ambito del risparmio energetico e della produzione distribuita di energia da fonti rinnovabili.

4.1. UTILTEC

Il primo progetto, denominato **UTILTEC** (MD ICT 2005), vedeva come partner tre imprese, concentrate rispettivamente su automazione industriale (sdi automazione industriale), micro controlli e sensoristica (MISARC), sviluppo applicativi software (Beta80), oltre al Dipartimento di Elettronica e Informazione (DEI) del Politecnico di Milano e la Fondazione Politecnico di Milano.

Il progetto UTILTEC era finalizzato alla realizzazione di un prototipo per la gestione ed il controllo intelligente dei consumi elettrici basato su tre elementi (Figura 1):

- ❑ una serie di sensori locali interposti tra il carico elettrico e la presa di corrente oppure in un quadro elettrico locale a monte di una serie di carichi. Questi sensori, detti **slave**, hanno il compito di misurare e registrare i consumi dell'apparecchiatura a cui sono collegati, trasmettono quindi ad intervalli regolari (15 min) i dati ad una unità master ed applicano i comandi (distacco carichi e riarmo)

da questa ricevuti; possono essere sia *wired* che *wireless*;

□ una unità (o più d'una a seconda delle necessità) che funge da concentratore, detta **master**, che raccoglie e memorizza i dati dagli *slave*, provenienti via *wireless* (ZigBee), via rete o via *powerline* (trasmissione dati attraverso la rete elettrica). Nel **master** sono programmate anche le politiche di controllo degli *slave*, a cui comunica se necessario i comandi di distacco. Il **master** fornisce l'interfaccia locale per la configurazione degli *slave* e provvede a trasmettere i dati raccolti (ogni ora o ogni giorno a seconda delle impostazioni) ad un centro di controllo remoto (via GSM-GPRS-UMTS-ADSL), dal quale riceve anche la segnalazione di quali politiche di controllo attuare;

□ il terzo componente del sistema è il centro di controllo remoto, o **data center**, nel quale confluiscono tutti i dati raccolti e che vengono utilizzati per gli algoritmi di previsione dei consumi o diagnostici. Nel **data center** sono presenti ovviamente i dati storici e gli algoritmi di elaborazione, ma anche il cruscotto utente, configurabile su più profili e accessibile via web; è sempre il **data center** che, in funzione delle elaborazioni effettuate, comanda al **master** quale delle varie politiche di controllo programmate deve attuare.

Proviamo ad immaginare uno scenario operativo per un sistema come UTILTEC, ipotizzando che sia installato capillarmente nei punti vendita di un grande marchio della *Grande Distribuzione Organizzata* (GDO).

Ogni zona della superficie commerciale è collegata ad un quadro elettrico, con interposto uno *slave*. In più, su alcune apparecchiature o macchinari particolarmente sensibili (per questioni economiche o funzionali) sono installati degli *slave* individuali (per esempio, frigoriferi, luci, impianto di condizionamento, impianto di riscaldamento ecc.).

Un responsabile locale del punto vendita accede via web al **master** e verifica il funzionamento dei vari sistemi monitorati all'interno dei parametri standard; in caso di malfunzionamenti la segnalazione puntuale permette di intervenire a colpo sicuro (esempio: quel frigorifero, quel forno, quella fila di televisori sta avendo un consumo anomalo, per cui occorre provvedere).

L'*energy manager corporate*, dalla sede centrale, può a sua volta:

□ tenere sotto controllo sia l'aggregato dei consumi provenienti dai vari punti vendita, sia indagare in dettaglio ciascuno di essi;

□ impostare centralmente delle politiche corporate da inviare ai **master** dei punti vendita (esempio, nelle fasi di chiusura le linee luci devono essere parzializzate, oppure le pareti delle tv LCD o plasma in esposizione devono essere sempre spente dalle 22.00 alle 07.00, od anche la temperatura di condizionamento non può mai essere inferiore ai 25°C); in questo modo si avrebbe certezza dell'applicazione delle direttive corporate relative ai consumi elettrici;

□ raccogliere col massimo del dettaglio e dell'affidabilità la curva dei consumi, dai singoli carichi all'aggregato aziendale.

Quest'ultima funzionalità in particolare apre una serie di opzioni finora inesplorate proprio per mancanza dello strumento.

