



**Modulo 3 - Diagnosi energetica**  
**Modulo 4 – Sistemi di monitoraggio e interventi di miglioramento dell'efficienza  
energetica**

**Corso di formazione per Esperti in Gestione Energia**  
sede Ordine degli Ingegneri di Macerata-via Famiglia Palmieri, 26  
22/11/2024 – Macerata (MC)

Filippo Busato  
AssoEGE

## Argomenti

- Modulo 3 - Diagnosi energetica
  - Struttura e organizzazione
  - Baseline e benchmark, modalità operative
- Modulo 4 - Sistemi di misura e monitoraggio
  - Interventi di miglioramento dell'efficienza energetica

- **Diagnosi energetica per il settore civile ed in quello industriale - come deve essere articolata, baseline e benchmark, modalità operative**

## Diagnosi energetica: norme

---

- Norme di inquadramento generale:
    - UNI CEI EN 16247-1
    - ISO 50002
  
  - Norme/ Linee Guida settore civile
    - UNI CEI EN 16247-2 + UNI TR 11775
    - Linee Guida AGESI ASSISTAL – LGEE (sviluppate da AICARR)
    - BSR/ASHRAE/ACCA Standard 211P - Standard for Commercial Building Energy Audits
-

## Diagnosi energetica: norme

---

- Norme/ Linee Guida settore industriale
    - UNI CEI EN 16247-3 + UNI TR 11824
    - Linee Guida ENEA D.lgs 102/14
  - Norme/Linee Guida settore trasporti
    - UNI CEI EN 16247-4
-

## Diagnosi energetica – norme tecniche

---

- La diagnosi energetica relativa agli edifici rappresenta oggi un documento richiesto sempre più spesso, con riferimento a:
    - Criteri Ambientali Minimi in ambito pubblico
    - Richieste di incentivazione (Conto Termico 2.0 ecc.)
    - Contratti EPC
    - Obblighi legati al D.M. Requisiti Minimi
    - Obblighi relativi al Decreto 102/14 e s.m.i. (grandi imprese ed imprese energivore e gasivore)
    - Società Certificate con SGE UNI CEI EN ISO 50001
    - Scelte volontarie (ESG per i Fondi Immobiliari, ETSII, decarbonizzazione..)
-

## Diagnosi energetica - edifici

---

- La diagnosi energetica relativa agli edifici rappresenta oggi un documento richiesto sempre più spesso, con riferimento a:
    - Criteri Ambientali Minimi in ambito pubblico
    - Richieste di incentivazione (Conto Termico 2.0 ecc.)
    - Contratti EPC
    - Obblighi legati al D.M. Requisiti Minimi
    - Obblighi relativi al Decreto 102/14 e s.m.i. (grandi imprese ed imprese energivore e gasivore)
    - Società Certificate con SGE UNI CEI EN ISO 50001
    - Scelte volontarie (ESG per i Fondi Immobiliari, ETSII, decarbonizzazione..)
-

## Diagnosi energetica VS APE

---

- Quando si parla di edifici è fondamentale distinguere la differenza fra
    - **APE: valutazione della prestazione dell'edificio (*asset rating*)**
      - In condizioni standard
      - Con riferimento ad alcuni usi e non al consumo complessivo dei vettori energetici
      - La finalità è la **confrontabilità** (in realtà parzialmente persa con l'attuale struttura delle classi energetici)
    - **Diagnosi energetica (*taylored rating*)**
      - Valutazione adattata all'utenza Valuta l'edificio sull'utilizzo reale e considera i consumi effettivi dei diversi vettori energetici e di fatto su tutti gli utilizzi
      - La finalità è fare valutazione sullo specifico edificio in una condizione d'uso definita, al fine di individuare opportunità di miglioramento
-

## Diagnosi energetica: 16247-1

---

- **Termini e definizioni**
  - 3.11 metodo di campionamento
  - metodo di studio di oggetti selezionati in modo rappresentativo, anziché dell'intero numero di oggetti.
  - .
  - 3.12 uso significativo di energia SEU (Significant Energy Use) in inglese o USE in italiano
  - uso dell'energia (3.10) che rappresentano un consumo energetico sostanziale (3.5) e/o che offrono un notevole potenziale di miglioramento delle prestazioni energetiche (3.21)
-

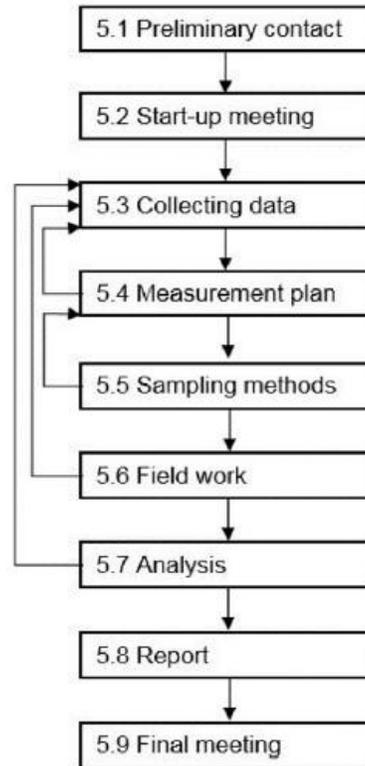
# Diagnosi energetica: 16247-1

---

- **Termini e definizioni**
  - 3.13
  - bilancio energetico
  - contabilità degli input e/o della produzione di energia rispetto agli output energetici basati sul consumo di energia (3.5) per uso di energia (3.10)
  - **FATTORI DI ADEGUAMENTO**
  - 3.14 fattore statico
  - fattore identificato che ha un impatto significativo sulla prestazione energetica (3.7) e che non cambia di routine
  - ESEMPIO Dimensioni dell'impianto; progettazione delle apparecchiature installate; numero di turni settimanali; gamma di prodotti.
  - 3.15 variabile rilevante
  - fattore quantificabile che influisce in modo significativo sulla prestazione energetica (3.7) e che cambia abitualmente
  - ESEMPIO Condizioni atmosferiche, condizioni operative (temperatura interna, livello di illuminazione), ore di lavoro, produzione.
-

# Diagnosi energetica: 16247-1

- Allegato A (informativo)
- Diagramma di flusso



deguato all'ambito, allo scopo e alla completezza dell'audit

re:

mprovement action (EPIA)) devono essere documentate in

e) CONCLUSIONI.

## Diagnosi energetica: 16247-1

---

- Allegato B (informativo)
- Esempi di livello di audit energetico
- Lo standard propone tre livelli di audit per soddisfare le esigenze delle organizzazioni, dal livello 1 al livello 3
- **Il primo livello rappresenta il livello di conformità alla norma EN 16247-1.**
- I livelli 2 e 3 sono requisiti aggiuntivi facoltativi rispetto a quelli specificati nella norma.
- **Il secondo livello** è destinato alle organizzazioni che richiedono la misurazione dei consumi energetici più significativi e un'analisi più dettagliata.
- **Il terzo livello** è destinato alle organizzazioni che richiedono la misurazione dei consumi energetici significativi e che vogliono che l'analisi finanziaria sia supportata da quotazioni accurate.

# Diagnosi energetica: 16247-1

**Table B.1**

	<b>Level 1</b>	<b>Level 2</b>	<b>Level 3</b>
Overall intent	Standard audit conforms to EN 16247 standard requirements	Detailed audit	Detailed audit with costs supported by quotations
Suitable sites type/situation	All sites; sites that require a comprehensive analysis of energy saving opportunities		All sites; sites that require a comprehensive analysis of energy saving opportunities and detailed information with cost calculation for investment
Site visit	Required; interview of key staff members, determine monitoring and measurement plan		
Data collection	Use of relevant significant data (billing-invoice-site data), with measuring	Significant energy uses shall be measured (no estimation)	
Annual energy endues breakdown	Significant energy uses as reflected by the requirements of local legislation or best practice of the audited object or organization in accordance with energy audit scope should be taken into account	All energy uses that represent more than 10 % of the energy consumption of the audited object or organization in accordance with energy audit scope should be taken into account	

**Table B.1**

	<b>Level 1</b>	<b>Level 2</b>	<b>Level 3</b>
Overall intent	Standard audit conforms to EN 16247 standard requirements	Detailed audit	Detailed audit with costs supported by quotations
Reliability of the recommendations	Based on valuations of expected energy savings and estimated Operational and Capital costs (OPEX and CAPEX)	Reliability of expected energy savings based on detailed calculation including Operational and Capital costs (OPEX and CAPEX)	Reliability of expected energy savings with investment costs supported by quotations

## Diagnosi energetica sugli edifici: norme

---

- Nel tempo sono state sviluppate diverse norme tecniche o standard per le diagnosi su edifici (oltre alle
  - Norme/ Linee Guida settore civile
    - UNI TR 11775:2020 (linea guida per l'applicazione della UNI CEI EN 16247-2, nella sua versione precedente, ma ancora valida)
    - UNI CEI EN 16247-2
    - Linee Guida AGESI ASSISTAL – LGEE (sviluppate da AICARR), anche se un po' datate ora, resta valida in termini di principio
    - BSR/ASHRAE/ACCA Standard 211P - Standard for Commercial Building Energy Audits
-

## Norma UNI CEI EN 16247-2:2022

---

- La norma relativa alla diagnosi edifici è stata oggetto di aggiornamento, come l'intero pacchetto 16247
  - Come avviene anche per le diagnosi su processi e trasporti, la norma 16247-2 andrà utilizzata in combinazione con la parte 1, introducendo elementi specifici dedicati agli edifici;
  - la norma infatti, in misura maggiore rispetto alla versione precedente, non è autoconsistente e va pertanto consultata in accoppiamento con quanto indicato dalla parte 1; dove la parte 2 non deve aggiungere specifiche si richiama direttamente la parte 1
-

## Cosa è cambiato rispetto alla versione precedente

---

- Le revisioni più rilevanti sono relative a:
    - Aggiornamento di termini e definizioni, armonizzate con altre norme ISO relative agli edifici, come la UNI EN ISO 52000 e la UNI EN ISO 52000-1
    - Integrazione delle diverse fasi con alcuni elementi integrativi, fermo restando una struttura concettuale sostanzialmente analoga
-

# Confronto paragrafi

Numero paragrafo	Versione 2014		Versione 2022
	4 Requisiti Qualità		4 Quality requirements
4.1	Auditor energetico	4.1.1	Energy auditor
4.1.1	Competenza	4.1.2	Competency
4.1.2	Confidenzialità	4.1.3	Objectivity
4.1.3	Obiettività	4.1.4	Transparency.
4.1.4	Trasparenza	4.2	Energy audit process
4.2	Processo di diagnosi		
	5 Elemento del processo di diagnosi energetica		5 Elements of the energy audit process
5.1	Contatto preliminare	5.1	Preliminary contact
5.2	Incontro di Avvio	5.2	Start-up meeting
5.3	Raccolta Dati	5.3	Collecting Data
5.3.1	Generalità	5.3.1	General
5.3.2	Richiesta di informazioni	5.3.2	Information request
5.3.3	Analisi dei dati disponibili	5.3.3	Review of the available data
5.3.4	Analisi preliminare dei dati	5.3.4	Preliminary data analysis
		5.4	Measurements plans
		5.5	Sampling Methods

# Confronto paragrafi

5.4	Attività in campo	5.6	Field work
5.4.1	Obiettivo dell'attività in campo	5.6.1	Aim of field work
5.4.2	Condotta	5.6.2	Conduct
5.4.3	Ispezioni sul campo	5.4.6	Site visits
5.5	Analisi	5.7	Analysis
5.5.1	Generalità	5.7.1	General
5.5.2	Inventario Energetico	5.7.2	Energy breakdown
5.5.3	Indicatori di prestazione energetica	5.7.3	Energy performance indicators
5.5.4	Opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica	5.7.4	Energy Performance Improvement Actions (EPIA)
5.6	Rapporto	5.8	Report
5.6.1	Generalità	5.8.1	General
5.6.2	Contenuto del rapporto	5..8.2	Content of report
5.7	Incontro finale	5.9	Final meeting

# Confronto paragrafi

---

16247:2014		16247-2022
APPENDICE A	Diagramma di flusso del processo di diagnosi energetica	NON RIPROPOSTA
APPENDICE B	Esempi di soggetti coinvolti in una diagnosi energetica di edifici	ANNEX A
APPENDICE C	Esempi di scopo, finalità e accuratezza delle diagnosi energetiche negli edifici	NON RIPROPOSTA
APPENDICE D	Esempi di liste di controllo per l'attività in campo di diagnosi energetica negli edifici	ANNEX B
APPENDICE E	Esempi di analisi dell'uso dell'energia negli edifici	ANNEX C
APPENDICE F	Esempi di liste di controllo per l'analisi nelle diagnosi energetiche negli edifici	ANNEX D
APPENDICE G	Esempi di indicatori di prestazioni energetica negli edifici	ANNEX E
APPENDICE H	Esempi di opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica negli edifici	ANNEX F
APPENDICE I	Esempi di analisi e calcolo dei risparmi nelle diagnosi energetiche negli edifici	ANNEX G
APPENDICE L	Esempi di rapporto di una diagnosi energetica di edifici	ANNEX H
APPENDICE K	Esempio di metodo di verifica del miglioramento energetico negli edifici	ANNEX I

---

## 16247-2 - Definizioni

---

- **Edificio:** costruzione intesa come un unicum, compreso fabbricato e sistemi tecnici (impianti), nel quale l'energia può essere utilizzata per condizionamento degli ambienti interni, per produzione acqua calda sanitaria e illuminazione e altri servizi relativi all'uso dell'edificio
  - La definizione fa riferimento a tutto l'edificio o a sua parti, a condizione che siano rilevanti ai fini della determinazione dei risparmi
  - Comprende anche spazi separati ma fisicamente connessi (pertinenze ecc.)
-

## 16247-2 - Definizioni

---

- **Servizi dell'edificio:** servizi forniti dai sistemi tecnici dell'edificio e dalle apparecchiature installate per il condizionamento dell'ambiente interno (confort termico, qualità dell'aria, qualità visiva e acustica) e altri servizi relativi all'uso dell'edificio
  - **Sistemi tecnici dell'edificio:** impianti per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, umidificazione, deumidificazione, produzione acqua calda sanitaria, illuminazione, sistemi informatici compresi BMS, building automation e regolazione e produzione di energia in sito (calore o energia elettrica)
-

- **E' necessario concordare gli obiettivi:**
    - Riduzione dei consumi energetici e dei costi
    - Riduzione dell'impatto ambientale (decarbonizzazione)
    - Verificare o assicurare una qualità dell'ambiente interno per la salute ed il benessere degli occupanti (illuminazione, qualità dell'aria ecc)
    - Soddisfare obblighi di legge o accordi volontari
-

- **Durante il meeting iniziale andranno definiti:**
    - Tempi dei sopralluoghi e calendario, definendo se farli o meno durante l'orario di lavoro o ad edificio libero
    - Livello di coinvolgimento degli occupanti
    - Aree non visitabili o con limiti di accesso
    - Rischi per la sicurezza o la salute (es. in contesti sanitari o laboratori)
-

## 16247-2 – Meeting iniziale

---

- **Informazioni di base necessarie**
    - Tempistiche (sia di consegna sia di sopralluogo)
    - Eventuali campionamenti
    - Requisiti della modellazione
    - Requisiti di metering e submetering (misure a valle del punto di consegna)
    - Requisiti e vincoli relativi agli interventi migliorativi
    - Requisiti dell'auditor
-

- **Durante il meeting iniziale andranno definiti:**
    - Set point e limiti delle condizioni termoigrometriche e relative variazioni stagionali
    - Profili di utilizzo dell'immobile
    - Opinioni degli occupanti o altri stakeholder relativamente al comfort, al livello di servizio e alla prestazione di impianti ed edificio
    - Eventuali attestati di prestazione energetica o altre certificazioni dell'edificio
    - Esistenza di eventuali programmi di motivazione o consapevolezza degli occupanti in relazione al risparmio energetico
-

## 16247-2 – Raccolta dati

---

- La raccolta dati rappresenta un aspetto critico nella fase di diagnosi degli edifici
  - Rispetto alle diagnosi industriali, in generale gli interlocutori, specialmente nella PA non hanno adeguate competenze
  - Capita che possano mancare dati molto rilevanti o che ci siano difficoltà anche a recuperare planimetrie
-

- **Rispetto alla versione precedente della norma al paragrafo 5.3.2:**
    - Il passo mensile non è più indicato come quello tipico ma si fa riferimento alla possibilità di avere dati orari, settimanali, mensili, annuali; è richiesto in caso di dati annuali di ricostruire comunque un andamento mensile
    - In merito ai dati relativi ai fattori di aggiustamento, sono meglio specificati includendo la destinazione d'uso dell'edificio e il suo utilizzo, e i set point di temperatura
-

# 16247-2 – Raccolta dati

CRITICITA' DI REPERIMENTO				
descrizione	terziario privato	fonte dei dati	pubblica amministrazione	fonte dei dati
DATI ENERGETICI				
dati di consumo mensile		cliente		PA/Portale ARERA
curve di carico		cliente/sito distributore		PA/sito distributore
misure dedicate		cliente/manutentore		manutentore
dati BMS		manutentore		manutentore
VARIABILI INDIPENDENTI E FATTORI STATICI				
dati climatici		siti ARPA/altra fonte		siti ARPA/altra fonte
caratteristiche dell'edificio e del suo utilizzo		cliente		PA
profili di occupazione		cliente		PA
set point interni e altre condizioni di esercizio		cliente/manutentore		manutentore
INFORMAZIONI RELATIVE ALLE MODIFICHE RILEVANTI NEGLI ULTIMI 3 ANNI O NEL PERIODO DI INTERESSE				
struttura dell'edificio		cliente		PA
dimensione e uso degli spazi		cliente		PA
caratteristiche dell'involucro edilizio		cliente		PA
impianti e aree servite dagli stessi		cliente/manutentore		manutentore
locazione degli spazi e soggetti locatari		cliente		PA
profilo di utilizzo degli spazi		cliente		PA
carichi interni ai locali		da sopralluogo		da sopralluogo
zone con orari di utilizzo estesi		cliente/manutentore		manutentore
set point e comportamento degli occupanti		cliente/manutentore		manutentore
DATI DA UTILIZZARE COME RIFERIMENTO PER INDICATORI				
superficie utile calpestata		da planimetria		da planimetria
volume dell'edificio		da planimetria		da planimetria
altri dati per indicatori prestazionali				

# 16247-2 – Raccolta dati

CRITICITA' DI REPERIMENTO				
descrizione	terziario privato	fonte dei dati	pubblica amministrazione	fonte dei dati
DOCUMENTAZIONE ED INFORMAZIONI RELATIVE AL PROGETTO ESISTENTE E ALL'O&M IMPIANTI				
planimetrie prospetti e sezioni as built (Comprese variazioni rilevanti recenti)		cliente		PA
fattori esterni che possono influenzare le prestazioni energetiche (ombreggiature ecc.)		da rilievo		da rilievi
planimetria degli ambienti serviti dai diversi impianti (ambienti climatizzati, ventilati ecc.)		cliente		PA
schemi d'impianto, comprese le zone se disponibili		cliente		PA
schemi regolazione		cliente		PA
elenco apparecchiature e caratteristiche tecniche		cliente		PA
BIM model				
bim model		cliente		PA
ELENCO DELLE APPARECCHIATURE NEGLI SPAZI OCCUPATI E ALTRI CARICHI INTERNI				
elenco apparecchiature e carichi interni		cliente/manutentore		PA

## 16247-2 – Revisione dei dati disponibili

---

- Ottenuti i dati raccolti è previsto che l'auditor faccia un check di quanto disponibile e ricevuto, al fine di verificare se quanto in possesso è sufficiente per garantire il livello di audit richiesto
  - Riscontrata l'assenza di determinate informazioni, l'auditor avvisa della necessità di fare determinate assunzioni e ne dà evidenza al cliente
  - **Sulla base di quanto raccolto, si pianifica il sopralluogo: il sopralluogo dovrebbe quindi sempre avvenire successivamente alla fase di raccolta dati e preanalisi**
-

## 16247-2 – Analisi preliminare

---

- Una prima valutazione dell'edificio può essere sviluppata già su base documentale
  - Definizione delle variabili indipendenti e dei fattori statici
  - Definizione degli EnPI rilevanti
  - Valutazione della distribuzione dei consumi, se disponibili dati misurati (molto improbabile nella maggior parte dei casi)
  - **Individuazione degli usi significativi**
  - Costruzione di una baseline come base per la valutazione degli interventi migliorativi
  - **Pianificare ulteriore raccolta dati e informazioni da raccogliere in campo**
  - **Definire se possibile una prima lista di interventi migliorativi individuabili**

---

**Novità della nuova versione  
(concetto ISO 50001)**

## 16247-2 – Attività in campo

---

- Obiettivi dell'attività in campo:
    - Verificare la congruità delle informazioni ricevute
    - Valutare per ogni servizio significativo per l'edificio il livello attuale e quello futuro più adeguato
    - Verificare che i sistemi tecnici siano in grado di fornire il livello di servizio auspicato
    - Valutare le prestazioni dei sistemi tecnici dell'edificio, considerando tutti i sottosistemi
    - Verificare i principali driver che comportano variazioni nell'uso degli impianti (es. passaggio inverno/estate)
    - Verificare l'applicabilità degli interventi migliorativi individuati in prima analisi con i relativi limiti e perimetro
-

## 16247-2 – Attività in campo

---

- CHECK LIST

- La norma propone una utile check list per il sopralluogo;
- La riuscita del sopralluogo è basata sull'organizzazione dello stesso, int  
termini di:
  - Sequenza degli elementi da visitare: dare in generale precedenza agli elementi più complessi
  - Struttura di fogli/cartelle per la facilitare la raccolta dati
  - Facilità di operare: ridurre ingombri e numeri di elementi da gestire (foto, appunti ecc.)
  - Congruenza fra foto e appunti

Vi sono strumenti informatici che consentono di ottimizzare la massimo il risultato

---

## 16247-2 – Attività in campo

---

- CHECK LIST (ANNEX B)

## 16247-2 – Attività in campo

---

- L'auditor deve assicurarsi di organizzare la visita richiedendo la presenza di soggetti in grado di fornire le informazioni necessarie e l'accesso alle zone riservate
  - Tipicamente è opportuno richiedere la presenza dei manutentori dei diversi impianti oggetto di intervento
  - Pur essendo molto difficile ottenerlo, è possibile richiedere un accesso in sola lettura ai sistemi BMS e ai sistemi di energy management dell'edificio se disponibili
  - Qualora si voglia accedere a misure
-

# 16247-2 – Il ruolo dei soggetti

<b>PARTI COINVOLTE (ANNEX A)</b>	<b>Possibilmente interessato all'audit</b>	<b>Fornitore di Dati</b>	<b>Coinvolto nelle riunioni</b>	<b>Coinvolto nei sopralluoghi</b>
proprietari dell'edificio o degli appartamenti	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
property manager	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	
facility manager	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
responsabile tecnico degli impianti		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
staff O&M		<b>X</b>	<b>X</b>	<b>X</b>
staff sicurezza			<b>(x)</b>	<b>(x)</b>
inquilini/occupanti				
dipendenti che utilizzano l'edificio			<b>(x)</b>	<b>Parzialmente</b>
soggetti che utilizzano l'edificio temporaneamente (es. pazienti, clienti di un negozio)				
affittuari				

## 16247-2 – Analisi

---

- Obiettivo generale è analizzare il potenziale di risparmio energetico.
  - L'analisi deve consentire almeno di:
  - **Comparare il livello di servizio per ogni servizio dell'edificio con un livello di riferimento ritenuto adeguato per l'edificio**, sulla base di parametri di riferimento (es. temperatura ecc.); nessun intervento migliorativo può compromettere o peggiorare il livello di servizio, anche se potrebbero essere modificati alcuni parametri (es. temperature di set point eccessive o portate d'aria di rinnovo eccessive)
-

