



Ricerca di Sistema elettrico

Metodologia di valutazione delle opportunità di efficientamento energetico nelle PMI: prima applicazione ad un campione di imprese del Friuli Venezia Giulia

Gioacchino Nardin, Fabio Dal Magro

Francesca Pozzar

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI UDINE



Report RdS/PAR2014/047

METODOLOGIA DI VALUTAZIONE DELLE OPPORTUNITÀ DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO NELLE PMI:
PRIMA APPLICAZIONE AD UN CAMPIONE DI IMPRESE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

G. Nardin, F. Dal Magro (Università di Udine), F. Pozzar (Friuli Innovazione)

Settembre 2015

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico - ENEA

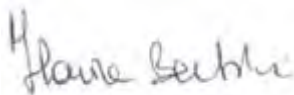
Piano Annuale di Realizzazione 2014

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Risparmio di energia elettrica nei settori: civile, industria e servizi

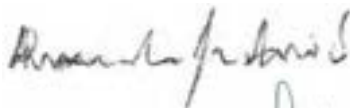
Obiettivo: Analisi di soluzioni tecniche per l'efficientamento dei processi produttivi nelle PMI

Responsabile del Progetto: Ilaria Bertini, ENEA



Il presente documento descrive le attività di ricerca svolte all'interno dell'Accordo di collaborazione "Valutazione dell'implementazione di un audit energetico e ambientale nelle PMI del settore industria"

Responsabile scientifico ENEA: Dr. Alessandro Federici



Responsabile scientifico DIEG (Università di Udine): Prof. Gioacchino Nardin



Si ringraziano la dott.ssa Elisa Castellarin per la revisione di dati e tabelle, l'ing. Roberto Basso per la stesura di grafici e schemi, l'ing. Marco Favretto per le ricerche sulle schede Enea e sui codici Ateco e infine l'ing. Alessandro Rocco per le analisi energetiche sui prosciuttifici.

Indice

SOMMARIO.....	4
1 INTRODUZIONE	5
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ SVOLTE E DEI RISULTATI	6
2.1 DA 3EMT A 3EMT-S: PROPOSTA DI INTEGRAZIONE METODOLOGICA DI CARATTERIZZAZIONE IMPIANTISTICA CON IL 3EMT TOOL PER L'INDIVIDUAZIONE E LA VALUTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO.....	7
2.2 DESCRIZIONE DEL NUCLEO CENTRALE DEL METODO 3EMT-S.....	8
2.3 APPLICAZIONE DIMOSTRATIVA A UN DISTRETTO INDUSTRIALE	15
2.3.1 <i>Case study su un prosciuttificio tipo del Distretto di San Daniele</i>	23
2.4 POSSIBILI SVILUPPI FUTURI: IL METODO 3EMT-PS	36
3 CONCLUSIONI.....	39

Sommario

La promozione di strumenti di informazione e di analisi dei consumi all'interno delle PMI rappresenta per l'Unione Europea un obiettivo preliminare prioritario al fine di facilitare e rendere maggiormente efficace l'effettiva implementazione di audit energetici e la successiva attuazione delle raccomandazioni risultanti al fine di aumentare l'efficienza energetica nel comparto industriale.

Nell'ambito del presente lavoro è stata sviluppata l'architettura logica per la realizzazione del software di pre-audit *3EMT-S*, evoluzione in un'ottica di sistema, finalizzata anche alla pianificazione energetica locale, del tool *3EMT*¹. Il *3EMT-S*, a fronte della compilazione di un questionario dettagliato, consentirà l'elaborazione automatica di un report completo e di una strategia personalizzata di miglioramento della performance energetica ed ambientale dell'impresa, consentendo di fatto un considerevole passo in avanti nell'accuratezza di un pre-audit, rispetto ad un approccio non strutturato e generico.

L'aspetto più rilevante della metodologia *3EMT-S* è quello di mettere in connessione organica e ordinata le banche dati collegate ai codici di attività ATECO e delle opportunità tecnologiche di efficientamento con le relative schede di valutazione, già in parte predisposte da ENEA nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, capitalizzando i dati già esistenti e rendendo interoperabile il nuovo strumento. Le predizioni fornite in modo automatico dal software di pre-audit in cui sia integrata la caratterizzazione impiantistica potrebbe fornire predizioni utili tanto a livello di singola impresa che di dominio discreto.

Per tale motivo nell'ultima parte dello studio si è indagato in via preliminare come, opportunamente modificato ed ulteriormente integrato, il *3EMT-S* possa diventare anche una metodologia di sistema utilizzabile per la pianificazione territoriale consentendo una valutazione anche di aspetti ambientali ed economici, ad esempio la CO₂ emessa, e il livello di occupazione, entrambi fattori rilevanti nella pianificazione territoriale. Il nuovo programma così potenziato potrebbe fornire gratuitamente al legislatore una serie ordinata di indicatori di prestazione e strategie parametrizzate tali da poterle utilizzare per produrre una serie di "traiettorie" e che potrebbero avere una utilità per impostare strategie specifiche di incentivazione o repressione di taluni comportamenti.

¹ Cfr. Report RdS/PAR2014/046.

1 Introduzione

Gli studi sull'efficientamento energetico e le relative procedure assumono strutture diverse a seconda se si tratta di una singola azienda, di una pluralità di aziende dello stesso tipo (attività individuata dai codici Ateco) o di una pluralità di aziende di diverso tipo in un dominio territoriale definito (pianificazione territoriali).

Nel caso dello studio di una azienda specifica, in particolare per un'azienda molto energivora (ad esempio con riferimento al territorio della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia la ABS-acciaieria-Danieli o le Ferriere Nord), la taglia dell'impianto, l'entità dei costi e dei consumi induce ad uno studio di audit energetico diretto tarato sulla consistenza e struttura (mappatura energetica) dell'azienda specifica con rilievi, dati e interventi contingenti.

Nel caso di una pluralità di aziende appartenente allo stesso tipo di attività, che può essere individuata dai codici ATECO (acciaierie, cementifici, vetrerie, distretti industriali specifici ovvero prosciuttifici, coltellinai, sedia, mobile, ecc.), è possibile un buon grado di generalizzazione delle problematiche, eventualmente supportate dalle Best Technologies di pertinenza.

In questi ultimi casi sono incisive le manualistiche, gli studi specifici e i casi-studio per singola tipologia di attività; il pre-audit energetico derivante da uno studio generalizzato è molto efficace e parametrizzabile in relazione all'entità del bene o del servizio prodotto; il livello di pre-audit si avvicina come valutazioni tecniche ed economiche ad un audit specifico (Figura 1).

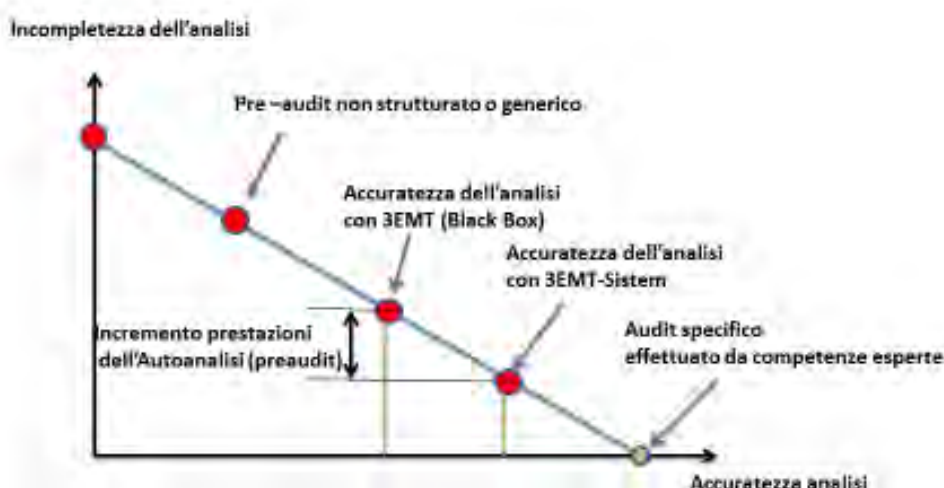


Figura 1 – Qualità dell'analisi ai fini dell'efficientamento energetico

Per un insieme di attività di vario tipo che insistono in un dominio territoriale definito (regione, distretto industriale, bacino, ecc.), il livello di complessità e di articolazione aumentano e implicano necessariamente l'utilizzo di metodi di approccio coerenti (insiemi omogenei) e ripercorribili (correlazioni-matrici) volti ad evitare eccessive generalizzazioni poco utili all'incisività degli studi di efficientamento.

La metodologia 3EMT-S descritta in questo studio è un'evoluzione sistemica del software 3EMT realizzato nell'ambito del progetto europeo CEEM². 3EMT-S è una metodologia del tutto generale ed informatizzabile basata principalmente e necessariamente su un approccio di tipo sistemico, inteso come un insieme di attori, oggetti tecnici, dati, aspetti pianificatori, incentivi e disincentivi, ecc. in correlazione logica: le correlazioni logiche permettono diversi percorsi di analisi senza perdere di vista i vari domini analizzati.

Il metodo è sistemico in quanto individua una serie di liste di controllo, univocamente definite, costituite da elementi coerenti e da matrici di correlazione che definiscono qualitativamente e quantitativamente le connessioni tra gli elementi delle liste stesse. Le matrici di correlazione sono tra loro collegate funzionalmente a formare insiemi di matrici coassiali.

² Cfr. Report RdS/PAR2014/046.

Le liste di controllo permettono di isolare “in coerenza qualitativa” gli oggetti, dati, attori e aspetti del processo (attività, impianti, macchine, opportunità tecnologiche di efficientamento energetico, azioni, risorse, barriere, drivers, ecc.) e di valutarne la rilevanza in termini assoluti e relativi. Inoltre i dati e le valutazioni sono aggregabili in domini definiti, anche in coerenza alla struttura dei codici ATECO.

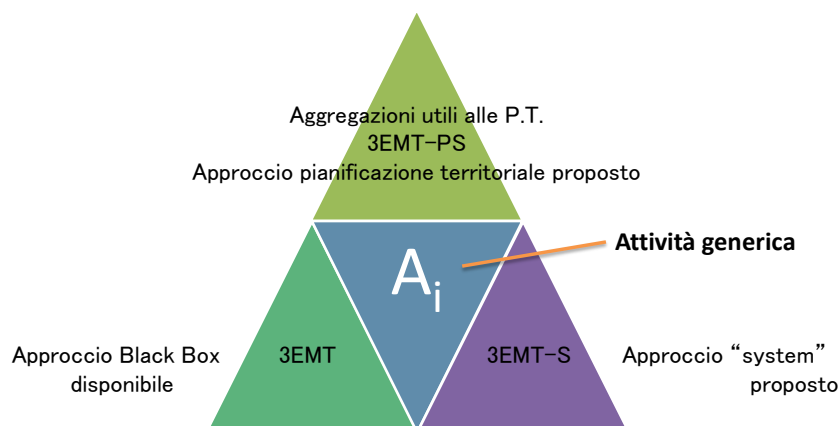


Figura 2 – Evoluzione degli strumenti informatici del progetto CEEM

Il *3EMT-S*, a fronte della compilazione da parte della generica azienda di un questionario dettagliato, consente l’elaborazione automatica di un report finale, completo di una strategia personalizzata di miglioramento della performance energetica ed ambientale dell’impresa: esso rappresenta un considerevole passo in avanti nell’accuratezza di un pre-audit, rispetto ad un approccio non strutturato e generico.

Infatti, mentre il tool *3EMT* di base è caratterizzato da un approccio “black box”, il metodo *3EMT-S* integra l’analisi con una procedura “guidata informaticamente” alla struttura impiantistica e alle opportunità tecnologiche di efficientamento, definita “inside box”, ai fini di una **quantificazione degli efficientamenti possibili**.

L’aspetto più rilevante della metodologia *3EMT-S* è quello di mettere in connessione organica e ordinata le banche dati collegate ai codici di attività e la banca dati afferente alle opportunità tecnologiche di efficientamento con le relative schede di valutazione, già in parte predisposte da ENEA nell’ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi.

Per fornire un *case study* esemplificativo, il metodo *3EMT-S* è stato applicato e testato in via preliminare al Distretto del prosciutto di San Daniele del Friuli, sia in termini di singola azienda sia in termini di sistema, realizzando un pre-audit dettagliato.

2 Descrizione delle attività svolte e dei risultati

Nel presente capitolo si sviluppa una nuova metodologia per l’individuazione e la valutazione degli interventi di efficientamento energetico nelle piccole e medie imprese di ogni settore. Tale evoluzione metodologica si basa sull’introduzione della caratterizzazione impiantistica ad integrazione della metodologia di pre-audit energetico chiamata *3EMT*, già altrove richiamata.

Il metodo *3EMT-S* è stato applicato ad un caso pratico per illustrarne il funzionamento e i benefici tanto per le aziende che per gli enti territoriali responsabili di definire le politiche energetiche e le misure incentivanti per la riduzione dei consumi in ambito industriale. La parte conclusiva del presente studio ha infatti indagato in via preliminare come, opportunamente modificato ed ulteriormente integrato, il *3EMT-S* possa diventare anche una metodologia di sistema utilizzabile per la pianificazione territoriale a qualunque livello

(dominio territoriale definito: regione, distretto, comune, provincia, bacino generico, ecc.) o dominio discreto (le attività siderurgiche, le strutture ospedaliere, le strutture scolastiche, ecc.).

2.1 Da 3EMT a 3EMT-S: proposta di integrazione metodologica di caratterizzazione impiantistica con il 3EMT tool per l'individuazione e la valutazione degli interventi di efficientamento energetico

Il metodo di integrazione proposto è denominato 3EMT-S in quanto viene introdotto l'approccio sistemico (S di System).

E' necessario premettere che, salvo casi particolari, all'efficientamento energetico segue una riduzione dell'impatto ambientale e una riduzione dei costi energetici in tempi più o meno lunghi, in relazione all'efficacia dell'intervento e dall'entità dell'investimento. In termini generali, per una analisi di efficienza sostanzialmente completa, ogni intervento viene valutato sotto i tre aspetti fondamentali: ENERGIA – AMBIENTE – ECONOMIA. Tra gli aspetti economici è rilevante anche l'aspetto legato all'occupazione.

I parametri di valutazione, la loro quantificazione e le loro correlazioni varieranno caso per caso.

E' importante rilevare che il motore primo, ma non l'unico, per l'applicazione di un intervento di efficientamento energetico è quello della **convenienza economica per l'azienda**. Nella convenienza economica convergono anche i vari incentivi disponibili (sovrnazionali, nazionali e locali).

Malgrado siano numerosissimi gli interventi di efficientamento energetico che possono implicare una convenienza economica per la generica azienda o per un insieme di aziende, solo una minima parte vengono effettivamente implementati; ciò è dovuto principalmente a tre cause, di seguito sommariamente ricordate.

La prima ragione che osta all'adozione di misure per l'efficienza energetica è legata alle **insufficienti capacità e competenze** interne all'azienda nell'individuare, valutare e percepire appieno gli interventi adeguati; in generale le valutazioni tecniche ed economiche per l'efficientamento energetico di una azienda-attività è demandata a specifici studi professionali di audit energetici, la cui efficacia dipende dalla qualità del redattore dello studio e ancora dalla sensibilità energetico-ambientale degli organi decisionali dell'azienda.

La seconda causa di inefficienza applicativa è la **ridotta capacità dei territori** (enti amministrativi, bacino, zona industriale, associazioni, ecc.) **a fare sistema** sia in termini tecnici (condivisione di fabbisogni, ad esempio reti di teleriscaldamento, centri di generazione condivisi, ecc.) che in termini di condivisione di informazioni e competenze. A fronte di superiori difficoltà di analisi tecnico-economica gli interventi di sistema hanno, in generale, margini di performance di efficientamento maggiori. Necessitano però di una cabina di regia in relazione alla pluralità degli enti e interessi in gioco, con competenze multidisciplinari e con il contributo degli enti di amministrazione del territorio, tutte condizioni di non facile reperimento.

La terza causa, e non ultima, sono le **barriere all'innovazione tecnologica** in generale e all'efficientamento energetico in particolare, che sono di varia natura e che sono oggetto di un altro capitolo del presente documento.