Con la certezza della propria curva dei consumi, sia a livello giornaliero sia a livello orario, l'*energy manager* ha nelle sue mani uno strumento potente con cui fare leva verso il distributore di energia con cui stipula il contratto di fornitura: i trader di energia, infatti, temono più di ogni altra cosa l'incertezza sui volumi e sui tempi degli approvvigionamenti energetici che acquistano sul mercato. Una curva dei consumi dall'andamento fluido e prevedibile è quanto mai raccomandabile, viste le difficoltà nell'immagazzinare o reperire grandi quantità di energia in tempi brevi a fronte di picchi, siano essi verso l'alto o verso il basso. Se il cliente, nella fattispecie il nostro *energy manager* GDO, potesse assicurare una certa curva dei consumi giornalieri (dal giorno 1 al giorno 365), il distributore potrebbe applicare degli sconti non trascurabili, a fronte dell'impegno del cliente stesso a non sfiorare la curva fornita. Qui entrerebbe in gioco la possibilità di controllare i carichi remoti attraverso le strategie inserite nei **master**. In pratica, il **data center**, una volta accertatosi che la curva dei consumi rilevati si appresta a eguagliare o superare quella dei consumi previsti, invia al **master** l'istruzione di applicare una particolare strategia di distacco selettivo dei carichi, tipicamente dal meno

critico in poi. Il master riceve l'istruzione e comunica agli slave interessati di staccare il carico a cui sono collegati, fino a quando non riceverà dal data center l'ordine di riattivarli, una volta scongiurato il rischio di superare la soglia prevista.

La bolletta energetica di una soggetto della GDO con copertura nazionale arriva facilmente ad alcuni milioni di euro l'anno. L'adozione di un sistema come quello descritto genererebbe facilmente un risparmio tra il 10%⁵ ed il 40%.

Non è difficile immaginare come uno strumento del genere possa facilmente essere impiegato anche in altri scenari, dal terziario alla produzione industriale.

Sarebbe possibile costruire delle curve dei consumi in funzione:

- delle condizioni meteo,
- dello storico (lo stesso giorno dell'anno scorso cosa è successo? Nella stessa settimana degli ultimi 5 anni quale è stata la situazione?),
- delle persone presenti nell'edificio (dato reperibile dalle timbrature automatiche e dai registri presenze),
- dei macchinari attivi (numero e tipologia), e utilizzare i dati per algoritmi predittivi che permettessero di ipotizzare con ragionevole certezza i consumi dei mesi successivi. Tale possibilità potrebbe essere utilizzata non solo per prevedere i consumi a 3-6 mesi, 1 anno, ma, molto utilmente, per realizzare delle previsioni a fronte di scenari:
 - quanto si consumerebbe, e quindi si potrebbe risparmiare, cambiando il parco macchine X con una nuova serie Y a risparmio energetico?
 - aggiungendo altre N macchine del tipo Y, quanto aumenterebbe il consumo?
 - se si ampliasse l'attività produttiva o la superficie di X metri quadrati, quanto inciderebbe nei costi energetici?
 - la creazione di un nuovo ufficio con X persone, che consumi extra comporterebbe?

Anche dal punto di vista della manutenzione

i vantaggi sarebbero molteplici: in ambito produttivo si acquistano macchinari, anche molto costosi, con determinati parametri di targa, ma solo in rari casi, e quasi sempre solo all'entrata in esercizio, sono sottoposti a verifica di tali parametri. Non c'è al momento uno strumento diffuso ed a basso costo che, monitorandone i consumi continuativamente, permetta di stabilire se e per quanto il macchinario funziona all'interno dei parametri prestabiliti e garantiti dal produttore. Con un tale strumento a disposizione anche i contenziosi circa malfunzionamenti più o meno presunti o accertabili potrebbero trovare più rapida soluzione.

Per quanto concerne i possibili clienti/utilizzatori del sistema descritto, non è troppo complicato immaginare che una grande impresa, o comunque un soggetto con elevati consumi e diverse sedi produttive o commerciali lungo il territorio, potrebbe essere interessata ad acquisire il sistema completo, portando all'interno della propria infrastruttura IT il data center. Viceversa, una PMI o un artigiano potrebbero essere più interessati ad un servizio "chiavi in mano", fornito in outsourcing da una società appositamente costituita o, ancor meglio, da una di quelle aziende di fornitura servizi energetici che con la liberalizzazione del mercato hanno recentemente affiancato l'*incumbent*, incluse le ex municipalizzate. Da notare che mentre l'*incumbent* ha storicamente tutto l'interesse a far crescere i consumi e quindi i ricavi, i nuovi operatori del mercato libero dell'energia hanno invece interesse a controllare i flussi energetici e ad attrarre nuovi clienti attraverso politiche commerciali basate sul risparmio energetico da una parte e la certificazione di provenienza da fonte rinnovabile dall'altra.