## 16247-2 – Analisi

---

- Obiettivo generale è analizzare il potenziale di risparmio energetico.
  - L'analisi deve consentire almeno di:
  - **Valutare le prestazioni dei sistemi tecnici dell'edificio rispetto ad un riferimento (es. prove fumi ecc.)**
  - **Valutare le prestazioni dell'involucro edilizio (isolamento, ponti termici, infiltrazioni)**
  - **Valutare le prestazioni del sistema edificio impianto**
  - **Allo scopo è normalmente necessario sviluppare un modello dell'edificio.**
-

## 16247-2 – Analisi

---

- In relazione agli interventi migliorativi, è opportuno:
    - Considerare l'interazione a livello sistema edificio-impianto e inserito nel contesto in cui opera
    - Considerare l'impatto dell'energia utilizzata nei diversi periodi individuati come significativi (periodo di occupazione e non occupazione, stagioni diverse), che possono comportare un impatto sulla quantificazione dei risparmi
    - Valutare l'impatto degli interventi anche sotto l'aspetto del miglioramento della classe energetica, delle prestazioni ambientali (parametri ESG, decarbonizzazione) e di salute e sicurezza sul lavoro
-

- L'audit dovrebbe includere anche:
    - una verifica dei contratti di fornitura già effettuati
    - Analisi dell'impatto e suggerimenti per il controllo operativo con riferimento all'attività di O&M
-

## 16247-2 – Energy Breakdown

---

- La realizzazione del bilancio energetico, passa attraverso la definizione dell'energy breakdown:
    - Breakdown per vettore in termini di consumi, costi ed emissioni (su una base comune)
    - Breakdown per ciascun utilizzo in termini assoluti e relativi per ciascun vettore
    - Analisi della produzione di energia in sito, dell'autoconsumo in termini assoluti
  - Deve essere chiaro come il bilancio energetico è stato costruito (misure o stime)
-

## Raccolta dati

---

La ricostruzione del bilancio energetico aziendale presenta la principale criticità nella raccolta dati finalizzata alla costruzione del modello energetico. Le opzioni possibili sono:

- Misura continua
  - Misura spot
  - Calcolo
-

## Misura continua

---

- Non si scopre certamente oggi come la misura dell'energia (termica od elettrica) sia raramente presente nell'industria
  - Anche laddove presente, generalmente viene utilizzata o per scopi fiscali (presenti o passati) o per mero monitoraggio mensile; spesso non viene nemmeno letto lo strumento
  - In realtà industriali complesse anche la misura non sempre è sufficiente ad aiutare, poiché la struttura di quadri elettrici e linee gas naturale non sempre è rappresentativa del processo
  - Misure elettriche e gas naturale più diffuse, misure energia termica, frigorifera, volume d'aria compressa rare se non assenti
  - Necessità di reportistica automatica e sviluppo applicazioni BI
-

## Misura continua: linee guida ENEA

---

- ENEA ha pubblicato per il settore industriale le linee guida per definire i criteri di penetrazione minima delle misure per la «seconda» edizione delle diagnosi d.lgs 102/14

## Misura spot

---

- **Misure effettuate su periodi rappresentativi**
    - Analizzatore di rete
    - Misure su sistemi aria compressa
  - **Letture contatori/statistiche macchinari**
    - Dati consuntivo compressori su compressori più recenti (ore carico, ore vuoto, % di carico, stima volume)
    - Dati consuntivo su macchinari (es. numero colpi presse ad iniezione ecc.)
  - **Misure non rappresentative, ma orientative**
    - Letture amperometri su quadro
    - Misure con pinza amperometriche
    - Misure di temperatura a contatto
-

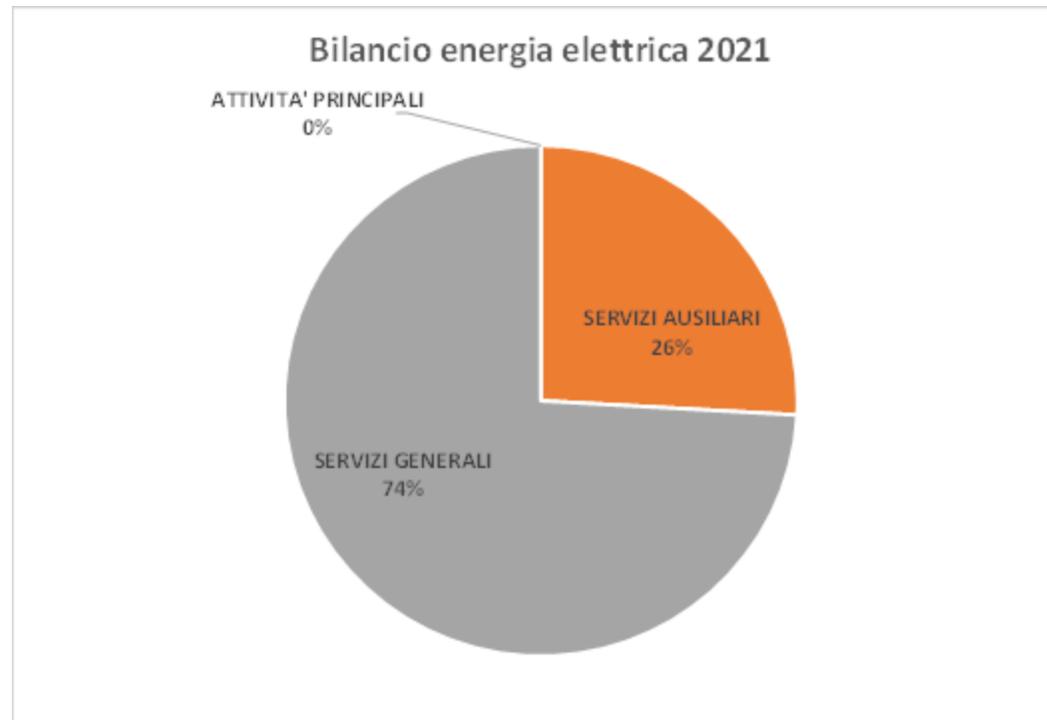
## Metodi analitici

---

- Elaborazione per differenze stagionali su curve di carico e consumi mensili (aggregati per sito)
    - Estrapolazioni per stagionalità
    - Individuazione variazioni dovute a condizioni climatiche
  - Censimento potenze nominali e calcolo numero di ore equivalenti di funzionamento
  - Sviluppo di modelli analitici validati (tipicamente per consumi per climatizzazione invernale o estiva) di tipo semistazionario
  - Sviluppo di modelli di calcolo dinamici
-

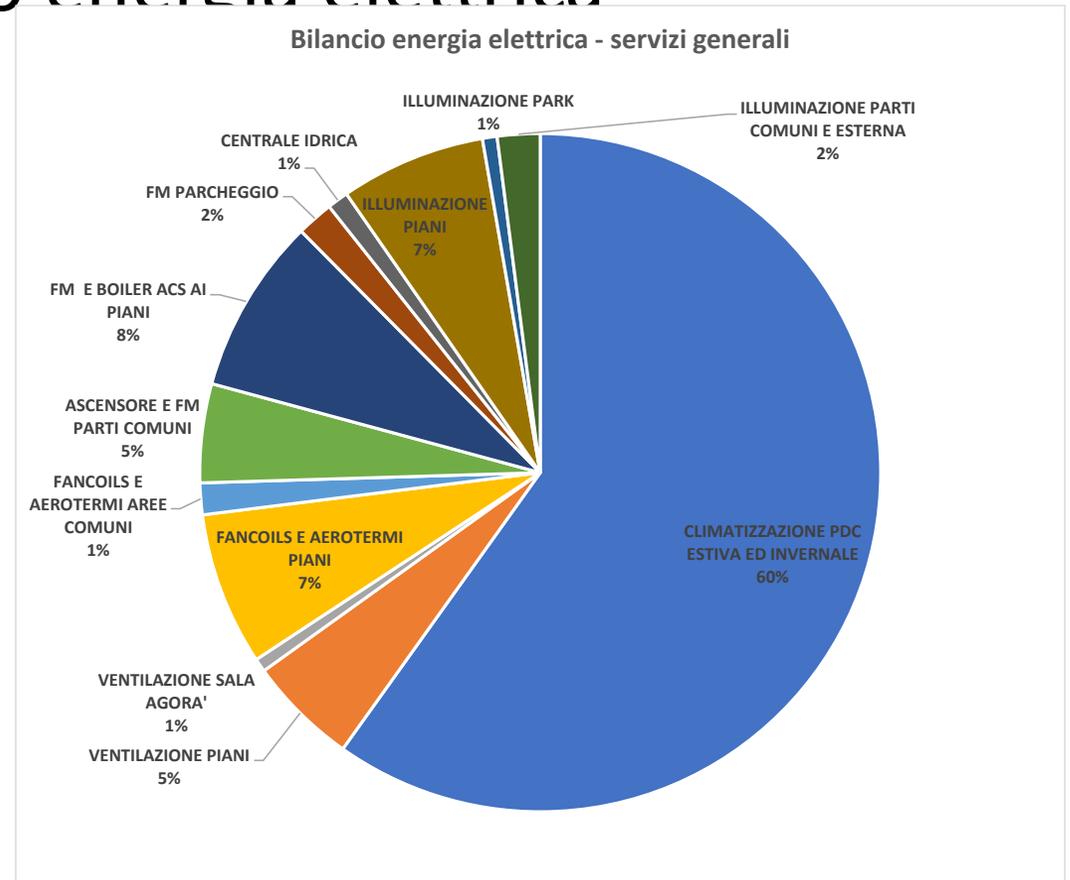
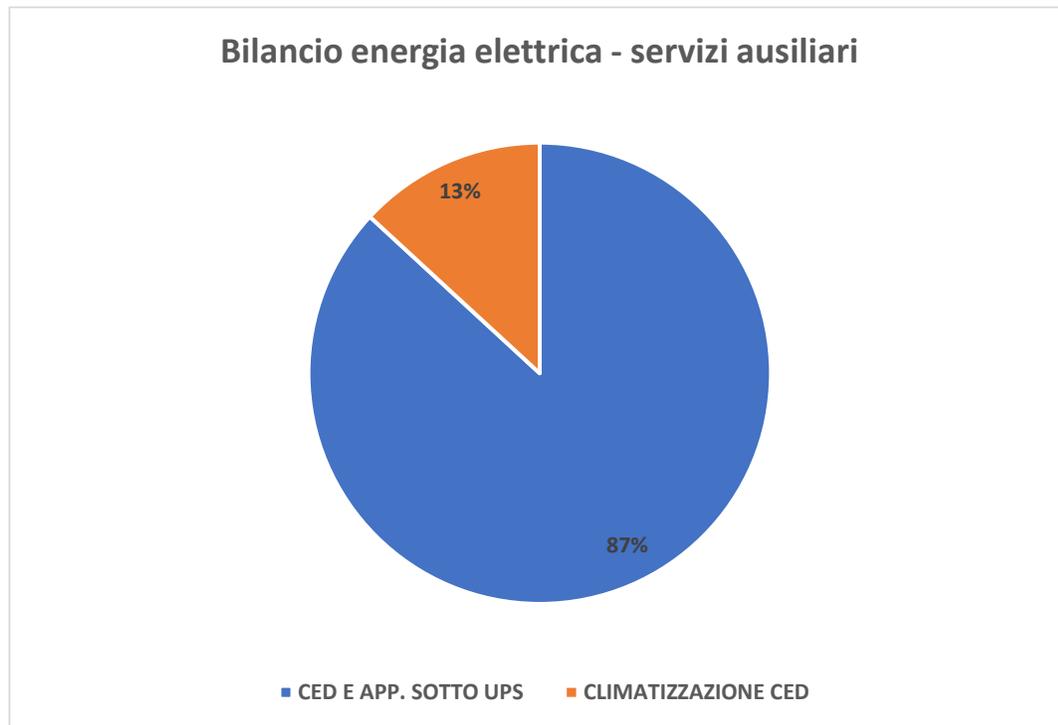
- Quasi totale assenza di database e censimenti motori elettrici ed utenze energetiche in generale
  - Se presenti spesso sono assenti dati rilevanti dal punto di vista energetico
  - Scarsa completezza della documentazione prevista per legge (es. libretti d'impianto DPR 74/13)
  - Diffformità fra elaborati progettuali ed as built
  - Difficoltà di rilievo (targhe deteriorate, assenza di personale competente in affiancamento in grado di ricostruire i dati)
-

- Palazzina uffici (Milano): solo energia elettrica



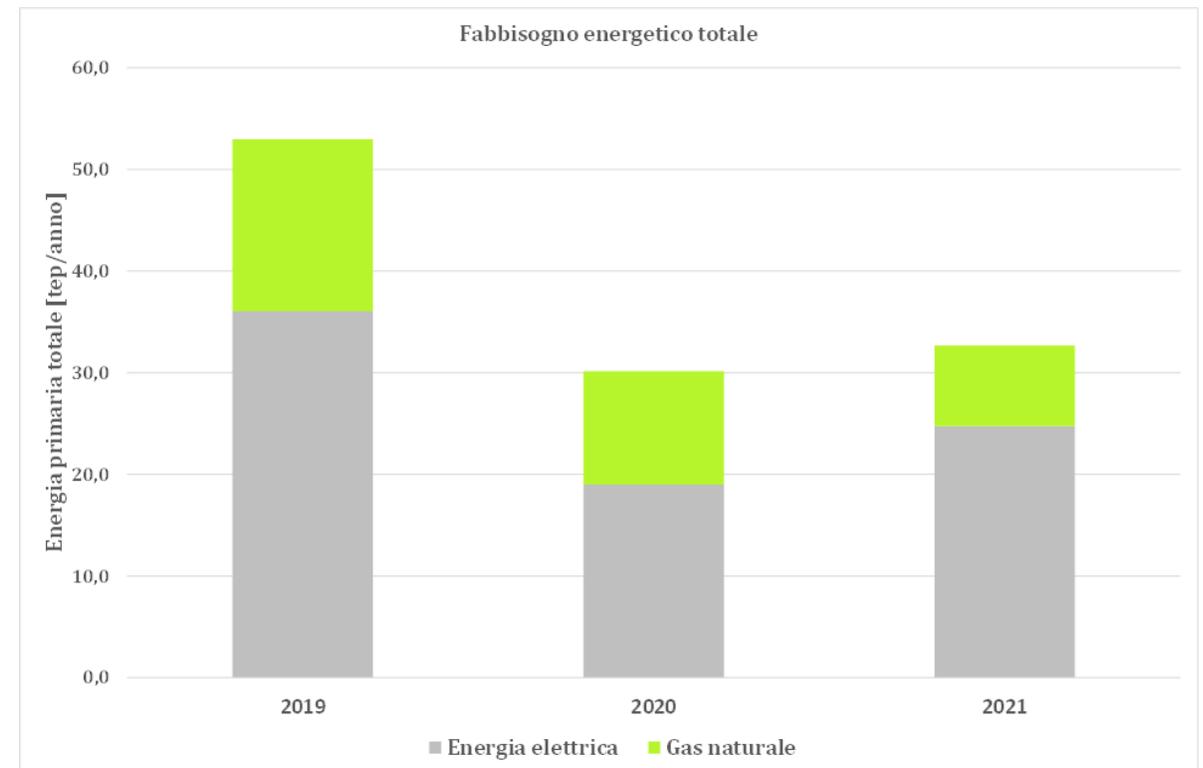
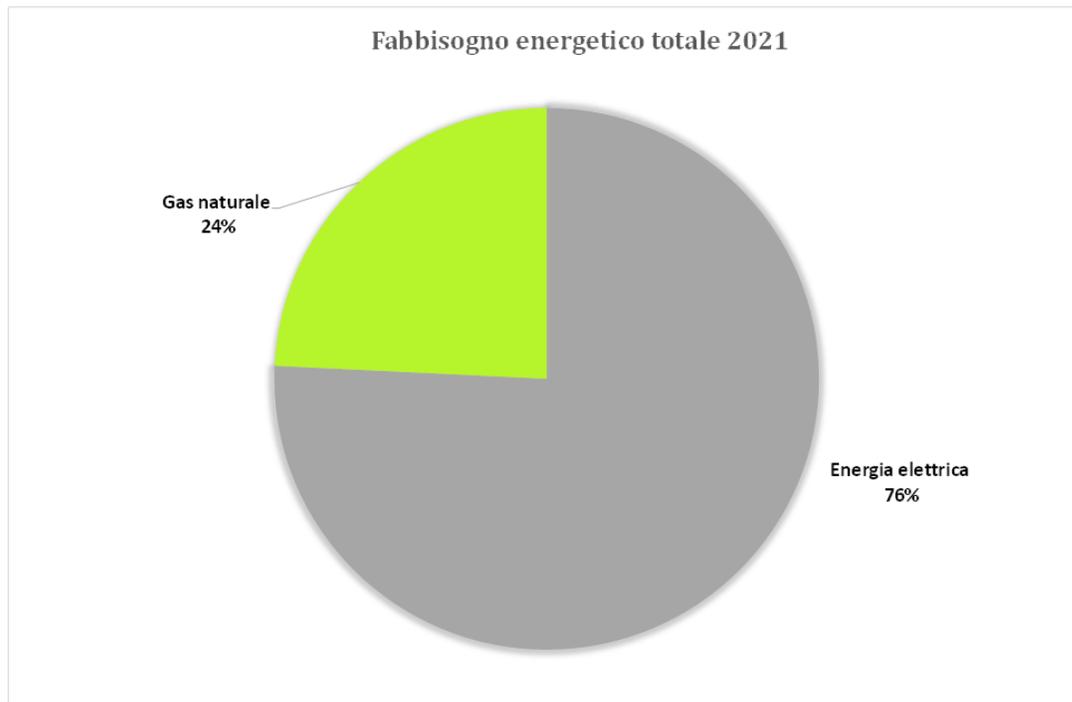
## Esempi energy breakdown

- Palazzina uffici (Milano): solo energia elettrica



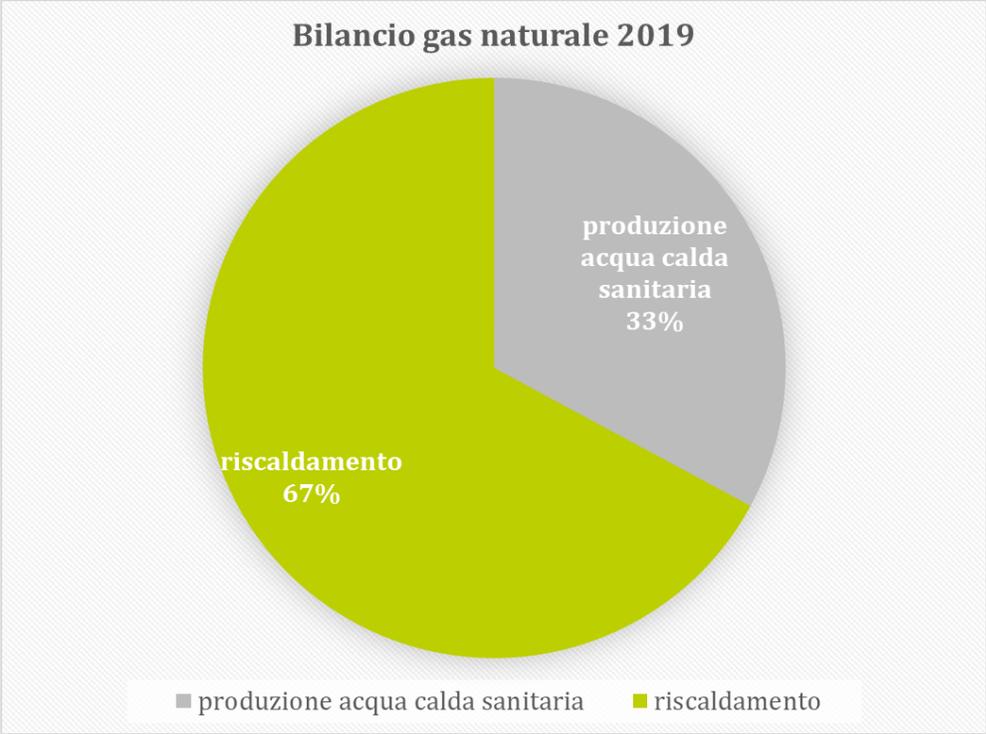
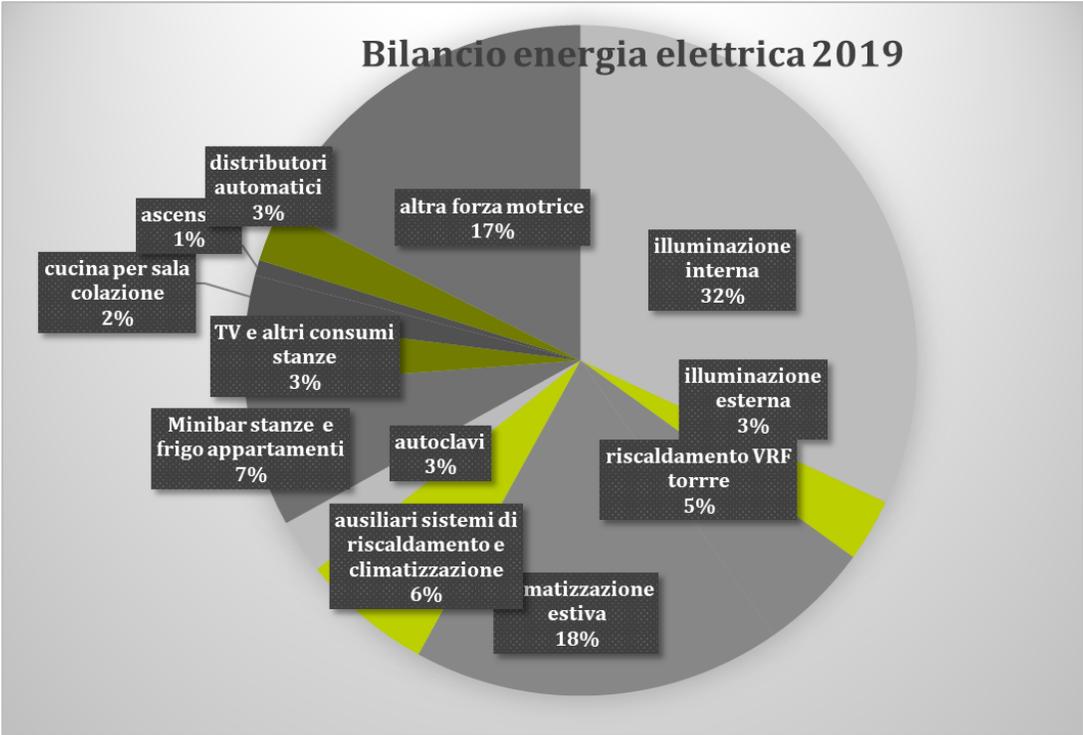
## Esempi energy breakdown

- Hotel in zona aeroporto (in termini di energia primaria)



# Esempi energy breakdown

- Hotel in zona aeroporto (per vettore)



# Indicatori prestazionali

---

- DEFINIZIONI DELLA UNI TR 11775
  - Gli **indicatori di prestazione energetica** rappresentano l'uso specifico dell'energia e sono generalmente espressi come consumo di riferimento per unità di superficie o volume (kWh/m<sup>2</sup>, kWh/m<sup>3</sup>, Sm<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, ecc...).
  - Gli **indicatori di prestazione energetica effettivi (EnPlef)** rappresentano il valore quantitativo dell'indice di prestazione energetica ricavato da misure effettive.
  - Gli **indicatori di prestazione energetica operativo (EnPlop)** rappresentano l'indicatore di prestazione energetica dell'EnPI ricavato teoricamente dal modello energetico.
  - Gli **indicatori di prestazione energetica obiettivo (EnPlob)** rappresentano il valore quantitativo dell'EnPI a cui l'organizzazione ritiene di poter tendere per valutare il comportamento dell'edificio.
  - Gli **indicatori di benchmark (EnBck)** sono parametri di riferimento rappresentativi del consumo medio di settore definito dalla destinazione d'uso e dalla tipologia edilizia dell'edificio in esame.
-