Per dare una dimensione sistemica allo strumento 3EMT, caratterizzato da un approccio "black box", il metodo 3EMT-S integra l'autovalutazione sulla caratterizzazione energetica delle aziende con una procedura guidata informaticamente alla struttura impiantistica tipica delle singole attività economiche e alle opportunità tecnologiche di efficientamento collegate. Questo approccio "inside box" consente di ottenere l'elaborazione automatica di un report finale, completo di una strategia personalizzata di miglioramento della performance energetica ed ambientale dell'impresa dettagliata con una **quantificazione degli efficientamenti possibili**. Ovviamente, la valutazione è approssimata in relazione alla caratteristica di pre-audit dello strumento proposto.

L'evoluzione del metodo di autovalutazione eco-energetica 3EMT viene integrato in 3EMT-S dalla caratterizzazione impiantistica delle attività economiche, che entra nel dettaglio della mappatura energetica degli impianti e delle macchine ed è arricchito da una correlazione con le opportunità tecnologiche di efficientamento energetico più appropriate per ciascun caso. Il nucleo centrale del metodo 3EMT-S è costituito da **4 liste (attività/codice Ateco, impianti, macchine, opportunità)** e **3 matrici di correlazione** primarie generate dalla combinazione tra loro delle liste.

La metodologia 3EMT-S mette in connessione organica e ordinata le banche dati collegate ai codici di attività e la banca dati afferente alle opportunità tecnologiche di efficientamento con le relative schede di valutazione, già in parte predisposte da ENEA nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi.

Questo approccio può essere applicato a livelli di dettaglio diversi, scegliendo una generica attività/Ateco o scendendo ai gruppi, alle divisioni e sezioni omogenee e impostando le relative liste e matrici.

Da un punto di vista dell'usabilità dello strumento informatico per l'end user, ovvero la generica azienda, è necessario integrare un'interfaccia utente dove a partire dal codice Ateco inserito ogni azienda sia guidata in un percorso di compilazione dove le varie schede vengono presentate in ordine logico: impianti, macchine, fino alla lista delle opportunità tecnologiche più rilevanti e pertinenti. Tra queste l'utente potrà accedere alle informazioni disponibili per ciascuna opzione tecnologica (banca dati sulle opportunità tecnologiche ENEA) e compilare con i propri dati una simulazione che restituirà automaticamente una valutazione sull'implementazione di quella specifica tecnologia dal punto di vista dell'efficientamento energetico, ambientale ed economico. La sommatoria delle valutazioni afferenti alle diverse opportunità predefinite dal sistema per ogni caso determinerà l'efficientamento complessivo potenziale per l'azienda.

3EMT-S propone di utilizzare le schede predisposte da ENEA nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi, eventualmente modificate per renderle idonee all'utilizzo previsto. Per la completezza della metodologia per ciascuna scheda/opportunità tecnologica va predisposta una corrispondente simulazione per la valutazione dei risultati di efficienza in termini energetici, ambientali ed economici.

Il nucleo centrale del metodo 3EMT-S può essere successivamente reso più sofisticato integrandovi ulteriori liste di controllo e le derivanti nuove matrici di correlazione.

A titolo di esempio, potrebbero essere aggiunte liste di controllo relative ai fattori ostativi (barriere) e promotori (drivers) all'efficientamento energetico. Queste liste aggiuntive (barriere e drivers) potrebbero utilmente correlarsi con delle matrici alle attività (organi decisionali: ad esempio la scarsa sensibilità ambientale del management) o più oggettivamente con le opportunità tecnologiche. Ad esempio: il cambio di motori a bassa efficienza (opportunità) può comportare il fermo dell'attività (barriera).

L'analisi delle barriere e dei drivers (soggettive/azienda e oggettive/opportunità) può essere utile alla maggiore enfaticizzazione della incisività dei drivers e il contrasto alle barriere incrementando l'efficacia delle azioni.

Una possibile ulteriore lista riguarda le tipologie di azioni operative da mettere in campo (diretta, richiesta di studi, richiesta di contributi, valutazione dei certificati bianchi, richiesta di eventuali autorizzazioni, ecc.). Questa lista potrebbe nuovamente correlarsi con una matrice alle opportunità tecnologiche.

Un ultimo esempio di evoluzione dello strumento proposto è dato da una lista delle risorse disponibili (economiche, strutturali, organizzative, competenze, legislative, ecc.) che si relazionerebbe con la lista poco sopra ipotizzata sul tipo di azioni e anche alla lista delle opportunità tecnologiche.

2.2 Descrizione del nucleo centrale del metodo 3EMT-S

In questo paragrafo viene descritto il metodo nel suo **nucleo centrale**, limitando il numero di liste di controllo a quattro e le matrici di correlazione a tre per poi applicarlo alle aziende produttrici del Distretto del prosciutto di San Daniele del Friuli che sono state utilizzate come *case history* per dimostrare la potenzialità del metodo 3EMT-S (Figura 3).

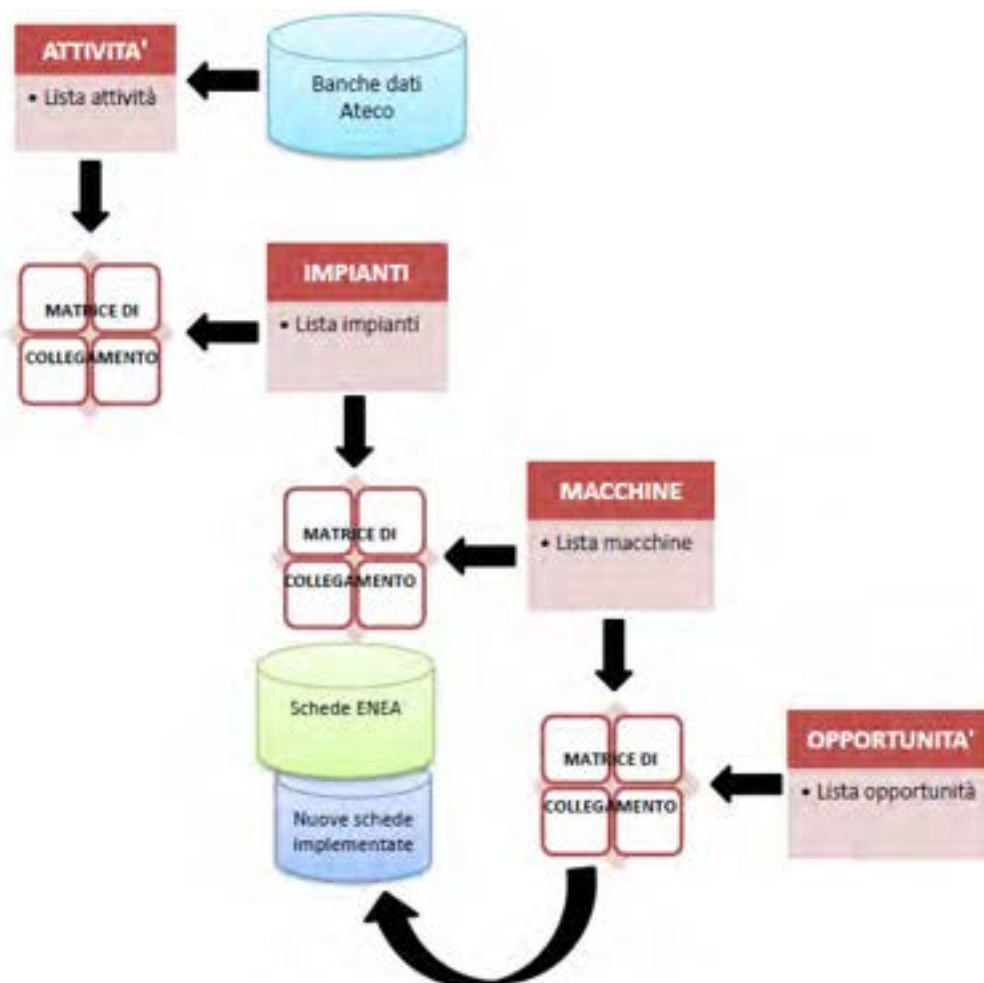


Figura 3 - Schema di base del nucleo centrale metodo

Dapprima si individuano, si isolano e si ordinano gli “oggetti tecnici” generali ed operativi dell’analisi: l’azienda generica con la sua ragione sociale è individuata da una attività specifica e dalle successive aggregazioni (gruppi, divisioni, sezioni. ecc.) secondo la classificazione Ateco, gli impianti che sono caratterizzati da suoi consumi energetici (mappatura energetica).

Di seguito si vanno a compilare le liste e le correlazioni impostate.

Le quattro **liste base** di controllo sono:

- Le **Attività** individuate dai codici Ateco e successive aggregazioni;
- Gli **Impianti** di interesse energetico;
- Le **Macchine** energivore;
- Le **Opportunità Tecnologiche** di risparmio energetico.

Le tre **matrici base** di correlazione sono:

- Attività-Impianti;
- Impianti-Macchine;
- Macchine-Opportunità Tecnologica.

Le attività

Gli interventi di efficientamento energetico vengono applicati dalle **aziende** che ne valutano la convenienza tecnica ed economica. Le aziende sono raggruppate in gruppi di **attività**, che a loro volta sono raggruppate in **Divisioni** caratterizzati più generalmente, e questi ultimi fanno parte dei diversi **settori** produttivi (vedi scheda classificazione attività). Le attività sono individuate univocamente dai **codici ATECO**³.

³ http://www.istat.it/it/files/2011/03/I_39320061230it00010039.pdf.

Le attività sono ritenute omogenee dal punto di vista del settore nel quale sono operanti e conseguentemente del tipo di impianti impiegati; in particolare l'omogeneità deve sussistere anche in relazione ai possibili tipi d'intervento di efficientamento realizzabili.

Le attività sono la lista principale a cui fare riferimento e sono il terminale ultimo di tutte le valutazioni qualitative e quantitative effettuate nelle singole parti del metodo.

La lista delle attività, a cui fanno riferimento le singole aziende, non caratterizza univocamente il nuovo metodo in quanto è largamente utilizzata nei processi di valutazione dell'efficientamento che viene utilizzato solo come elemento individuativo e fiscale (codici Ateco) e senza sfruttarne le potenzialità derivanti dall'utilizzo delle relative banche dati e dalla opportunità derivante dall'aggregazione ordinata dei diversi parametri.

All'attività si associano i fattori energetici specifici intesi come i fabbisogni energetici dell'attività (per unità prodotto, servizio o unità economica) ed eventualmente altri tipi di parametri, anche ambientali ed economici.

Saranno le altre tre liste e le relative matrici di correlazione che determineranno l'originalità e la maggiore efficacia del metodo 3EMT-S rispetto agli approcci classici (pre-audit più precisi).

Gli Impianti

Gli **"impianti di interesse energetico"** sono quell'insieme di macchine, sistemi e apparecchiature con rilevante consumo energetico che nel seguito della trattazione verranno indicati con il termine di **impianti**. In genere, quando si effettua un **"Audit Energetico"** o una **mappatura energetica** ci si riferisce ai fabbisogni dei diversi tipi di impianti che a loro volta caratterizzano le diverse aree produttive delle aziende. Gli impianti caratterizzanti l'attività sono quelli di processo, mentre gli impianti di servizio diretto o indiretto sono più generali (impianti aria compressa, reti a fluidi, filtrazioni, ecc.) e seppure utilizzati nell'attività non la caratterizzano. Nell'applicazione del metodo la tipologia di impianto sarà precisata univocamente.

La sommatoria dei fattori energetici specifici (per unità di prodotto, di bene o economico) degli impianti è uguale al fattore energetico specifico dell'attività così come per tutte le altre aggregazioni. La lista degli impianti e i relativi fattori energetici individuano la valenza energetica relativa e la conseguente necessità di un eventuale efficientamento mediante l'introduzione di opportunità tecnologiche di efficientamento.

Gli impianti oltre ad essere correlati alle attività risultano correlati anche alle macchine che lo compongono. Generalmente, le opportunità tecnologiche sono correlate alle macchine (Figure 3 e 4). Per tale ragione gli impianti risultano una correlazione funzionale che collega ordinatamente la banca dati delle attività, con i suoi codici Ateco, alla banca dati delle opportunità tecnologiche direttamente o indirettamente tramite le macchine.

Le Macchine

Le macchine sono gli elementi base responsabili del consumo (motori elettrici, compressori, lampade, caldaie, ecc.). A questo livello di analisi gli interventi di efficientamento sono immediatamente individuabili e facilmente valutabili (motori ad alto rendimento, inverter, corpi illuminanti, caldaie a condensazione, ecc.). Ad ogni macchina si può associare un'opportunità di efficientamento e una scheda di valutazione facilmente parametrizzabile e generalizzabile (ad esempio schede ENEA associate ai certificati bianchi⁴) accompagnata eventualmente da specifici studi tipo.

Le Opportunità Tecnologiche

Le opportunità tecnologiche di efficientamento energetico, successivamente denominate solo Opportunità Tecnologiche, sono gli **interventi tecnici unitari che si applicano agli impianti o alle macchine e finalizzati ad ottenere un consistente risparmio energetico**. Nell'ambito delle opportunità tecnologiche si includono anche i recuperi energetici derivanti dall'utilizzo energetico degli scarti, il recupero energetico dell'energia altrimenti dispersa e infine anche le modalità di controllo e di gestione che consentono risparmi energetici di tipo gestionale.

Le opportunità si prestano ad essere associate a specifiche "schede di valutazione" come ad esempio quelle predisposte da ENEA. Le schede specifiche possono essere raccolte ordinatamente in banche dati in formato elettronico e possono essere supportate da esempi tipo.

La Matrice di correlazione Attività-Impianti

La matrice Attività-Impianti individua e caratterizza la rilevanza, prima qualitativa-funzionale (esistenza di connessione), e successivamente quantitativa (valori dei parametri); detta caratteristica è comune a tutte le matrici di seguito descritte.

La Matrice di correlazione Impianti-Opportunità Tecnologica

Gli impianti sono insiemi funzionali di macchine, reti caratterizzate da consumi energetici complessivi correlabili, in alcuni casi direttamente ad una serie di opportunità tecnologiche e individuabili e valutabili.

⁴ Per un approfondimento, si veda: <http://www.gse.it/it/CertificatiBianchi/Pages/default.aspx>.

Tabella 1 - Esempio di matrice Impianti-Opportunità Tecnologiche

OPPORTUNITA' TECNOLOGICHE	Lampade ad alto rendimento	Rifasamento	Isolamento	Cogenerazione	Macchine ad assorbimento	Recupero calore dai compressori	MATRICE di CORRELAZIONE
							IMPIANTI
							Involucro edilizio
							Cella di raffreddamento
							Cella di salatura
							Cella di pressatura
							Cella di pre riposo
							Cella di riposo
							Cella di asciugamento
							Cella di pre stagionatura
							Cella di stagionatura
							Imp. di illuminazione celle
							Salatrici
							Pressatrici
							Massaggiatrici
							Lavatrici
							Spazzolatrici
							Trasporti interni con muletto
							Trasporti interni con guidovie
							Imp. di illuminazione uffici
							Imp. illuminazione zona produttiva
							Imp. trattamento acque servizi igienico sanitari
							Imp. trattamento acque servizi ciclo tecnici
							Imp. riscaldamento invernale uffici
							Imp. riscaldamento invernale zona produttiva
							Imp. di condizionamento uffici
							Imp. prod. aria compressa
							Involucro edilizio uffici
							Involucro edilizio zona produttiva

La Matrice di correlazione Impianti - Macchine

La matrice impianti-macchine individua e caratterizza l'appartenenza di una o più macchine ad uno specifico impianto.

Tabella 2 - Esempio di matrice Impianti-Macchine per un prosciuttificio

MATRICE di CORRELAZIONE	MACCHINE					
	Motori elettrici	Caldaie	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione
IMPIANTI						
Involucro edilizio						
Cella di raffreddamento						
Cella di salatura						
Cella di pressatura						
Cella di pre riposo						
Cella di riposo						
Cella di asciugamento						
Cella di pre stagionatura						
Cella di stagionatura						
Impianto di illuminazione celle						
Salatrici						
Pressatrici						
Massaggiatrici						
Lavatrici						
Spazzolatrici						
Trasporti interni con muletto						
Trasporti interni con guidovie						
Impianto di illuminazione uffici						
Impianto illuminazione zona produttiva						
Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari						
Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici						
Impianto riscaldamento invernale uffici						
Impianto riscaldamento invernale zona produttiva						
Impianto di condizionamento uffici						
Impianto produzione aria compressa						
Involucro edilizio uffici						
Involucro edilizio zona produttiva						

La Matrice di correlazione Impianti – Macchine – Opportunità

Nella figura che segue viene rappresentata, in forma sintetica, la matrice complessiva che indica le correlazioni tra gli impianti (legati alla mappatura energetica) alle macchine (consumo) e alle opportunità tecnologiche (efficientamento energetico). L'uso della matrice risulterà evidente nell'applicazione illustrata nel paragrafo 2.3.

