

Cambiamento culturale per la transizione energetica nel settore industriale: contributo della competenza delle persone, della formazione e degli strumenti tecnologici

Cultural change for energy transition in the industrial sector: contribution of human skills, training and technological tools

PAOLA SOMA¹ – ALICE GORRINO¹

¹ *Edilclima S.r.l., Software, Engineering, Academy – Borgomanero, NO*

RIASSUNTO.

Con il Green Deal europeo vengono definiti gli obiettivi, le azioni e le sfide necessarie per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica per l'Europa entro il 2050: in questo contesto la transizione energetica del settore industriale rappresenta una sfida cruciale. Gli sviluppi tecnologici abilitanti questa transizione sono molteplici, ma perché un cambiamento avvenga, giocano un ruolo fondamentale le persone e le loro caratteristiche peculiari (professionalità, creatività, passione, diversa propensione al rischio). I decisori aziendali, in particolare, sono chiamati ad una visione strategica bilanciando obiettivi economici, ambientali e sociali. In questo contesto, l'impiego dei dati, supportato dalla tecnologia, è essenziale al fine di immaginare e confrontare in modo oggettivo scenari differenti, determinandone correttamente il rischio. Il presente lavoro si concentra sul ruolo cruciale del cambiamento culturale nell'agevolare la transizione energetica e sulla sinergia tra le competenze delle persone, la disponibilità di dati affidabili, la comunicazione efficace e gli strumenti tecnologici. Gli autori, partendo da casi pratici, presentano come è possibile trasformare la conoscenza estratta dai dati in opportunità di risparmio energetico, utilizzando in maniera sinergica una metodologia scientifica rigorosa e la formazione delle persone ottenuta con approcci partecipativi e inclusivi.

SUMMARY.

With the European Green Deal, objectives, actions and challenges necessary to achieve Europe's goal of climate neutrality by 2050 are defined: in this context, the energy transition of the industrial sector represents a crucial challenge. The technological developments enabling this transition are many, but for change to occur, people and their unique characteristics (professionalism, creativity, passion, varying risk propensity) play a fundamental role. Business decision-makers, in particular, should have a strategic vision taking into account economic, environmental, and social objectives. In this context, the use of data, supported by technology, is essential for objectively imagining and com-

paring different scenarios, accurately determining their risk. This paper focuses on the crucial role of cultural change in facilitating the energy transition and the synergy between people's skills, the availability of reliable data, effective communication and technological tools. The authors, starting from practical cases, present how it is possible to transform knowledge extracted from data into energy-saving opportunities, using synergistically a rigorous scientific methodology and people's training obtained through participatory and inclusive approaches.

Parole chiave: digitalizzazione, intelligenza artificiale, intelligenza umana, formazione.

Key words: digitalization, artificial intelligence, human intelligence, training.

1. INTRODUZIONE

Con il Green Deal europeo vengono definiti gli obiettivi, le azioni e le sfide necessarie per raggiungere l'obiettivo della neutralità climatica per l'Europa entro il 2050: in questo contesto sostenibilità e uso efficiente delle risorse sono obiettivi non più rimandabili.

Per il raggiungimento di un obiettivo così sfidante è fondamentale la mobilitazione dell'intero comparto industriale, dalle industrie appartenenti a settori ad alta intensità energetica fino alle PMI; le industrie, che operano in un contesto complesso e in rapida evoluzione, devono continuamente innovare per adattarsi rapidamente ai cambiamenti e per cogliere le opportunità, rimanendo competitive.

Nel presente articolo gli autori integrano le informazioni ricavate da fonti bibliografiche con le esperienze maturate sul campo: in particolare l'osservazione, condotta in modo sistematico e su un numero elevato di casistiche, delle motivazioni con le quali sono state prese decisioni in merito ad interventi di efficientamento energetico.

Da questa indagine è emerso che, soprattutto nelle PMI, nella maggior parte dei casi le decisioni non vengono prese con criteri oggettivi o sulla base di un calcolo costi-benefici: una maggior conoscenza di quali siano i fattori in grado di "attivare" i decisori aziendali verso un intervento di efficientamento energetico, può essere utile a consulenti o energy manager per rimuovere alcune barriere che ostacolano la decisione o per proporre gli interventi facendo leva su altri benefici.

Obiettivo dell'articolo è esplorare possibili soluzioni che, mettendo al centro le persone, consentano di raggiungere gli obiettivi di risparmio energetico e garantiscano la competitività delle imprese, utilizzando la tecnologia come fattore abilitante.

Il lavoro si concentra sul ruolo cruciale del cambiamento culturale nell'agevolare la transizione energetica e sulla sinergia tra le competenze delle persone, la disponibilità di dati affidabili, gli strumenti tecnologici, la comunicazione efficace e l'esigenza di formazione a tutti i livelli aziendali, in linea anche con gli obiettivi del Piano Transizione 5.0, meccanismo incentivante che coniuga efficienza energetica, digitalizzazione e formazione.

2. L'ANALISI DEL CONTESTO

2.1 Il contesto legislativo e normativo

Il contesto legislativo e normativo in cui l'Italia si muove parte senz'altro dalle politiche europee e dall'ambizione di portare l'Unione Europea (UE) ad essere il primo continente a impatto climatico zero entro il 2050.

Con questa aspirazione, l'Unione Europea si è prefissata un obiettivo legalmente vincolante di ridurre del 55% le emissioni di anidride carbonica al 2030 rispetto ai livelli del 1990, nonché di attuare un percorso che porti alla decarbonizzazione entro il 2050. Questi obiettivi sono stati integrati all'interno del Regolamento UE 2021/1119 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2021) e vengono attuati attraverso un "pacchetto" legislativo chiamato "*Fit for 55*" ("Pronti per il 55").