# Indicatori prestazionali

---

- ANALISI: INDICATORI DI PERFORMANCE (Appendice E)
  - Generali
    - Livelli prestazionali previsti per legge per nuovi edifici
    - Livelli prestazionali previsti per legge nelle ristrutturazioni
    - BAT
    - Dati statistici relativi ad edifici simili
  - Indicatori globali
    - kWh/(m<sup>2</sup> anno) o kWh (m<sup>3</sup> anno) per riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione ecc.
    - kWh/(m<sup>2</sup> Gradi Giorno) per riscaldamento
    - kWh/(m<sup>3</sup>) per acqua calda sanitaria
    - kWh/(persona anno) o kWh/(paziente anno) o altri in funzione dell'utilizzo
-

## Indicatori prestazionali

---

- ANALISI: INDICATORI (Appendice E)
  - Firma energetica
  - Indicatori specifici
    - Trasmittanza termica media
    - kWh/m<sup>3</sup> per energia elettrica di ventilazione
    - Efficienza di sistemi e sottosistemi
    - Indicatori di costo
-

## Analisi dei consumi: firma energetica

---

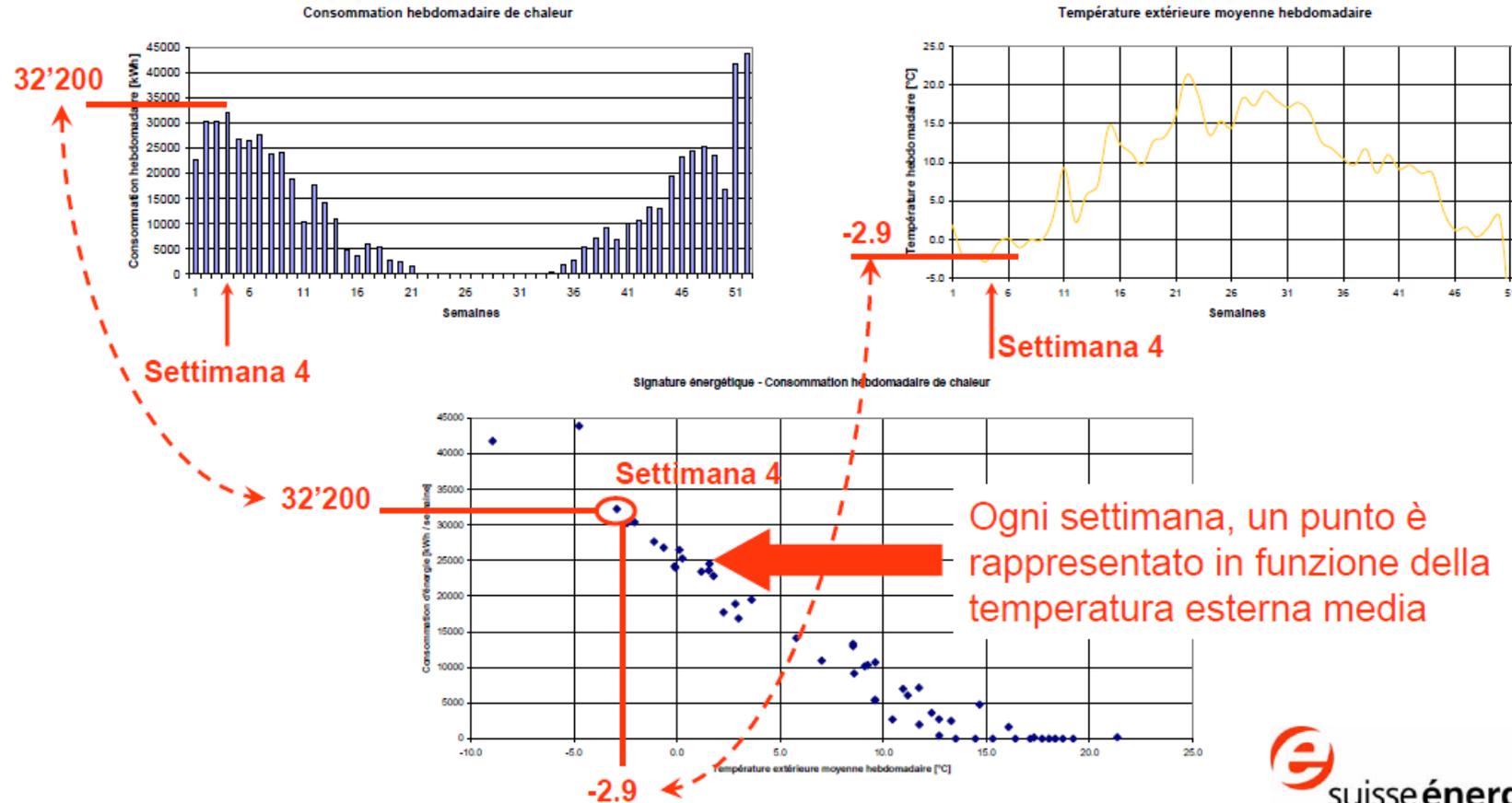
- Un metodo molto utile e pratico per la diagnosi in particolare di impianto è la **FIRMA ENERGETICA**
  - La Firma Energetica è un metodo riconosciuto anche a livello normativo (Annex B norma UNI EN 15603); in Svizzera è in alcuni cantoni obbligatoria come strumento di «energy monitoring»
  - In sintesi (per il riscaldamento) consiste nel rappresentare in un grafico la **potenza termica media in funzione della temperatura dell'aria esterna** (o dei gradi giorno ma è preferibile la temperatura dell'aria esterna)
  - E' un metodo qualitativo che fornisce importanti informazioni
-

## Analisi dei consumi: firma energetica

---

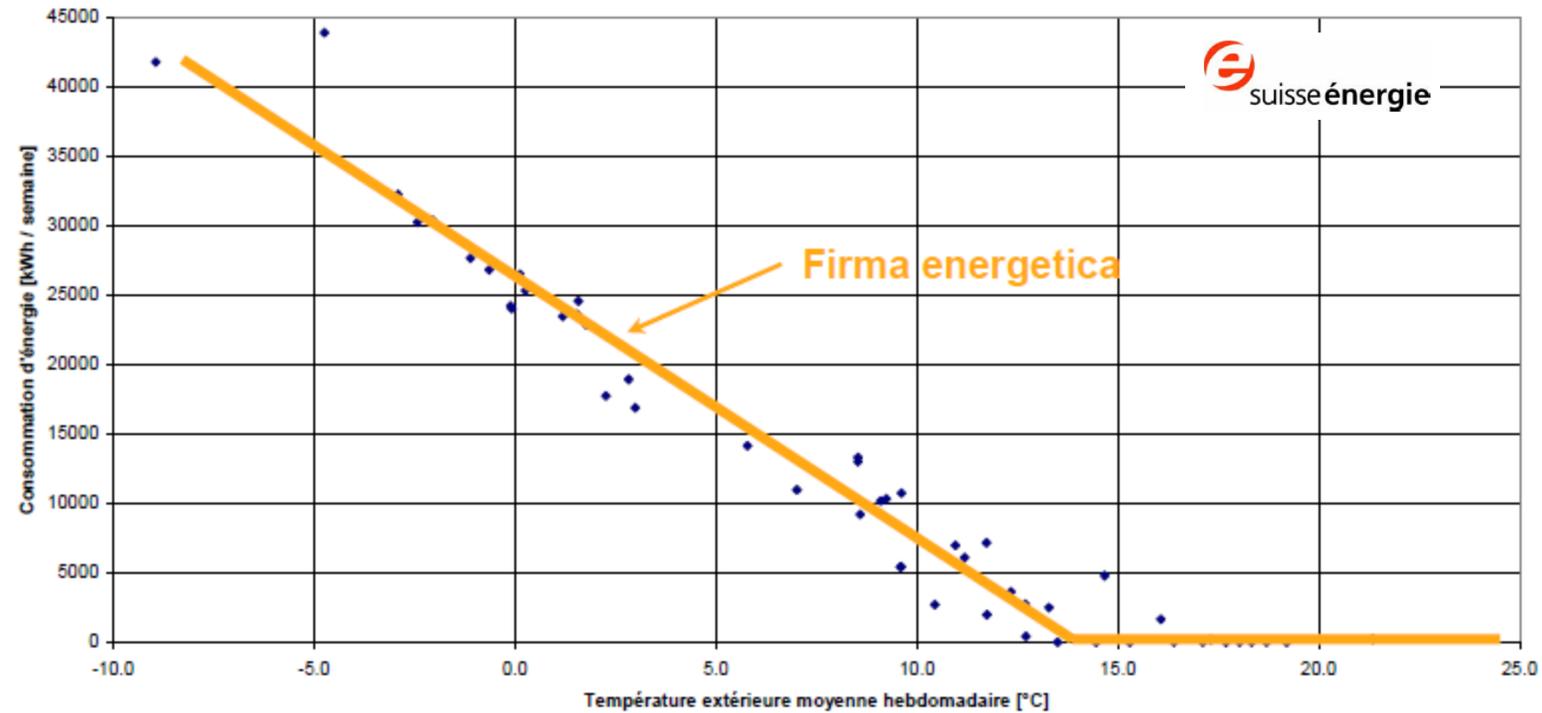
- In generale è applicabile anche ad altre tipologie di consumo (non solo ai consumi di riscaldamento), tuttavia la correlazione con la temperatura dell'aria esterna non è sempre significativa (Es. estate)
  - Di fatto è un metodo che esprime i consumi energetici come funzione del clima:
  - $CONSUMO = f(CLIMA)$
-

# Firma energetica: costruzione



# Firma energetica: esempio

Signature énergétique - Consommation hebdomadaire de chaleur



## 16247-2 – Interventi migliorativi

---

- Nella scelta degli interventi impattano:
    - l'esperienza e conoscenza dell'auditor
    - la comparazione con benchmark (anche se è utile solo ai fini di una individuazione preliminare)
    - Età e obsolescenza di involucro ed impianti e le modalità di funzionamento e manutenzione
    - Le tecnologie utilizzate anche rispetto alle BAT disponibili
    - Le best practices
-

## 16247-2 – Interventi migliorativi

---

- Nel report si deve dare evidenza degli interventi identificando:
    - Interventi ad elevato costo
    - Misure low cost
    - Misure connesse alla formazione e al comportamento
    - Modifiche alle condizioni di confort e benessere (set point, dimensioni dei locali ecc.)
-

## 16247-2 – Interventi migliorativi

---

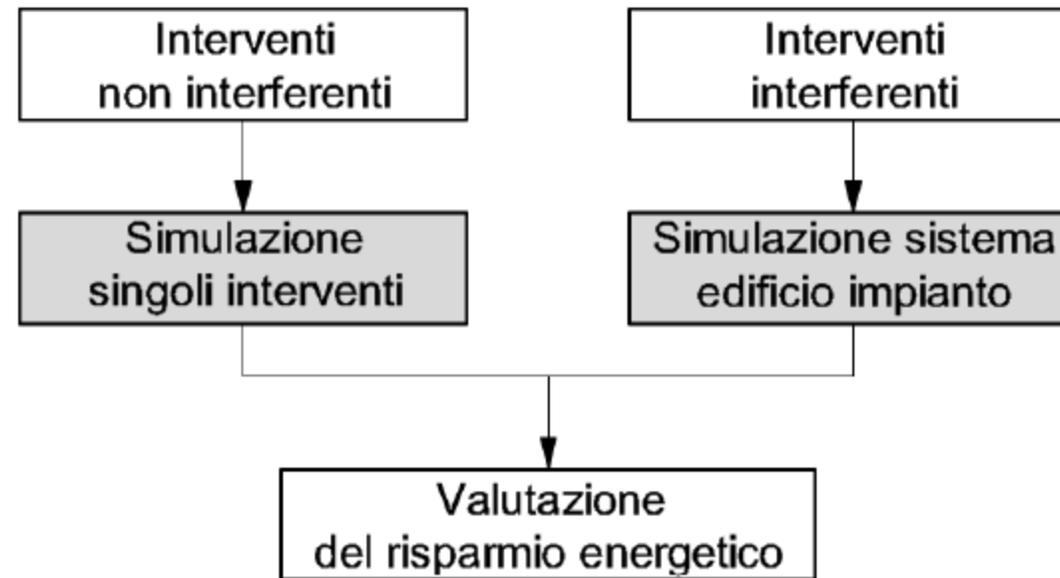
- Gli interventi possono essere classificati in:
  - 1) **No cost**: sono progetti ed attività di miglioramento senza investimenti. Identifica attività che hanno sostanzialmente un impatto quasi nullo dal punto di vista dell'investimento e che possono essere effettuate ad esempio attraverso semplici pratiche operative, ottimizzazione nella gestione degli impianti e/o monitoraggio appropriato della funzionalità degli stessi (cambio set point, spegnimento luci ecc.)
  - 2) **Low cost** sono progetti legati ad un minimo investimento. Identifica attività dove occorre prevedere un investimento minimo (sistemi di regolazione aggiuntivi ecc)
  - 3) **High cost investments**: sono progetti di miglioramenti sostanziali legati ad investimenti elevati. Identifica attività realizzabili tramite elevati investimenti economici.
-

## 16247-2 – Interventi migliorativi

---

- Indipendentemente dalla classificazione, gli interventi migliorativi possono riguardare il sistema edificio-impianto e/o il suo funzionamento, così come riportato di seguito:
    - **Interventi sull'involucro** (coibentazione pareti perimetrali, coibentazione copertura, coibentazione solaio di terra, sostituzione infissi, ecc.);
    - **Interventi sugli impianti meccanici** (sostituzione caldaia tradizionale con caldaia a condensazione, pompa di calore o sistemi ibridi, installazione valvole termostatiche sui radiatori, sistema di Building Automation and Control System, ecc.);
    - **Interventi sugli impianti elettrici** (sostituzione delle pompe con nuove versioni ad alta efficienza azionate da inverter, sostituzione dei corpi illuminanti con lampade LED, installazione di sensori di presenza nei WC, ecc.);
    - **Sistemi di monitoraggio dei consumi;**
    - **Utilizzo di fonti rinnovabili** (impianto fotovoltaico, solare termico, ecc.);
    - **Interventi sull'uso del sistema edificio impianto:** diversa richiesta (orari – diverse condizioni termoisometriche – ventilazione), diversi usi modalità di funzionamento degli impianti (portate variabili – uso dei generatori a diverse condizioni di funzionamento, ecc.).
-

## Procedure di valutazione del risparmio energetico



UNI TR 11775

## 16247-2 – Valutazione tecnico economica

---

- La norma fornire delle indicazioni per gli edifici diverse rispetto alla norma sui processi, in termini di priorità dei criteri di analisi.
  - Nell'ordine secondo l'Annex F (informativa), in termini di rilevanza e complessità **(rispetto alla norma precedente scompare il payback semplice)**
    1. Life Cycle Cost Assessment
    2. IRR (Tasso interno di rendimento)
    3. NPV (Valore attuale netto)
  - Diversamente ENEA suggerisce come criterio di riferimento il rapporto **NPV/I, il cosiddetto indice di profitto.**
-

- **Al fine di costruire l'energy breakdown e di valutare l'impatto degli interventi migliorativi, nel caso degli edifici tipicamente vengono costruiti dei modelli di calcolo**
  - La norma UNI CEI EN 16247-2 non fornisce in realtà specifiche indicazioni in merito alla modellazione dell'edificio e alla validazione dei modelli da utilizzare, se non limitandosi a dire che la congruità fra modello e dati reali deve essere garantita
  - In questo senso è sicuramente utile il riferimento posto dalla UNI CEI TR 11775
-

- Con lo scopo di realizzare una valutazione adattata all'utenza è possibile impiegare modelli di calcolo di due tipologie
    - Il **metodo quasi stazionario** prevede calcoli semplificati su base mensile e, in Italia, fa riferimento alla specifica tecnica UNI/TS 11300-1. Si definisce “stazionario” in quanto il calcolo relativo ad ogni intervallo elementare è totalmente indipendente dagli altri. Mentre è possibile utilizzare questo metodo per valutare il fabbisogno di riscaldamento, non risulta molto attendibile il calcolo del fabbisogno estivo. Tale metodo può essere sviluppato con opportuni adattamenti con i classici software per redigere la relazione ex legge 10/91
-

- Con lo scopo di realizzare una valutazione adattata all'utenza è possibile impiegare modelli di calcolo di due tipologie
    - Nel **metodo dinamico orario** la durata dell'intervallo elementare di calcolo non è più il mese ma la singola ora. Ciò permette di tenere conto dell'effettivo orario di funzionamento dell'impianto, della variabilità delle condizioni di occupazione e di quelle al contorno durante la giornata (temperatura esterna, irraggiamento...). La definizione di "dinamico" deriva dal fatto che il calcolo in un intervallo elementare tiene conto dei risultati del calcolo dell'intervallo precedente.
    - Tale metodo può essere sviluppato con i medesimi software in conformità alla norma UNI EN ISO 52016-1, pur restando in questo caso effettivamente dinamico solo sulla parte impianto
    - Esistono in alternativa numerosi software di simulazione dinamica (ambiente EnergyPlus, TRNSYS ecc) più complessi ma dinamici a livello edificio ed impianto;
-

## Modelli: validazione

---

- La validazione del modello prevede un fit dei valori calcolati con quelli rilevate sui consumi veri, opportunamente normalizzati
  - La norma UNI TR 11775 indica dei range per la verifica della congruità del modello:
  - **Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi e i consumi effettivi deve essere al massimo del 5%.**
  - Lo scostamento massimo, o “margine d’incertezza”, deve essere definito in fase di contatto preliminare in funzione dei dati disponibili e del livello di approfondimento richiesto.
  - In particolari situazioni, qualora la caratterizzazione del sistema edificio impianto si basi su dati non certi (stratigrafie ipotizzate, mancanza di misurazioni...), potrà essere stabilito uno scostamento maggiore del 5%, ma comunque contenuto nel doppio del limite previsto
-

## Modelli: validazione

---

- Condizione ideale

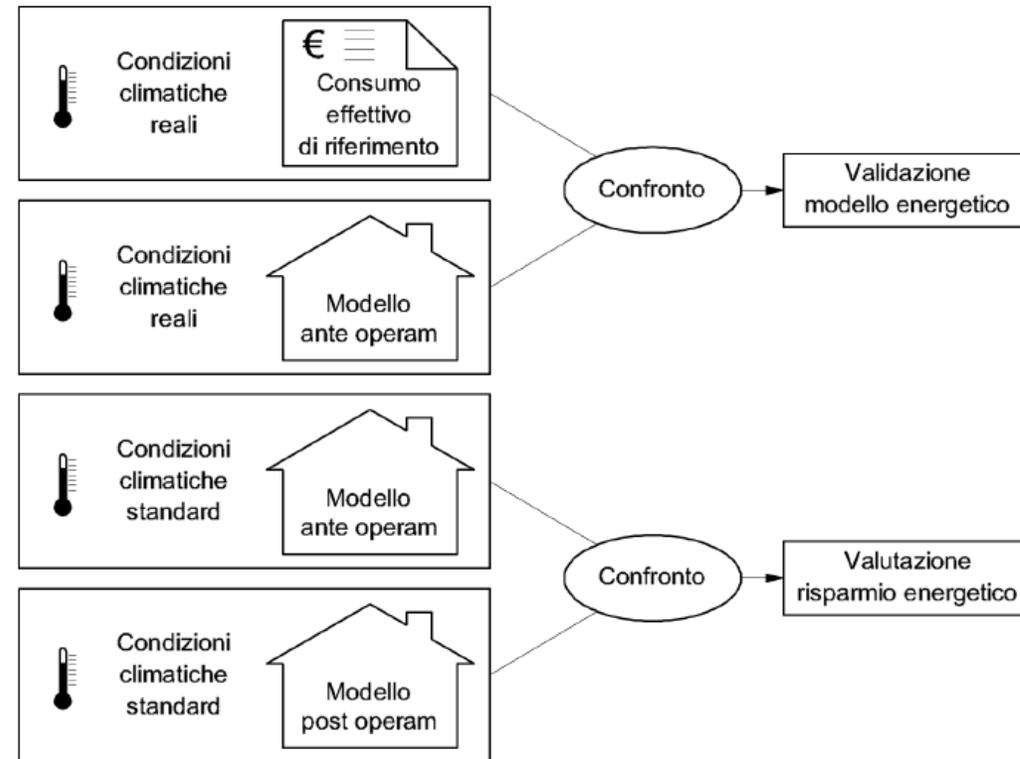
$$-0,05 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,05$$

- Validazione limite

$$-0,1 \leq \frac{C_o - C_e}{C_e} \leq 0,1$$

- Validare il modello è necessario per proseguire con l'analisi
-

# Modelli: validazione



# Il rapporto di diagnosi energetica

---

- Introduzione
    - Descrizione dell'audit
    - Metodo di lavoro
    - Riferimento dell'Auditor
  - Sommario degli utilizzi energetici e delle principali
    - Introduzione dei consumi attuali: in termini assoluti e specifici
    - Principali interventi di riqualificazione ottenibile per riscaldamento, energia elettrica, acqua
    - Tabella riassuntiva per bilancio energetico
    - Tabella riassuntiva interventi migliorativi con relativo ranking
  - Dati dell'immobile
    - Informazioni sul sito
    - Connessioni alle reti
    - Consumi energetici e di acqua
    - O&M e facility management
-

## Il rapporto di diagnosi energetica

---

- Audit degli impianti elettrici e meccanici (descrizione esistenti, eventualmente per sottosistemi)
    - Riscaldamento
    - Acqua e depurazione
    - Ventilazione e air conditioning
    - Climatizzazione estiva
    - Impianto elettrico
    - Involucro edilizio
    - Altri sistemi
-

# Il rapporto di diagnosi energetica

---

- Interventi migliorativi:
    - Tariffe utilizzate e condizioni di calcolo per l'analisi economica
    - Riscaldamento
    - Acqua e depurazione
    - Ventilazione e air conditioning
    - Climatizzazione estiva
    - Impianto elettrico
    - Involucro edilizio
    - Altri sistemi
    - Interventi comportamentali
    - Altri suggerimenti
-

## Caratteristiche dell'involucro

---

- STRUTTURE OPACHE VERTICALI
- Struttura portante in cemento armato a telaio
- Pareti di tamponamento in laterizio a cassa vuota, completamente prive di materiale isolante



## Caratteristiche dell'involucro

---

- STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI
- Copertura piana in latero-cemento completamente priva di materiale isolante



## Caratteristiche dell'involucro

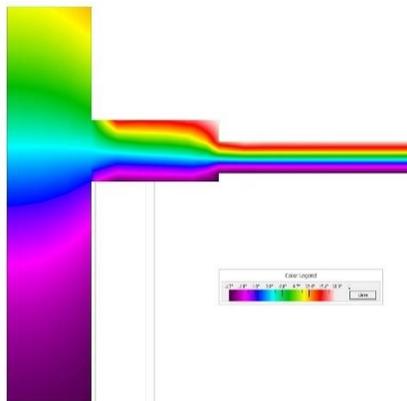
---

- STRUTTURE TRASPARENTI
- Serramenti con telaio metallico senza taglio termico e vetro singolo.

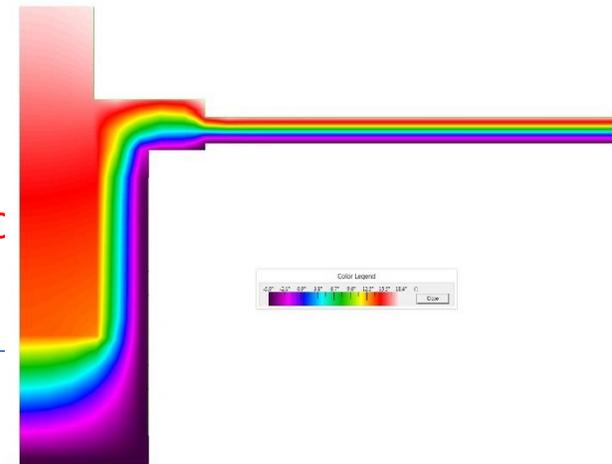


## Caratteristiche dell'involucro

- PONTI TERMICI
- Importanti discontinuità di geometria e di materiale. L'influenza nello stato di fatto è trascurabile, diventa significativa in caso di intervento che interessi singole parti dell'involucro.