Si nota come la lista degli **impianti** sia in numero molto superiore alle **macchine** e alle **opportunità tecnologiche** da analizzare per la valutazione tecnico economica di fattibilità.

Tabella 3 – Esempio di matrice Impianti-Macchine-Opportunità per un prosciuttificio

								OPPORTUNITA' TECNOLOGICHE												
								Lampade ad alto rendimento												
								Rifasamento												
								Isolamento												
								Cogenerazione												
								Macchine ad assorbimento												
								Recupero calore dai compressori												
OPPORTUNITA' TECNOLOGICHE	Lampade ad alto rendimento	Rifasamento	Isolamento	Cogenerazione	Macchine ad assorbimento	Recupero calore dai compressori	MACCHINE						Motori elettrici	Caldaie	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione	Motori a combustione	
							IMPIANTI													
							Involucro edilizio													
							Cella di raffreddamento													
							Cella di salatura													
							Cella di pressatura													
							Cella di pre riposo													
							Cella di riposo													
							Cella di asciugamento													
							Cella di pre stagionatura													
							Cella di stagionatura													
							Impianto di illuminazione celle													
							Salatrici													
							Pressatrici													
							Massaggiatrici													
							Lavatrici													
							Spazzolatrici													
							Trasporti interni con muletto													
							Trasporti interni con guidovie													
							Impianto di illuminazione uffici													
							Impianto illuminazione zona produttiva													
							Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari													
							Impianto di trattamento acque servizi ciclo tecnici													
							Impianto riscaldamento invernale uffici													
							Impianto riscaldamento invernale zona produttiva													
							Impianto di condizionamento uffici													
							Impianto produzione aria compressa													
							Involucro edilizio uffici													
							Involucro edilizio zona produttiva													

Ricapitolando, i principali punti di forza della metodologia 3EMT-S sono elencati di seguito:

- il metodo **3EMT-S** permette di ottenere un pre-audit che si avvicina per precisione ad un audit specifico (Figura 1), integrando l'analisi black box di 3EMT con un percorso informatico che permette alla azienda generica di poter indagare le struttura impiantistica dei propri consumi secondo lo schema di Figura 4. Il metodo 3EMT-S permette l'individuazione e la valutazione dello opportunità tecnologiche di efficientamento più idonee e più performanti a favore degli "end users"; a ciascuna delle opportunità è associata una scheda tecnica;
- le attività produttive presentano, generalmente, problematiche energetiche omogenee e dunque generalizzabili e la loro codificazione Ateco consente l'accesso alle relative banche dati per le diverse elaborazioni combinatorie;
- riferirsi agli impianti ha il vantaggio di analizzare le problematiche in modo specifico usufruendo delle mappature energetiche;
- riferirsi alle macchine consente di individuare le opportunità di efficientamento specifiche e di poter impostare valutazioni di risparmio molto precise;
- le opportunità tecnologiche sono una **lista limitata** di interventi di efficientamento che possono essere attuate ad una pluralità di macchine e impianti riducendo la numerosità delle analisi e le relative variabili in gioco;
- l'uso delle liste e delle matrici coassiali costituiscono un percorso ordinato, ripercorribile, flessibile, ampliabile ad altre liste (azioni, risorse, barriere, drivers, necessità formative, ecc.) e riduce notevolmente la complessità e l'ordine dell'analisi di efficientamento;
- il metodo nel suo complesso collega ordinatamente le banche dati connesse ai codici Ateco alle banche dati delle schede unitarie associate alle diverse opportunità tecnologiche di efficientamento energetico; alle schede esistenti è possibile integrare ulteriori schede che possono descrivere e valutare le opportunità tecnologiche individuate ma attualmente non supportate da schede specifiche.

Un ulteriore vantaggio offerto da questa metodologia è la possibilità di aggregare i dati unitari in modo ordinato e coerente: insiemi di aziende appartenenti alla stessa categoria di attività, di gruppo, di divisione e di settore risalendo nella classificazione Ateco e inoltre aggregando i dati su base territoriale. Quest'ultimo aspetto è di estrema rilevanza per le pianificazioni energetiche territoriali come sarà successivamente illustrato.

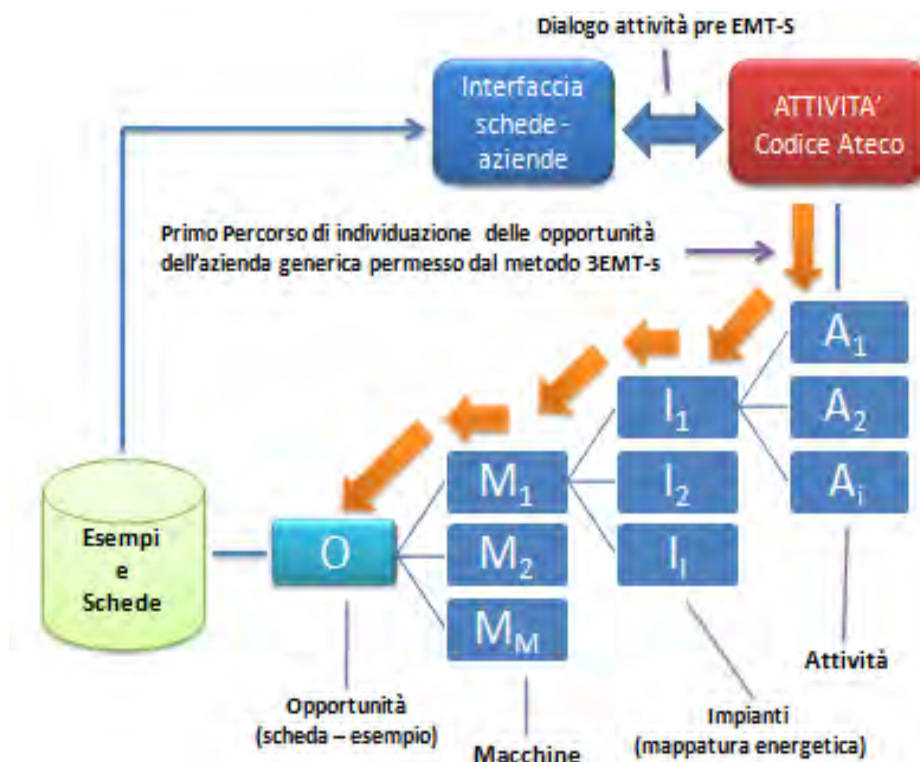


Figura 4 - 3EMT-S schema di funzionamento

2.3 Applicazione dimostrativa del metodo 3EMT-S a un distretto produttivo omogeneo

Il metodo sopra definito 3EMT-S è stato applicato a scopo dimostrativo al Distretto del prosciutto di San Daniele, che è uno dei distretti più rilevanti e caratteristici della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.

Il bacino in analisi si identifica con il comune di San Daniele del Friuli, in provincia di Udine, un piccolo comune di circa 8.100 abitanti posto a 252 m sul livello del mare.

La storia del prosciutto crudo di San Daniele è secolare, ma due passi fondamentali sono stati fatti in epoca moderna: la fondazione nel 1961 del **Consorzio del prosciutto di San Daniele**, che ha consentito successivamente l'ottenimento della denominazione di origine protetta (DOP) al proprio prodotto, e più tardi, nel 2000, la nascita del **Distretto del prosciutto crudo di San Daniele**, dal 2006 **Distretto parco agro-alimentare di San Daniele**.

Grazie alla collaborazione della Federazione Distretti Italiani a cui il distretto aderisce, è stata avviata un'importante azione di networking con altri distretti agroalimentari italiani (Nocera Inferiore-Gragnano, Mazara del Vallo, Vulture) che intende favorire lo scambio di "buone pratiche" e la realizzazione di iniziative supportate dalla stessa Federazione: organizzazione di convegni, presenza alla Fiera Campionaria di Milano, sottoscrizione di un protocollo di intesa. Lo studio specifico al distretto potrebbe esportato in termini di metodo nell'ambito di detto networking.

Fanno parte del Parco agroalimentare i Comuni di San Daniele del Friuli, Ragogna, Fagagna, Rive D'Arcano, Coseano e Dignano la cui collocazione strategica ne ha determinato una forte propensione all'artigianato e al commercio. Storicamente, l'agroalimentare ha registrato le maggiori dinamiche espansive grazie alle seguenti caratteristiche: eccellente qualità dei prodotti, alta specializzazione derivata da antiche tradizioni artigianali, massima affidabilità di igiene e di servizio, ottimo rapporto qualità/prezzo, larghissima presenza sui mercati internazionali. Potremmo associare a dette dinamiche una particolare attenzione agli aspetti di efficientamento energetico e rispetto dell'ambiente con la conseguente riduzione della CO2 emessa correlata al minor consumo di energia elettrica e termica. Nel caso, gli interventi di efficientamento risultino sistematici per la maggioranza della aziende, la riduzione della CO2 conseguente risulta rilevante, con una immagine "verde" del distretto utile come leva commerciale.

I principali **organismi di gestione e rappresentanza** del Distretto, a cui è possibile fare riferimento per programmi di efficientamento energetico ed ambientale, sono:

- l'Agenzia per lo Sviluppo dei Distretti Industriali: ASDI Parco Agro-Alimentare di San Daniele s.c.a r.l
- il Consorzio del Prosciutto di San Daniele

L'agenzia per lo sviluppo del Parco Agro-Alimentare di San Daniele s.c.a r.l

In ottemperanza alla Legge regionale n. 4 del 2005, che prevede la creazione di Agenzie di sviluppo per i distretti industriali (ASDI) in sostituzione dei Comitati di distretto (privi di strutture per lo svolgimento dei propri compiti, nonché di personalità giuridica), nel dicembre del 2006 si è costituita l'ASDI dell'Agro-Alimentare (sotto forma di società consortile a capitale misto pubblico e privato), denominata "Parco Agro-alimentare di San Daniele". All'ASDI partecipano imprese insediate nel Distretto, Comuni, Province, Camere di commercio, Consorzi ed Enti per lo sviluppo industriale, associazioni imprenditoriali, organizzazioni sindacali, associazioni di categoria, che assumono un ruolo particolarmente significativo nell'azionariato societario e garantiscono una reale rappresentatività degli attori operanti nel Distretto. Al fine di concorrere al rafforzamento della competitività del distretto e di sostenere l'evoluzione competitiva delle imprese, l'ASDI svolge essenzialmente attività e servizi a supporto dei processi innovativi delle imprese localizzate nell'area territoriale di riferimento, in particolare è competente ad elaborare le strategie per la realizzazione dei patti previsti per lo sviluppo del distretto e svolge funzioni di promozione e di coordinamento nelle iniziative locali di politica industriale.

Consorzio del Prosciutto di San Daniele – San Daniele (UD)

Nato nel 1961 con l'obiettivo di tutelare il nome del prosciutto di San Daniele, il Consorzio del Prosciutto di San Daniele (che aggrega circa trenta prosciuttifici ma anche allevatori di suini e industrie di macellazione operanti nel circuito della Dop), rappresenta il motore strategico del sistema produttivo. Il Consorzio assolve le funzioni: di promotore di norme tecniche di produzione comuni a tutti gli operatori del settore; di certificatore dell'elevato standard qualitativo del prodotto commercializzato in termini di sicurezza igienico-sanitaria, caratteristiche chimiche, fisiche, organolettiche e nutrizionali. Inoltre, riveste il ruolo di interfaccia del sistema economico nella concertazione nazionale; presta servizi di supporto e assistenza alle aziende consorziate sui mercati esteri e svolge attività di promozione, divulgazione ed informazione del consumatore. Il Consorzio potrebbe implementare le proprie competenze agli aspetti di efficientamento energetico ed ambientale.

Produzione

Il prosciutto crudo di San Daniele è il principale prodotto DOP dell'area: le aziende del Consorzio Prosciutto che possono produrre il DOP San Daniele sono 27 con 30 stabilimenti, tutte di grandi o medie dimensioni e insediate all'interno dei confini geografici del Comune di San Daniele.

Esse trasformano cosce di suino provenienti da 11 regioni italiane (l'incidenza di quelle provenienti dall'area di San Daniele è minima) per una produzione che supera i 40 milioni di chili l'anno, con circa 2.700.000 cosce marchiate con la denominazione d'origine protetta. Il prosciutto di San Daniele Dop è presente in oltre 54 mercati mondiali ma viene commercializzato principalmente per il mercato italiano con un fatturato annuo complessivo di oltre 300 milioni di euro.

Fabbisogno energetico

Considerato lo standard produttivo delle aziende facenti parte del Consorzio del prosciutto di San Daniele e la conseguente omogeneità delle lavorazioni effettuate, gli stabilimenti di produzione presentano impianti molto simili.

Il ciclo produttivo impiega:

- **l'energia elettrica** per:
 - il mantenimento delle condizioni termiche nelle celle frigorifere e nei locali di stagionatura;
 - la ventilazione meccanica dei locali di asciugatura e condizionamento del reparto di disossamento e affettamento;
 - l'azionamento dei macchinari, sia direttamente (motori elettrici), sia indirettamente attraverso un compressore d'aria;
 - l'illuminazione dei locali;
 - il pompaggio dei fluidi termo vettori.
- **l'energia termica** prodotta dal gas metano per:
 - il mantenimento delle condizioni termiche nelle celle frigorifere e nei locali di stagionatura attraverso il riscaldamento di acqua di processo attraverso caldaie a gas;
 - la produzione di acqua calda a perdere per il lavaggio dei macchinari, dei locali e dei prosciutti.

In linea generale comunque il profilo dei consumi è considerato estremamente piatto, **senza picchi** improvvisi di richiesta di energia da parte delle aziende. Dai monitoraggi effettuati, la stima dei consumi annui di energia elettrica e di gas metano è la seguente⁵:

I parametri specifici medi con riferimento alla produzione⁶ sono:

Produzione totale	Circa 39.400	tonnellate/anno di prosciutti
Fatturato	Circa 300	milioni euro/anno
Energia elettrica	Circa 50.000	MWh/ anno
Gas metano	Circa 5.000.000	Metri cubi/anno

I parametri specifici medi con riferimento al fatturato, sono:

Energia elettrica/t prosciutto anno	Circa 1.269 kWh/ ton pro, anno
Gas metano/t prosciutto anno	Circa 127 metri cubi/ton pro, anno
Fatturato/ton prosciutto	Circa 7.600 euro/ ton pro, anno
Addetti totali	Circa 500
Fatturato/addetto	Circa 600.000 euro/addetto, anno

A conferma di questo ordine di grandezza si riportano i consumi della **Principe di San Daniele Spa** riportati nella dichiarazione ambientale 2013⁷:

	u.m.	2010	2011	2012
Consumo gas metano	m ³	900.468	851.219	830.869
Consumo energia elettrica	MW/h	12.014,9	11.741,6	11.272,7
Produzione totale annua (prodotto finito)	ton	4796,97	4.912,67	3.694,44

Analisi del Distretto del prosciutto crudo di San Daniele applicando i principi della metodologia 3EMT-S

L'attività in analisi è individuata dal codice Ateco C10.13.00 dove Sezione C: attività manifatturiera - divisione 10: industrie alimentari - gruppo 10.1: lavorazione e conservazione di carne e produzione di prodotti a base di carne -

⁵ Fonte: Programma di sviluppo triennale ASDI 2007/2009.

⁶ Fonte: www.parcoalimentare.it e www.ilsole24ore.com.

⁷ Fonte: www.principefood.com.

classe 10.13: produzione di prodotti a base di carne - categoria e sottocategoria 10.13.00: produzione di prodotti a base di carne.

Si intende analizzare come caso studio il Distretto produttivo del prosciutto di San Daniele; l'analisi energetica, in particolare i fabbisogni elettrici, riguardano una "azienda produttiva tipo".

In una fase successiva è possibile e opportuno studiare e valutare un insieme di aziende adiacenti nel territorio che possono condividere i fabbisogni ai fini della realizzazione di un impianto centralizzato con caratteristiche trigenerative (produzione di energia elettrica, termica e frigorifera). Le aziende verranno servite con reti interne. L'impianto può essere integrato con una rete di teleriscaldamento a servizio del territorio (ospedale, casa di cura, utenze comunali, scuole, abitazioni, ecc.) usufruendo di incentivazioni statali; detta analisi aggiuntiva non fa parte del presente documento.