All'interno di questo pacchetto legislativo vi è, tra le altre cose, la revisione delle direttive in tema di prestazione energetica degli edifici, efficienza energetica ed energia rinnovabile, che sono, rispettivamente:

- Direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD - 2024/1275) che promuove il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici dell'UE entro il 2030 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2024a);
- Direttiva sull'efficienza energetica (EED - 2023/1791) che mira a ridurre il consumo finale di energia a livello dell'UE dell'11,7% nel 2030, rispetto alle proiezioni effettuate nel 2020 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2023a);
- Direttiva sull'energia rinnovabile (RED - 2023/2413) per aumentare l'obiettivo a livello dell'UE ad almeno il 40% di fonti energetiche rinnovabili nel mix energetico complessivo entro il 2030 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2023b).

Queste direttive sono molto importanti sia nel settore civile che industriale e terziario, in quanto definiscono standard e requisiti minimi obbligatori nell'ambito di interventi di riqualificazione energetica.

Un altro piano europeo che va ad integrare il quadro politico si aggiunge nel maggio 2022, a seguito dell'invasione russa dell'Ucraina, quando la Commissione Europea ha presentato il piano REPowerEU, con l'obiettivo di portare il continente ad una graduale indipendenza energetica, in particolar modo dal gas russo, attraverso una strategia che punta tra le altre cose allo sviluppo delle energie rinnovabili e all'incremento dell'efficienza energetica. Il Piano REPowerEU si basa sulla piena attuazione del pacchetto "*Fit for 55*" e ne persegue pertanto gli obiettivi.

Il principale strumento finanziario per attuare il piano è il *Recovery and Resilience Facility* (RRF), dispositivo istituito temporaneamente a seguito della crisi COVID-19.

Attraverso questo strumento l'Unione Europea finanzia progetti all'interno degli stati membri con l'obiettivo di rendere le economie più sostenibili, resilienti e preparate per la transizione "verde e digitale". L'accesso alle risorse del RRF avviene sulla base di un Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR – *Recovery and Resilience Plan*) con cui ciascuno stato definisce un pacchetto di riforme coerente con gli obiettivi del piano.

Il RRF deve rispettare il principio del "*Do No Significant Harm*" (DNSH - Non arrecare danno significativo), un principio basato sui criteri specificati dalla "*EU Taxonomy*", sistema che permette di classificare le attività economiche sostenibili dal punto di vista ambientale. La Tassonomia è uno dei pilastri che si pone l'*Action Plan*, piano d'azione europeo per finanziare la crescita sostenibile e che persegue tre obiettivi: 1) l'orientamento dei flussi finanziari verso investimenti sostenibili, 2) la gestione dei rischi finanziari associati ai cambiamenti climatici e ad altre tematiche ambientali e sociali, 3) la promozione della trasparenza e di una prospettiva a lungo termine nelle attività economico-finanziarie.

All'interno dell'*Action Plan* trovano spazio le direttive che regolamentano la comunicazione delle aziende in tema di sostenibilità. Secondo tali direttive, l'ultima delle

quali è la Direttiva 2022/2464 UE, la *Corporate Sustainability Reporting Directive* (CSRD), alcune aziende, le cosiddette aziende obbligate, devono redigere un documento chiamato report di sostenibilità, all'interno del quale confluiscono indicatori tassonomici e indicatori di sostenibilità ESG (*Environmental, Social and Governance*). Anche le aziende che non sono obbligate a tale comunicazione iniziano ad interessarsi alla comunicazione in tema di sostenibilità, perseguendo una strategia aziendale a lungo termine che si allinea agli obiettivi europei.

Parimenti, anche le strategie energetiche e ambientali nazionali sono allineate agli obiettivi europei. Il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) (Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, 2024), nella sua ultima versione del giugno 2024, è lo strumento in vigore e obbligatorio a partire dal Regolamento europeo (UE) 2018/1999 (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2018) e definisce proprio le strategie politiche in territorio italiano in tema di decarbonizzazione, efficienza energetica, sicurezza energetica ecc., con il fine di allinearsi agli obiettivi europei.

All'interno di questo piano sono inserite le principali misure previste per il raggiungimento degli obiettivi del PNIEC, e tra queste vi è il Piano Transizione 5.0, complementare al precedente Piano Transizione 4.0, uno strumento molto importante per il settore terziario ed industriale, i cui decreti attuativi e le istruzioni operative sono stati pubblicati nel mese di agosto 2024. Con questo strumento vengono infatti finanziate, attraverso un'agevolazione sotto forma di crediti di imposta, nuove opere volte al processo di trasformazione "digitale ed energetica", in linea con le azioni previste all'interno del piano REPowerEU e per l'attuazione del PNRR.

A corollario di questa analisi di politica energetica, si cita il nuovo Regolamento (UE) 2024/1735 "*Net zero industry act*" (Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE, 2024b), anch'esso ovviamente inserito all'interno del contesto del *Green Deal*, pubblicato il 28 giugno 2024 sulla Gazzetta Ufficiale dell'UE. Obiettivo di questo regolamento è soddisfare con una produzione europea almeno il 40% di fabbisogno di tecnologie cosiddette *green*, e che tale produzione rappresenti almeno il 15% del valore di mercato globale di tali tecnologie.

Infine, il 18 luglio 2024, Ursula Von der Leyen ha presentato le linee guida politiche per il nuovo mandato della Commissione Europea 2024-2029, confermando le priorità legate alle sfide energetiche e climatiche: questo include l'impegno alla pubblicazione di un nuovo "*Clean Industrial Deal*" nei primi 100 giorni del suo mandato.

Il contesto legislativo e normativo fin qui descritto risulta essere molto articolato e in continua evoluzione, sia a livello europeo che nazionale: in questo contesto le aziende si collocano e si trovano ad operare, muovendo le proprie strategie aziendali all'interno di obiettivi molto ambiziosi a cui devono allinearsi.