SE NON SARÀ PREVISTA LA CORREZIONE DEI PONTI TERMICI SI AVRANNO DISPERSIONI MAGGIORI DEL 25%



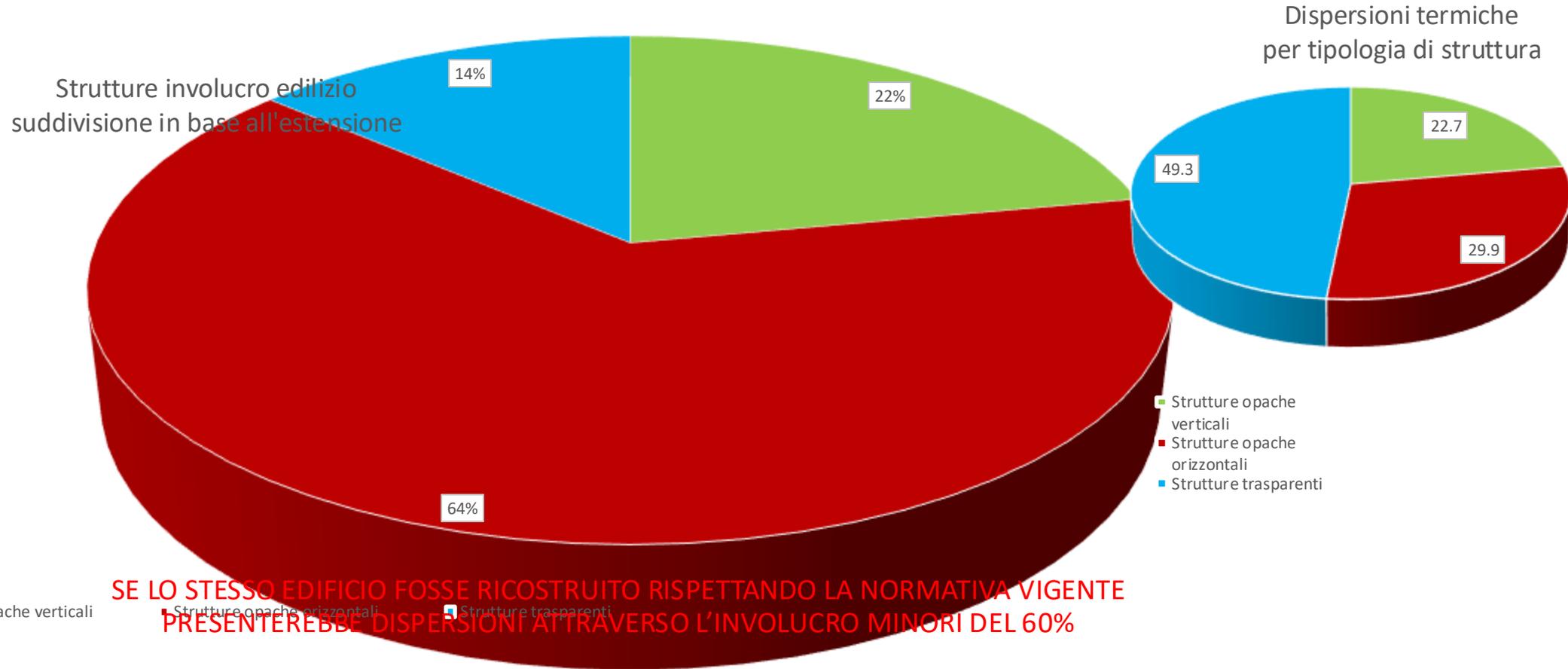
## Caratteristiche dell'involucro

---

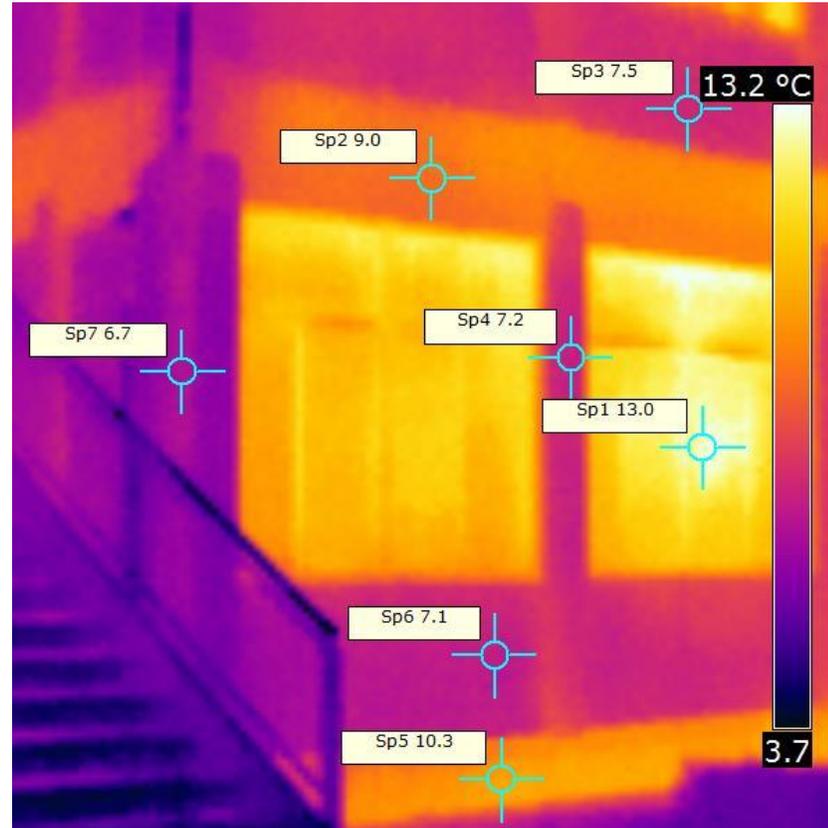
- OMBREGGIAMENTI
- Non presenti elementi ombreggianti posti all'esterno, ma solamente frangisole interni in cattivo stato di manutenzione e dalla scarsa efficacia.



# Dispersioni attraverso l'involucro



# Analisi termografica



## Impianto di climatizzazione esistente

---

- Costituito da tre diverse tipologie di corpi scaldanti:
  - Termoconvettori a mobiletto
  - Radiatori tubolari
  - Ventilconvettori
- SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE



## Impianto di climatizzazione esistente

---

- L'edificio è privo di regolazione di zona o ambiente
- È presente esclusivamente una sonda climatica ed un regolatore con orologio orario settimanale



## Impianto di climatizzazione esistente

- SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE
- Caldaia a gas metano a bassa temperatura dotata di bruciatore ad aria soffiata monostadio, installata nel 2002.



## Impianto di produzione acqua calda sanitaria

---

- Zona spogliatoi palestra: bollitore a fuoco diretto a camera aperta
- Zona scuola: presenti 2 bollitori elettrici
- Zona utilizzata da associazione «L'incontro»: presente un bollitore elettrico





## Impianto di illuminazione

---

- Costituito nella quasi totalità da plafoniere con tubi fluorescenti
- Sono presenti lampade ad incandescenza con potenza pari a 60 W nei servizi igienici
- In palestra sono presenti lampade agli ioduri metallici con potenza pari a 250 W



# Bilancio energetico dell'edificio

---

## Consumi

---

- Consumi gas naturale
    - Dedotti da bolletta AIM Energy
    - (media anni 2011, 2012, 2013)
    - Riscaldamento 31.401 Sm<sup>3</sup> → costo annuo 27.350,27 €
    - Acqua calda sanitaria 374 Sm<sup>3</sup> → costo annuo 325,75 €
  - Consumi per energia elettrica
  - Dedotti da bolletta Global Power S.p.A.
  - (media anni 2011, 2012, 2013)
  - Tutti i servizi 24.688 kWh → costo annuo 5.653,55 €
-

- Informazioni raccolte da interviste al personale docente e agli addetti alle strutture
  - MESI INVERNALI
    - Tendenza al surriscaldamento
    - Qualità dell'aria molto scadente
    - Gli intervistati hanno dichiarato che è pratica diffusa la ventilazione mediante l'apertura delle finestre.
    - Dopo l'intervento di sostituzione dei serramenti le due problematiche tenderanno ad aggravarsi
  - MESI ESTIVI
    - Forte surriscaldamento, in particolare nelle aule con vetrate esposte a est, sud, ovest
-

## Indicatori energetici

---

- Indicatori di performance proposti da ENEA – FIRE in «Guida per il contenimento energetico nelle Scuole» (molto datati)

- $IEN_R = 9,3$

$$IEN_R = \frac{\text{Energia\_primaria\_gasnat} \cdot F_e \cdot F_h}{GG \cdot V_{risc}}$$

- $IEN_E = 11,13$  (anno 2011)
    - $8,09$  (anno 2013)

$$IEN_E = \frac{\text{Consumoenergiael} \cdot F_h}{A_p}$$


---

## Metodologia di analisi degli interventi per il risparmio energetico

---

- Calcolo secondo UNI EN ISO 13790 riportata a livello nazionale nelle UNI-TS 11300
- Metodo di calcolo semi-stazionario

- 
- Costo vettori energetici

- Costo energia elettrica: 0,229 €/kWh (IVA 10% inclusa)
  - Costo gas naturale: 0,871 €/Sm<sup>3</sup> (IVA 22% inclusa)
-

## Metodologia di analisi economica adottata

---

- Si sono utilizzati i tradizionali criteri forniti dalla matematica finanziaria:
  - Tempo di ritorno (payback) semplice
  - Tempo di ritorno (payback) scontato
  - Valore attuale netto (VAN)
  - Vista l'importanza dell'edificio si è assunto un orizzonte temporale di convenienza massimo pari a 20 anni
-

- **SOSTITUZIONE SERRAMENTI ESTERNI**

- Nuovi serramenti con telaio in alluminio a taglio termico e vetro selettivo

- Costo iniziale previsto 200.000 €

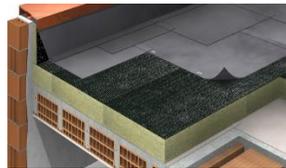
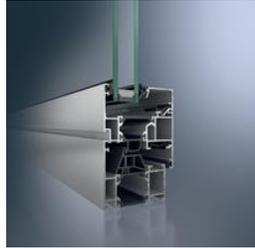
- Incentivo Conto Termico 60.000

- **COIBENTAZIONE PARETI CON CAPPOTTO**

- Posa di strato coibente di circa 16 cm di spessore
- Costo iniziale previsto 190.000 €
- Incentivo Conto Termico 76.000 €

- **COIBENTAZIONE COPERTURA**

- Posa di strato coibente di circa 16 cm di spessore
- Costo iniziale previsto 100.000 €
- Incentivo Conto Termico 40.000 €



## Impianto di riscaldamento

- **INTRODUZIONE DI REGOLAZIONE AMBIENTE**
- Installazione di valvole termostatiche su radiatori e termoconvettori e termostati ambiente per ventilconvettori
- Costo iniziale previsto 15.000 €
- **SOSTITUZIONE BRUCIATORE MONOSTADIO**
- Installazione di bruciatore modulante
- Costo iniziale previsto 4.500 €
- **SOSTITUZIONE GENERATORE DI CALORE**
- Installazione di generatore di calore a condensazione
- Costo iniziale previsto 35.000 €
- Incentivo Conto Termico 14.000 €



## Acqua calda sanitaria

- **SOSTITUZIONE BOILER A FIAMMA DIRETTA ZONA PALESTRA**
- Installazione di boiler a pompa di calore
- Costo iniziale previsto 3.000 €
- Incentivo Conto Termico
  - **SOSTITUZIONE BOILER ELETTRICO DEI LOCALI UTILIZZATI DALL'ASSOCIAZIONE «L'INCONTRO»**
  - Installazione di boiler elettrico a pompa di calore
  - Costo iniziale previsto 950,00 €
  - Incentivo Conto Termico 400,00 €
- **INSTALLAZIONE IMPIANTO SOLARE TERMICO ZONA PALESTRA**
- Costo iniziale previsto 5.000,00 €
- Incentivo Conto Termico 1.564,00 €



- **SOSTITUZIONE DELL'ILLUMINAZIONE ESISTENTE CON SISTEMA DI ILLUMINAZIONE A LED**
- Costo iniziale previsto 25.000,00 €
- Non sono previsti incentivi
  
- **INSTALLAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO SULLA COPERTURA DELL'EDIFICIO POTENZA 20 KWP**
- Costo iniziale previsto 42.600,00 €



## Criteri di definizione degli scenari e accorpamento interventi

---

- Vista la forte interazione tra alcuni interventi non è corretto proporli singolarmente
  - Si sono creati degli «scenari» nei quali diversi interventi vengono accorpati e realizzati in modo contemporaneo o sequenziale
  
  - *Lo Scenario 1 «Sostituzione dei serramenti», essendo l'intervento già programmato, sarà alla base dei successivi scenari.*
-

## Esempio: *SCENARIO 5*

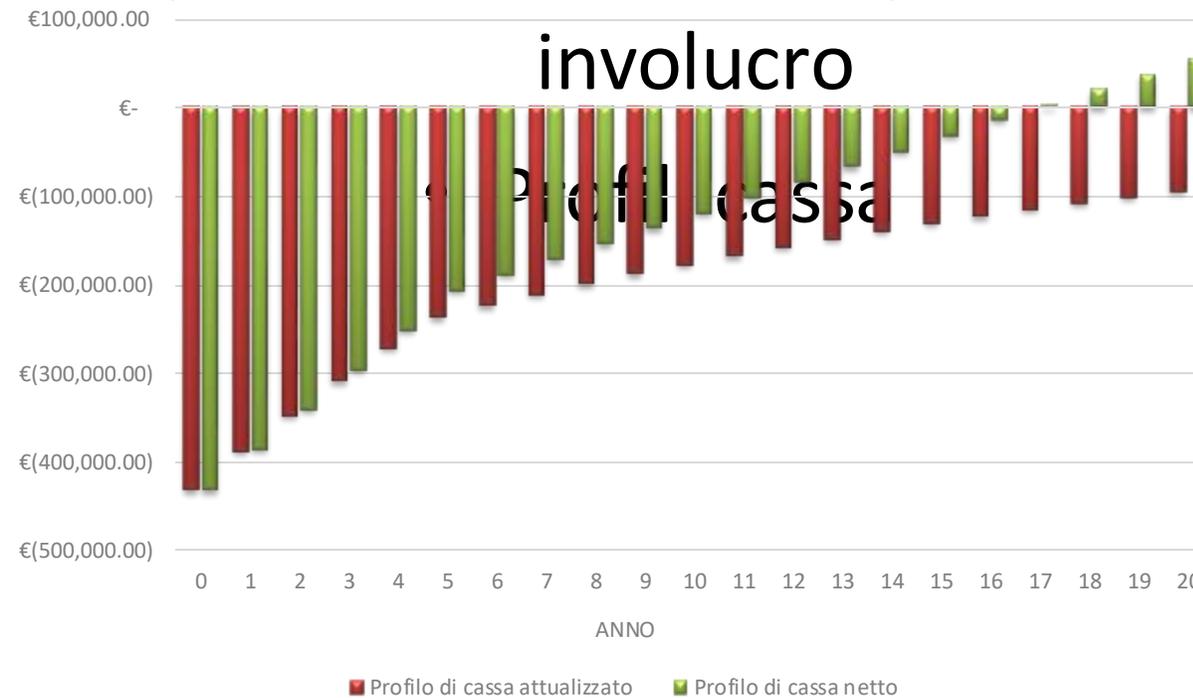
---

- (sostituzione dei serramenti già avvenuta)
    1. Sostituzione termoconvettori, ventilconvettori obsoleti, radiatori (esclusi bagni)
    2. Installazione di regolazione per singolo ambiente e relativo sistema di controllo
    3. Sostituzione del generatore di calore esistente con generatore a condensazione modulante e rifacimento centrale termica
    4. Coibentazione della copertura
    5. Coibentazione a cappotto delle chiusure verticali opache
-

## Esempio: SCENARIO 5

SCENARIO 5		
ANALISI ECONOMICA		
Investimento iniziale previsto	431.827,20	€
Incentivo totale ottenibile	137.640,00	€
Durata incentivo	5	anni
Risparmio economico gas naturale	16.685,75	€/anno
Risparmio economico energia elettrica	783,87	€/anno
Risparmio economico totale	17.469,61	€/anno
Tempo di ritorno investimento (semplice)	17	anni
Tempo di ritorno investimento (scontato)	>20	anni
VAN (5%, 20 anni)	-94.935,36	€

- Regolazione, sostituzione caldaia, coibentazione intero



# Servizio riscaldamento

Scenario	Interventi proposti riscaldamento	Consumo energia primaria	Var.	Spesa servizio risc.	Risparmio	Investimento iniziale	Tempo di ritorno SEMPLICE	Tempo di ritorno SCONTATO
		kWh/anno	%	€/anno	€/anno			
Stato di fatto		310.989	-	28.455,41	-	-	-	-
Scenario 1	- sostituzione dei serramenti	263.162	15%	24.091,19	4.364,22	200.000,00	>20	>20
<b>SCENARIO BASE di CALCOLO: Scenario 1 (avvenuta sostituzione serramenti)</b>								
Scenario 2	- regolazione ambiente su singolo corpo scaldante	226.590	14%	20.691,10	3.400,09	15.000,00	5	6
Scenario 3	- regolazione ambiente su singolo corpo scaldante - sostituzione bruciatore con bruciatore modulante	217.900	17%	19.769,04	4.322,15	19.500,00	5	6
Scenario 4	- sostituzione termoconvettori, ventilconvettori obsoleti, radiatori (esclusi bagni) - regolazione ambiente su singolo corpo scaldante - sostituzione del generatore di calore con generatore di calore a condensazione modulante e rifacimento centrale termica - coibentazione copertura	101.295	62%	9.300,42	14.790,77	210.427,20	11	17
Scenario 5	- sostituzione termoconvettori, ventilconvettori obsoleti, radiatori (esclusi bagni) - regolazione ambiente su singolo corpo scaldante - sostituzione del generatore di calore con generatore di calore a condensazione modulante e rifacimento centrale termica - coibentazione copertura - coibentazione a cappotto delle pareti verticali	73.082	72%	6.621,58	17.469,61	431.827,20	17	>20

# Servizio acqua calda sanitaria

Scenario	Interventi proposti acqua calda sanitaria	Consumo energia primaria per acs	Variazione rispetto a stato di fatto	Spesa servizio acs	Risparmio	Investimento iniziale	Tempo di ritorno investimento SEMPLICE	Tempo di ritorno investimento SCONTATO
		kWh/anno	%	€/anno	€/anno	€	anni	anni
Stato di fatto		5.332	-	325,75	-	-	-	-
Scenario 6	- sostituzione del boiler ad accumulo a servizio degli spogliatoi della palestra con boiler a pompa di calore - sostituzione del boiler elettrico ass. "L'incontro" con boiler murale a pompa di calore	2.674	50%	97,84	227,91	3.850,00	16	>20
Scenario 6a	- sostituzione del boiler elettrico ass. "L'incontro" con boiler murale a pompa di calore	4.285	20%	215,43	110,32	850,00	5	5
Scenario 7	- installazione di impianto solare termico costituito da 2 collettori piani e relativo accumulo da 300 l di preriscaldamento in serie e a monte dell'attuale boiler con accumulo	3.564	33%	156,03	169,72	5.000,00	>20	>20

# Servizio energia elettrica

Scenario	Interventi proposti energia elettrica	Consumo energia elettrica	Variazione rispetto a stato di fatto	Spesa energia elettrica	Risparmio	Investimento iniziale	Tempo di ritorno investimento SEMPLICE	Tempo di ritorno investimento SCONTATO
		kWh	%	€/anno	€/anno	€	anni	anni
Stato di fatto		29.835	-	6.832,22	-	-	-	-
Scenario 8	- sostituzione di illuminazione esistente con sistema di illuminazione a led	22.036	26%	4.876,30	1.955,91	25.000,00	13	>20
Scenario 9	- installazione di impianto fotovoltaico 20 kWp	17.438	42%	3.992,21	2.840,00	42.600,00	16	>20

## Esempio diagnosi energetica civile

---

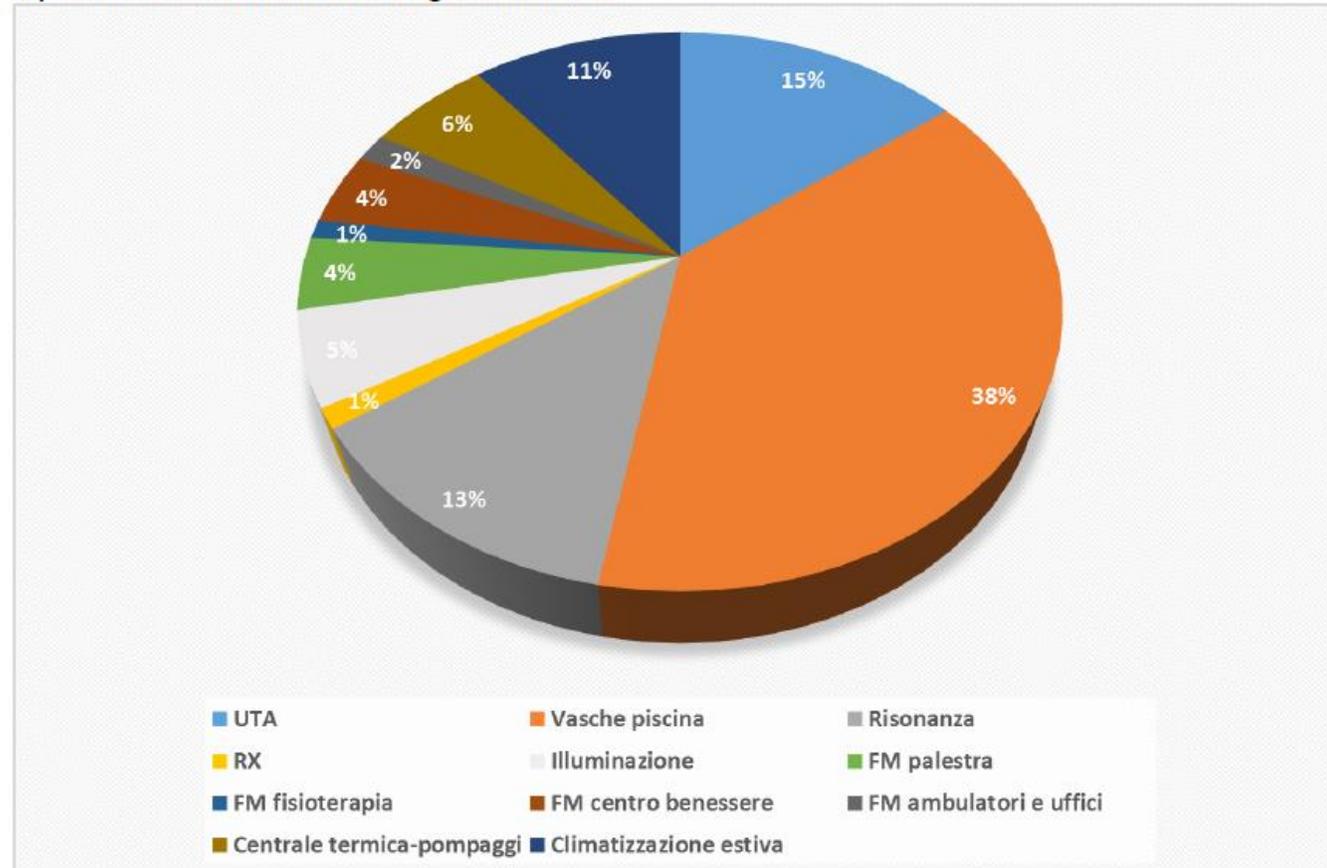
- POLIAMBULATORIO CON PISCINA PER RIABILITAZIONE