Con i dati acquisiti e stimati su base annuale vengono calcolati i fattori energetici in funzione delle tonnellate di prosciutto prodotte in un anno, ai fini di una loro generalizzazione ed estensione ad una generica azienda.

Il passo successivo è costituito dallo studio dell'impiantistica utilizzata nel ciclo di lavorazione del prosciutto, delle potenziali opportunità tecnologiche di risparmio energetico e del loro eventuale inserimento nel ciclo produttivo.

Di tutte le opportunità tecnologiche di risparmio energetico presenti sul mercato ed applicabili al caso in esame, vengono prese in considerazione, a titolo di esempio, solamente le più rilevanti, in particolare quelle afferenti all'utilizzo dell'energia elettrica.

Per alcune di queste opportunità viene effettuata un'analisi energetica, mettendo in evidenza il potenziale risparmio conseguibile e le differenze tra la situazione caratterizzata dallo stato "attuale", rappresentato dal fattore energetico iniziale, e quella "a cui tendere".

Definizione del bacino produttivo del prosciutto di San Daniele ed individuazione delle aziende

Attualmente il sistema produttivo del prosciutto di San Daniele è costituito da 27 aziende per un totale di 31 stabilimenti (alcune aziende hanno più di uno stabilimento). Un quarto di queste sono di tipo artigianale e le restanti hanno caratteristiche industriali. Le dimensioni di queste aziende sono diverse: la produzione annua di prosciutti va dalle 3.000 alle 170.000 unità. Complessivamente sono impiegati circa 500 addetti.

L'elenco delle aziende è riportato di seguito:

Tabella 4 - Elenco dei prosciuttifici di San Daniele del Friuli

N° azienda	Logo	Dati Azienda
1		San Dan Prosciutti (stabilimento A&B Prosciutti) Indirizzo: via Aonedis, 11 e-mail: info@aebprosciutti.it
2		Alberti "La Casa del Prosciutto" Indirizzo: via Ciconi 30 e-mail: info@lacasadelprosciutto.com
3		Alcisa Italia Indirizzo: via Midena 26/28 e-mail: info@grandisalumificiitaliani.it
4		Arbea Indirizzo: via Aonedis 31 e-mail: info@arebea.it
5		Dok Dall'Ava Indirizzo: via Gemona 17/B e-mail: info@dokdallava.com
6		Eli Prosciutti Indirizzo: via Ragogna 3 e-mail: fogolar@eliprosciutti.it
7		Filiera Uno Prosciutti Indirizzo: via Jacopo Pirone 15 e-mail: filieraunoprosciutti@alcaruno.it

8		Framon Indirizzo: via Nazionale 8, via Pirona 23-27 e-mail: posta@framon-spa.it
9		Io Prosciutto Indirizzo: via Europa 12 e-mail: n.d.
10		King's Indirizzo: via S. Andrat 22 e-mail: info@kingsprosciutti.it
11		La Glacere Indirizzo: via Osoppo 9 e-mail: info@laglacere.it
12		Leoncini Prosciutti Indirizzo: via Venezia 204 e-mail: info@leonciniprosciutti.com
13		Levoni Indirizzo: via Aonedis 15 e-mail: levoni@levoni.it
14		Morgante Indirizzo: via Aonedis 3 e-mail: info@morgante.it
15		Negroni Indirizzo: via Venezia, 228 - via Nazionale, 20 e-mail: negroni@negroni.com
16		Nuova Mondial Indirizzo: via Venezia, 220 e-mail: nuovamondial@alice.it
17		Principe di San Daniele Indirizzo: via Venezia, 222/224 e-mail: info@principefood.com
18		Prosciutti 4 stagioni Indirizzo: via Gemona 3/5 e-mail: sandaniele@martellisalumi.it
19		Prosciutti Coradazzi Indirizzo: via Kennedy 128 e-mail: info@coradazzi.it
20		Prosciuttifici Picaron Indirizzo: via Gemona 1 - via Fagagna, 46 e-mail: amministrazione@picaron.it
21		Prosciuttificio Bagatto Indirizzo: via San Luca 24/26 e-mail: info@prosciuttibagatto.it
22		Prosciuttificio Friulano San Daniele Indirizzo: via Venezia 208/210 e-mail: info@friulanosandaniele.it
23		Prosciuttificio Il Camarin Indirizzo: via Venezia 208/210 e-mail: ilcamarin.prosciutti@tin.it

24		Prosciuttificio Prolongo Indirizzo: viale Trento e Trieste 129 e-mail: prosciutti@prolongo.it
25		Prosciuttificio Zanini Indirizzo: via da l'Ancone 2 e-mail: zaninigiobatta@libero.it
26		Selva Alimentari Indirizzo: via Aonedis 19 e-mail: selva.alimentari@virgilio.it
27		Testa e Molinaro Indirizzo: via Tagliamento 41 e-mail: info@testaemolinaro.it

Di seguito viene riportata una cartina del comune di San Daniele del Friuli, in cui sono individuati sul territorio i prosciuttifici elencati nella precedente tabella.

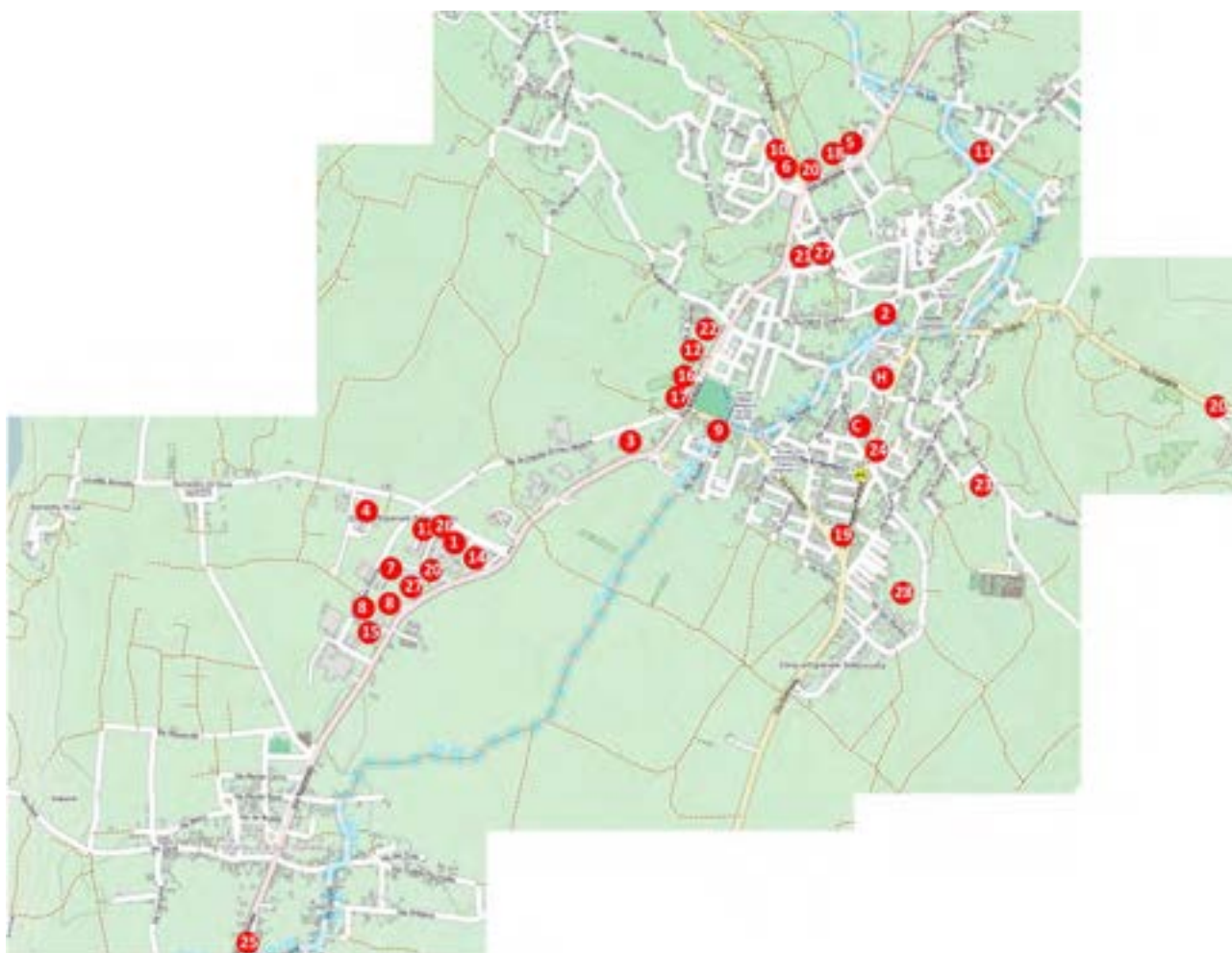


Figura 5 - Ubicazione dei prosciuttifici sul territorio del comune di San Daniele

Con il seguente grafico, si mette in evidenza la distribuzione delle aziende, presenti nel bacino, in funzione della forma societaria.

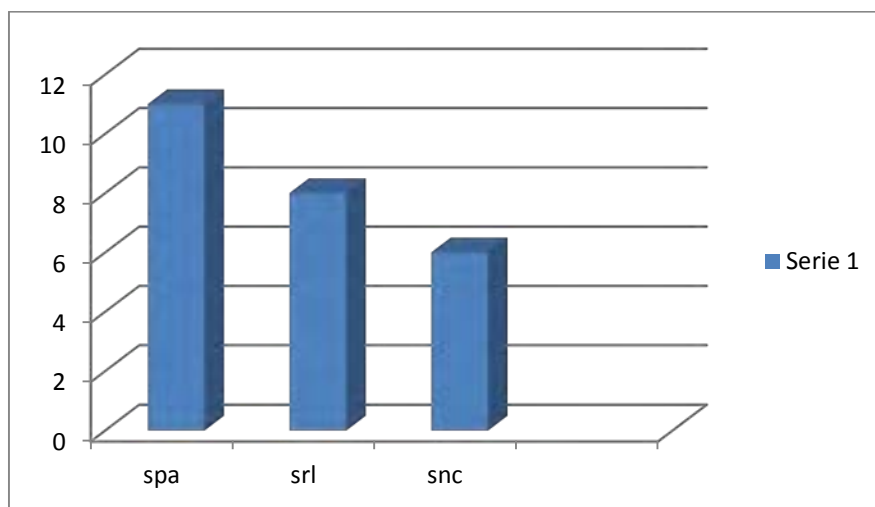


Figura 6 - Forma societaria dei prosciuttifici di San Daniele

Caratterizzazione produttiva ed energetica del bacino

Ciclo di lavorazione

Le fasi di lavorazione del prosciutto di San Daniele sono stabilite dal Decreto Ministeriale 16 febbraio 1993, n.293 : “Regolamento di esecuzione della legge 14 Febbraio 1990, n.30 sulla tutela della denominazione di origine del prosciutto di San Daniele” e sono:

- isolamento
- raffreddamento
- salagione o salatura
- pressatura
- riposo
- lavatura
- sugnatura
- stagionatura

Queste fasi derivano dalla tradizione produttiva originale e continuano a trovare riscontro nell’attuale processo industriale. Le recenti **innovazioni tecnologiche** infatti, sono intervenute esclusivamente non solo per migliorare l’organizzazione del lavoro e garantire una migliore gestione delle lavorazioni e del prodotto ma, soprattutto, **per valorizzare tutti i processi tipici** caratterizzanti la produzione del prosciutto di San Daniele attraverso un’impiantistica attrezzata proprio in funzione di questi. Si è cercato dunque di equilibrare l’applicazione innovativa con la conservazione di quei momenti di lavorazione che appartengono al patrimonio culturale della produzione locale.

In questa ottica rientra il presente studio che intende ridurre il fattore di prelievo energetico e l’incidenza dei costi energetici mantenendo la struttura del processo.

Tabella 5 - Sintesi delle principali fasi della lavorazione

Descrizione operazione	Celle di lavorazione		Durata media della lavorazione in giorni
	Temperatura	Umidità	
Rifilatura, pesatura, raffreddamento	2-3 °C	90-95 %	1
Salatura	2-3 °C	90-95 %	15
Pressatura	4-5 °C	70%	2
Riposo (toilettatura, rinvenimento e lavaggio)	da 4-6 a 8-10 °C	80-85 %	50-60
Asciugamento	da 20 a 27 °C	90%	7
Prestagionatura	da 12-14 a 14-19 °C	da 85 a 70 %	35-40
Totale giornate lavorazione			131-146
Stagionatura e stuccatura	da 15 a 22 °C		240
Totale giornate produzione prosciutti			371-386

Di seguito è riportato anche uno schema di flusso del ciclo di lavorazione del prosciutto di San Daniele che rappresenta in modo chiaro e sintetico le diverse fasi della produzione, le condizioni di temperatura ed umidità ed il tipo di macchinario utilizzato in ognuna di queste fasi.

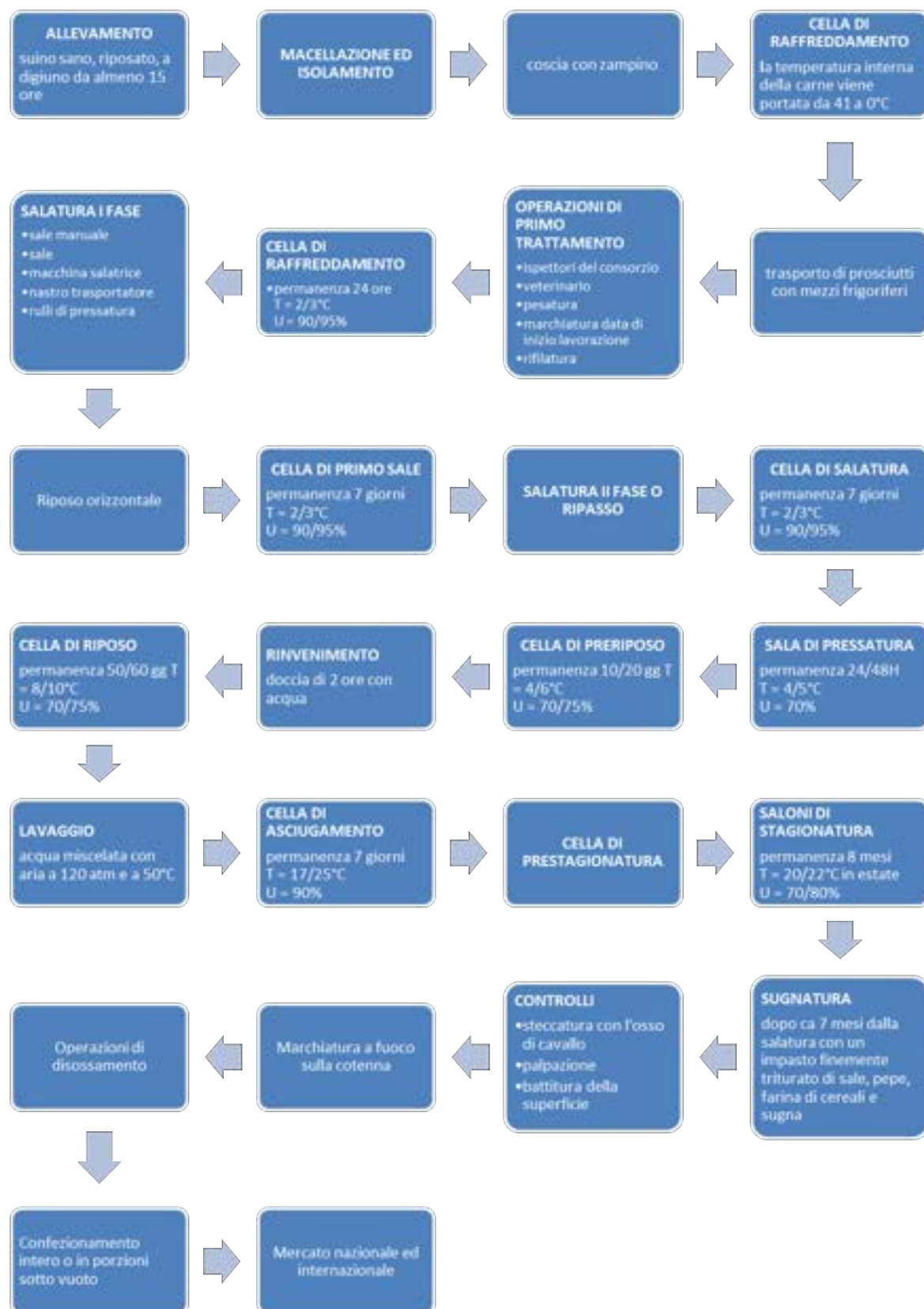


Figura 7 - Schema di flusso del ciclo di produzione

2.3.1 Case study su un prosciuttificio tipo del Distretto di San Daniele

La nostra indagine prende in considerazione una “azienda media tipo” di 19 dipendenti.