4.2. ENERTEC

Mentre il progetto UTILTEC, conclusosi nel 2007, si è focalizzato sul lato del controllo dei consumi elettrici, il secondo progetto, denominato **ENERTEC** (MD-ICT 2007; presentato dalla medesima cordata di imprese e partner accademici di UTILTEC, con l'aggiunta di Solarday, un produttore di pannelli fotovoltaici) si focalizza sul controllo e gestione di impianti energetici eterogenei, principalmente ma non esclusivamente, rinnovabili, allo scopo di realizzare un sistema prototipale di misura,

⁵ Tale percentuale di risparmio è rilevata comunemente ogniqualvolta si inserisce un misuratore di qualche tipo: il solo fatto di poter vedere istantaneamente una misura, magari convertita in euro, porta le persone a risparmiare quasi inconsciamente.

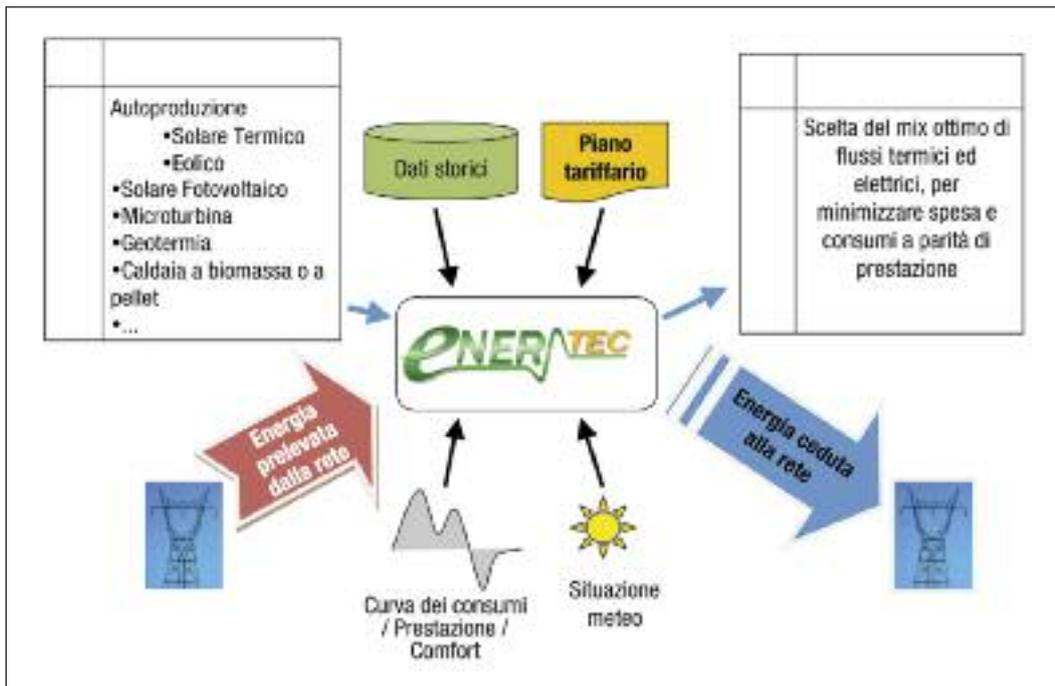


FIGURA 2

ENERTEC: i flussi di informazioni ed energia in ingresso vengono elaborati per avere in uscita le migliori prestazioni energetico-economiche possibili

acquisizione e controllo della produzione e del consumo di energia in applicazioni industriali e di *building automation* (Figura 2).

Lo schema tecnico prevede una parte locale ed una parte centrale.

La parte locale è costituita da dispositivi da installare presso l'utilizzatore, in grado di dialogare tra loro e di intervenire sui dispositivi energetici:

□ **Nodi logici** di acquisizione e controllo

- sensori posizionati strategicamente sui dispositivi energetici, siano essi sorgenti di calore od elettricità o utilizzatori per misurare flusso energetico e trasmissione dati;
- attuatori di vario tipo che manovrano in tempo reale i flussi energetici eseguendo le istruzioni del concentratore;

□ **Concentratore**, per

- acquisizione dati da nodi logici e archiviazione;
- gestione del sistema energetico secondo logica programmabile,
- controllo del sistema energetico tramite nodi logici,
- archiviazione dati locale a breve termine;
- interfaccia utente per configurazione dei nodi logici;

La parte centrale è costituita da strutture (basi di dati, web server, applicativi software) al-

locate presso un centro servizi, in grado di interagire con le varie utenze locali:

- **Centro elaborazione dati (Centro servizi)**, per
- raccolta dati concentratore e archiviazione (DB Server);
 - condivisione dati con Utente (Web Server);
 - analisi e reportistica aggregata o di dettaglio.