## Poliambulatorio con piscina riabilitazione

SUPERFICI E VOLUMI UNITA' IMMOBILIARE				
Descrizione	S.Utile	S. Lorda	V. Lordo	$S_L/V_L$
	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> ]	[m <sup>-1</sup> ]
Unità immobiliare: Poliambulatorio	1.835,44	4.576,25	8.439,83	0,54

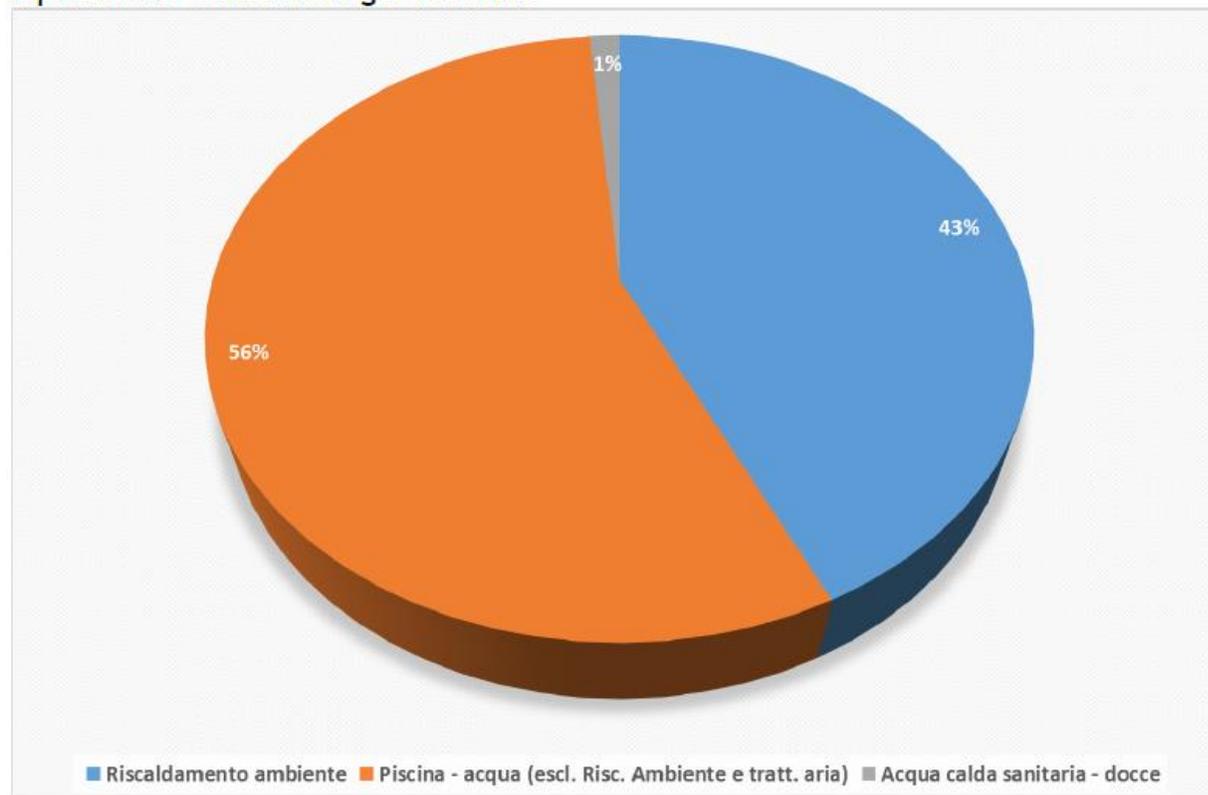
# Poliambulatorio con piscina riabilitazione

Ripartizione consumi di energia elettrica



# Poliambulatorio con piscina riabilitazione

Ripartizione consumi di gas naturale

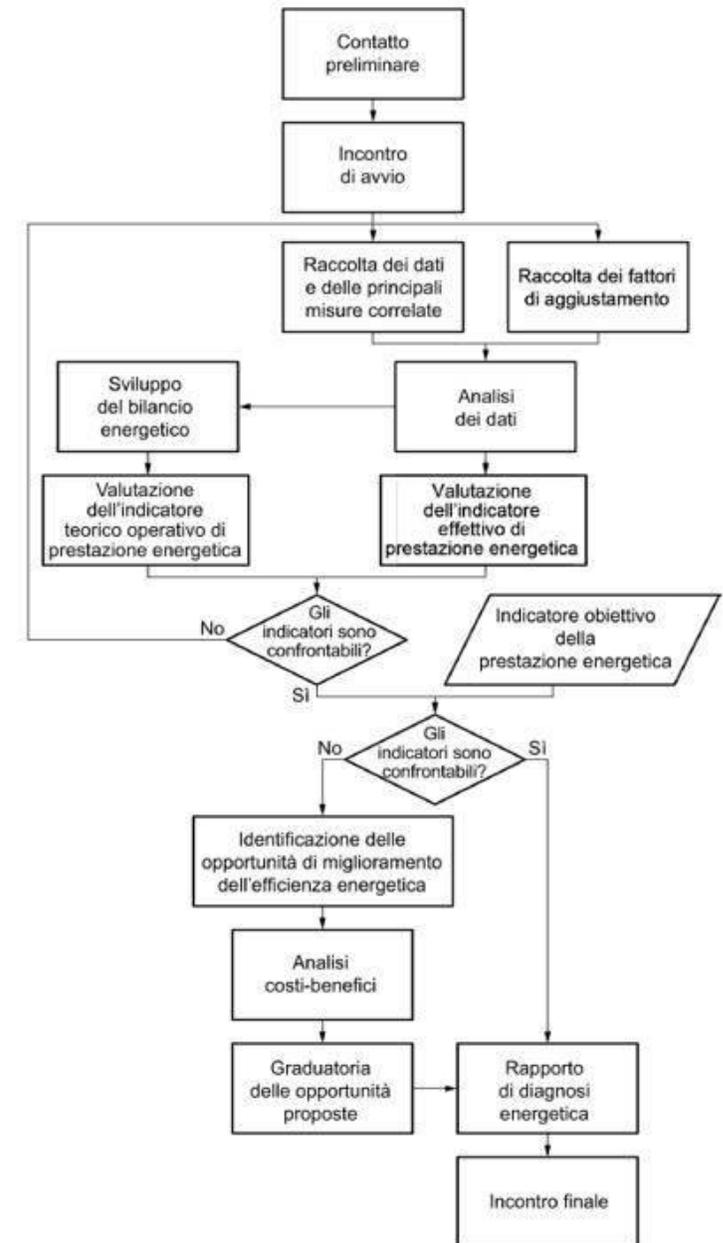


# Poliambulatorio con piscina riabilitazione

	Denominazione	Investimento (I)	Flusso di cassa cumulato	Risparmio Annuo	Tempo di ritorno semplice (TR)	TIR	VAN	VAN/I	Energia Risparmiata		Emissioni di CO <sub>2,eq</sub> evitate
		[€]	[€]	[€/anno]		[%]			[kWh/anno]	[tep/anno]	[kg eq di CO <sub>2</sub> /anno]
Int. 1	Rifasamento automatico	1.630	2.885,60	5196,80	0,318	315	56130,04	34	ND	ND	ND
Int. 2	telo di copertura per piscina	5.150	71.302,41	5096,83	1,01	99	36189,92	7,03	79100	6,80	15932,40
Int. 3	Scambiatore di recupero e pompa per acqua di reintegro	15.000	66.205,83	5413,72	2,8	36	45191,86	3,01	99604	8,57	20079,51
Int. 4	Impianto di microgenerazione per il riscaldamento acqua piscina	40.000	146.955,82	12727,46	4	31	98882,43	2,472	125444	10,78	25257,54
Int. 5	Controllo elettronico velocità variabile per pompe vasca piscina	3.000	15.920,29	1261,35	2,378	42	11024,20	3,67	14664	1,26	2952,18
Int. 6	Recuperatore statico a tubo di calore per UTA risonanza	3.000	9.214,75	814,32	4	26	6053,89	2,02	12537	1,08	2530,44

## Diagnosi energetica industria

- Il diagramma di flusso riporta l'approccio
- di base all'attività di diagnosi industriale
- Il riferimento è la norma UNI CEI EN 16247 si opera sulla base delle Linee Guida ENEA caso coerenti con essa.



# Quadro normativo europeo

---

## Cronistoria normativa: la direttiva 27/2012

---

La **direttiva sull'efficienza energetica (2012/27/UE)**, entrata in vigore nel dicembre 2012 e valida fino al 9 ottobre 2023, ha imposto agli Stati membri di definire obiettivi nazionali indicativi in materia di efficienza energetica al fine di garantire che l'UE raggiungesse il suo obiettivo principale di ridurre il consumo energetico del 20 % entro il 2020. Gli Stati membri rimanevano liberi di adottare requisiti minimi più rigorosi per promuovere il risparmio energetico.

La direttiva:

- 1) ha introdotto anche una serie di misure vincolanti per aiutare gli Stati membri a raggiungere tale obiettivo (ad es. l'obbligo di diagnosi per le grandi imprese europee);
- 2) ha stabilito norme giuridicamente vincolanti per gli utenti finali e i fornitori di energia;
- 3) ha imposto agli Stati membri dell'Unione di pubblicare i loro piani d'azione nazionali per l'efficienza energetica ogni tre anni.

## Cronistoria normativa: la direttiva 2018/2002

---

Nel gennaio 2018 il Parlamento europeo, su proposta della Commissione Europea, ha provveduto ad aggiornare la direttiva 27/2012, con il motto «**L'efficienza energetica al primo posto**» come uno dei principi fondamentali dell'Unione dell'energia, volto a garantire un approvvigionamento energetico sicuro, sostenibile, competitivo e a prezzi accessibili nell'UE. Nella direttiva riveduta la Commissione ha proposto un obiettivo ambizioso del 30 % in materia di efficienza energetica entro il 2030.

Nel novembre 2018, in seguito ai negoziati con il Consiglio, è stato raggiunto un accordo che ha fissato l'obiettivo di ridurre il consumo di energia primaria e finale del 32,5 % entro il 2030 a livello dell'UE (rispetto alle previsioni di consumo energetico per il 2030). La direttiva ha inoltre imposto agli Stati membri dell'UE di mettere a punto misure volte a ridurre il loro consumo annuo di energia in media del 4,4 % entro il 2030.

Per il periodo 2021-2030, ogni Stato membro è chiamato a elaborare un piano nazionale integrato per l'energia e il clima (PNEC) di durata decennale in cui illustri come intende raggiungere i suoi obiettivi di efficienza energetica per il 2030

## Cronistoria normativa: ultimi aggiornamenti

---

Nel luglio 2021 la Commissione ha presentato **una proposta di revisione (COM(2021)0558)** della direttiva sull'efficienza energetica nell'ambito del pacchetto **«Realizzare il Green Deal europeo»**, conformemente alla sua nuova ambizione in ambito climatico di ridurre, entro il 2030, le emissioni di gas a effetto serra dell'UE di almeno il 55 % rispetto ai livelli del 1990 e di diventare climaticamente neutra entro il 2050.

In tale contesto, ***ha proposto di innalzare gli obiettivi di riduzione del consumo di energia primaria e di energia finale entro il 2030, portandoli rispettivamente al 39 % e al 36 %*** rispetto alle proiezioni aggiornate di riferimento del 2020. In termini assoluti, la proposta presentata prevede che nel 2030 il consumo di energia primaria e di energia finale dell'UE non superino, rispettivamente, i 1 023 e i 787 milioni di tonnellate equivalenti di petrolio.

Nella proposta, la Commissione invita gli Stati membri a fissare obiettivi nazionali indicativi in materia di riduzione del consumo di energia, introduce meccanismi automatici rafforzati per colmare i divari e raddoppia l'obbligo per gli Stati membri di conseguire nuovi risparmi energetici annuali, portandolo all'1,5 % del consumo di energia finale dal 2024 al 2030.

# Cronistoria normativa: la Direttiva 1791/2023

---

In GU L 231/1 del 20.9.2023 è stata pubblicata la **Direttiva (UE) 2023/1791** del Parlamento europeo e del Consiglio del 13 settembre 2023 sull'**efficienza energetica**, che modifica il regolamento (UE) 2023/955 e che **è entrata in vigore il 10 ottobre 2023**. Viene così rivista la direttiva sull'efficienza energetica 2012/27 in accordo con il Green new deal e le indicazioni del REPowerEU. Le novità sono diverse e mirano a ridurre i consumi energetici in modo significativo rispetto a quanto previsto in precedenza.

La Direttiva stabilisce un **quadro comune di misure per promuovere l'efficienza energetica** al fine di garantire il conseguimento degli obiettivi dell'UE in materia di efficienza energetica e consentire ulteriori miglioramenti. Tale quadro comune ha lo scopo di contribuire all'attuazione del **regolamento (UE) 2021/1119** del Parlamento europeo e del Consiglio e alla sicurezza dell'approvvigionamento energetico dell'Unione **riducendone la dipendenza dalle importazioni di energia**, compresi i combustibili fossili. In particolare, all'art. 4 è disposto che gli Stati membri garantiscano collettivamente una **riduzione del consumo di energia pari almeno all'11,7% nel 2030** rispetto allo scenario di riferimento 2020, così che il **consumo di energia finale dell'Unione non superi 763 Mtep**.

# Sviluppi futuri: la revisione della Direttiva Europea su EE - Direttiva 1971/2023

## ART. 11 : SISTEMI DI GESTIONE DELL'ENERGIA ED AUDIT ENERGETICI

1. Gli Stati membri provvedono affinché **le imprese attuino un sistema di gestione dell'energia** laddove il loro consumo annuo medio di energia nei tre anni precedenti sia, considerati tutti i vettori energetici:

a) superiore a 85TJ a partire dal 1° gennaio 2024;

Il sistema di gestione dell'energia è certificato da un organismo indipendente secondo le pertinenti norme europee o internazionali.

2. **Gli Stati membri provvedono affinché le imprese che non attuano un sistema di gestione dell'energia siano oggetto di un audit energetico** laddove il loro consumo annuo medio di energia nei tre anni precedenti sia, considerati tutti i vettori energetici:

a) superiore a 10 TJ a partire dal 1° gennaio 2024;

Gli audit energetici sono svolti conformemente alle pertinenti norme europee o internazionali in maniera indipendente ed efficace sotto il profilo dei costi da esperti settoriali qualificati o accreditati o da organismi indipendenti accreditati conformemente ai requisiti di cui all'articolo 26, oppure sono eseguiti e sorvegliati da autorità indipendenti ai sensi della legislazione nazionale.

Gli audit energetici hanno luogo almeno ogni quattro anni a decorrere dalla data dell'audit energetico precedente.

# Sviluppi futuri: la revisione della Direttiva Europea su EE

Gli esiti degli audit energetici, ivi comprese le raccomandazioni risultanti da tali audit, si traducono in piani di attuazione concreti e fattibili in cui sono indicati il costo e il periodo di ammortamento di ciascuna azione di efficienza energetica raccomandata e sono trasmessi agli amministratori dell'impresa. Gli Stati membri provvedono affinché l'attuazione delle raccomandazioni sia obbligatoria, ad eccezione di quelle in cui il periodo di ammortamento è superiore a tre anni. Gli Stati membri provvedono affinché gli esiti e le raccomandazioni messe in atto siano pubblicati nella relazione annuale dell'impresa e resi pubblicamente disponibili, a eccezione delle informazioni soggette alle normative nazionali a tutela dei segreti commerciali e aziendali e della riservatezza.

2 bis. Gli Stati membri possono incoraggiare tutte le imprese ammissibili a fornire le seguenti informazioni nella loro relazione annuale:

- a) informazioni sul consumo annuo di energia, espresso in kWh;
- b) informazioni sul volume annuo di acqua consumata, espresso in metri cubi;
- c) confronti tra i consumi annui di energia e acqua con gli anni precedenti per la stessa struttura.

3. Gli Stati membri promuovono la disponibilità, per tutti i clienti finali, di audit energetici di elevata qualità, efficaci in rapporto ai costi e:

- a) svolti in maniera indipendente da esperti qualificati e/o accreditati secondo criteri di qualificazione; o
- b) eseguiti e sorvegliati da autorità indipendenti conformemente alla legislazione nazionale.

Gli audit energetici di cui al primo comma possono essere svolti da esperti interni o auditor dell'energia a condizione che lo Stato membro interessato abbia posto in essere garanzie atte ad assicurare la loro capacità di realizzare gli audit in maniera indipendente nonché un regime di garanzia e controllo della qualità, inclusa, se del caso, una selezione casuale annuale di almeno una percentuale statisticamente significativa di tutti gli audit energetici svolti.

# Quadro normativo italiano

---

## Quadro normativo italiano: cronistoria

---

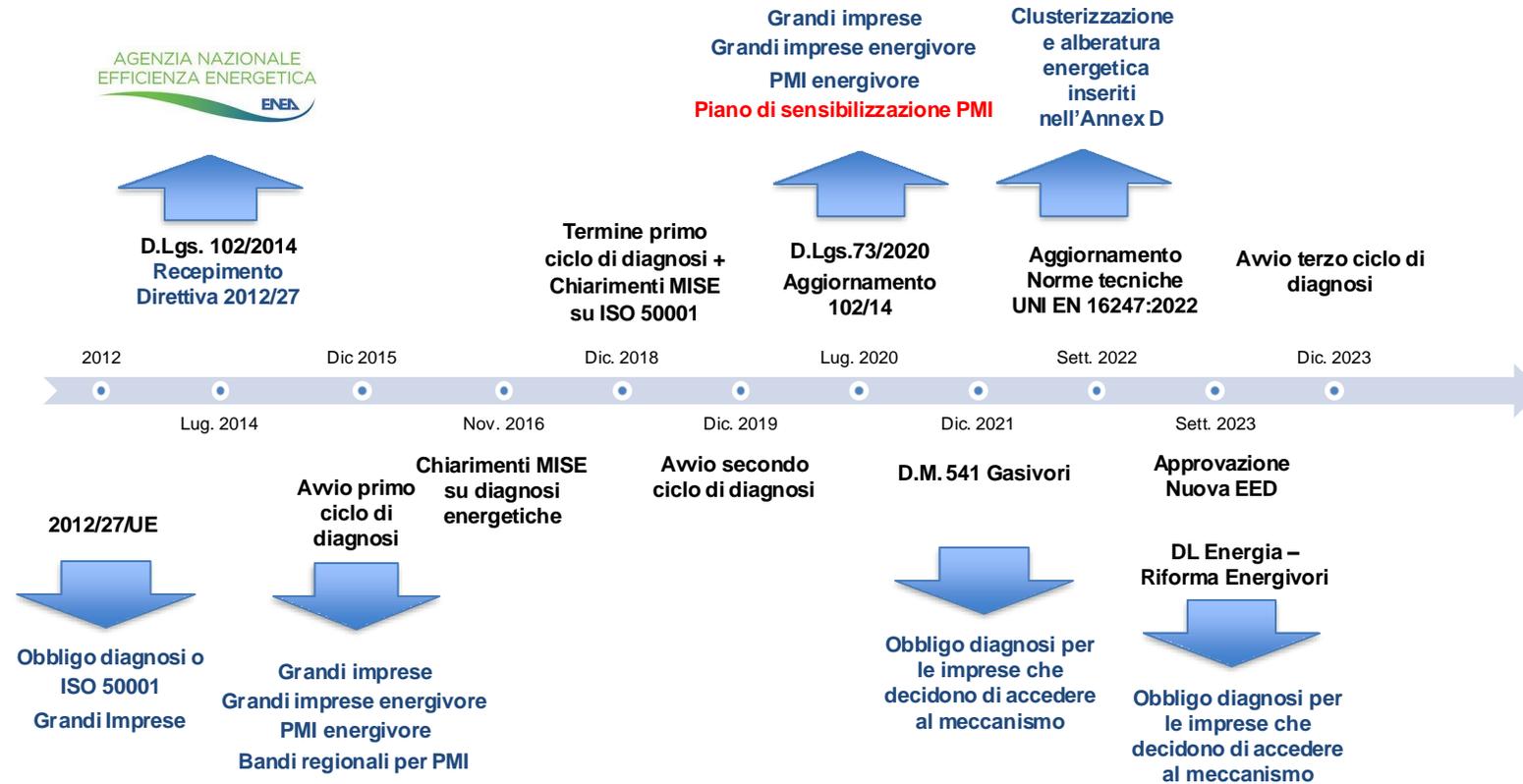
### **Direttiva 2006/32/CE - D.Lgs. 115/2008**

- non prevedeva obblighi giuridicamente vincolanti per gli Stati membri;
- obiettivo nazionale di risparmio energetico al 2016 pari al 9% rispetto alla media 2001-2005.
- Settore industriale, nessuna misura specifica se non un generico richiamo alle generiche misure di efficientamento adottabili in industria.

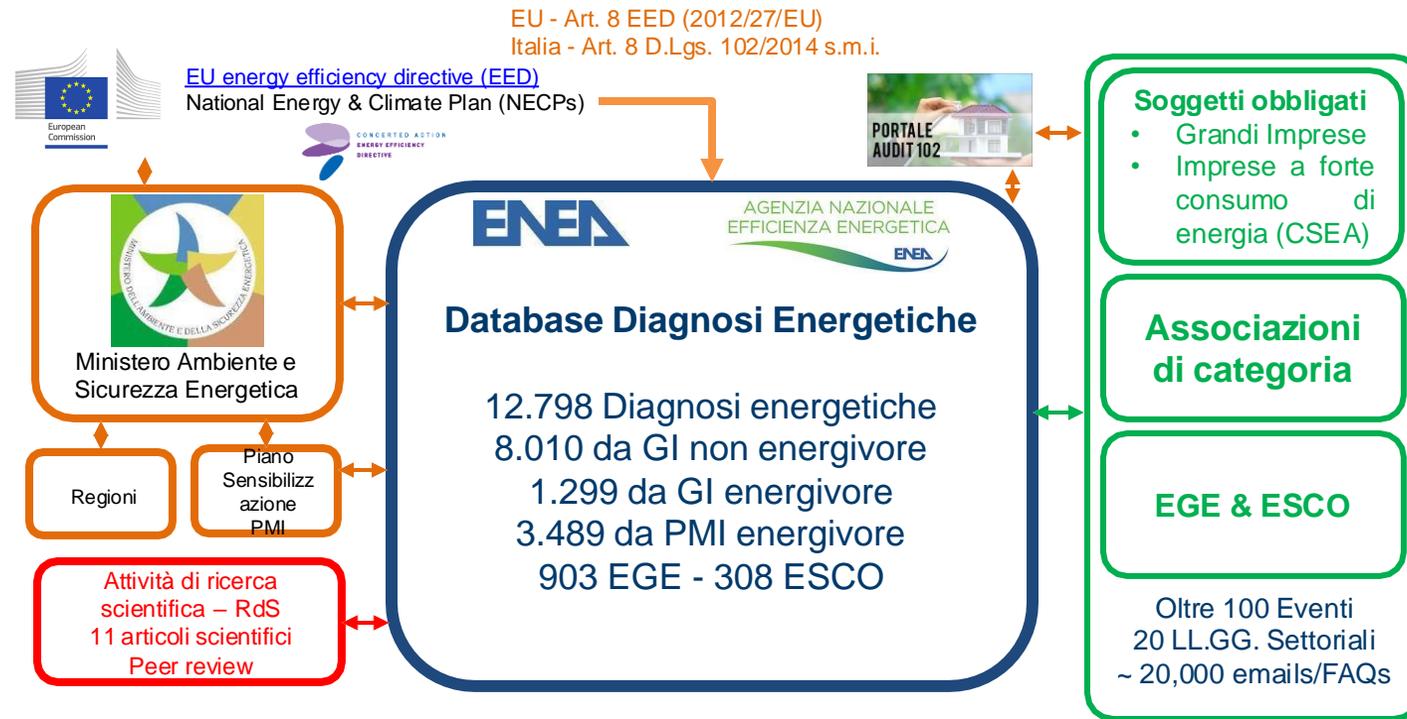
## **Aggiornamento Direttiva UE 2018/2002 - D.Lgs. 73/2020 G.U. 175 14/07/2020**

- Ruolo “strategico” dell’efficientamento nei settori industriali per il raggiungimento degli obiettivi europei;
- Individuazione di strumenti idonei per il raggiungimento degli obiettivi preposti.