L’azienda ha un’attività di 280 giorni all’anno per 8 ore di attività giornaliera.

Il consumo annuale totale è di 2.253.422 kWh.

La produzione annua è di circa 1.800 t/anno.

La struttura dei consumi in termini percentuali non si è modificata negli anni in termini sensibili in ragione della invariabilità delle fasi e del processo.

La tabella – matrice che segue riporta le connessioni tra macchine e impianti e successivamente i consumi di energia elettrica e metano aggregati con riferimento ai soli impianti.

Tabella 6 - Consumi estate-inverno di un prosciuttificio tipo

							Estate				Inverno			
	MACCHINE						CONSUMI				CONSUMI			
MATRICE TOTALE	Motori elettrici	Caldie	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione	Energia elettrica (kwh)	Metano (mc)	Olii combustibili	Potenza luminosa (w/mq)	Energia elettrica (kwh)	Metano (mc)	Olii combustibili	Potenza luminosa (w/mq)
IMPIANTI														
Involucro edilizio														
Cella di raffreddamento							10590	^^^			^^^	652		
Cella di salatura							175455	^^^			13760	^^^		
Cella di pressatura							6742	^^^			^^^	3329		
Cella di pre riposo							34930	^^^			^^^	2822		
Cella di riposo							^^^	13603			^^^	29944		
Cella di asciugamento							^^^	19501			^^^	28521		
Cella di pre stagionatura							59728	^^^			1640	19778		
Cella di stagionatura							1476329	^^^			^^^	445525		
Impianto di illuminazione celle							35893			4	35983			4
Salatrici							9877				9877			
Pressatrici							17475				17475			
Massaggiatrici							12916				12916			
Lavatrici							11396				11396			
Spazzolatrici							9117				9117			
Trasporti interni con muletto							***				***			
Trasporti interni con guidovie							15195				15195			
Impianto di illuminazione uffici							37563			10	37563			10
Impianto illuminazione zona produttiva							87647			10	87647			10
Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari								***				***		
Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici								***				***		
Impianto riscaldamento invernale uffici								***				18304		
Impianto riscaldamento invernale zona produttiva								***				83566		
Impianto di condizionamento uffici							***				***			
Impianto produzione aria compressa							***				***			
Involucro edilizio uffici														
Involucro edilizio zona produttiva														

Nelle figure che seguono si riportano i dati sopra esplicitati in forma di grafici.

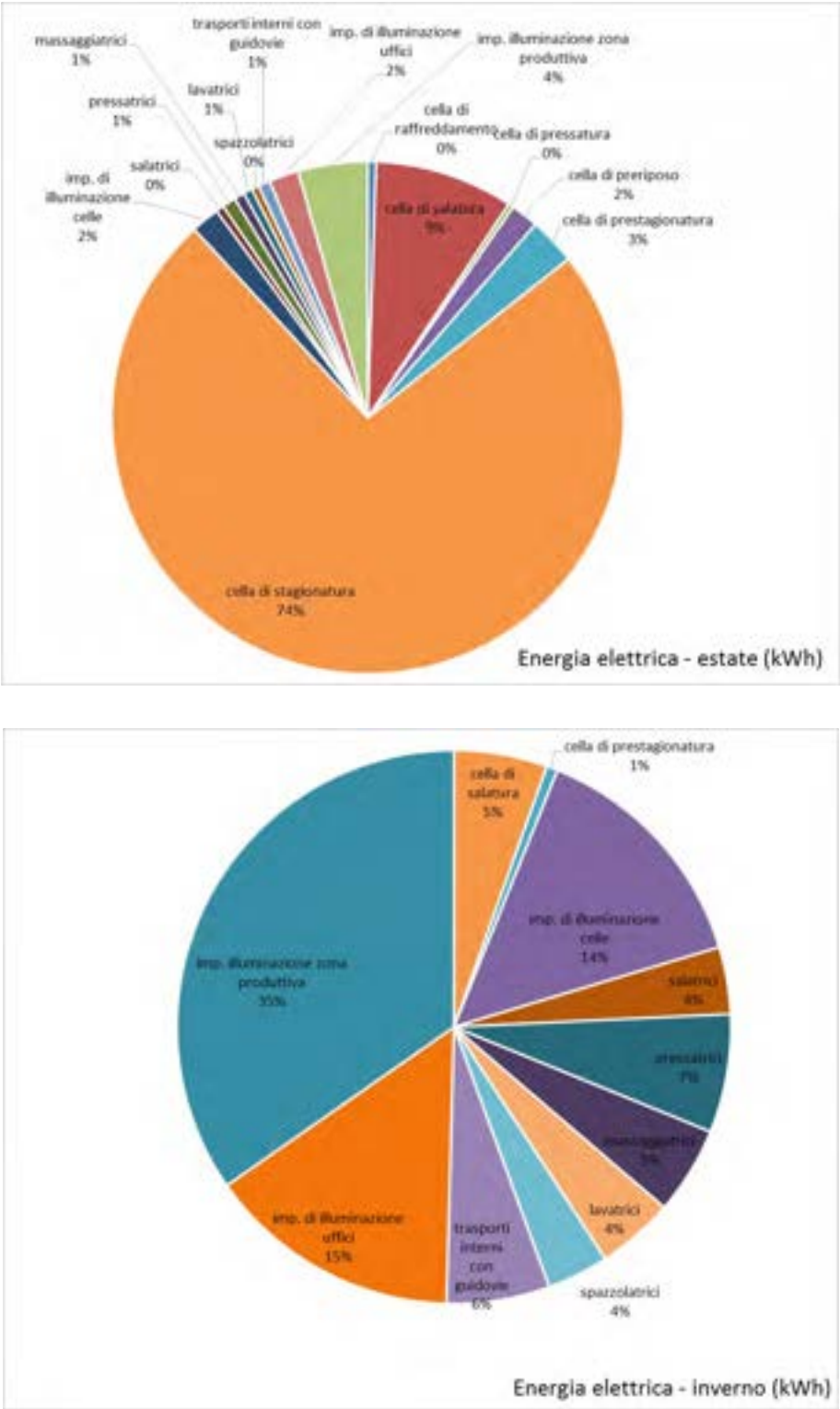


Figura 8 – Rappresentazione grafica dei consumi elettrici estate-inverno di un prosciuttificio tipo

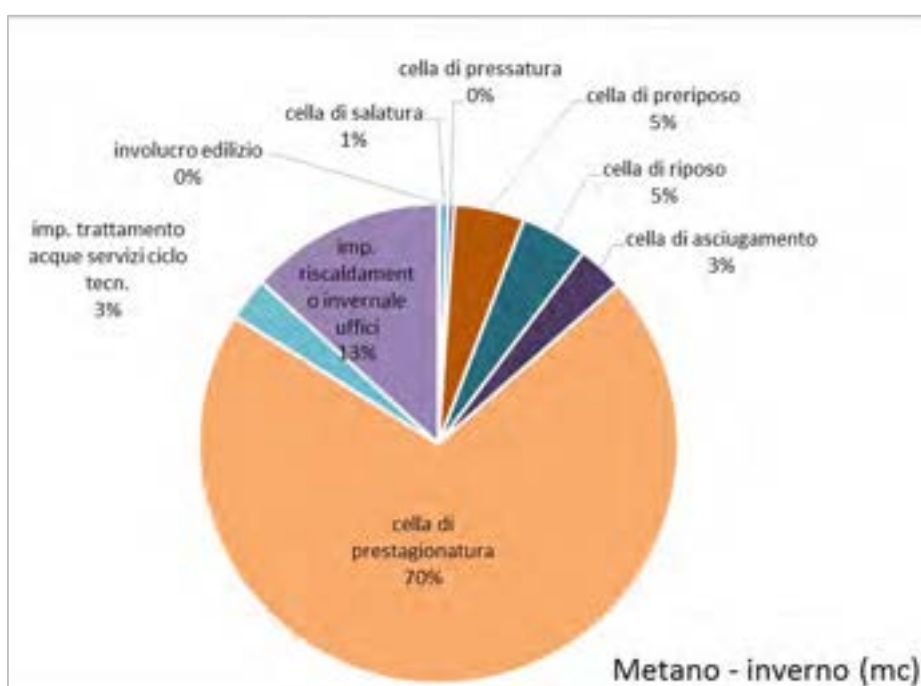
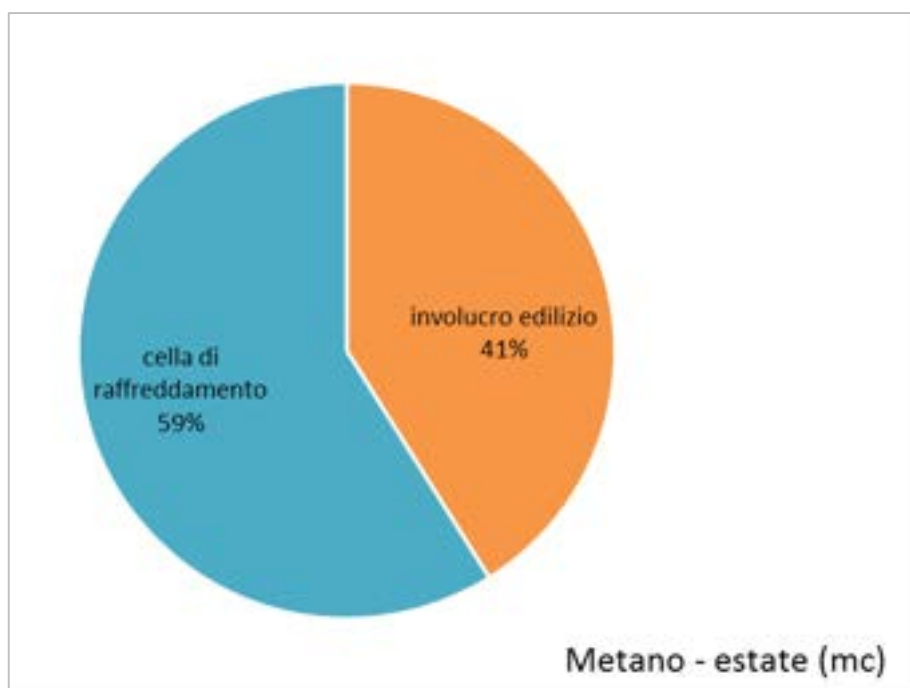


Figura 9 - Rappresentazione grafica dei consumi di metano estate-inverno di un prosciuttificio tipo

Analisi energetica ed impiantistica

Per un'analisi sistemistica dei consumi di una azienda generica facciamo nuovamente riferimento alla lista degli impianti esposta in precedenza (Tabella 4), dettagliando gli impianti appartenenti al ciclo tecnologico da quelli che interessano i trasporti e i servizi generali, ausiliari ed igienico-sanitari.

Tabella 7 - Check list degli impianti di un prosciuttificio tipo

CICLO TECNOLOGICO		
Celle	Involucro edilizio delle celle	
	Impianti di condizionamento	Celle di raffreddamento
		Celle di salatura
		Celle di pressatura
		Celle di riposo
		Celle di asciugamento
		Celle di prestagionatura
	Celle di stagionatura	
Illuminazione celle		
Salatrici		
Pressatrici		
Massaggiatrici		
Lavatrici		
Spazzolatrici		
Fabbisogno acqua lavaggio (T= 50°C)		
TRASPORTI		
Trasporti interni a guidovie		
Trasporto interno (muletto)		
SERVIZI AUSILIARI, GENERALI, IGIENICO-SANITARI		
Uffici	Illuminazione	
	Impianti di condizionamento	
	Impianti di riscaldamento	
	Involucro edilizio	
Zone di lavorazione	Illuminazione	
	Impianto di riscaldamento	
	Involucro edilizio	
Fabbisogno di acqua	fredda (T <60°C)	
Fabbisogno di acqua igenico-sanitaria		

Per quanto riguarda i consumi:

Tabella 8 - Matrice impianti/consumi estate-inverno di un prosciuttificio tipo

	Estate				Inverno			
	CONSUMI				CONSUMI			
MATRICE TOTALE	Energia elettrica (kwh)	Metano (mc)	Olii combustibili	Potenza luminosa (W/mq)	Energia elettrica (kwh)	Metano (mc)	Olii combustibili	Potenza luminosa (W/mq)
IMPIANTI								
Involucro edilizio								
Cella di raffreddamento	10590	^^^			^^^	652		
Cella di salatura	175455	^^^			13760	^^^		
Cella di pressatura	6742	^^^			^^^	3329		
Cella di pre riposo	34930	^^^			^^^	2822		
Cella di riposo	^^^	13603			^^^	29944		
Cella di asciugamento	^^^	19501			^^^	28521		
Cella di pre stagionatura	59728	^^^			1640	19778		
Cella di stagionatura	1476329	^^^			^^^	445525		
Impianto di illuminazione celle	35893			4	35983			4
Salatrici	9877				9877			
Pressatrici	17475				17475			
Massaggiatrici	12916				12916			
Lavatrici	11396				11396			
Spazzolatrici	9117				9117			
Trasporti interni con muletto	***				***			
Trasporti interni con guidovie	15195				15195			
Impianto di illuminazione uffici	37563			10	37563			10
Impianto illuminazione zona produttiva	87647			10	87647			10
Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari		***				***		
Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici		***				***		
Impianto riscaldamento invernale uffici		***				18304		
Impianto riscaldamento invernale zona produttiva		***				83566		
Impianto di condizionamento uffici	***				***			
Impianto produzione aria compressa	***				***			
Involucro edilizio uffici								
Involucro edilizio zona produttiva								

Analisi delle opportunità tecnologiche di risparmio energetico

Impianti e macchine

Come già esposto nel paragrafo precedente, il ciclo di lavorazione è di tipo “standard”, per cui è possibile individuare una serie di impianti caratteristici di tutte le aziende del bacino produttivo considerato.

Gli impianti sono riportati in una lista, indicando anche le macchine di più rilevante incidenza in termini energetici.

Di seguito, nella matrice, si riportano le connessioni tra la lista degli impianti e la lista delle macchine.

Tabella 9 – Matrice impianti/macchine di un prosciuttificio tipo

MATRICE TOTALE	MACCHINE					
	Motori elettrici	Caldaje	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione
IMPIANTI						
Involucro edilizio						
Cella di raffreddamento						
Cella di salatura						
Cella di pressatura						
Cella di pre riposo						
Cella di riposo						
Cella di asciugamento						
Cella di pre stagionatura						
Cella di stagionatura						
Impianto di illuminazione celle						
Salatrici						
Pressatrici						
Massaggiatrici						
Lavatrici						
Spazzolatrici						
Trasporti interni con muletto						
Trasporti interni con guidovie						
Impianto di illuminazione uffici						
Impianto illuminazione zona produttiva						
Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari						
Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici						
Impianto riscaldamento invernale uffici						
Impianto riscaldamento invernale zona produttiva						
Impianto di condizionamento uffici						
Impianto produzione aria compressa						
Involucro edilizio uffici						
Involucro edilizio zona produttiva						

Opportunità tecnologiche di risparmio energetico

In fase di ottimizzazione degli impianti, delle macchine e dunque dei processi si andranno ad individuare le opportunità tecnologiche più idonee ai fini di un efficientamento energetico.

Passeremo ora a individuare le opportunità più rilevanti, descrivendole sommariamente ove ritenuto opportuno:

- **Coibentazione:** Si considereranno come opportunità la coibentazione di tubature e canalizzazioni, la coibentazione di locali e le barriere termiche interne per il passaggio rapido e frequente di mezzi e uomini (film plastici trasparenti, teli tessuti, film plastici o teli riflettenti (alluminizzati) o altre tecniche, quali coperture a lamelle orientabili, a cuscino gonfiabile, a intercapedine riempibile con schiume di polistirolo).
- **Generatori di calore ad alto rendimento.**
- **Motori elettrici ad alta efficienza:** sostituzione e adeguamento della potenza dei motori, attualmente, in generale sovradimensionati rispetto alla potenza termica max prevista, con funzionamento parzializzato e con basso rendimento elettrico, eventualmente con l'utilizzo di inverter. Normativa di riferimento Direttiva ErP UE riguardante la progettazione ecocompatibile (2005/32/EC) esempi: efficienza classe IE3 o IE2 se abbinati a inverter – per i motori di maggiore potenza (oltre i 355 kW) sono disponibili standard di efficienza IE4.
- **Sistemi d'illuminazione ad alto rendimento.**

Nel prospetto di seguito riportato sono state riassunte le principali caratteristiche delle lampade utilizzate e presenti sul mercato utili per un orientamento.