2.2 La gestione di un contesto complesso

Che cosa si intende per *Sistema Complesso*? Che cosa sia un Sistema Complesso è stato spiegato in maniera chiara da Giorgio Parisi (Parisi, 2022), fisico italiano a cui è stato conferito il premio Nobel per la fisica nel 2021, con la seguente motivazione: "*la scoperta delle interazioni di disordine e fluttuazione nei sistemi fisici dalle scale atomiche a quelle planetarie*" e per aver sviluppato, a vantaggio di tutto il mondo scientifico, "*nuovi metodi per descrivere i sistemi complessi e per prevederne il comportamento a lungo termine*".

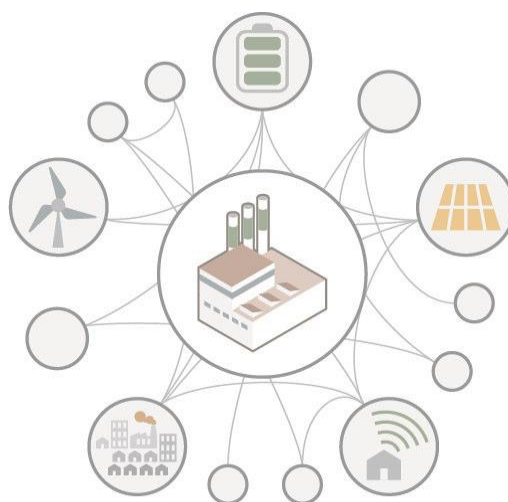
Giorgio Parisi afferma che un *Sistema Complesso* è un sistema composto da tantissime parti che possono interagire tra loro scambiandosi informazioni; un sistema complesso è caratterizzato da un numero molto elevato di variabili ed è molto di più dell'unione delle parti che lo compongono: la conoscenza delle leggi che regolano il funzionamento di ogni singolo elemento del sistema, non è infatti sufficiente a stabilire l'evoluzione complessiva del sistema stesso.

Quanto descritto sopra è applicabile anche ai *sistemi energeticamente complessi*, come illustrato in forma schematica in Figura 1.

Un sistema energeticamente complesso può comprendere, a titolo di esempio, diversi sistemi di produzione e accumulo, produzione e consumo distribuiti, utilizzo di fonti rinnovabili non programmabili che richiedono sistemi di regolazione e bilanciamento avanzati, interazioni tra i diversi "prosumer" caratterizzati da esigenze diverse e profili di consumo che dipendono anche dal comportamento degli utenti.

La complessità del sistema aumenta se estendiamo il confine alla città e ai trasporti e se consideriamo anche aspetti sociali, economici e legati alla sostenibilità.

La comunità scientifica sta attualmente studiando modelli adatti a prevedere il comportamento dei sistemi energeticamente complessi.



@Edilclima 2024

Figura 1. Rappresentazione schematica di un sistema energeticamente complesso

Nell'analisi del sistema non è possibile infine trascurare le variabili che dipendono dal *contesto esterno*:

- evoluzione del contesto normativo e legislativo;
- evoluzione della tecnologia;
- variabilità dei prezzi dell'energia;
- cambiamenti climatici;
- cambiamenti sociali: comportamenti e stili di vita delle persone.

2.3 Benefici multipli

L'investimento in efficienza energetica, valutato nella maggior parte dei casi con un'analisi costi-benefici che ne evidenzia il risparmio in termini economici, genera anche una serie di ulteriori benefici, più difficili da quantificare, ma che spesso sono determinanti nella fase decisionale (De Chicchis, 2019. Tuzzolo, 2019).

La Figura 2 illustra quali siano i possibili benefici multipli di un intervento di efficienza energetica, a titolo di esempio:

- riduzione di altri costi, oltre ai costi energetici: riduzione dell'uso di altre risorse (esempio: acqua, rifiuti, materie prime), costi di manutenzione, ecc;
- riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra;
- aumento della competitività e miglioramento della qualità del prodotto, grazie all'ottimizzazione dei processi produttivi;
- miglioramento della proposta di valore: prodotti verdi o servizi a basso impatto;
- miglioramento dell'immagine aziendale;
- impatto positivo sui dipendenti in termini di comfort e coinvolgimento;
- impatto positivo sul territorio e sulla comunità;
- impatto sociale: mitigazione della povertà energetica o impatto positivo in termini di occupazione.



Figura 2. Benefici multipli dell'efficienza energetica. Fonte: elaborazione FIRE di figura IEA.

3. IL RUOLO DEL DECISORE AZIENDALE

3.1 Il decisore aziendale

Nel presente articolo quando parliamo di *decisore aziendale* intendiamo la persona o il gruppo di persone in possesso delle deleghe necessarie per poter approvare un determinato intervento di efficientamento energetico.

Nelle PMI solitamente la figura coincide con il proprietario o con l'Amministratore Delegato, che può avvalersi di consulenti esterni.

Nelle grandi imprese l'Amministratore Delegato definisce le strategie aziendali e nomina un energy manager o un team aziendale che si occupa di gestione dell'energia.

Indipendentemente dalle dimensioni dell'azienda, le decisioni vengono prese sulla base di analisi tecniche predisposte da un energy manager o da un esperto in gestione dell'energia, eventualmente supportati da un team multidisciplinare di tecnici in possesso di adeguate competenze specifiche.

3.2 La visione strategica multi-obiettivo

Riprendendo ancora una volta le parole di Giorgio Parisi “*le nuove teorie della complessità sono praticamente dei nuovi occhiali che ci aiuteranno a vedere e comprendere più profondamente il mondo che ci circonda*”.