Concretamente il sistema si prefigge di gestire i **flussi energetici** (corrente elettrica e calore) provenienti da:

- solare fotovoltaico;
- solare termico;
- mini eolico;
- geotermico;
- caldaia a biomassa / pellet;
- pompe di calore;
- micro-generazione;
- co-generazione;
- e in generale qualsiasi dispositivo installabile localmente.

Questi flussi vengono quindi ottimizzati in funzione di flussi di informazioni:

- inerzia termica;
- assorbimenti elettrici;
- rendimenti;
- condizioni climatiche;
- prestazioni o livelli di comfort richiesti;
- condizioni contrattuali in essere;

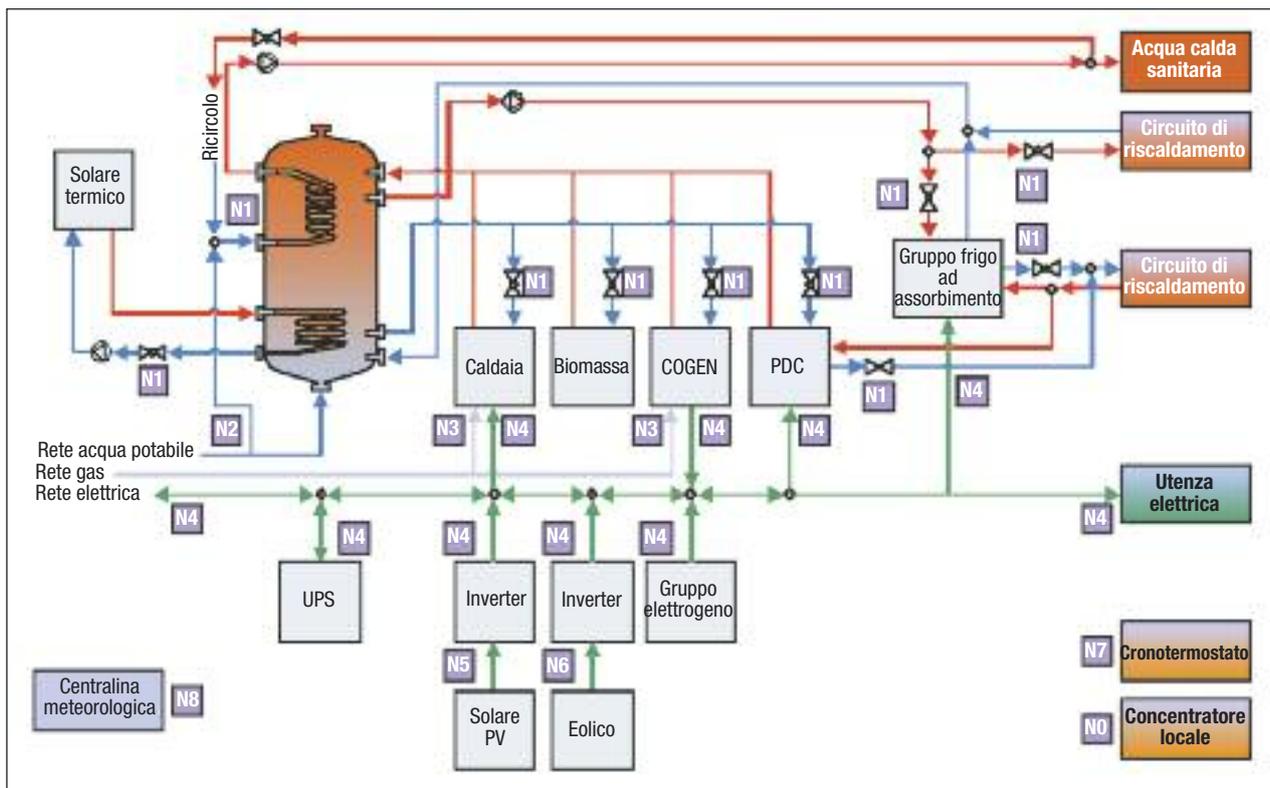


FIGURA 3

ENERTEC: Scenario di riferimento generalizzato

- tariffe e costi.

La figura 3 riporta lo schema a blocchi utilizzato in ENERTEC per individuare uno scenario quanto più generale possibile.

5. CONCLUSIONI

La situazione oggi più frequente è quella di un consumo inconsapevole, dove alla scarsa cognizione dell'assorbimento energetico dei propri impianti si accompagna un'errata gestione degli impianti energetici, con conseguenti elevate perdite, il tutto nell'ambito di una diffusa obsolescenza strutturale.