# Cronistoria normativa



# Risultati quadriennio 2019/2022



# I soggetti obbligati

---

## Soggetti obbligati

---

L'art. 8 del D.Lgs. 102/2014 definisce le **imprese italiane** che sono i soggetti obbligati alle **diagnosi energetiche**:

- le **grandi imprese** (comma 1);
- le **imprese a forte consumo di energia** (comma 3).

Sono escluse tutte le Amministrazioni pubbliche riportate negli elenchi ISTAT.

A partire dalla scadenza 2020 sono esentate anche imprese con consumi inferiori ai 50 TEP (D.lgs. 73/2020).

## Elenco ISTAT amministrazioni pubbliche

---

### **Amministrazioni centrali**

- Organi costituzionali e di rilievo costituzionale
- Presidenza del Consiglio dei Ministri e Ministeri
- Agenzie fiscali
- Enti di regolazione dell'attività economica
- Enti e istituzioni di ricerca

### **Amministrazioni locali**

- Regioni, Province, Prov. autonome, Città Metrop. Comuni
  - Comunità montane
  - Agenzie ed enti regionali e provinciali
  - Aziende ospedaliere, policlinici, istituti di cura pubblici
  - Aziende sanitarie locali
  - Enti di previdenza
  - ...
-

## Precisazioni

---

- Per ogni anno  $n$ , ogni Impresa è responsabile di **verificare** se ricade in una delle categorie sottoposte ad obbligo di diagnosi per l'anno di riferimento  $n-1$ ;
- Se per l'anno di riferimento l'Impresa è *contemporaneamente* **Impresa Grande Impresa** ed **energivora, Grande Impresa.** deve essere considerata

Art. 2 e chiarimenti MiSE novembre 2016:

**Grande Impresa esclusivamente ai sensi del 102/2014**

---

**Effettivi  $\geq 250$**

**e**

**Fatturato** annuo  $> 50$  milioni di euro

**o**

**Bilancio** annuo  $> 43$  milioni di euro

Grande Impresa per la diagnosi nell'anno  $n$ :  
condizione per **entrambi** gli anni  $n-1$  ed  $n-2$ .

## Esempi valutazione Grande Impresa

---

Le situazioni possono essere:

- 1) Nr dipendenti > 250 + Fatturato > 50 Mln Euro
- 2) Nr dipendenti > 250 + Bilancio > 43 Mln Euro
- 3) Nr dipendenti > 250 + Fatturato > 50 Mln Euro + Bilancio > 43 Mln Euro

N.B. Dimensioni calcolate solo sui **siti italiani**

Le imprese **energivore** soggette all'obbligo di diagnosi con scadenza nell'anno  $n$ , sono le imprese che beneficiano degli incentivi per gli energivori nell'anno  $n-1$ .

Le imprese energivore sono inserite negli **elenchi** di volta in volta pubblicati dalla **Cassa Servizi Energetici e Ambientali (CSEA – DM 5/4/2013)**.

## Condizioni per imprese energivore (elettrivore)

---

Dall'1/1/2018 vengono classificate come **energivore (elettrivore)** le imprese che nel periodo di riferimento (dall'anno  $n-4$  all'anno  $n-2$ ) precedenti all'anno  $n-1$  di pubblicazione nel registro CSEA ed all'anno di competenza  $n$  in cui vengono fruite le agevolazioni (DM 21/12/2017)

**hanno avuto un consumo annuo di energia elettrica maggiore o uguale a 1 GWh** (in precedenza 2,4 GWh)

e rispettano uno dei seguenti requisiti:

- operano nei settori dell'Allegato 3 alle Linee Guida CE 200/01 del 2014
- operano nei settori dell'Allegato 5 alle Linee Guida CE e sono caratterizzate da un indice di «intensità elettrica su VAL» non inferiore al 20% - VAL: media del valore aggiunto lordo a prezzi di mercato
- non rientrano tra le due categorie precedenti ma sono ricomprese negli elenchi CSEA per gli anni 2013 o 2014.

## Condizioni per imprese energivore (gasivore)

---

L'articolo 3 del Decreto del Ministro della Transizione ecologica (MiTe) n. 541 del 21 dicembre 2021, stabilisce i seguenti requisiti di ammissibilità che devono essere soddisfatti dalle imprese per avere accesso alle agevolazioni per i **gasivori**

- L'impresa deve avere un consumo medio di gas naturale, calcolato per il periodo di riferimento, pari ad almeno 1 GWh/anno (ovvero 94.582 Sm<sup>3</sup>/anno);
- L'impresa deve operare in uno dei settori agevolabili elencati nell'Allegato 1 del suddetto decreto;
- l'impresa, anche se in possesso dei requisiti di cui alle precedenti lettere a) e b), non deve essere in "stato di difficoltà" ai sensi della Comunicazione della Commissione (C(2014) 249/01) concernente "Orientamenti sugli aiuti di Stato per il salvataggio e la ristrutturazione di imprese non finanziarie in difficoltà".

# Revisione della definizione e dei criteri per gli energivori

---

Con lo scopo di adeguare la normativa nazionale alla Comunicazione della Commissione europea n. 2022/C/80/07 del 18 febbraio 2022, **a decorrere dal 1° gennaio 2024** accedono alle **agevolazioni le imprese** che:

- hanno conseguito un consumo annuo di energia elettrica non inferiore a 1 GWh nell'anno precedente alla Dichiarazione (cd "anno n-1" ovvero in questo caso si tratta dei consumi del 2023);
- sono in possesso di diagnosi energetica in corso di validità;

e devono possedere uno dei seguenti requisiti:

- a) operano in uno dei settori ad **alto rischio di rilocalizzazione** di cui all'Allegato 1 alla comunicazione 2022/C 80/01;
- b) operano in uno dei settori a **rischio di rilocalizzazione** di cui all'Allegato 1 alla comunicazione 2022/C 80/01;
- c) **hanno beneficiato**, nell'anno **2022** o nell'anno **2023** dell'agevolazione riconosciuta alle imprese energivore perché possedevano il codice ATECO ricompreso nel vecchio **Allegato 3** o **Allegato 5 con VAL > 20%** delle Linee Guida CE.

Infine, le imprese non si devono ritrovare in condizione di difficoltà (art. 3 comma 2 del Decreto Legge 131/2023).

# Revisione della definizione e dei criteri per gli energivori

---

Le agevolazioni si sostanziano come segue:

- a) Per le imprese ad alto rischio di rilocalizzazione, nella misura del minor valore tra il 15% della componente ASOS e lo 0,5% del VAL;
- b) Per le imprese a rischio di rilocalizzazione, nella misura del minor valore tra il 25% della componente ASOS e l'1% del VAL
- c) con riferimento alle imprese che hanno beneficiato dell'agevolazione nell'anno 2022 o nell'anno 2023 secondo i criteri
  1. per le annualità 2024, 2025 e 2026, tra il 35 per cento della componente degli oneri generali afferenti al sistema elettrico destinata al sostegno delle fonti rinnovabili di energia e l'1,5 per cento del VAL (valore aggiunto lordo) dell'impresa;
  2. per l'anno 2027, tra il 55 per cento della componente degli oneri generali afferenti al sistema elettrico destinata al sostegno delle fonti rinnovabili di energia e il 2,5 per cento del del VAL (valore aggiunto lordo) dell'impresa;
  3. per l'anno 2028, tra l'80 per cento della componente degli oneri generali afferenti al sistema elettrico destinata al sostegno delle fonti rinnovabili di energia e il 3,5 per cento del (valore aggiunto lordo) dell'impresa.
  4. Si precisa che le imprese ricadenti nella clausola del Grand fathering potranno beneficiare dell'agevolazione fino al 2028.

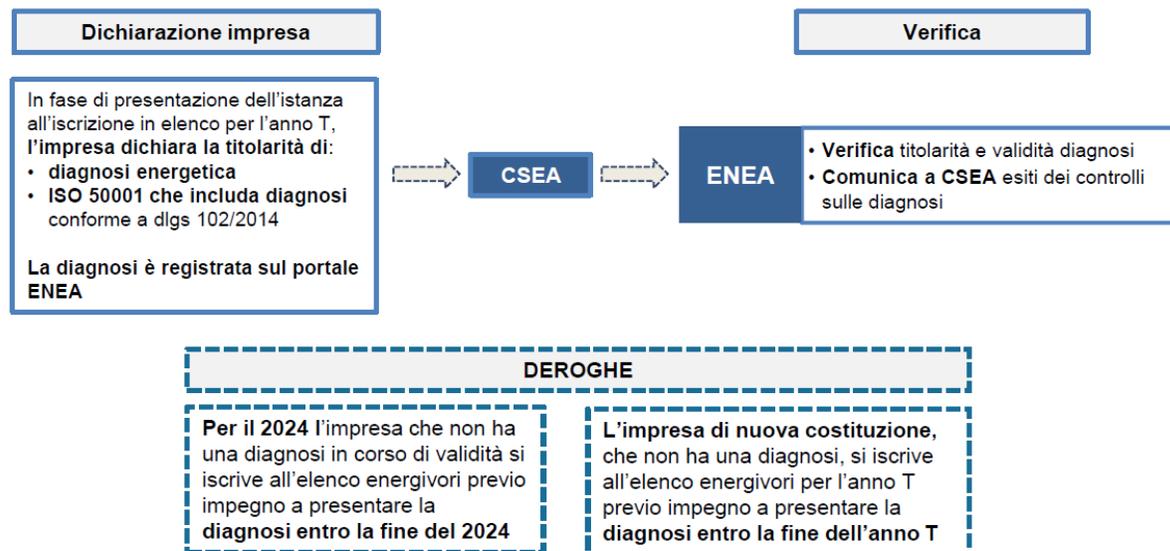
# Revisione della definizione e dei criteri per gli energivori

Classi	Livello di contribuzione A <sub>50s</sub>	Casistiche
<b>Classe 1</b>  Alto rischio rilocalizzazione lettera a) DL 131/2023 art. 3 comma 1	minor valore tra (15% A <sub>50s</sub> ; 0,5% VAL)	-
<b>Classe 2</b>  Rischio rilocalizzazione lettera b) DL 131/2023 art. 3 comma 1	minor valore tra (25% A <sub>50s</sub> ; 1% VAL)	<b>Art. 3 comma 5 del DL 131/2023</b>  minor valore tra ((15% A <sub>50s</sub> ; 0,5% VAL) ↓ <b>Solo nel caso in cui</b> il 50% del consumo di EE è coperto da fonte rinnovabile di cui : - almeno il 10% da PPA <b>oppure</b> - almeno il 5% garantito da energia prodotta in sito (o in prossimità)
<b>Classe 3</b>  "Grand fathering" clausola lettera c) DL 131/2023 art. 3 comma 1	2024; 2025; 2026: minor valore tra (35% A <sub>50s</sub> ; 1,5% VAL)  2027: minor valore tra (55% A <sub>50s</sub> ; 2,5%VAL)  2028: minor valore tra (80% A <sub>50s</sub> ; 3,5%VAL)  N.B. Per la Classe 3 le agevolazioni sono annullate a partire dall'anno 2029	<b>Art. 3 comma 6 del DL 131/2023</b>  minor valore tra ((35% A <sub>50s</sub> ; 1,5% VAL) ↓ <b>Solo nel caso in cui</b> il 50% del consumo EE è coperto da fonte rinnovabile di cui : - almeno il 10% da PPA oppure - almeno il 5% garantito da energia prodotta in sito (o in prossimità).  Se sussiste questa casistica i parametri di contribuzione sono validi anche per le annualità 2027 e 2028.

# Revisione della definizione e dei criteri per gli energivori

## Nuovi prerequisiti e nuovi obblighi per le imprese a forte consumo di energia (DL 131/2023)

Anno T = anno di fruizione delle agevolazioni



La diagnosi diventa quindi un prerequisito per accedere alle agevolazioni previste per le imprese a forte consumo di energia elettrica.

## Nuovi prerequisiti e nuovi obblighi per le imprese a forte consumo di energia (DL 131/2023)

**Art. 3 comma 8** - Le imprese che accedono alle agevolazioni di cui al presente articolo sono tenute a effettuare la diagnosi energetica di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102. Le imprese di cui al primo periodo sono altresì tenute ad adottare almeno una delle seguenti misure:

- a) attuare le raccomandazioni di cui al rapporto di diagnosi energetica, qualora il tempo di ammortamento degli investimenti a tal fine necessari non superi i tre anni e il relativo costo non ecceda l'importo dell'agevolazione percepita;
- b) ridurre l'impronta di carbonio del consumo di energia elettrica fino a coprire almeno il 30 per cento del proprio fabbisogno da fonti che non emettono carbonio;
- c) investire una quota pari almeno al 50 per cento dell'importo dell'agevolazione in progetti che comportano riduzioni sostanziali delle emissioni di gas a effetto serra al fine di determinare un livello di riduzioni al di sotto del parametro di riferimento utilizzato per l'assegnazione gratuita nel sistema di scambio di quote di emissione dell'Unione europea di cui al regolamento di esecuzione (UE) 2021/447 della Commissione europea, del 12 marzo 2021.

L'impresa energivora, **nell'anno T**, prima della presentazione dell'istanza per l'accesso alle agevolazioni dell'anno T+1, **dichiara le modalità con cui ottempera alle condizioni green con riferimento all'anno T**

## Interventi di efficienza energetica

Attua, entro anno T+1, interventi delle diagnosi aventi:

- ✓ payback semplice non superiore a 3 anni
- ✓ costo non superiore all'agevolazione di 1 anno

**Presenta a ENEA** dichiarazione su effettuazione degli interventi effettuati

## Copertura fabbisogno con RES

Copre il 30% del proprio fabbisogno dell'anno T (o il 50% nel caso di maggiorazione dell'agevolazione) con: autoproduzione in sito, GO o PPA

**Aderisce al sistema di certificazione** della percentuale di RES di cui all'art. 9 del DM 224/2023

**Presenta al GSE** dichiarazione su ottemperanza all'obbligo

## Interventi di riduzione GHG

Investe, entro anno T+2, almeno il 50% dell'agevolazione dell'anno T in progetti che comportano riduzione GHG al di sotto del più basso tra:

- ✓ 90% del parametro di riferimento per l'assegnazione gratuita delle quote di emissione nell'ambito del sistema ETS
- ✓ emissioni medie del 10% dei migliori impianti elencati lamento di esecuzione della Commissione 2021/447 per il prodotto rilevante.

**Presenta a ISPRA**, entro il 31 dicembre dell'anno T+2, relazione asseverata del verificatore delle emissioni

ENEA, GSE, ISPRA entro 90gg dal DM individuano modalità e termini con cui le imprese dichiarano l'ottemperanza alle condizioni *green*

Dal 19 luglio 2016, le diagnosi redatte ai fini dell'art. 8 del D. Lgs. 102/2014  
**Chi può eseguire le diagnosi energetiche**  
devono essere eseguite da soggetti certificati da organismi accreditati:

- EGE (secondo la UNI CEI 11339:2023);
- ESCo (secondo la UNI CEI 11352:2014).

In Italia ancora non esiste ancora una certificazione rilasciata da organismi accreditati per gli *auditor* come definiti dalle norme UNI EN 16247 parte 5.

# «La metodologia della *clusterizzazione* nell'industria e nel terziario»

---

## Imprese multisito

---

In applicazione dell'Allegato 2 al decreto legislativo 102/2014, le imprese multisito soggette all'obbligo devono effettuare la diagnosi su un numero di siti proporzionati e sufficientemente rappresentativi per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale dell'impresa e di individuare in modo affidabile le opportunità di miglioramento più significative.

Nell'effettuare la trasmissione dei dati all'ENEA, l'impresa multisito deve elencare tutti i propri siti, ivi compreso il loro consumo annuale, indicando inoltre i siti sottoposti a diagnosi e motivando adeguatamente le scelte fatte al fine di garantire la rappresentatività dei siti scelti → File di clusterizzazione

## Sito produttivo

---

Per “**sito produttivo**” si intende una località geograficamente definita in cui viene prodotto un bene e/o fornito un servizio, entro la quale l’uso dell’energia è sotto il controllo dell’impresa.

I siti non devono essere necessariamente di proprietà dell’impresa ma l’impresa deve averne il controllo dell’uso e dell’energia.

Per le grandi imprese di trasporto, i siti produttivi comprendono sia i luoghi dove si svolgono attività complementari al trasporto (officine, depositi, uffici, ecc.), sia il trasporto stesso, considerato come un unico sito virtuale anche se diffuso sul territorio nazionale ed estero.

*[Rif: Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell’articolo 8 del decreto legislativo n. 102 del 2014 , NOVEMBRE 2016, MiSE]*

L'impresa che presenti siti collegati in un sistema di rete (p.e. acquedotti, oleodotti, etc), ha la facoltà di considerare il sistema stesso come unico sito virtuale e pertanto sottoporre a diagnosi energetica la rete che collega i diversi siti.

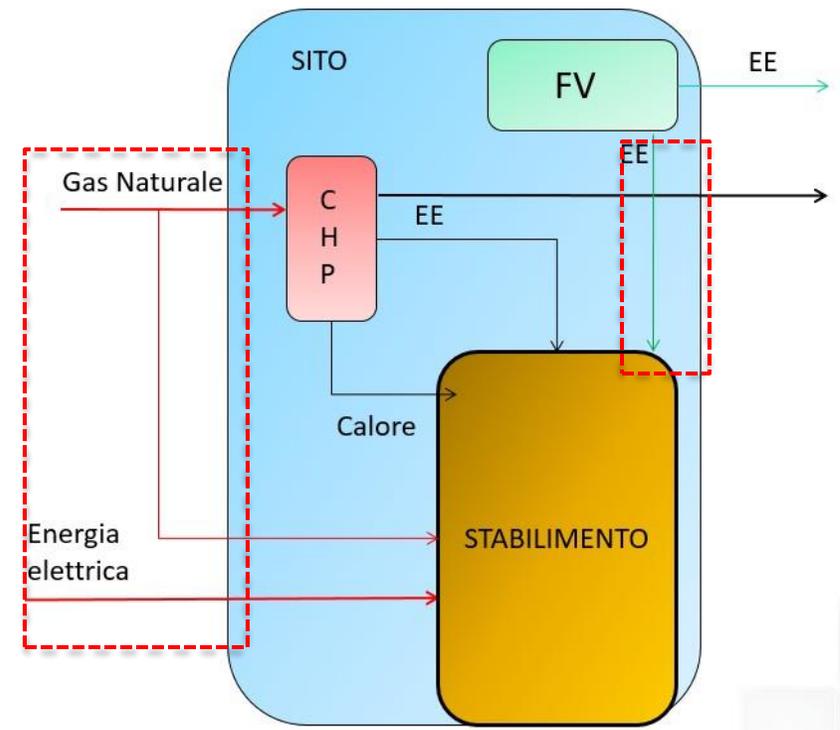
Si considerano siti produttivi anche quelli di natura temporanea, ossia quelli esistenti al fine di eseguire uno specifico lavoro o servizio per un periodo di tempo limitato (es. cantieri), a condizione che la durata prevista dell'attività sia di almeno quattro anni.

*[Rif: Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n. 102 del 2014 , NOVEMBRE 2016, MiSE]*

## Consumi del sito produttivo

Ai fini della definizione dei consumi del sito, bisogna tener conto di tutta l'energia in ingresso al sito derivante dai combustibili e dai vettori energetici e quella prodotta nel sito da fonti rinnovabili ed autoconsumata.

Ai fini del calcolo si utilizzano i coefficienti di conversione in tep applicati per la comunicazione di cui all'articolo 19 della Legge 10 del 1991 (circolare MiSE del 18/12/2014). Nel caso di biomasse il PCI è quello proprio di ciascuna tipologia di biomassa.



## Tabella coefficienti di conversione in tep

Indice	Denominazione	u.m.	Fattore conversione in tep
1	Energia elettrica	kWh	$0,187 \times 10^{-3}$
2	Gas naturale	Sm <sup>3</sup>	$PCI(kcal/Sm^3) \times 10^{-7}$
3	Calore	kWh	$860/0.9 \times 10^{-7}$
4	Freddo	kWh	$(1/ EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$
5	Biomassa	t	$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$
6	Olio combustibile	t	$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$
7	GPL	t	$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$
8	Gasolio	t	$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$
9	Coke di petrolio	t	$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$
11	Altro	tep	1

*Coefficienti di conversione in tep applicati per la comunicazione di cui all'articolo 19 della Legge 10 del 1991 (circolare MiSE del 18/12/2014)*

## Individuazione dei siti oggetto di diagnosi

---

L'impresa, costituita da  $n$  siti con un'unica partita IVA, oppure il gruppo di imprese che presentano un unico bilancio consolidato, oppure il gruppo di imprese associate o collegate, potrà evitare di fare la diagnosi su tutti i propri siti ma potrà eseguirla solo su un gruppo significativo di essi.