Il decisore aziendale dovrà “indossare” dei nuovi occhiali che gli consentano di avere una visione più ampia e che gli permettano di *vedere, conoscere e comprendere*.

È fondamentale che la Direzione Aziendale rifletta in modo approfondito sulla Vision, la Mission e i Valori che guidano le scelte strategiche e su come la gestione dell’energia possa diventare trasversale ad ogni scelta strategica.

La Figura 3 illustra in modo schematico il concetto di visione strategica multi-obiettivo e i fattori che possono incidere sulle scelte come aspetti sociali, ambientali, economici, legati alla sicurezza e alla competitività dell’azienda stessa.



Figura 3. Visione strategica multi-obiettivo del decisore aziendale

Il principio guida è l’“efficienza energetica al primo posto” (“*Energy Efficiency First*”) e lo strumento principale che permette al decisore di conoscere nel dettaglio i flussi energetici della propria azienda è la *diagnosi energetica*, definita dalla norma UNI CEI EN 16247-1 (UNI. 2022a), come “ispezione e analisi sistematica dell’uso e del consumo di energia di un sito, edificio, sistema o organizzazione con l’obiettivo di identificare i flussi di energia e il potenziale di miglioramento dell’efficienza energetica e comunicarli”.

La diagnosi energetica comprende di norma un’*analisi economica-finanziaria*, conforme alla norma UNI CEI EN 17463 (UNI. 2022c).

Il decisore aziendale deve poi ampliare la sua visione e caratterizzare il *contesto* in cui opera, integrando l’analisi energetica con altri elementi, tra cui: analisi del modello di business e della proposta di valore, analisi della struttura dei costi, analisi dei processi produttivi e loro correlazione con i servizi energetici, analisi dei benefici multipli, analisi del modello organizzativo dell’azienda, analisi dei partner e dei fornitori chiave, analisi dell’impronta di carbonio; si tratta di aspetti di natura interdisciplinare che richiedono il coinvolgimento di diverse funzioni aziendali. Questa *analisi “multi-beneficio”*, se effettuata con un approccio sistematico e con metodologie strutturate (De Chicchis, 2022), fornirà al decisore aziendale una visione a 360° dell’azienda, delle *priorità*, degli *obiettivi strategici* e del potenziale contributo che l’efficienza energetica potrà fornire a ciascuno di essi.

In funzione degli obiettivi, le diagnosi energetiche possono essere integrate con altre informazioni e utilizzate anche in altri contesti (bilancio di sostenibilità, sistema di gestione dell’energia, contabilità ambientale, ecc...); alcuni esempi sono riportati nell’Appendice E della norma UNI/TR 11824 (UNI. 2021).

3.3 La visione strategica a lungo termine

In un contesto complesso ed in continua evoluzione, come quello finora descritto, non sarà possibile individuare una sola soluzione ottimale; il decisore aziendale potrà scegliere tra *diversi scenari*, caratterizzati da:

- obiettivi (economici e non), periodo di riferimento, confini;
- un'*analisi costi-benefici*, completa della valutazione dell'investimento iniziale, dei flussi di cassa, dei principali indicatori economici e di eventuali incentivi (se presenti devono essere esplicitati e quantificati separatamente);
- una valutazione dei benefici non energetici;
- l'*analisi di sensibilità* che evidenzia i possibili cambiamenti dello scenario al variare di parametri la cui aleatorietà è tale da poter influenzare in maniera significativa i valori degli indicatori economici presi in esame;
- l'*analisi del rischio*.

Per ogni scenario una diagnosi energetica, effettuata in conformità alle indicazioni delle norme UNI CEI EN 16247 (UNI. 2022a,b) e UNI/TR 11824 (UNI. 2021), fornirà le informazioni in merito *alle opportunità di miglioramento* coerenti con lo scopo e con i confini (temporali, fisici o organizzativi); qualora siano stati presi in considerazione anche altri obiettivi (esempio: la riduzione di CO₂, il consumo di acqua, la riduzione di emissioni acustiche, la riduzione di rischi specifici, ecc.) saranno inclusi nella diagnosi.

È fondamentale che il decisore aziendale definisca con precisione dei *criteri di valutazione* coerenti con i valori e gli obiettivi strategici aziendali e che faccia un'analisi della propria propensione al *rischio*; in funzione degli obiettivi il decisore aziendale deve scegliere anche gli *indicatori economico/finanziari* più adatti e valutare i risultati dell'analisi costi benefici. A titolo di esempio, a parità di VAN (Valore Attuale Netto), indicatore principale ai sensi della norma UNI CEI EN 17463 (UNI 2022c), la decisione potrebbe essere fondata su altri indicatori, come TIR (Tasso Interno di Rendimento), IP (Indice di Profitto), ecc.

Nella diagnosi energetica di solito i possibili interventi, singoli o integrati, sono ordinati in ordine decrescente di convenienza in funzione degli indicatori economico/finanziari inizialmente stabiliti, con l'obiettivo di facilitare la scelta delle *priorità* di intervento; tuttavia le priorità potrebbero cambiare qualora fossero identificati altri obiettivi particolarmente significativi, non energetici e non economico/finanziari.

Al fine di evitare di effettuare singoli interventi non coerenti tra loro, è fondamentale che il decisore aziendale abbia una *visione di medio-lungo periodo* (Figura 4).