La necessità di aggiornamento degli impianti porta a considerare le opportunità fornite dalla generazione distribuita: dalla micro-/co-/tri-generazione alle fonti rinnovabili. È in questo contesto che le imprese, pubbliche o private, devono comprendere come gli investimenti in efficienza energetica, specie in nazioni come l'Italia dove il costo dell'energia è particolarmente elevato, ne migliorano la competitività, in quanto beneficiano contemporaneamente della riduzione dei costi di produzio-

ne/gestione e del miglioramento dell'immagine nei confronti dell'esterno.

Prendere coscienza dell'opportunità e stanziare un *budget* non è sufficiente: occorre trovare fornitori preparati che sappiano mettere a disposizione soluzioni integrate e automatizzate:

- un sistema di acquisizione dati distribuito in grado di rilevare e misurare i flussi di energia nei punti di maggior rilevanza;

- un sistema di controllo, gestione ed integrazione dei dispositivi di generazione e delle utenze per il raggiungimento della massima efficienza energetica.

La diffusione di sistemi EnerRP permetterebbe al privato cittadino, alle aziende del terziario, alle PMI di carattere industriale e alle grandi imprese di avere:

- dettaglio e trasparenza consumi;
- personalizzazione dei profili di carico;
- tariffazione agevolata in linea con le reali esigenze;
- totale controllo delle proprie utenze;
- interazione a distanza attraverso strumenti ICT tradizionali;



□ un significativo e misurabile risparmio energetico e di costi.

Per chi invece, come nel caso di una *multi-utility*, mettesse a disposizione di terzi un sistema EneRP, il vantaggio competitivo deriverebbe da:

□ servizi innovativi per monitoraggio, analisi, caratterizzazione e gestione dei consumi;

□ personalizzazione e diversificazione dei servizi offerti;

□ efficienza nella gestione dei propri impianti.

Rimane ora da vedere chi riuscirà ad arrivare sul mercato con un prodotto adeguato alle esigenze e con che modello di business potrà sostenersi.

Bibliografia

- [1] *Energia – Gli italiani sempre più disposti a investire (anche personalmente) nelle fonti rinnovabili*. Osservatorio Scienza e Società, 15 marzo 2007.
- [2] Periodico D., Lucca M.: Previsione, monitoraggio e controllo dei consumi di uno stabilimento alimentare. *Automazione e Strumentazione*, n. 11, 2008.
- [3] La Rosa M.: Risparmio energetico, tra progetto e controllo. *Technology Review* ed. italiana n. 03, 2008.
- [4] CasaEnergia, n. 6, 2008; www.zeroemission.tv
- [5] FV-Fotovoltaici, n. 6, 2008; www.zeroemission.tv
- [6] *Il risparmio energetico negli edifici condominiali*. EnerBuilding.eu – ADICONSUM.
- [7] *Nova24-Il Sole 24 Ore*, n. 79.
- [8] *Nova24-Il Sole 24 Ore*, n. 99.
- [9] *Nova24-Il Sole 24 Ore*, n. 113.
- [10] *Nova24-Il Sole 24 Ore*, n. 127.
- [11] *Nova24-Il Sole 24 Ore*, n. 141.
- [12] *Photon* – il mensile del fotovoltaico, n. 11-2208; www.photon-online.it
- [13] *Wind Energy*, n. 6, 2008; www.zeroemission.tv

Siti web:

www.bticino.it

www.buderus.it

www.domustech.it

www.fondazionepolitecnico.it

www.gavazziautomation.com

www.inspiringsoftware.com

www.johnsoncontrols.it/publish/it/it/about/sustainability/good_for_business.html

www.sipro.biz

www.solarelit.it

www.vimar.eu

www.agriturismovojojon.it

PAOLO MAGNI, dal 2004 opera come project manager presso la Fondazione Politecnico di Milano, dove si occupa di allestire e coordinare progetti di ricerca e sviluppo, tra imprese, università ed enti pubblici, in ambito automotive, energia, logistica, ICT per l'industria. È professore a contratto di Laboratorio Progettuale di Disegno Assistito dal Calcolatore presso la sede di Piacenza del Politecnico di Milano. Si è laureato in Ingegneria Meccanica presso l'Università degli Studi di Parma e nel 2003 ha conseguito il "Master in the Network Economy – MiNE" presso l'Università Cattolica del Sacro Cuore di Piacenza.

E-mail: magni@fondazionepolitecnico.it