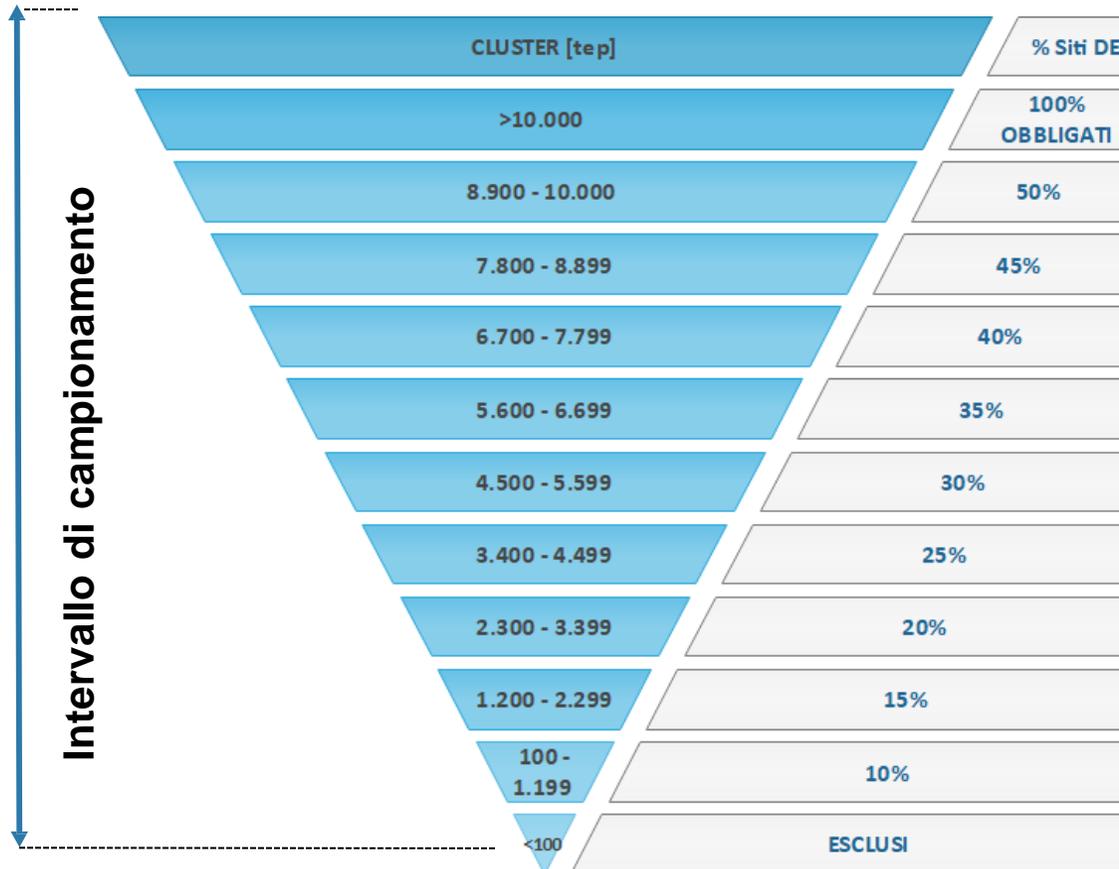
La diagnosi dovrà essere effettuata su tutti i siti aventi  $C_j \geq C_{obbl}$

Dove  $C_{obbl}$  assume il valore di:

- ✓ **10.000 tep per il settore industriale**
- ✓ **1.000 tep per il primario e il terziario**

# La clusterizzazione proposta da ENEA

## Impresa Multisito Industriale

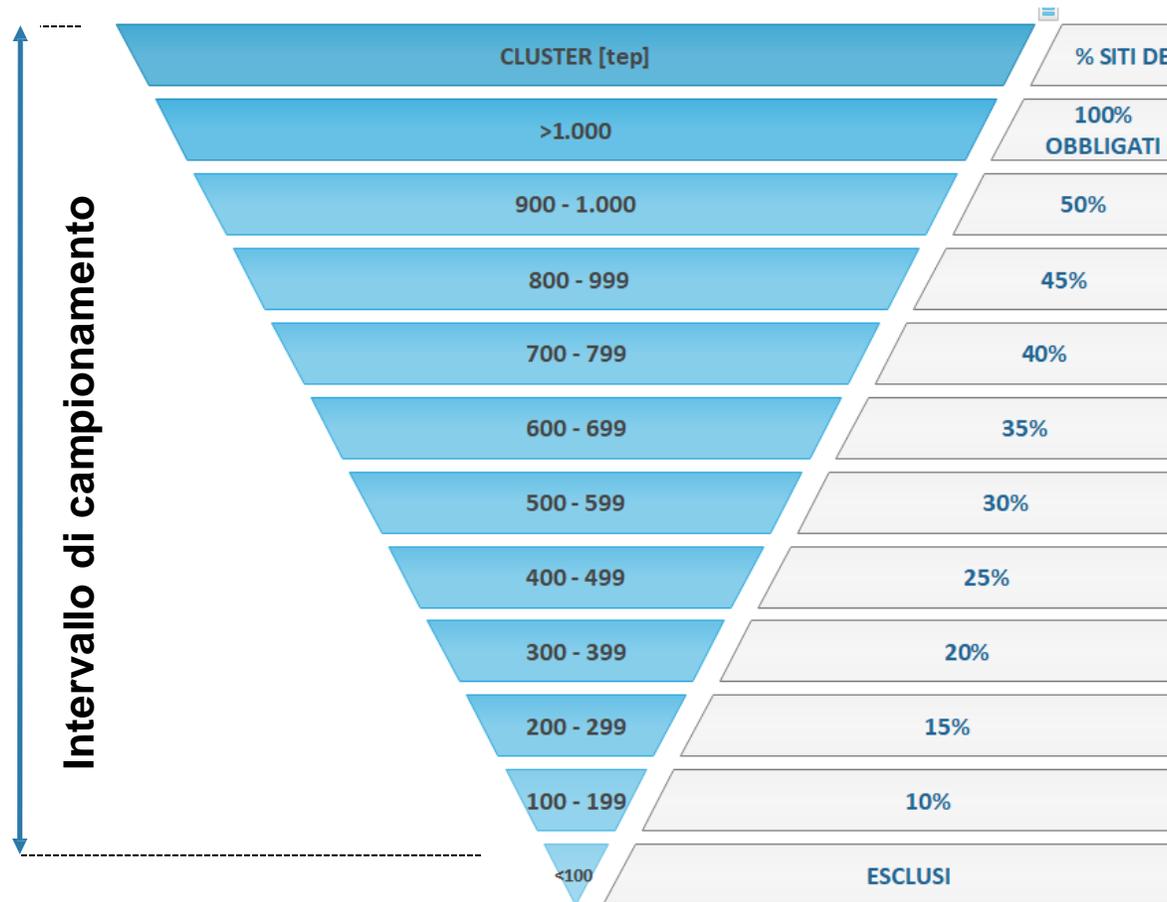


Per i restanti siti si potrà scegliere se effettuare la diagnosi energetica di ciascuno di essi oppure procedere ad una clusterizzazione di essi per fasce di consumo, all'interno delle quali verrà effettuata la diagnosi energetica esclusivamente su un campione limitato di siti.

**I siti da sottoporre a diagnosi a seguito del processo di campionamento possono essere massimo 100.**

# La clusterizzazione proposta da ENEA

## Impresa multisito primario o terziario



**I siti da sottoporre a diagnosi a seguito del processo di campionamento possono essere massimo 100.**

## La clusterizzazione proposta da ENEA

---

I siti con consumo inferiore a 100 tep sono esclusi dall'obbligo di diagnosi fino ad un numero massimo di siti che copre il 20% del consumo totale dell'impresa.

I restanti siti, con consumo inferiore a 100 tep, se non si raggiunge il numero di 100 siti campionati nelle fasce più alte, costituiranno due ulteriori fasce di raggruppamento (una da 1 a 50 tep, l'altra da 51 a 99 tep) la cui percentuale di campionamento sarà rispettivamente 1% e 3%.

## La *clusterizzazione* proposta da ENEA

---

Una volta eseguito il calcolo, dato  $n$  il numero totale di siti da sottoporre a diagnosi, un'azienda può scegliere di non effettuare la diagnosi su  $m$ , con  $m$  minore od uguale ad  $n$ . siti appartenenti ad una o più fasce con altrettanti  $m$  siti appartenenti a fasce a più alto consumo e non già inclusi negli  $n$  individuati.

## La *clusterizzazione* proposta da ENEA

---

Se un'impresa multisito o un gruppo di imprese collegate e/o associate multisito presenta siti di differenti tipologie è opportuno tenere conto delle diverse caratteristiche dei siti oggetto di analisi.

La metodologia di *clusterizzazione* proposta da ENEA può essere effettuata sui soli consumi, senza differenziazione per tipologie di processo.

Qualora ad una stessa fascia appartengano siti di diversa tipologia e nella stessa fascia vengano sottoposti a diagnosi più siti, essi devono essere, se possibile, di natura diversa o appartenenti a società diverse dello stesso gruppo.

[Rif: *Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n. 102 del 2014*, NOVEMBRE 2016, MiSE]

## La clusterizzazione proposta da ENEA

---

Nel caso in cui un'azienda sia composta sia da siti industriali che del terziario la metodologia di campionamento dovrà essere eseguita con riferimento alla categoria principale dell'impresa individuabile attraverso il codice ATECO. In caso di gruppo di imprese, occorre fare riferimento alla categoria prevalente nel gruppo.

*[Rif: Chiarimenti in materia di diagnosi energetica nelle imprese ai sensi dell'articolo 8 del decreto legislativo n. 102 del 2014 , NOVEMBRE 2016, MiSE]*

# La clusterizzazione: i siti energivori

---

## Priorità energivori

Qualora un gruppo di imprese sia costituita da  $m$  imprese di cui  $n$  energivore, i siti energivori sono da considerarsi prioritari per la clusterizzazione.

Esempio: se in una fascia di consumi composta da 3 siti (di cui 1 energivoro) la *clusterizzazione* dà come risultato il fatto che si debba auditare un sito, tale sito dovrà essere quello energivoro. Se i siti energivori fossero 2 uno dei due potrebbe essere escluso dall'audit.

## Il foglio di *Clusterizzazione* (2014-2022)

---

ENEA per molti anni ha messo a disposizione sul proprio sito dedicato alle Diagnosi Energetiche il foglio di calcolo **File di Clusterizzazione** che costituiva un utile supporto per applicare le linee guida ENEA relative alla clusterizzazione. Esso conteneva la lista dei siti produttivi dell'impresa e i loro consumi totali e indicazioni relative alla scelta dei siti oggetto di diagnosi.

Il foglio di calcolo si compone di 3 sezioni principali:

1. Definizione Gruppo
2. Clusterizzazione
3. File di Riepilogo

# Diagnosi energetica

---

## Definizione diagnosi energetica\*

Procedura sistematica volta a fornire **un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico** di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, **volta ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici.**

---

\*D.Lgs.115/2008, Art.2, lett.n, come richiamato nel D.Lgs.102/2014 e successivi aggiornamenti

# Che cos'è una Diagnosi Energetica

---

Una diagnosi energetica è una valutazione sistematica di come venga utilizzata l'energia dal punto in cui essa viene acquisita al suo punto di utilizzo finale → **identifica come l'energia viene gestita e consumata**,  
ovvero:

1. Come e dove l'energia entra nell'impianto, stabilimento, sistema o parte di attrezzatura;
2. Dove essa venga distribuita ed usata;
3. Come venga convertita tra i punti di ingresso ed i suoi utilizzi;
4. Come essa possa essere utilizzata in modo più efficace ed in modo più efficiente.

# La diagnosi Energetica ai fini del 102/2014

---

La diagnosi energetica deve essere conforme ai dettami dell'Allegato 2 del decreto legislativo 102/2014.

Tale prescrizione risulta rispettata se la diagnosi è conforme ai criteri contenuti nelle norme tecniche UNI CEI EN 16247 parti da 1 a 4.

# La diagnosi Energetica

---

I criteri minimi che devono possedere gli audit di qualità sono indicati nell'Allegato 2 al decreto legislativo 102/2014. Le diagnosi energetiche devono dunque :

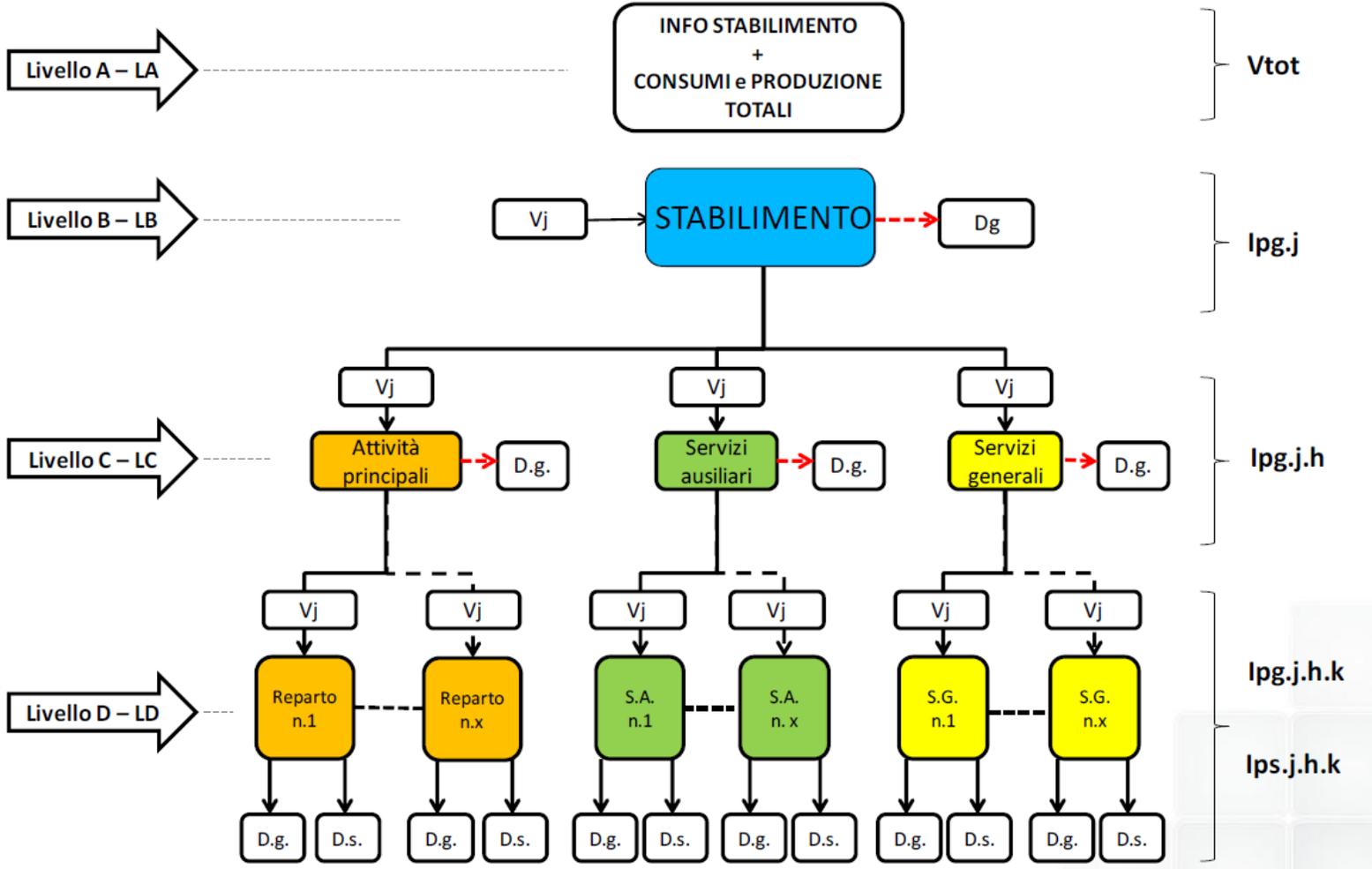
- a) essere basate su dati operativi relativi al consumo di energia aggiornati, misurati e tracciabili e sui profili di carico;
- b) comprendere un esame dettagliato del profilo di consumo energetico di edifici o di gruppi di edifici, di attività o impianti industriali, compreso il trasporto;
- c) ove possibile, essere basate sull'analisi del costo del ciclo di vita, invece che su semplici periodi di ammortamento, per tener conto dei risparmi a lungo termine, dei valori residuali degli investimenti a lungo termine e dei tassi di sconto;
- d) essere proporzionate e sufficientemente rappresentative per consentire di tracciare un quadro fedele della prestazione energetica globale e di individuare le opportunità di miglioramento piu' significative.

## Il Rapporto di Diagnosi: i punti salienti

---

1. **Nota su chi ha redatto la diagnosi energetica;**
  2. **Dati dell'azienda;**
  3. **Dati del sito produttivo oggetto di diagnosi;**
  4. **Periodo di riferimento della diagnosi;**
  5. **Unità di misura adoperate;**
  6. **Consumi energetici;**
  7. **Materie prima;**
  8. **Processo produttivo;**
  9. **Descrizione prodotti;**
  10. **Indicatori energetici;**
  11. **Informazioni sul metodo raccolta dati;**
  12. **Descrizione dell'implementazione della strategia di monitoraggio;**
  13. **Modelli energetici;**
  14. **Calcolo degli indicatori energetici individuati e confronto con quelli di riferimento;**
  15. **Interventi effettuati in passato;**
  16. **Interventi individuati;**
  17. **Tabella riepilogativa interventi individuati.**
-

# ENEA: struttura del sito a livelli



# ENEA: bilancio energetico

STRUTTURA ENERGETICA AZIENDALE <i>(Compilare solo le caselle a sfondo bianco)</i>									
DATI AZIENDALI	NOME		INDIRIZZO		P.IVA	SETTORE MERC. [codice ATECO]	ANNO	PRODUZIONE	
	PINCOPALLO		Via degli Orti, 173 - 00100 Roma		45789999338	2654	2014	[valore]	[u.m.]
CONSUMI	CODICE	VEETTORE	u.m.	valore	Fattore conversione in tep	PCI o EER	TEP	Vtot [tep]	
	1	Energia elettrica	kWhe	5.800.000	$0,187 \times 10^{-3}$		1.085	3.147	
	2	Gas naturale	Sm3	2.500.000	$8,250 \times 10^{-7}$	8.250	2.063		
	3	Calore	kWht		$860 \times 10^{-7}$		0		
	4	Freddo	kWhf		$(1/EER) \times 0,187 \times 10^{-3}$	3	0		
	5	Biomassa	t		$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$	4.000	0		
	6	Olio combustib.	kg		$PCI (kcal/kg) \times 10^{-7}$	9.800	0		
	7	GPL	t		$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$	11.000	0		
	8	Gasolio	t		$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$	10.200	0		
	9	Coke di petrolio	t		$PCI (kcal/kg) \times 10^{-4}$	8.300	0		
	10	Aria compressa	Nm3		$0,11 \times 0,187 \times 10^{-3}$		0		
	11	Altro							
	12								
13									

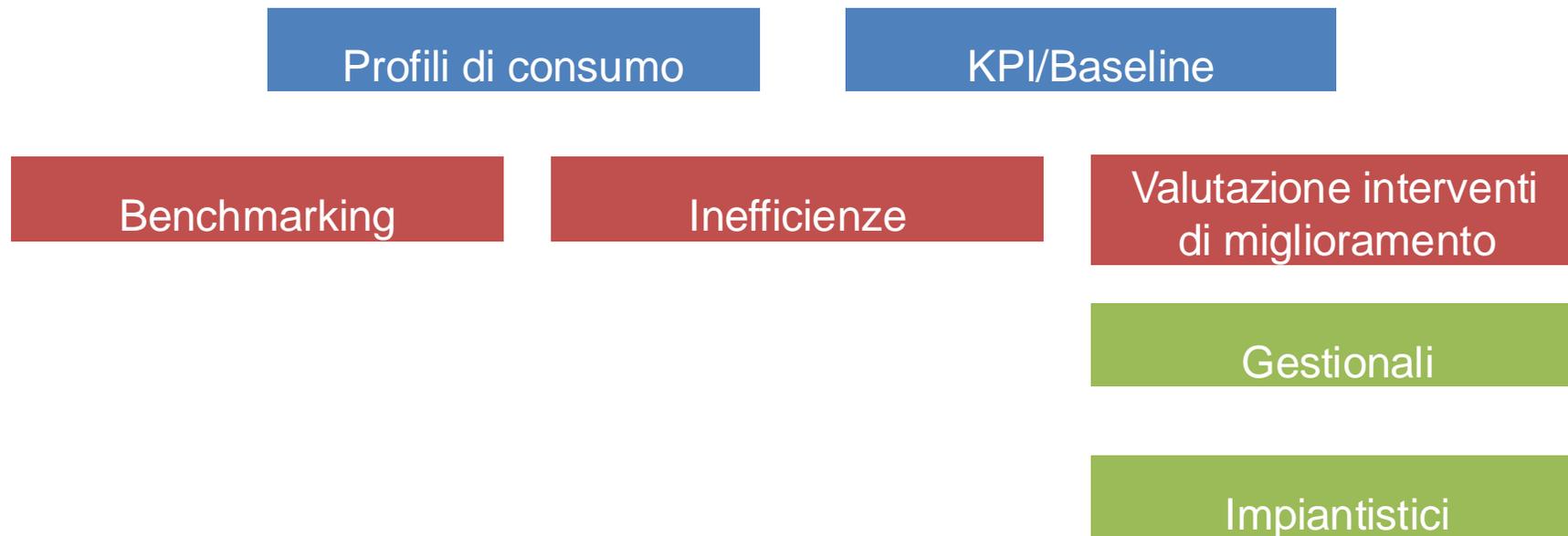




- **Sistemi di misura, monitoraggio, contabilizzazione e interventi di miglioramento dell'efficienza energetica**

# Diagnosi energetica & Monitoraggio

La diagnosi energetica deve permettere di acquisire una conoscenza approfondita e affidabile sugli usi e consumi energetici dell'impianto in esame.



## Piano di Misura e Monitoraggio

KPI/Baseline

Profili di consumo

Quindi la logica con cui deve essere costruito l'albero di misura/stima per il monitoraggio dei consumi energetici è quella di:

- permettere all'organizzazione di definire KPI e baseline affidabili e ripetibili;
- Monitorare e confrontare i consumi nel tempo al fine di individuare eventuali malfunzionamenti o comportamenti non virtuosi;
- Permettere di effettuare un'analisi affidabile costo/beneficio di possibili interventi di efficientamento energetico.

## Diagnosi energetica & Monitoraggio

---



Quindi esiste un legame non scindibile tra  
diagnosi energetica e piano di misura e  
monitoraggio.

Una diagnosi energetica di qualità non può  
prescindere da dati certi, misurati e monitorati  
nel tempo!

---

## Linee Guida: sistema di monitoraggio

~~Le misure potranno essere effettuate adottando le seguenti metodologie:~~

- a. **Campagne di misura:** la durata della campagna di misura dovrà essere scelta in modo rappresentativo (in termini di significatività, riproducibilità e validità temporale) rispetto alla tipologia di processo dell'impianto (es: impianti stagionali). La durata minima della campagna dovrà essere giustificata dal redattore della diagnosi. Occorrerà inoltre rilevare i dati di produzione relativi al periodo della campagna di misura. La campagna di misura dovrà essere effettuata preferibilmente durante l'anno solare precedente rispetto all'anno di obbligo della realizzazione della diagnosi energetica, eventualmente nello stesso anno;
  - b. **Installazione di strumenti di misura:** nel caso di installazione "permanente" di strumentazione di misura, è opportuno adottare come riferimento l'anno solare precedente rispetto all'anno d'obbligo della realizzazione della diagnosi energetica.
-

---

## Quali sono le tipologie di strumenti ammessi?

- **Misuratori esistenti;**
  - **Nuovi misuratori** (manuali, in remoto, con software di monitoraggio con funzioni di memorizzazione e presentazione delle misure stesse)
    1. Le misure devono essere conformi agli standard nazionali ed internazionali di riferimento (ISO, UNI, Protocollo IPMVP etc etc)
    2. Nel caso di misure indirette è fatta salva la possibilità di adoperare metodologie di calcolo ampiamente consolidate presenti nella letteratura tecnica corrente.
-

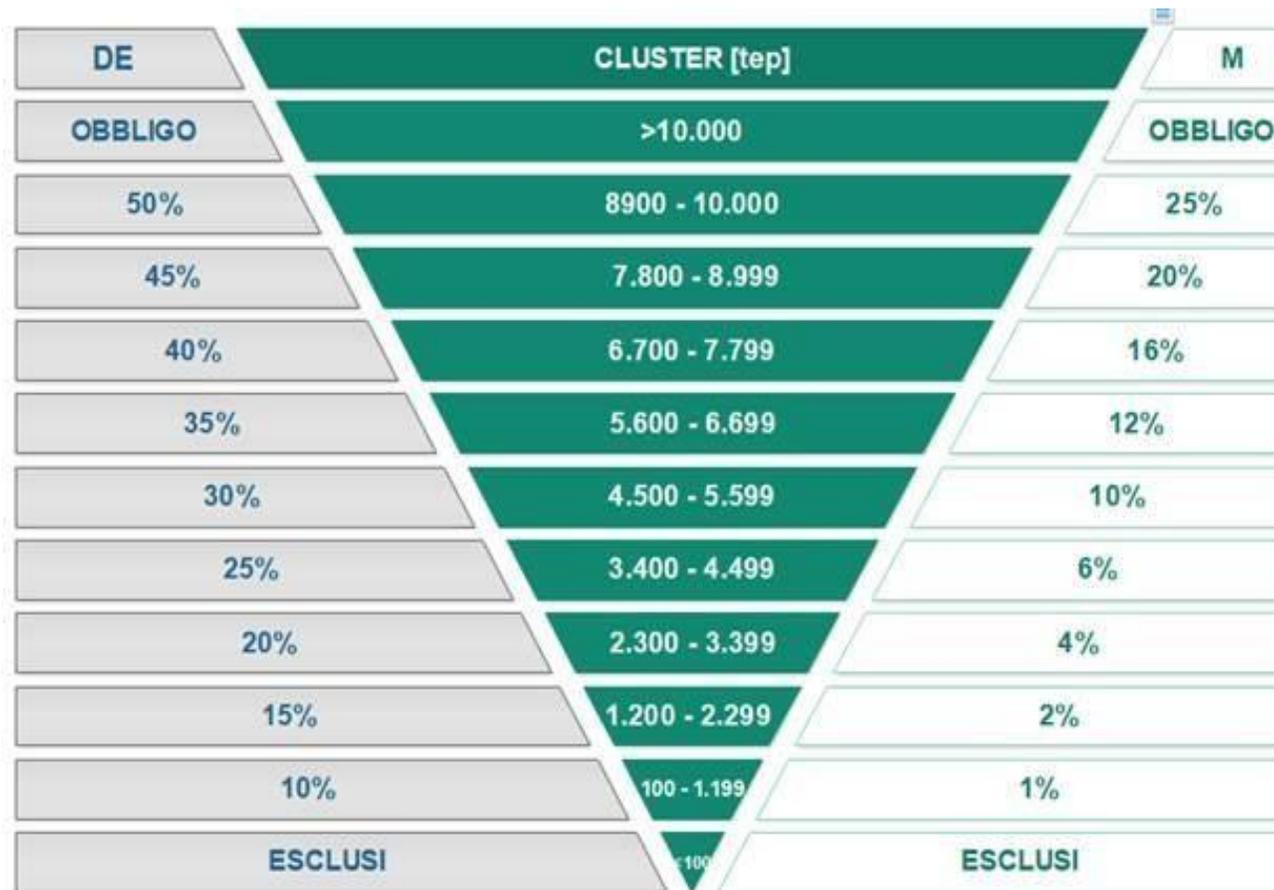
## Linee Guida: siti obbligati

### Quali sono i siti obbligati alla misura?

---

1. Sono una parte dei soggetti obbligati alla realizzazione di una diagnosi energetica ai sensi del D.Lgs. 102/2014.
  2. Per anno di riferimento, nel seguito si intende l'anno n-1 rispetto all'anno n-simo di obbligo.
  3. I siti obbligati vengono individuati come segue:
    1. **Imprese monosito:** Tutte le imprese che nell'anno di riferimento abbiano avuto un consumo superiore ai 100 tep
    2. **Imprese multisito:** Tutti i siti che hanno un consumo nell'anno di riferimento maggiore di: 10.000 tep per i siti industriale e 1.000 tep per i siti del terziario
-

# Monitoraggio Industria: campionamento



## Alcune Utili Precisazioni:

- Massimo 50 siti;
- A parità di siti c'è la possibilità di scegliere siti di un **cluster superiore**;
- Per il calcolo dei tep bisogna considerare anche **l'energia rinnovabile (es. solare, etc..)** **autoconsumata**;
- Possono essere esclusi i siti con **consumi inferiori ai 100 tep**.