Tipologia di lampade	Efficienza luminosa [lm/W]	Vita media [h]	Indice resa cromatica CRI [%]	Temperatura di colore [K]	Alimentazione [W]	Vantaggi	Svantaggi
incandescenza	11 - 12	1.000	100	2.000 - 3000	15-1.000	- Costo molto basso - Ottima resa cromatica - Semplicità di installazione	- Scarsa efficienza, - breve vita media
alogene	18 - 22	2.000 – 4.000	100	2.900 – 3.000	5 – 150	- Vita media superiore alle tradizionali lampade a incandescenza - Si evita il fenomeno dell'annerimento del bulbo - Ottima temperatura di colore - Ottima resa cromatica - Possibilità di regolare e variare il flusso luminoso - Dimensioni ridotte	- Minore efficienza rispetto alle fluorescenti - Riscaldamento del bulbo
fluorescenza	55 - 120	10.000 – 24.000	60 - 90	2.700 – 6.500	10 - 80	- Risparmio energetico (mediamente del 75% rispetto alle lampade a incandescenza) - Elevata efficienza luminosa - Ampia gamma di tonalità di luce - Lunghissima durata	- Necessità di un alimentatore - Alto costo iniziale - frequenti accensioni e spegnimenti riducono notevolmente il tempo di vita
Fluorescenti compatte	70 - 90	6.000 – 15.000	80 - 90	2.700 – 6.000	3 - 25	- Risparmio energetico (mediamente del 75 - 80% rispetto alle lampade a incandescenza) - Elevata efficienza luminosa - Ampia gamma di tonalità di luce - Lunga durata	- Alto costo iniziale - Necessità di un alimentatore (solo se non integrato) - frequenti accensioni e spegnimenti riducono notevolmente il tempo di vita
Ioduri metallici	40 - 100	6.000 – 20.000	65 - 90	4.000 – 6.000	Fino a 1.000	- Risparmio energetico - Ottima resa cromatica - Luce bianca e brillante - Dimensioni ridotte - Lunga durata	- Accensione lenta - Adozione di dispositivi per l'accensione e l'innesco
Vapori di sodio ad alta pressione	70 - 150	12.000 – 20.000	20 – 80	2.000 – 2.500	50 – 1.000	- Ottima efficienza luminosa - Lunga durata - Risparmio energetico	Resa cromatica non ottimale
Vapori di sodio a alta pressione	125 - 200	10.000-12.000	0	1.800	18 – 180	- Elevatissima efficienza luminosa - Lunga durata - Risparmio energetico	- Nessuna resa cromatica - Accensione lenta
LED	40 - 150	30.000 - 100.000	60 - 80	3.000 – 9.000		- Elevatissima durata - Assenza di manutenzione - Assenza di sostanze pericolose - Accensione a freddo immediata - Resistenza agli urti e alle vibrazioni - Dimensioni ridotte - Flessibilità di installazione - Possibilità di regolare la potenza	- Alto costo iniziale - Efficienza luminosa con margini di miglioramento

Al fine di massimizzare i vantaggi economici ed energetici che possono derivare dall'utilizzo della tecnologia a LED nell'illuminazione pubblica è stato redatto il seguente prospetto che riporta i valori dei principali parametri.

Efficienza del corpo illuminante	- Per corpo illuminante da arredo urbano: • Efficienza minima di sistema a 3000K, CRI70: 75lm/W • Efficienza minima di sistema a 4000K, CRI70: 85lm/W - Per corpo illuminante da applicazione stradale funzionale: • Efficienza minima di sistema a 3000K, CRI70: 90lm/W • Efficienza minima di sistema a 4000K, CRI70: 100lm/W
Efficienza del modulo LED	- Efficienza minima della sorgente LED a 3000K, CRI70: 135lm/W - Efficienza minima della sorgente LED a 4000K, CRI70: 145lm/W
Durata del LED	- Per corpo illuminante da arredo urbano: • durata minima del LED 60.000 h, L70 - Per corpo illuminante da applicazione stradale funzionale: • durata minima del LED 100.000 h, L70
Durata del corpo illuminante e dell'alimentatore	- Efficienza minima del driver: 90% - Per corpo illuminante da arredo urbano: • durata minima del driver 60.000 h - Per corpo illuminante da applicazione stradale funzionale: • durata minima del driver 80.000 h
Temperatura di colore	- Per corpo illuminante da arredo urbano: • temperatura di colore del LED: 3000 (o 4000K) - Per corpo illuminante da applicazione stradale funzionale: • temperatura di colore del LED: 4000 K
Corrente di alimentazione	< 350mA
Protezione dalle sovratensioni	minimo 10KV
Grado di protezione IP	minimo: IP66

- **Uso ottimale dell'energia elettrica:** gestione elettronica dei carichi elettrici, attenuazione delle punte di carico, distribuzione migliore del diagramma di carico nel tempo (con beneficio per la rete e quindi di interesse macroeconomico).
- **Recuperatori di calore dell'aria di rinnovo:** sono degli scambiatori di calore a fluido bifase o a piastre aria-aria che consentono di prelevare calore dall'aria che si toglie dall'ambiente per cederlo a quella di rinnovo.
- **Macchine frigorifere con recupero:** consiste nel recuperare energia dai cicli frigoriferi di grosse potenze per riutilizzarla come sorgente termica nel processo o per il riscaldamento degli ambienti.
- **Cogenerazione:** con alcune condizioni di funzionamento gode di numerosi incentivi di carattere economico-finanziario (certificati bianchi), contributi in conto capitale e agevolazioni tariffarie e fiscali (riduzione delle accise). Va sottolineata l'importanza strategica della cogenerazione anche da un punto di vista della sicurezza che essa offre al soggetto operatore in termini di alimentazione. Essa ha particolare validità in tutte le situazioni in cui vi è un fabbisogno termico abbastanza continuo ed a temperatura bassa, con contemporaneo fabbisogno di elettricità. E' cioè opportuno avere un numero di ore all'anno sufficientemente elevato per garantire un buon utilizzo dell'impianto
- **Abbinamento della produzione di freddo e cogenerazione:** questa opportunità è legata alla possibilità di abbinare la produzione del freddo alla cogenerazione, grazie all'utilizzo di macchine frigorifere ad assorbimento. Esse richiedono temperature già di un certo livello: le macchine monostadio, quelle di più antica tradizione, richiedono al generatore temperature intorno ai 110°÷ 120°C. Sono inoltre offerte sul mercato macchine frigorifere ad assorbimento bistadio che utilizzano calore ad un livello di temperature più elevato (180°), con resa nettamente superiore a quella delle macchine monostadio. Sono presenti sul mercato macchine ad azionamento diretto, sia attraverso l'uso diretto dei fumi del motore primo, sia con una combustione diretta di combustibile nel generatore della macchina frigorifera. I vantaggi sono legati all'aumento delle ore di utilizzo annue, poiché in tutto il periodo estivo l'impianto continua a funzionare per il raffrescamento.
- **Frazionamento della potenza termica nominale della generatore termico e sistemi di regolazione:** sovente la caldaia funziona a potenza termica erogata ridotta con un elevato grado di parzializzazione e rendimenti termici limitati, in detti impianti è utile il frazionamento della potenza termica nominale max in più generatori con intervento di regolazione a cascata in funzione dell'entità dei fabbisogni termici.
- **Sistemi integrati:** l'aspetto limitante è che i costi di impianto possono essere elevati e quindi, per tale motivo, una scelta oculata del sistema ed una valutazione approfondita degli scopi perseguiti e dei mezzi impiegati si impongono come requisiti essenziali prima di ogni decisione. I sistemi integrati, proprio per la loro complessità, sembrano fino a questo momento godere più di un favore teorico che non di un'effettiva penetrazione in campo pratico e applicativo.

Scelta delle opportunità tecnologiche più rilevanti e loro correlazione

Le opportunità tecnologiche di maggior interesse, nel caso dei prosciuttifici, sono:

1. lampade ad alto rendimento;
2. rifasamento;
3. cogenerazione;
4. macchine ad assorbimento;
5. recupero del calore dai compressori.

Le opportunità sommariamente analizzate sono: illuminazione efficiente, cogenerazione e macchine ad assorbimento. Per caratterizzare le relazioni esistenti tra le diverse opportunità e la possibilità di utilizzarle insieme per raggiungere un più elevato livello di risparmio energetico, definiamo:

Opportunità indipendente - un'opportunità si dice indipendente quando la sua realizzazione non esclude la realizzazione di un'altra opportunità;

Opportunità dipendente - un'opportunità si dice dipendente da un'altra opportunità quando la sua realizzazione esclude la realizzazione di quest'ultima;

Opportunità complementare - un'opportunità si dice complementare ad un'altra opportunità se può essere abbinata efficacemente a quest'ultima.

Nel nostro caso, le lampade ad alto rendimento e il rifasamento possono essere considerati come opportunità indipendenti, perché la loro realizzazione non impedisce la messa in opera di nessuna delle altre opportunità.

La cogenerazione oltre ad essere indipendente, può essere valutata con un eventuale collegamento con una macchina ad assorbimento, per cui risulta complementare ad essa.

Le ultime due opportunità sono tra loro dipendenti nel senso che la realizzazione di una di esse esclude la realizzazione dell'altra.

La seguente tabella riassume le relazioni esposte sopra, fornendo anche i riferimenti tra le varie opportunità.

	Opportunità tecnologiche		
	Indipendente	Dipendente da	Complementare a
Lampade ad alto rendimento	x		
Rifasamento	x		
Cogenerazione	x		4
Macchine ad assorbimento		5	3
Recupero del calore dai compressori		4	3

La matrice che segue vuole mettere in relazione le opportunità appena menzionate con gli impianti e le macchine presenti nei prosciuttifici, in modo da individuare facilmente, all'interno del ciclo produttivo, dove tali opportunità tecnologiche possono essere efficacemente introdotte per ridurre i consumi di energia.

Tabella 10 - Matrice delle opportunità tecnologiche di un prosciuttificio tipo

							OPPORTUNITA' TECNOLOGICHE													
							Lampade ad alto rendimento													
							Rifasamento													
							Isolamento													
							Cogenerazione													
							Macchine ad assorbimento													
							Recupero calore dai compressori													
OPPORTUNITA' TECNOLOGICHE							MACCHINE							Motori elettrici						
Lampade ad alto rendimento																				
Rifasamento							Compressori							Ventilatori						
Isolamento							Lampade							Coibentazione						
Cogenerazione							Motori a combustione													
Macchine ad assorbimento																				
Recupero calore dai compressori																				
							IMPIANTI													
							Involucro edilizio													
							Cella di raffreddamento													
							Cella di salatura													
							Cella di pressatura													
							Cella di pre riposo													
							Cella di riposo													
							Cella di asciugamento													
							Cella di pre stagionatura													
							Cella di stagionatura													
							Impianto di illuminazione celle													
							Salatrici													
							Pressatrici													
							Massaggiatrici													
							Lavatrici													
							Spazzolatrici													
							Trasporti interni con muletto													
							Trasporti interni con guidovie													
							Impianto di illuminazione uffici													
							Impianto illuminazione zona produttiva													
							Impianto trattamento acque servizi igienico sanitari													
							Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnici													
							Impianto riscaldamento invernale uffici													
							Impianto riscaldamento invernale zona produttiva													
							Impianto di condizionamento uffici													
							Impianto produzione aria compressa													
							Involucro edilizio uffici													
							Involucro edilizio zona produttiva													

Analisi delle opportunità tecnologiche di risparmio energetico

Successivamente alla individuazione qualitativa ed alla sommaria descrizione delle opportunità tecnologiche di efficientamento energetico più rilevanti, abbiamo analizzato quantitativamente, in termini sommari, i valori dei consumi energetici per tipologia di impianto e proceduto alla valutazione dell'efficientamento potenziale solo per alcune di dette opportunità.

La nostra analisi, a titolo di esempio, si occupa in maniera più approfondita solo di alcune queste, e più precisamente delle lampade ad alto rendimento, della cogenerazione e del gruppo frigorifero ad assorbimento. Di seguito si riportano i calcoli che danno luogo a una stima del potenziale risparmio conseguente. Questa stima verrebbe calcolata automaticamente dal sistema dopo che la metodologia 3EMT-S proposta venisse adeguatamente tradotta in termini informatici provvedendo all'upgrade del software 3EMT.

Lampade ad alto rendimento

Valutazione energetica:

A tale riguardo è utile ridefinire il Fattore Energetico Totale (F.E.T.). Con esso si intende indicare la quantità mensile di energia elettrica in kWh consumata attualmente in un anno acquistata dalla rete pubblica per ogni tonnellata di prosciutto prodotto all'anno.

La valutazione tiene conto della maggiore efficienza dei nuovi corpi illuminanti.

Fattore Energetico Totale con lampade esistenti	$F. E. T._1 = 1.252 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico Totale con lampade ad alto rendimento	$F. E. T._2 = 1.158 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico Totale	$\Delta F. E._{\text{illum.}} = 94 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F. E._{\text{illum.}}}{F. E. T._1} = \frac{94}{1.252} = 0,075$

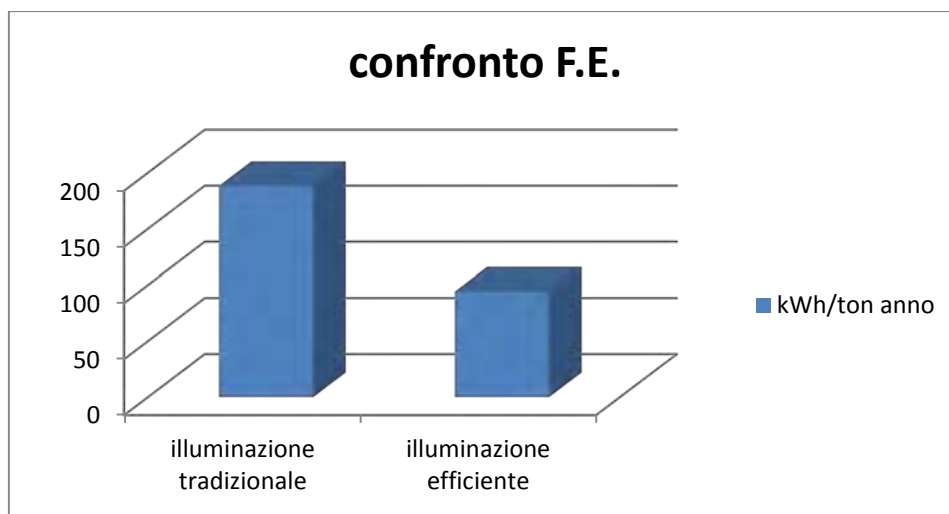
Graficamente:



Possiamo calcolare in questo caso anche la variazione del fattore Energetico (F.E.) relativo alla sola illuminazione, intendendo con questo il consumo mensile di energia elettrica per l'illuminazione in kWh diviso le tonnellate prodotte all'anno.

Fattore Energetico con lampade esistenti	$F. E._1 = 188 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico con lampade ad alto rendimento	$F. E._2 = 94 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico	$\Delta F. E. = 94 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F. E._{\text{illumin.}}}{F. E. T._1} = \frac{94}{188} = 0,5$

Graficamente:



Cogenerazione

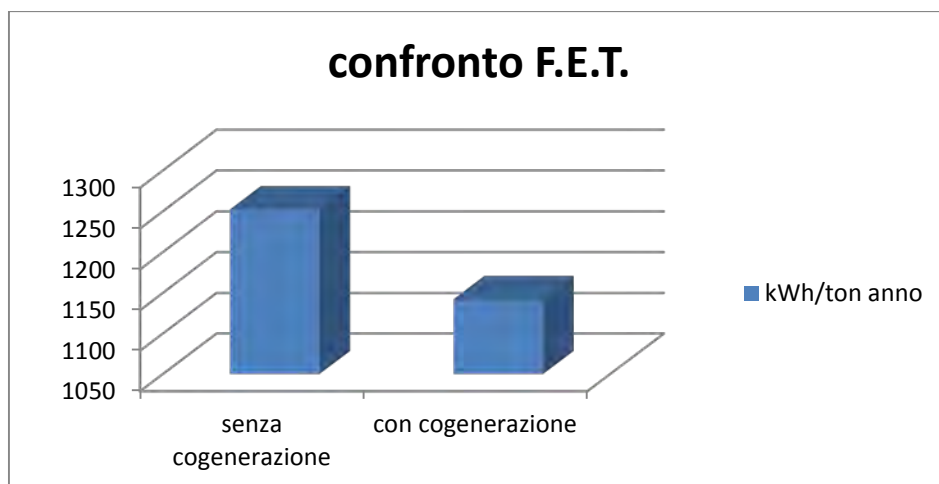
La valutazione sommaria tiene conto degli spettri di carico elettrico e termico; la cogenerazione riguarda una quota parte di fabbisogno elettrico di 200.00 kWh elettrici e una pari quantità di energia termica.