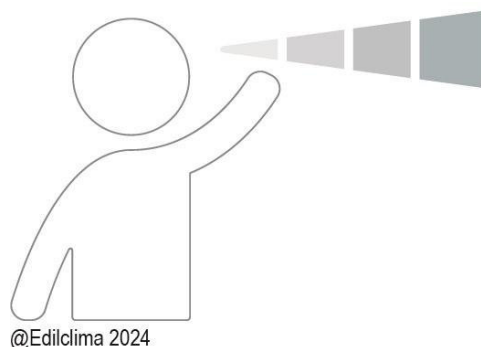


Figura 4. Visione strategica di medio-lungo periodo

Prendere in considerazione un orizzonte temporale più lungo consente, infatti, di raggiungere obiettivi sfidanti in modo *graduale*, pianificando gli interventi da realizzare

secondo priorità e una sequenza temporale, che possono dipendere anche da variabili esterne, quali: prezzi delle materie prime e dei vettori energetici, costo del denaro, obblighi normativi, disponibilità di incentivi che possono rendere convenienti interventi con tempi di ritorno più lunghi, ecc.

3.4 La visione circolare

Gradualità e approccio sistematico per il miglioramento continuo della prestazione energetica sono i principi alla base dell'implementazione e del mantenimento di un Sistema di Gestione dell'Energia, conforme alla norma UNI EN ISO 50001 (UNI.2018).

Alla base del miglioramento continuo c'è l'approccio Plan-Do-Check-Act (PDCA), che si compone di 4 fasi:

- *plan* (individuare gli obiettivi e pianificare le azioni);
- *do* (attuare le azioni pianificate);
- *check* (verificare mediante misurazione e monitoraggio l'efficacia delle azioni e il raggiungimento degli obiettivi);
- *act* (implementare eventuali azioni correttive e definire nuovi obiettivi).

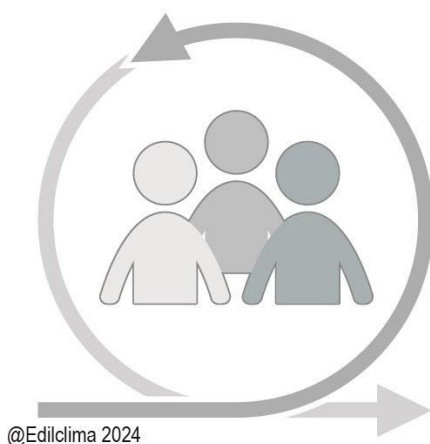


Figura 5. Visione circolare e miglioramento continuo

Il decisore aziendale dovrà avere una visione circolare e un atteggiamento orientato al miglioramento continuo, come rappresentato in Figura 5: un approccio di questo tipo è indispensabile nel contesto dei sistemi energeticamente complessi, per i quali conosciamo le regole di funzionamento di ogni singolo componente del sistema, ma non siamo in grado di simulare con precisione l'evoluzione complessiva del sistema stesso.

Nel caso di sistemi complessi quindi, sulla base dei dati e delle regole teoriche in nostro possesso, facciamo delle ipotesi che poi verificheremo in base alle misure effettuate sul campo, i dati derivanti dalle misure potranno confermare o meno le ipotesi iniziali: in pratica non si fa altro che applicare il *metodo scientifico*.

L'introduzione dell'approccio metodologico finora illustrato, che richiede risorse dedicate, competenze specifiche, cambiamenti organizzativi e culturali, può trovare ostacoli, soprattutto nelle PMI. Per favorire l'adozione di questi sistemi anche in realtà aziendali più piccole e meno strutturate, sono state rese disponibili apposite norme: la UNI ISO 50005 (UNI.2022d) per un'attuazione graduale e la UNI ISO 50009 (UNI.2022e) per un'attuazione di un sistema di gestione dell'energia comune a più organizzazioni, pensata per piccole aziende che appartengono alla stessa filiera e che condividono obiettivi di miglioramento.

4. IL RUOLO DELLA TECNOLOGIA NEL PROCESSO DECISIONALE

4.1 Il ruolo della digitalizzazione nella transizione energetica

Nel paragrafo precedente abbiamo visto come una grande quantità di dati e di informazioni permettano al decisore aziendale di “conoscere” il contesto in cui sta operando e, di conseguenza, di effettuare scelte consapevoli.

Le *soluzioni digitali avanzate* e le nuove frontiere aperte dall'*Intelligenza Artificiale* (IA) consentono di gestire, con crescente precisione ed efficienza, un livello di complessità dei sistemi sempre più elevato e un numero di dati sempre maggiore.

La digitalizzazione diventa dunque parte integrante del processo di transizione energetica e l'innovazione continua in questo settore offre nuove opportunità, tra cui: strumenti di supporto alle decisioni complesse, sistemi di controllo avanzati che sfruttano le capacità predittive dell'IA e algoritmi in grado di gestire reti elettriche “intelligenti” capaci di accogliere un numero crescente di produttori e consumatori.

4.2 Dati e modelli digitali

La misurazione dei parametri di un sito, di uno specifico processo o di una singola macchina è fondamentale per conoscere la situazione esistente: consumi (rilevati da bollette o da un sistema di monitoraggio), ma anche altri parametri che li influenzano (dati climatici e dati relativi alla produzione).

L'affidabilità di un qualunque modello digitale, capace di descrivere adeguatamente la situazione reale e ipotizzare scenari di miglioramento, dipende dalla *qualità dei dati di input*.

Tale qualità dei dati è definita in base a: precisione/accuratezza, completezza, affidabilità, rilevanza, conformità (a leggi o standard tecnici), consistenza (assenza di conflitti).

È importante, soprattutto nelle aziende di più grandi dimensioni, che oltre ai dati conglobati del sito siano disponibili parametri rilevati con continuità da *sistemi di monitoraggio* o mediante *campagne di misura*, riferiti ai singoli componenti, reparti, servizi ecc.

I temi del monitoraggio e della *misura e verifica dei risparmi* conseguenti agli interventi di efficientamento energetico sono argomenti specialistici e richiedono un'attenta progettazione: è necessario infatti che tecnici qualificati definiscano cosa e come misurare in funzione degli obiettivi aziendali e di eventuali obblighi, oltre che come monitorare ed utilizzare nel tempo i dati, valorizzando l'investimento fatto.