Valutazione energetica:

In questo caso, passa al calcolo del Fattore Energetico Totale (F.E.T.).

Fattore Energetico Totale senza cogenerazione	$F. E. T._1 = 1.252 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico Totale con cogenerazione	$F. E. T._2 = 1.142 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico Totale	$\Delta F. E._{\text{cog.}} = 110 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F. E._{\text{cog.}}}{F. E. T._1} = \frac{110}{1.252} = 0,088$

Grafico: variazione del F.E.T. con l'introduzione della cogenerazione



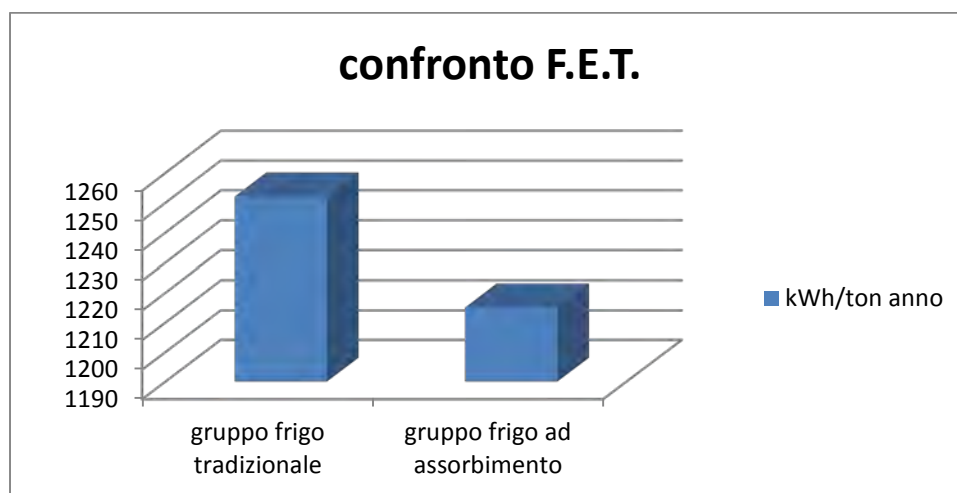
Gruppo frigorifero ad assorbimento

Valutazione energetica:

L'energia termica prodotta dai cogeneratore viene utilizzata da macchine ad assorbimento con un CPO di 1. Nella valutazione sommaria si è tenuto conto di un CP delle macchine frigorifere attualmente funzionanti pari a 3.

Fattore Energetico Totale con gruppo frigo tradizionale	$F. E. T._1 = 1.252 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico Totale con gruppo frigo ad assorbimento	$F. E. T._2 = 1.215,4 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico Totale	$\Delta F. E. T. \text{ ass} = 36,6 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F. E. T. \text{ ass}}{F. E. T._1} = \frac{36,6}{1.252} = 0,029$

Grafico: variazione del F.E.T. con l'introduzione del gruppo frigorifero ad assorbimento



Il lavoro esposto sopra costituisce un esempio di applicazione sommaria ad un'azienda media tipo di un importante bacino produttivo con la finalità di esplicitare il percorso del metodo.

L'analisi mette in evidenza alcuni parametri attinenti agli aspetti energetici **prima e dopo l'applicazione delle opportunità** di contenimento dei consumi energetici di maggior rilievo con riferimento all'unità di prodotto.

Detto parametro (fattore energetico specifico) permette di valutare l'efficienza totale e i valori economici di afferenza semplicemente moltiplicando il fattore energetico specifico per la produzione annua.

Con buona approssimazione, considerata la costanza del processo produttivo, in assenza di interventi di efficientamento energetico già effettuati, il fattore energetico specifico può essere utilizzato da una azienda generica del distretto.

Analizzando analogamente le opportunità tecnologiche evidenziate dalla matrice (Tabella 9) è possibile mediante una sommatoria valutare l'efficientamento energetico complessivo potenziale.

2.4 Possibili sviluppi futuri: il metodo 3EMT-PS

Il 3EMT-S è coerente, in larga misura, con la *vision* del nuovo Piano Energetico Regionale (PER) del Friuli Venezia Giulia, attualmente in inchiesta pubblica. La parte conclusiva del presente studio ha perciò indagato in via preliminare come, opportunamente modificato ed ulteriormente integrato, il 3EMT-S possa diventare anche una metodologia di sistema utilizzabile per la pianificazione territoriale a qualunque livello (dominio territoriale definito: regione, distretto, comune, provincia, bacino generico, ecc.) o dominio discreto (le attività siderurgiche, le strutture ospedaliere, le strutture scolastiche, ecc.). Il metodo considererebbe anche gli aspetti ambientali ed economici, in particolare la CO₂ emessa, e il livello di occupazione, entrambi fattori rilevanti nella pianificazione territoriale. Il nuovo programma così potenziato, se applicato, porterebbe ad una serie ordinata di indicatori di prestazione e strategie parametrizzate tali da poterle utilizzare per produrre una serie di "traiettorie" che informano il legislatore sui cambiamenti e che sono di utilità per impostare strategie specifiche. Queste considerazioni sono state fatte tenendo presente la struttura, le visioni e i limiti dello strumento legislativo che è stato predisposto in Friuli Venezia Giulia e a cui si è fatto riferimento per tratteggiare i contorni di una possibile metodologia 3EMT-PS, dove PS sta per Pianificazione Strategica.

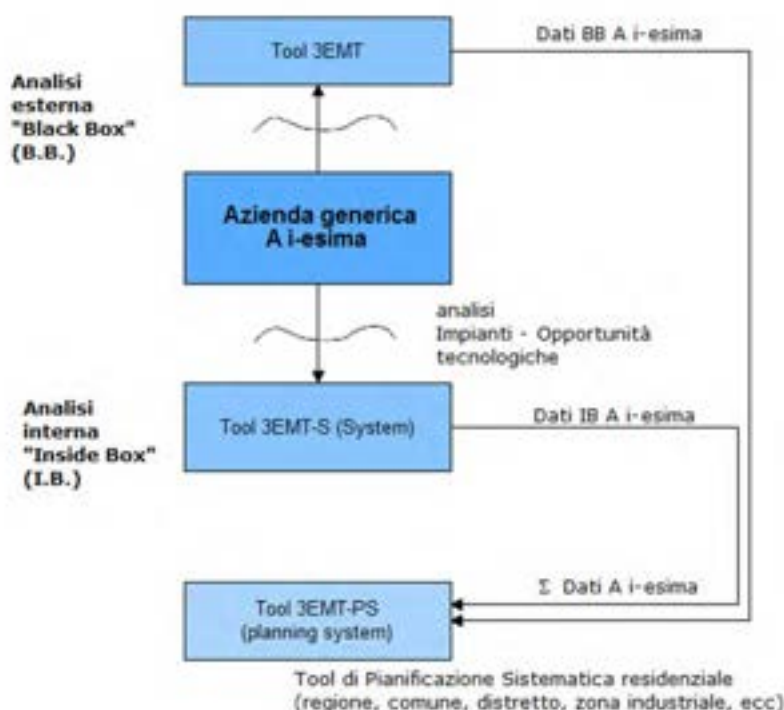


Figura 10 - Sviluppo dei tool 3EMT e 3EMT-S ai fini della pianificazione territoriale

Le pianificazioni energetiche territoriali attuali sono documenti pluriennali con indirizzi strategici e contenuti qualitativi e quantitativi che necessitano di una maggiore strutturazione ed un affinamento nelle metodologie di parametrizzazione in termini energetici, ambientali e sociali.

Con queste impostazioni, in genere, al termine di un periodo di applicazione non abbiamo disponibili dati e strategie parametrizzate tali da poterle utilizzare per definire una “traiettoria” che ci informi sui cambiamenti e che può essere di supporto a valutazioni più dettagliate e alle pianificazioni successive (Figura 11).

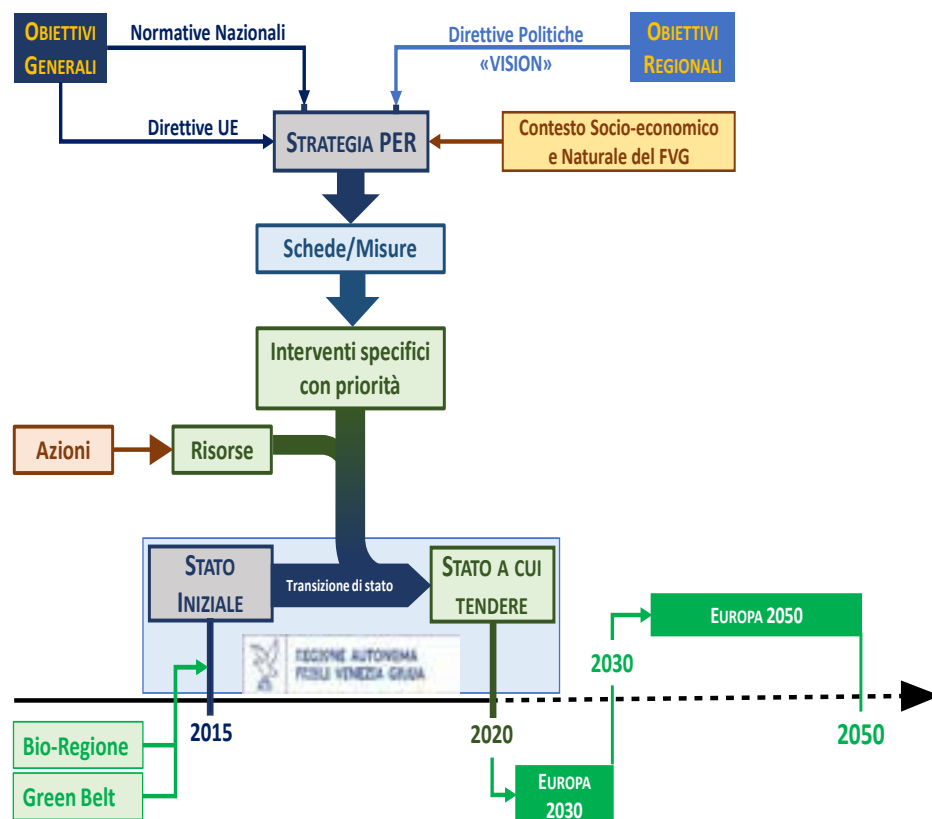


Figura 11 - PER-FVG, cap. 5 pag. 262, schema di pianificazione

Con il metodo 3EMT-PS si intende proporre una metodologia di analisi e pianificazione i cui concetti “portanti” sono gli stessi di 3EMT-S, sviluppandolo per insiemi aggregati di attività (secondo schema Ateco) e introducendo ordinatamente nuove liste di controllo che possono essere utili alle strategie pianificatorie (azioni, risorse, necessità formative, parametri ambientali, parametri economici occupazionali, ecc.).

Si proporrà una relazione di calcolo per la **valutazione delle priorità** che farà riferimento a dette performance energetiche ambientali ed economiche (anche l’occupazione) con un fattore aggiuntivo di tipo strategico che farà riferimento all’indirizzo strategico-politico ed alla struttura socio economica del territorio di cui trattasi.

La parte finale della proposta stabilirà un criterio per l’individuazione delle tipologie di azioni da porre in essere per l’introduzione delle opportunità prioritarie e le risorse, per tipologia, da mettere a disposizione. Si potranno associare i dati in uno stato A (attuale) ed in seguito a delle azioni pianificatorie individuando un possibile stato B caratterizzato da performance migliori che possono essere rappresentate in forma triangolare (Figura 12).

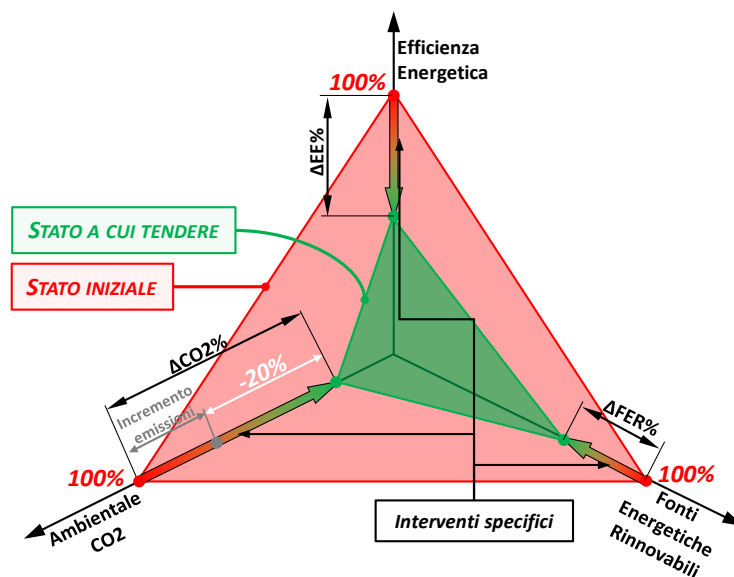


Figura 12- Triangolo delle prestazioni PER-FVG, cap. 5 pag. 263

In altri termini ad ogni azione di intervento corrispondono dati oggettivi chiari sugli aspetti più importanti della vita produttiva del bacino analizzato sia globalmente che per singola aggregazione.

Il metodo così impostato potrebbe essere applicato ad esempio alla Regione Friuli Venezia Giulia in coerenza dell'attuale struttura del nuovo piano con riferimento alla Figura 13. Nell'approccio proposto le misure riportate in Figura 13 possono costituire una nuova lista di controllo da correlare alla lista delle attività e alla lista delle opportunità a costituire ulteriori matrici di correlazione; in tal modo l'ente pianificatore ha una visione ordinata su cui impostare le azioni e le risorse necessarie.

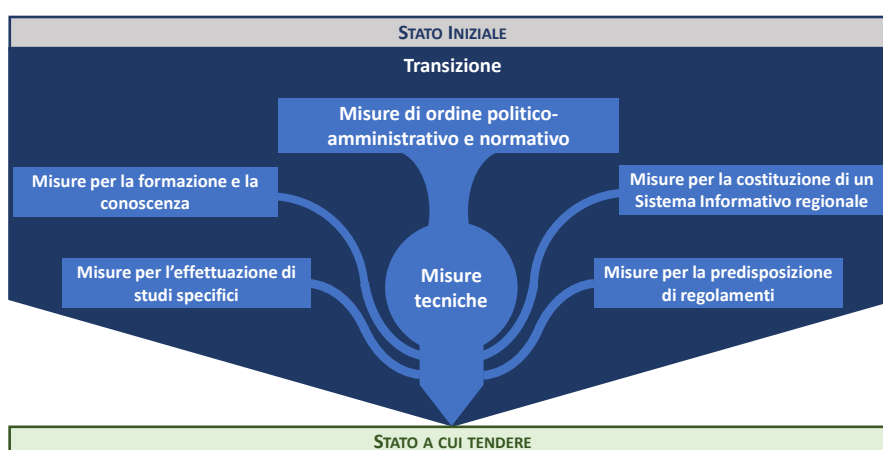


Figura 13 - PER-FVG, cap.5 pag. 264, schema delle misure

3 Conclusioni

La promozione di strumenti di informazione e di analisi dei consumi all'interno delle PMI rappresenta per l'Unione Europea un obiettivo preliminare prioritario al fine di facilitare e rendere maggiormente efficace l'effettiva implementazione di audit energetici e la successiva attuazione delle raccomandazioni risultanti al fine di aumentare l'efficienza energetica nel comparto industriale.