Sempre più spesso infatti troviamo quadri elettrici, sottoquadri e macchine con molteplici punti di misura che magari non sono stati utilizzati in modo adeguato dall'azienda, che si riferiscono a condizioni di esercizio non completamente note o misurano dati conglobati relativi a servizi diversi presenti solo fisicamente nello stesso reparto.

Queste situazioni possono trarre in inganno quando si realizza un modello digitale, lo si valida, lo si confronta con i KPI e soprattutto quando si determina il risparmio conseguente, ad esempio, all'ottimizzazione del ciclo o all'utilizzo di una nuova tecnologia.

Da questo punto di vista alcuni protocolli internazionali, ad esempio *IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol)* e i relativi tecnici, qualificati come *PMVA (Performance Measurements and Verifications Analyst)* e *PMVE (Performance Measurements and Verifications Expert)*, possono fornire un utile supporto a energy manager o esperti in gestione dell'energia per utilizzare correttamente i dati disponibili, definire campagne di misure e progettare sistemi di monitoraggio.

Ampliando il campo a modelli basati sull'*Intelligenza Artificiale*, questi algoritmi vengono “alimentati” e “apprendono” grazie ad una grande quantità di dati: al fine di estrarre informazioni di valore è indispensabile partire da una base di dati di “alta qualità”.

In conclusione per trasformare la conoscenza estratta dai dati in opportunità reali di risparmio energetico, è necessario coinvolgere professionisti esperti nell'analisi dei dati (*data scientist*) e professionisti in possesso di una conoscenza approfondita del contesto in cui stiamo lavorando (*esperti di dominio*) al fine di:

- definire gli obiettivi: misuro un dato perché voglio ricavare un'informazione;
- definire a chi è destinata l'informazione: il livello informativo deve avere un contenuto e un dettaglio coerente con il livello decisionale del destinatario;
- scegliere e validare il modello;
- definire il miglior compromesso tra qualità e accuratezza dell'informazione e tempo di elaborazione;
- progettare il sistema di monitoraggio;
- interpretare i risultati e presentarli in una forma intuitiva e facilmente comprensibile dal destinatario.

4.3 Digitalizzazione: elementi di attenzione

La digitalizzazione apre anche nuove problematiche e rischi da gestire, tra cui:

- questioni legate alla sicurezza dei dati;
- questioni legate alle responsabilità di decisioni prese da algoritmi di IA;
- questioni legate alla privacy: è necessario trovare un compromesso tra la conoscenza estratta dai dati e la protezione delle informazioni sensibili;
- questioni legate etica nell'uso dell'Intelligenza Artificiale;
- consumi energetici dei modelli digitali: una gestione efficace dei dati richiede di trovare un compromesso tra la necessità di elaborare una grande quantità di dati e i vantaggi che posso ottenere in termini di risparmio energetico del processo.

4.4 Un esempio di valutazione degli aspetti energetici

Gli esempi seguenti si riferiscono alla valutazione degli aspetti energetici e mostrano come i dati possano essere un supporto alle decisioni.

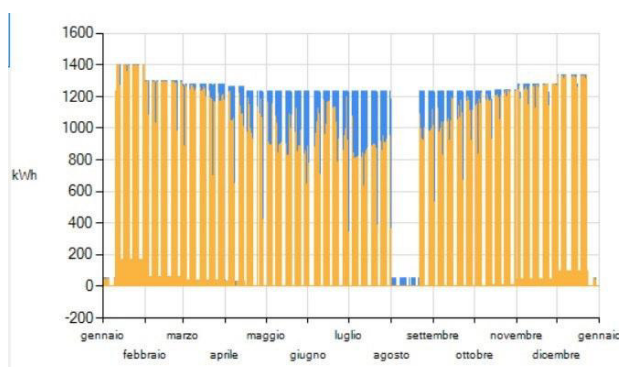


Figura 6. Dati di consumo di un sito industriale

Il dato di partenza per ogni valutazione è la conoscenza dei consumi: quanto e dove consumo. La Figura 6 mostra la sintesi dei dati di consumo di un sito industriale e visualizza in modo immediato la quota di consumi coperta grazie all'autoproduzione:

l'istogramma in giallo rappresenta i consumi elettrici da rete, mentre la porzione in blu rappresenta la quota di consumi coperta dalla parte autoprodotta da fotovoltaico in sito.

Oltre al consumo complessivo, è necessario possedere dati di consumo di linee produttive e di servizi al fine di comprendere, attraverso opportuni grafici (ad esempio il grafico a torta riportato in Figura 7), quali siano i processi con maggior impatto sui quali concentrare le future azioni di efficientamento (da non sottovalutare il fatto che questo tipo di analisi in alcuni casi consente anche di individuare "sprechi", a volte risolvibili con semplici e immediate misure "procedurali").

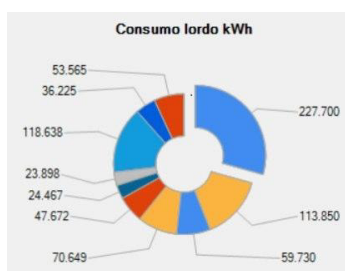


Figura 7. Dati di consumo delle linee produttive rappresentati in un grafico a torta

A supporto delle decisioni è fondamentale poter confrontare diversi scenari di intervento: a titolo di esempio, la Figura 8 riporta i grafici del VAN (Valore Attuale Netto dell'operazione) e i grafici del TIR (Tasso Interno di Rendimento), relativi a due scenari.

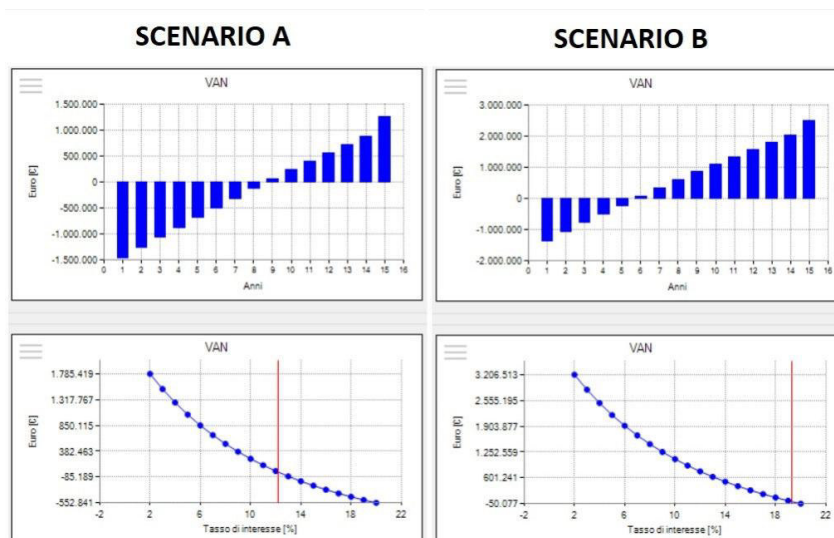


Figura 8. Confronto tra due scenari relativi a due interventi di efficientamento energetico

Il decisore aziendale potrà effettuare la scelta tra i diversi scenari in funzione di vari fattori: la sua propensione al rischio, se investe soldi propri oppure se deve ricorrere ad un finanziamento, se vuole minimizzare l'investimento iniziale oppure i flussi di cassa nel corso della vita utile dell'intervento (costi di gestione e manutenzione), ecc.

Ai fini della scelta è importante anche fornire al decisore aziendale informazioni in merito ai parametri con maggior influenza sul calcolo, ai quali è necessario dunque dedicare maggiore attenzione in fase di diagnosi: l'analisi di sensibilità, illustrata in Figura 9, evidenzia come cambia il risultato del VAN (in ordinata) al variare (in positivo o negativo) dei parametri di input di una quantità percentuale scelta a piacere (ascissa).

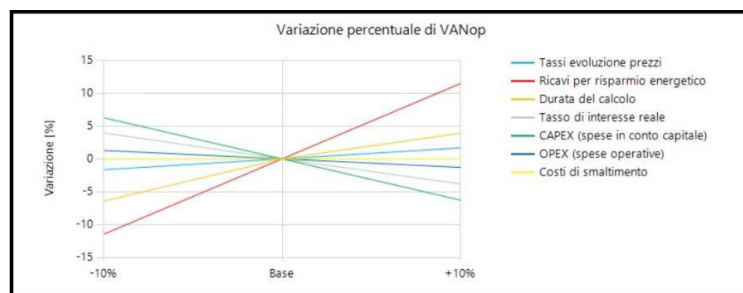


Figura 9. Analisi di sensibilità

La Figura 10 mostra infine una possibile interfaccia di un sistema di supporto alle decisioni che sfrutta i dati trasmessi da un sistema di monitoraggio per estrarre informazioni utili a migliorare la gestione energetica di un sito; in particolare, questo strumento impiega un *modello di benchmark*, costruito sul dato storico, che mette in correlazione la produzione di un impianto fotovoltaico con diversi parametri quali ora del giorno, posizione del sole e radiazione solare. Confrontando l'output di questo modello con il dato monitorato in tempo reale è possibile determinare eventuali scostamenti dalla prestazione attesa e allertare l'utente in caso di prestazione significativamente sotto le aspettative.



Figura 10. Esempio di interfaccia di un sistema di supporto alle decisioni

5. IL RUOLO DELL'INTELLIGENZA UMANA E L'IMPORTANZA DELLA FORMAZIONE

5.1 Coinvolgimento della Direzione

L'impegno della Direzione Aziendale è fondamentale ai fini del raggiungimento degli obiettivi richiesti dalle direttive europee, ai sensi anche del capitolo 5 della UNI ISO 50001 (UNI.2018); la Direzione Aziendale è inoltre chiamata ad una visione strategica che sappia bilanciare obiettivi economici, ambientali e sociali.

Una Direzione Aziendale che consideri l'efficienza energetica e la sostenibilità come parte integrante della cultura aziendale e sappia trasmettere tali valori a tutti i livelli dell'organizzazione, si trova in una posizione più favorevole per trasformare gli obiettivi in risultati concreti, creando valore per l'azienda, per l'ambiente e per i dipendenti. Questo approccio richiede una comunicazione chiara e costante in merito alle strategie, agli obiettivi da raggiungere, alle motivazioni dei cambiamenti in corso e ai benefici attesi (energetici e non).

5.2 Il contributo delle persone

Per la piena attuazione della transizione energetica e digitale giocano un ruolo fondamentale le persone e le loro caratteristiche peculiari: professionalità, creatività, curio-

sità, passione, disponibilità al cambiamento, ecc. Il coinvolgimento attivo delle persone, la valorizzazione del loro potenziale e la creazione di un ambiente collaborativo sono elementi indispensabili al fine di poter affrontare le sfide necessarie per raggiungere la neutralità climatica e cogliere le opportunità offerte dallo sviluppo tecnologico.

5.3 Comunicazione e collaborazione

Dalle riflessioni effettuate nel presente articolo, è più volte emersa l'importanza della comunicazione, chiara ed efficace, e della collaborazione tra le persone:

- tra gli esperti in gestione dell'energia e coloro che si occupano di processi;
- tra diversi reparti aziendali al fine di attuare progetti di efficienza energetica, ai sensi anche del paragrafo 7.4 della UNI ISO 50001 (UNI.2018), oltre che per favorire sinergie e per individuare le opportunità offerte dai benefici multipli;
- tra chi esegue la diagnosi e il committente in fase di incontro iniziale (definizione di scopi, confine e criteri di significatività), durante tutto il processo e in occasione dell'incontro finale (presentazione del rapporto di diagnosi), ai sensi dei paragrafi 4.2 e 4.17 della UNI/TR 11824 (UNI.2021);
- tra specialisti che operano nell'ambito di team multidisciplinari, al fine di favorire la creazione di soluzioni digitali innovative.