Nell'ambito del presente lavoro si è andati a sviluppare il software di pre-audit *3EMT-S*, evoluzione in un'ottica di sistema, finalizzata anche alla pianificazione energetica locale, del tool *3EMT*⁸. Il *3EMT-S*, a fronte della compilazione di un questionario dettagliato, consente l'elaborazione automatica di un report finale, completo di una strategia personalizzata di miglioramento della performance energetica ed ambientale dell'impresa: esso rappresenta un considerevole passo in avanti nell'accuratezza di un pre-audit, rispetto ad un approccio non strutturato e generico. A beneficio delle autorità che regolamentano le politiche industriali ai vari livelli, l'attività svolta ha sviluppato una complessa integrazione metodologica, del tutto generale, che è basata su un approccio di tipo "sistemico" in termini di approccio multidisciplinare e di struttura di analisi, in grado di migliorare ulteriormente l'accuratezza dell'analisi rispetto allo strumento di partenza, come evidenziato nella Figura 14.



Figura 14 - Qualità dell'analisi ai fini dell'efficientamento energetico

Infatti, mentre il tool *3EMT* di base è caratterizzato da un approccio "black box", il metodo *3EMT-S* integra l'analisi con una procedura "guidata informaticamente" alla struttura impiantistica e alle opportunità tecnologiche di efficientamento, definita "inside box", ai fini di una quantificazione degli efficientamenti possibili.

Il metodo *3EMT-S* è definito "sistemico" poiché individua una serie di liste di controllo (attività/codice Ateco, impianti, macchine, opportunità tecnologiche di efficientamento energetico), univocamente definite, costituite da elementi coerenti e da matrici di correlazione che definiscono qualitativamente e quantitativamente le connessioni tra gli elementi delle liste stesse. Come raffigurato nella Figura 15, le matrici di correlazione sono tra loro collegate funzionalmente a formare insiemi di matrici coassiali.

⁸ Cfr. Report RdS/PAR2014/046.

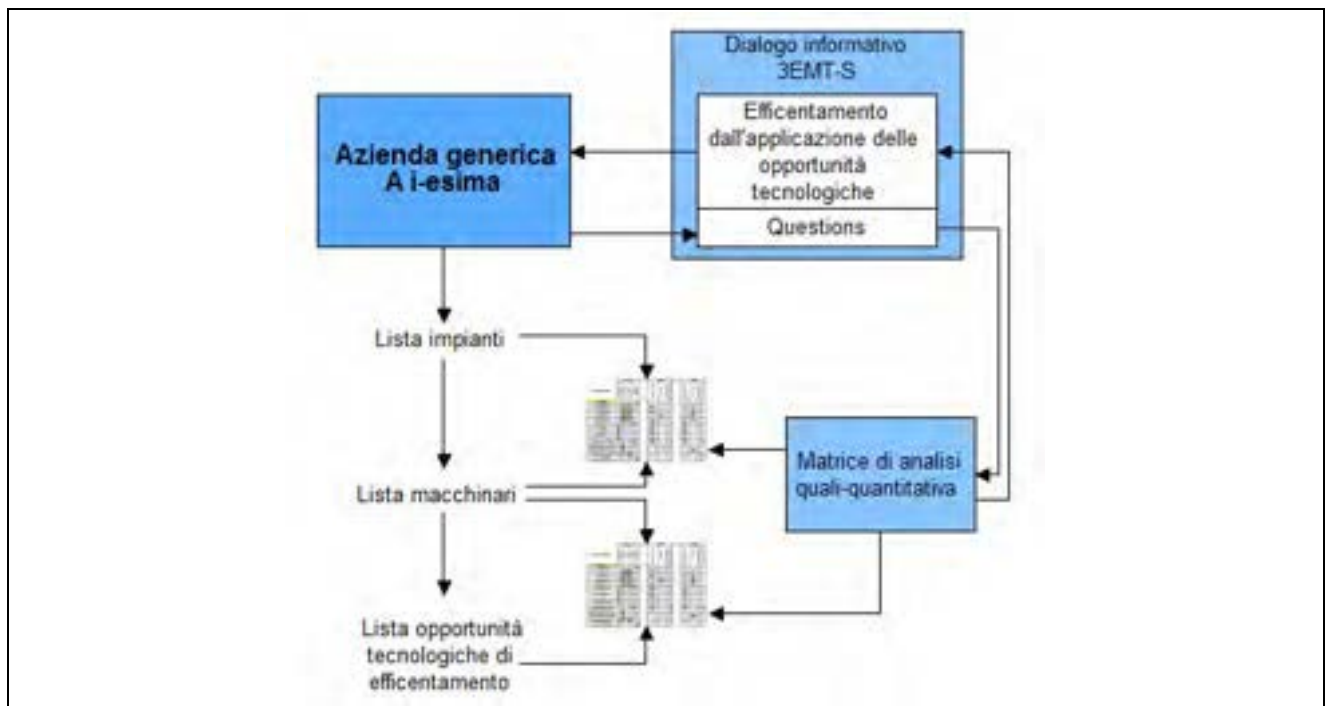


Figura 15- Configurazione funzionale del metodo di indagine 3EMT-S (System)

Nello specifico, con riferimento alla Figura 16, le **quattro liste base** di controllo realizzate sono:

- le **Attività** individuate dai codici Ateco e successive aggregazioni;
- gli **Impianti** di interesse energetico;
- le **Macchine** energivore;
- le **Opportunità Tecnologiche** di risparmio energetico.

Le **tre matrici base** di correlazione sviluppate sono invece le seguenti:

- Attività-Impianti;
- Impianti-Macchine;
- Macchine-Opportunità Tecnologica.

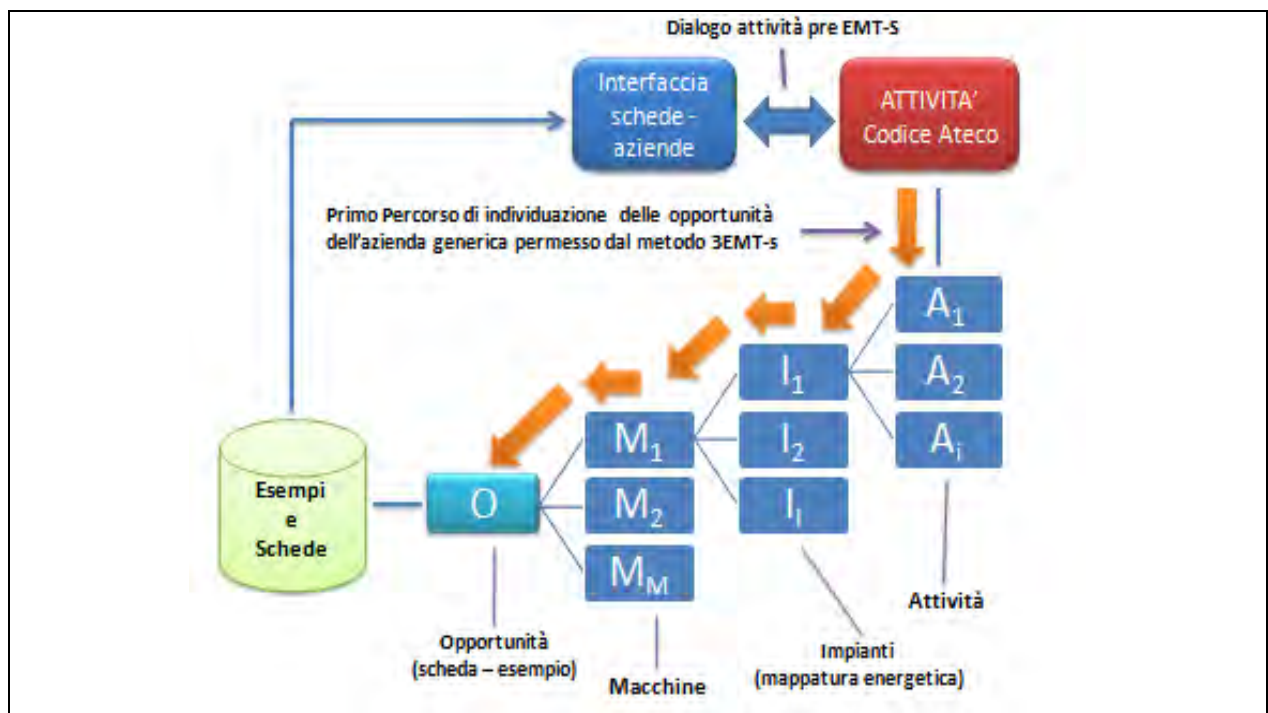


Figura 16 - Schema di base del nucleo centrale metodo

L'aspetto più rilevante della metodologia 3EMT-S è quello di mettere in connessione organica e ordinata le banche dati collegate ai codici di attività e la banca dati afferenti alle opportunità tecnologiche di efficientamento con le relative schede di valutazione, già in parte predisposte da ENEA nell'ambito del meccanismo dei Certificati Bianchi; le informazioni contenute nelle schede ENEA dovranno essere adattate per essere interoperabili con il linguaggio di programmazione del tool.

Per fornire un *case study* esemplificativo, il metodo 3EMT-S è stato applicato e testato in via preliminare al Distretto del prosciutto di San Daniele del Friuli, sia in termini di singola azienda sia in termini di sistema, realizzando un pre-audit dettagliato.

Si riporta di seguito la matrice impianti-macchine utilizzata per il caso specifico esaminato.

Tabella 11– Matrice impianti/macchine di un prosciuttificio tipo

MATRICE TOTALE	MACCHINE					
	Motori elettrici	Caldaje	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione
IMPIANTI						
Involucro edilizio						
Cella di raffreddamento						
Cella di salatura						
Cella di pressatura						
Cella di preriposo						
Cella di riposo						
Cella di asciugamento						
Cella di prestagionatura						
Cella di stagionatura						
Impianto di illuminazione celle						
Salatrici						
Pressatrici						
Massaggiatrici						
Lavatrici						
Spazzolatrici						
Trasporti interni con muletto						
Trasporti interni con guidovie						
Impianto di illuminazione uffici						
Impianto illuminazione zona produttiva						
Impianto trattamento acque servizi igienico-sanitari						
Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnico						
Impianto riscaldamento invernale uffici						
Impianto di riscaldamento invernale zona produttiva						
Impianto di condizionamento uffici						
Impianto produttivo aria compressa						
Involucro edilizio uffici						
Involucro edilizio zona produttiva						

La matrice che segue vuole mettere in relazione le opportunità tecnologiche con gli impianti e le macchine presenti nei prosciuttifici, in modo da individuare facilmente, all'interno del ciclo produttivo, dove tali opportunità tecnologiche possono essere efficacemente introdotte per ridurre i consumi di energia.

Tabella 12 - Matrice delle opportunità tecnologiche di un prosciuttificio tipo

Tabella 12 - Matrice delle opportunità tecnologiche di un presatellite tipo															
OPPORTUNITA'															
							Lampade ad alto rendimento								
							Rifasamento								
							Isolamento								
							Cogenerazione								
							Macchine ad assorbimento								
							Recupero calore dai compressori								
OPPORTUNITA'	Lampade ad alto rendimento	Rifasamento	Isolamento	Cogenerazione	Macchine ad assorbimento	Recupero calore da compressori		MACCHINE	Motori elettrici	Caldaie	Compressori	Ventilatori	Lampade	Coibentazione	Motori a combustione
							IMPIANTI								
							Involucro edilizio								
							Cella di raffreddamento								
							Cella di salatura								
							Cella di pressatura								
							Cella di preriposo								
							Cella di riposo								
							Cella di asciugamento								
							Cella di prestagionatura								
							Cella di stagionatura								
							Impianto di illuminazione celle								
							Salatrici								
							Pressatrici								
							Massaggiatrici								
							Lavatrici								
							Spazzolatrici								
							Trasporti interni con muletto								
							Trasporti interni con guidovie								
							Impianto di illuminazione uffici								
							Impianto di illuminazione zona produttiva								
							Impianto trattamento acque servizi igienico-sanitari								
							Impianto trattamento acque servizi ciclo tecnico								
							Impianto riscaldamento invernale uffici								
							Impianto riscaldamento invernale zona produttiva								
							Impianto di condizionamento uffici								
							Impianto produttivo aria compressa								
							Involucro edilizio uffici								
							Involucro edilizio zona produttiva								

Successivamente alla individuazione qualitativa ed alla breve descrizione delle opportunità tecnologiche di efficientamento energetico più rilevanti, sono stati analizzati i consumi energetici per tipologia di impianto, procedendo alla valutazione dell'efficientamento potenziale per alcune di dette opportunità: lampade ad alto rendimento, cogenerazione e gruppo frigorifero ad assorbimento.

In particolare, per le tre tecnologie è stata calcolata la variazione del Fattore Energetico (F.E.), definito come il consumo mensile di energia elettrica (in kWh) diviso per la produzione annua (in tonnellate).

Il *case study* mostra, quale esempio applicativo del metodo e con i limiti di una analisi generalizzata, i **risultati quantitativi di efficientamento** che sarebbero calcolati in modo automatico dal tool *3EMT-S*:

- L'uso di **lampade ad alta efficienza** permette una riduzione del consumo per 94 kWh per tonnellata di prosciutto prodotto, con una incidenza sui consumi totali in termini di **risparmio del 7,5%** (Tabella 13).
- L'uso della **cogenerazione a motore endotermico** permette una riduzione del consumo per 110 kWh per tonnellata di prosciutto prodotto, con una incidenza sui consumi totali in termini di **risparmio dell'8,8%** (Tabella 14).
- L'uso di **macchine ad assorbimento abbinate al calore di scarto** dei cogeneratori a motore endotermico permette una riduzione di energia elettrica pari a 36,6 kWh pari al **2,9% dei consumi** totali (Tabella 15).

Tabella 13 - Efficientamento potenziale nell'illuminazione di un prosciuttificio tipo

Fattore Energetico con lampade esistenti	$F.E._1 = 188 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico con lampade ad alto rendimento	$F.E._2 = 94 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico	$\Delta F.E. = 94 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F.E._{\text{illumin.}}}{F.E.T._1} = \frac{94}{188} = 0,5$

Per la cogenerazione, la valutazione riportata nella Tabella 14 tiene conto degli spettri di carico elettrico e termico, con una quota parte di fabbisogno elettrico di 200.00 kWh elettrici e una pari quantità di energia termica.

Tabella 14 - Efficientamento potenziale nella cogenerazione in un prosciuttificio tipo

Fattore Energetico Totale senza cogenerazione	$F.E.T._1 = 1.252 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico Totale con cogenerazione	$F.E.T._2 = 1.142 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico Totale	$\Delta F.E._{\text{cog.}} = 110 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F.E._{\text{cog.}}}{F.E.T._1} = \frac{110}{1.252} = 0,088$

L'energia termica prodotta dai cogeneratori viene utilizzata da macchine ad assorbimento con un CPO di 1. Nella valutazione sommaria si è tenuto conto di un CP delle macchine frigorifere attualmente funzionanti pari a 3.

Tabella 15 - Efficientamento potenziale del gruppo frigo di un prosciuttificio tipo

Fattore Energetico Totale con gruppo frigo tradizionale	$F.E.T._1 = 1.252 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Fattore Energetico Totale con gruppo frigo ad assorbimento	$F.E.T._2 = 1.215,4 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Differenziale del Fattore Energetico Totale	$\Delta F.E.T._{\text{ass}} = 36,6 \frac{\text{kWh}}{\text{ton/anno}}$
Rapporto incrementale adimensionale	$\frac{\Delta F.E.T._{\text{ass.}}}{F.E.T._1} = \frac{36,6}{1.252} = 0,029$

Il *3EMT-S* è coerente, in larga misura, con la *vision* del nuovo Piano Energetico Regionale (PER) del Friuli Venezia Giulia, attualmente in inchiesta pubblica: a tal fine, la parte conclusiva del presente studio ha indagato in via preliminare come, opportunamente modificato ed ulteriormente integrato, il *3EMT-S* possa diventare anche una metodologia di sistema utilizzabile per la pianificazione territoriale a qualunque livello (dominio territoriale definito: regione,

distretto, comune, provincia, bacino generico, ecc.) o dominio discreto (le attività siderurgiche, le strutture ospedaliere, le strutture scolastiche, ecc.). Il metodo considererebbe anche gli aspetti ambientali ed economici, in particolare la CO₂ emessa, e il livello di occupazione, entrambi fattori rilevanti nella pianificazione territoriale. Il nuovo programma così potenziato, se applicato, porterebbe ad una serie ordinata di indicatori di prestazione e strategie parametrizzate tali da poterle utilizzare per produrre una serie di “traiettorie” che informano il legislatore sui cambiamenti e che sono di utilità per impostare strategie specifiche.