5.4 Formazione

La transizione energetica e digitale è un cambiamento profondo che non può prescindere dalla formazione delle persone, a partire dai manager: a tale scopo è necessario consolidare, attraverso attività di formazione specifica, una classe di manager in grado di supportare efficacemente la transizione digitale ed energetica del comparto industriale (Fondazione Piemonte Innova.2024); la classe dirigente dovrà a sua volta promuovere la formazione a tutti i livelli aziendali.

Come è più volte emerso nel presente articolo sono richieste inoltre nuove figure professionali e competenze tecniche specifiche, tra cui: esperti in gestione dell'energia, PMVA, PMVE, data scientist, esperti di dominio, esperti nella progettazione dell'interfaccia uomo-macchina, ecc. Per ognuna di queste figure professionali è richiesta un'attitudine alla formazione continua per restare al passo con un contesto in rapida evoluzione e la propensione a collaborare nell'ambito di team interdisciplinari.

In campo scientifico ed energetico, inoltre, il passaggio a strumenti di digitali e ad applicazioni basate sull'IA deve essere associato a solide basi scientifiche e alla comprensione dei fenomeni fisici, al fine di poter interpretare in modo critico i risultati e valutare correttamente il comportamento dei sistemi.

CONCLUSIONI

In conclusione, per raggiungere l'obiettivo sfidante della "carbon neutrality" entro il 2050, garantendo allo stesso tempo la competitività delle imprese e la creazione di valore a lungo termine, è necessario innescare un vero e proprio *cambiamento culturale* che parte dalle *persone*, fondata su una crescente senso di *responsabilità* e sulla *consapevolezza* dell'impatto delle nostre azioni e decisioni sull'ambiente in cui viviamo.

La sfida per il futuro sarà attuare uno sforzo sinergico tra uomo e tecnologia, dove l'evoluzione tecnologica e la crescente digitalizzazione dei sistemi, sia affiancata dalla formazione continua e dalla crescita delle competenze a tutti i livelli aziendali.

BIBLIOGRAFIA

- De Chicchis L. 2019. Metodologia per valutare i benefici multipli dell'efficienza energetica.
- De Chicchis L. 2022. Metodologia dei benefici multipli applicata agli interventi di efficienza energetica e progetto DEESME (National schemes for energy efficiency in SMEs).
- Fondazione Piemonte Innova. 2024 – Digital and Competence for Energy Transition. (DC4ET) - Studio per Fondirigenti - <https://piemonteinnova.it/portfolio-articoli/dc4et/>
- Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. 2024. Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima.
- Parisi G. 2022. La teoria della complessità, la scienza dei sistemi complessi, la fisica del futuro. <https://www.youtube.com/watch?v=gPIbl7mXD9s>
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2018. Regolamento (UE) 2018/1999 del parlamento europeo e del consiglio dell'11 dicembre 2018 sulla governance dell'Unione dell'energia e dell'azione per il clima. Gazzetta ufficiale dell'Unione Europea del 21.12.2018.
- Parlamento europeo e consiglio dell'UE. 2021. Regolamento (UE) 2021/1119 del parlamento europeo e del consiglio del 30 giugno 2021 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica. Gazzetta ufficiale dell'UE del 9.7.2021.
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2023a. Direttiva (UE) 2023/1791 del parlamento europeo e del consiglio del 13 settembre 2023 sull'efficienza energetica (rifusione). Gazzetta ufficiale dell'UE del 20.9.2023.
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2023b. Direttiva (UE) 2023/2413 del parlamento europeo e del consiglio del 18 ottobre 2023 per quanto riguarda la promozione dell'energia da fonti rinnovabili. Gazzetta ufficiale dell'UE del 31.10.2023.
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2024a. Direttiva (UE) 2024/1275 del parlamento europeo e del consiglio del 24 aprile 2024 sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione). Gazzetta ufficiale dell'UE dell'8.5.2024.
- Parlamento Europeo e Consiglio dell'UE. 2024b. Regolamento (UE) 2024/1735 del parlamento europeo e del consiglio del 13 giugno 2024 che istituisce un quadro di misure per rafforzare l'ecosistema europeo di produzione delle tecnologie a zero emissioni nette. Gazzetta ufficiale dell'UE del 28.6.2024.
- Tuzzolo L. 2019. Come valutare i benefici multipli dell'efficienza energetica.
- UNI. 2018. Norma UNI ISO 50001. Sistemi di gestione dell'energia. Requisiti e linee guida per l'uso. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2021. Norma UNI/TR 11824. Diagnosi energetiche – Linee Guida per le diagnosi energetiche dei processi. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2022a. Norma CEI EN 16247-1. Diagnosi energetiche – Parte 1: Requisiti generali. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2022b. Norma UNI CEI EN 16247-3. Diagnosi energetiche – Parte 3: Processi. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2022c. Norma UNI CEI EN 17463. Valutazione degli investimenti relativi ad interventi nel settore energetico. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2022d. Norma UNI ISO 50005. Sistemi di gestione dell'energia. Linee guida per un'attuazione graduale. Milano: Ente Italiano di unificazione.
- UNI. 2022e. Norma UNI ISO 50009. Sistemi di gestione dell'energia. Linee guida per un'attuazione di un sistema di gestione dell'energia comune a più organizzazioni. Milano: Ente Italiano di unificazione.