## Linee Guida: sistema di monitoraggio

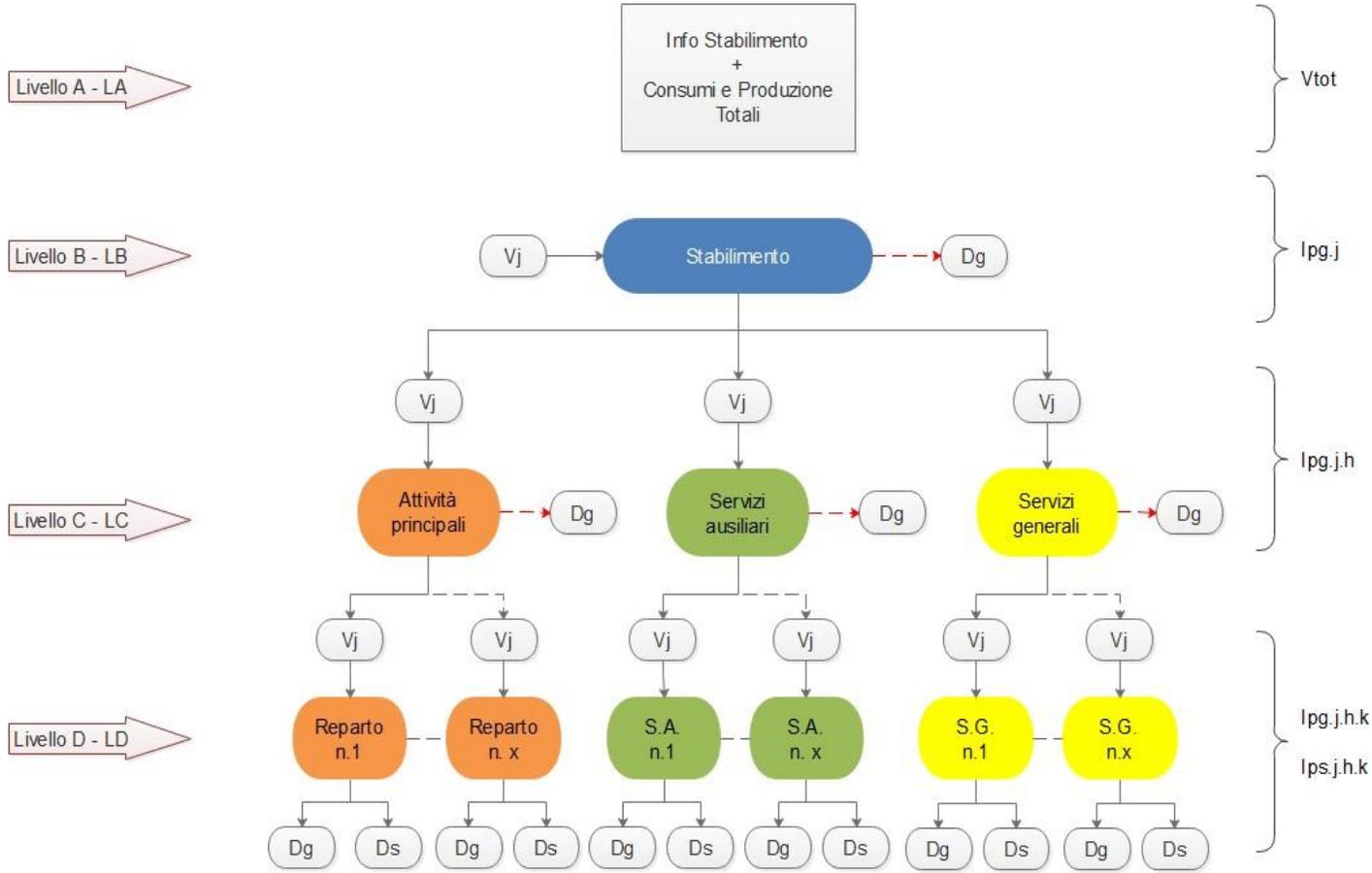
---

### Quanti strumenti di misura vanno messi?

La percentuale di misurazione dipenderà dalla tipologia di azienda analizzata (a seconda che appartenga al settore industriale o al terziario) e dall'area aziendale cui si riferiscono i consumi analizzati (attività principali, servizi ausiliari o servizi generali).

---

# Monitoraggio Industria: la struttura Energetica



# Monitoraggio Industria: livelli di copertura

---

## Siti industriali con consumo totale superiore a 10.000 TEP/anno

- 85% di copertura dei dati misurati, per ogni vettore energetico, rispetto al consumo totale dello stesso vettore energetico nell'anno di riferimento (come rilevato al contatore fiscale – Livello A) per l'area (livello C) “attività principali”
  - 50% di copertura dei dati misurati, per ogni vettore energetico, rispetto al consumo totale dello stesso vettore energetico nell'anno di riferimento (come rilevato al contatore fiscale – Livello A) per l'area (livello C) “servizi ausiliari”
  - 20% di copertura dei dati misurati, per ogni vettore energetico, rispetto al consumo totale dello stesso vettore energetico nell'anno di riferimento (come rilevato al contatore fiscale – Livello A) per l'area (livello C) “servizi generali”
-

## Monitoraggio Industria: livelli di copertura

Consumo anno di riferimento (tep/anno)		Attività Principali	Servizi Ausiliari	Servizi Generali
> 10.000		85%	50%	20%
8900	10000	80%	45%	20%
7800	8899	75%	40%	20%
6700	7799	70%	35%	20%
5600	6699	65%	30%	20%
4500	5599	60%	25%	10%
3400	4499	55%	20%	10%
2300	3399	50%	15%	10%
1200	2299	45%	10%	5%
100	1199	40%	5%	5%

## Esempio: impianto industriale

---

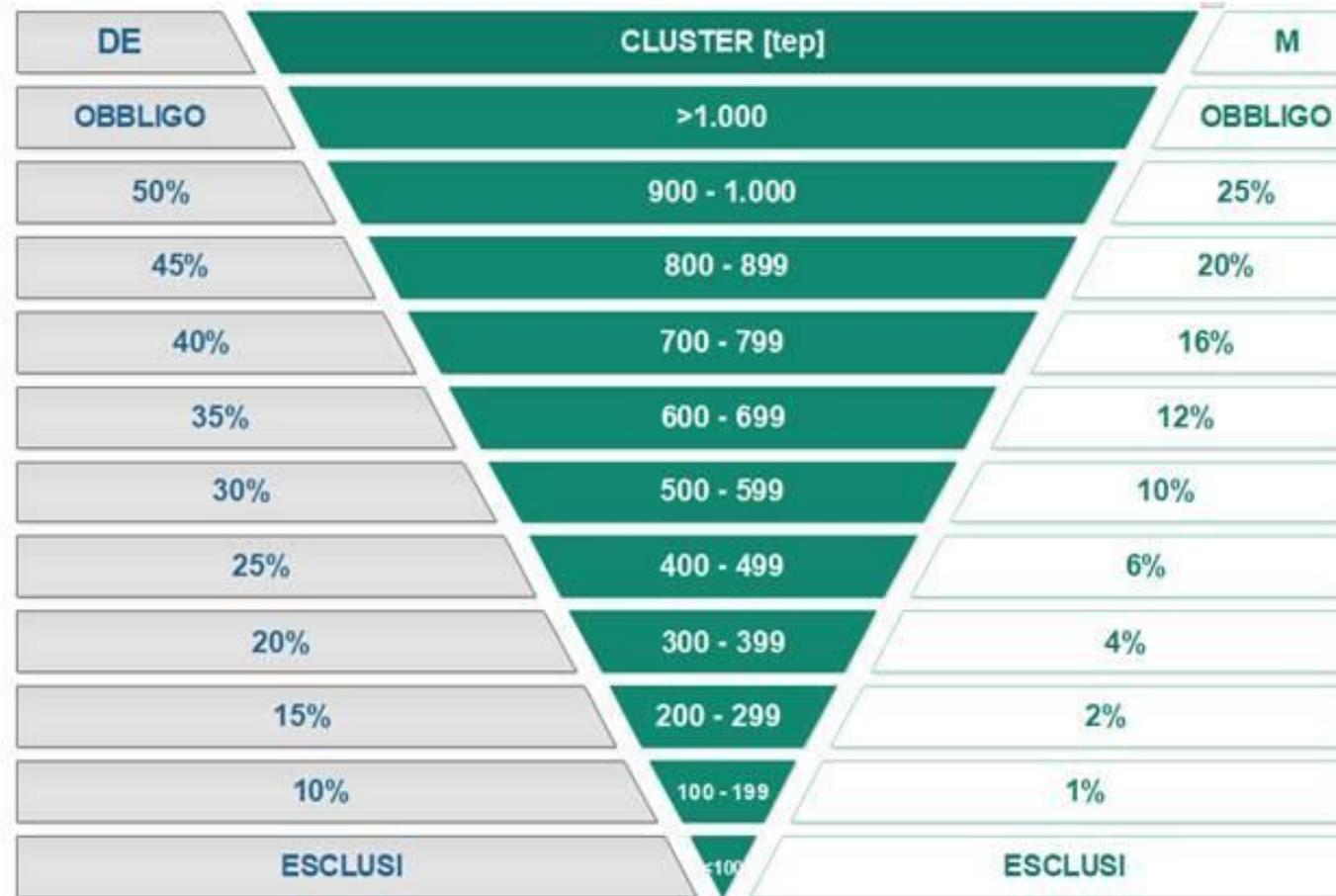
### Descrizione dell'implementazione della strategia di monitoraggio

1. Va fatta una descrizione del sistema di monitoraggio e controllo dei consumi, software, strumenti etc..
  2. Va data evidenza grafica dell'albero dei contatori attraverso l'utilizzo di diagrammi e/o schemi unifilari dove è possibile evincere i carichi sottesi al misuratore;
  3. Vanno quindi descritti sinteticamente i misuratori utilizzati (riportati in una tabella):  
posizionamento (facendo anche riferimento a quanto riportato al punto precedente), tipologia di strumento, grado di incertezza, periodo di campionamento, frequenza di campionamento data di installazione, programma di taratura, etc..
  4. Va data evidenza della copertura dei consumi e della loro valutazione oltre che attraverso la misura anche attraverso eventuali assunzioni, algoritmi, metodologia di stima dei dati.
-

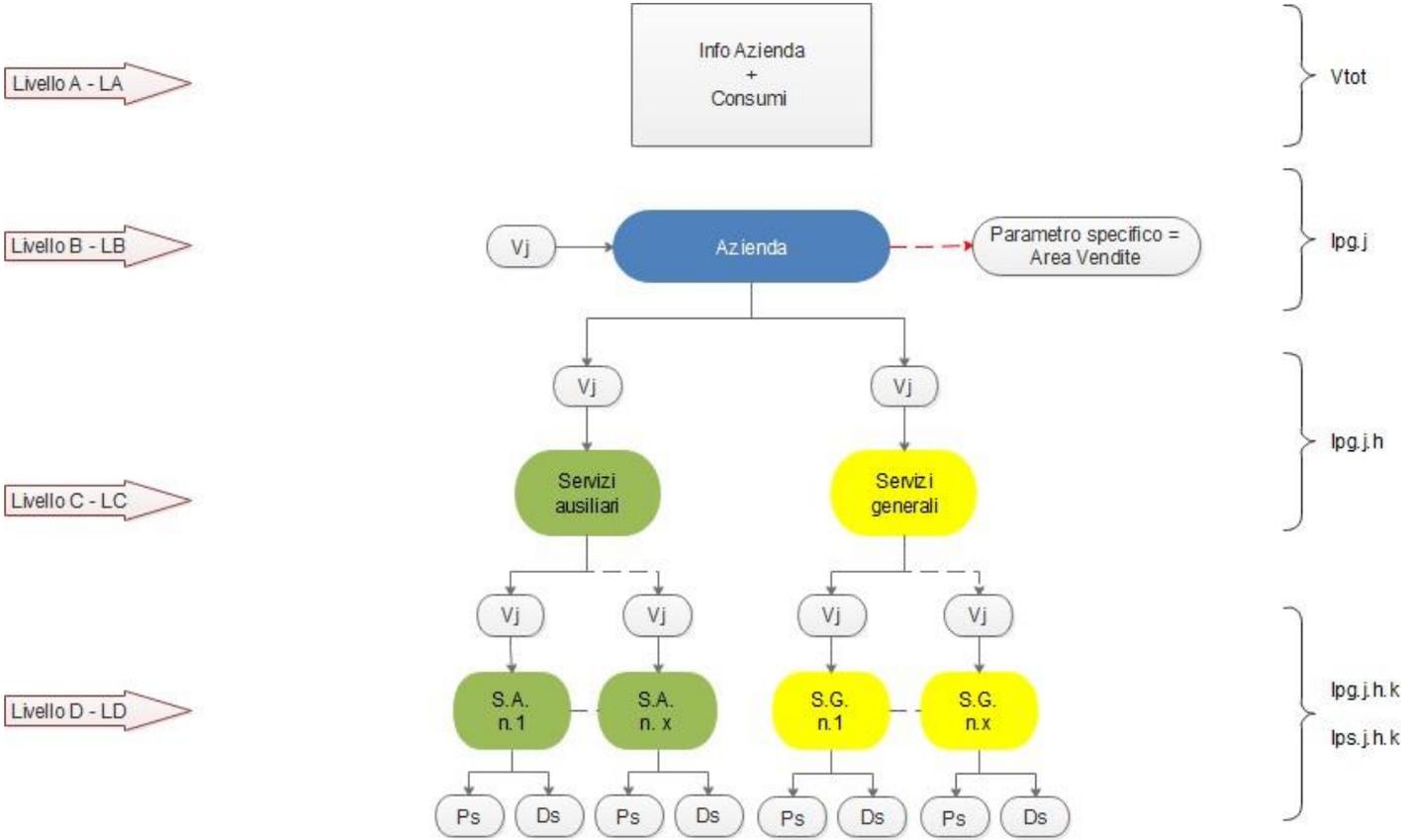
# Monitoraggio nel terziario: campionamento

## Alcune Utili Precisazioni:

- Massimo 50 siti;
- A parità di siti c'è la possibilità di scegliere siti di un cluster superiore;
- Per il calcolo dei tep bisogna considerare anche l'energia rinnovabile (es. solare, etc..) **autoconsumata**;
- Possono essere esclusi i siti con **consumi inferiori ai 100 tep**.



# Monitoraggio nel terziario: struttura energetica



# Monitoraggio nel terziario

---

## Livelli di copertura

Come riportato nel paragrafo 4.3 delle «Linee Guida ENEA DE» per alcuni settori specifici del terziario sono state pubblicate sul sito

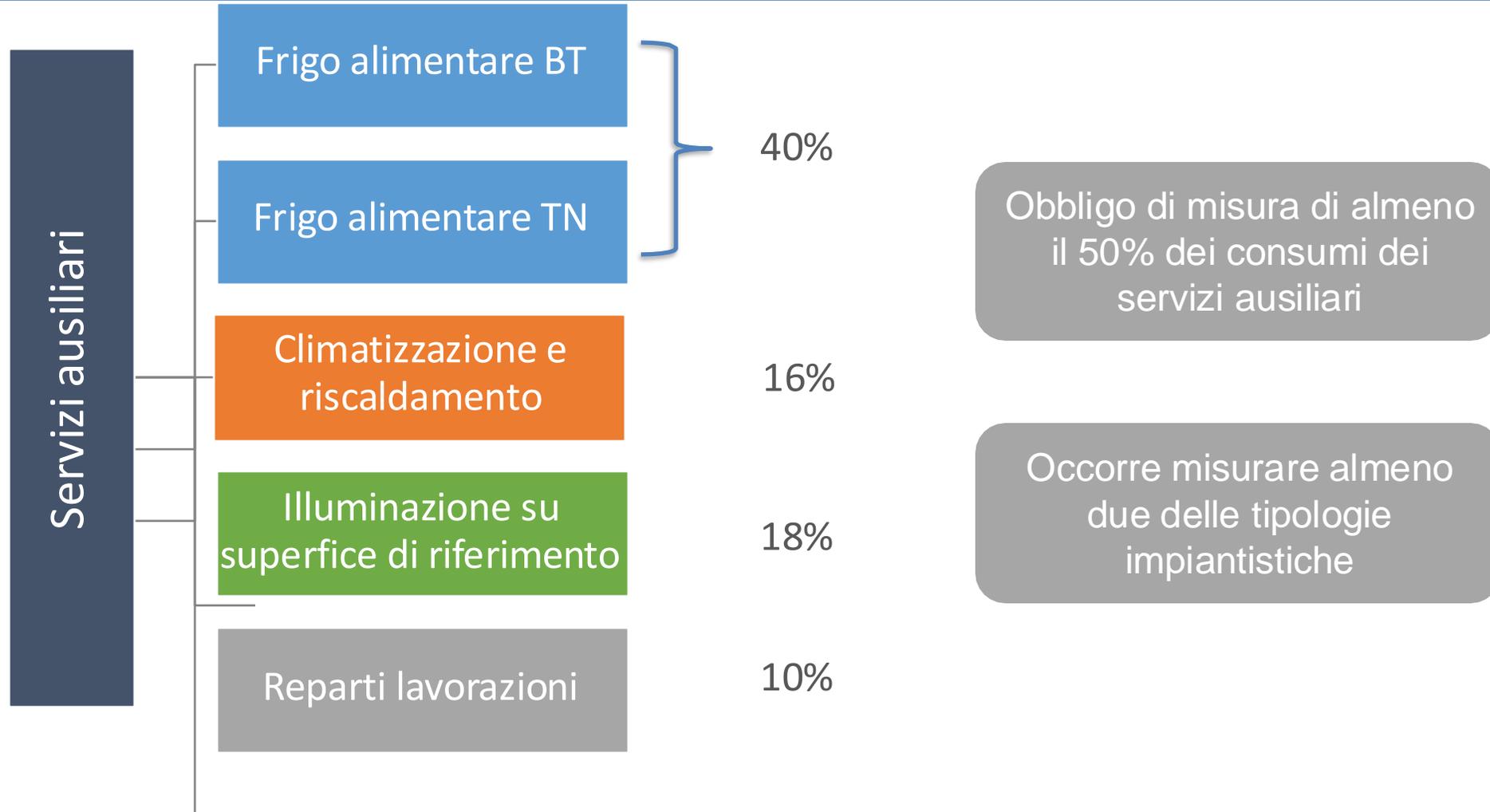
[www.energiaenergetica.enea.it/](http://www.energiaenergetica.enea.it/) delle linee guida specifiche per il monitoraggio che includono indicazioni relative alle percentuali di dati misurati richiesti.

Qualora non siano state pubblicate linee guida per il settore di interesse occorrerà fornire una percentuale di dati misurati relativamente al “Livello C”

(struttura energetica per il settore terziario) **pari al 50% da suddividere con opportuno peso tra le diverse aree funzionali per ciascun vettore energetico presente in sito.**

---

# Monitoraggio nel terziario: struttura energetica GDO



## Monitoraggio nel terziario: copertura energetica

Consumo annuo di riferimento (tep/anno)		Numero siti soggetti a diagnosi ENEA	Numero siti soggetti a monitoraggio	Servizi Ausiliari Quota percentuale di consumo da monitorare	Servizi Generali Quota percentuale di consumo da monitorare
>1.000		100%	tutti	50%	0%
900	1.000	50%	25%	50%	0%
800	899	45%	20%	50%	0%
700	799	40%	16%	50%	0%
600	699	35%	12%	50%	0%
500	599	30%	9%	50%	0%
400	499	25%	6%	50%	0%
300	399	20%	4%	50%	0%
200	299	15%	2%	50%	0%
100	199	10%	1%	50%	0%

# Monitoraggio nel terziario: IMMOBILIARE

## Livello



Le utenze oggetto di monitoraggio apparterranno al livello C, D o E, a seconda dell'articolazione dell'edificio. Se il monitoraggio di uno o più sottosistemi di livello E raggiungono la quota di consumo prevista, sarà possibile limitare a quei sistemi il monitoraggio.

## Monitoraggio nel terziario: IMMOBILIARE

Consumo anno di riferimento (tep/anno)		Numero siti soggetti a monitoraggio	Servizi Ausiliari Livello di copertura dei consumi da monitorare	Servizi Generali Livello di copertura dei consumi da monitorare
> 1.000		100%	60%	60%
900	999	25%	50%	50%
800	899	20%		
700	799	16%		
600	699	12%	40%	40%
500	599	10%		
400	499	6%		
300	399	4%	30%	30%
200	299	2%		
100	199	1%		

La percentuale di copertura dei consumi energetici dovrà essere documentata nel piano di monitoraggio e basarsi sulle diagnosi energetiche o analisi consumi o valori di benchmark per edifici simili.

---

Direttiva EU (2012/27/UE, Art. 1 comma 25):

### Definizione diagnosi (audit) energetica

Procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, volta ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi benefici e a riferirne in merito ai risultati.

## Diagnosi energetica trasporti: norme

---

- Rispetto a quanto è da tempo strutturato sulle diagnosi energetiche per edifici o processi, la diagnosi energetica in ambito trasporti è sicuramente di più recente introduzione e applicazione
  - In generale i riferimenti sono:
    - La norma UNI CEI EN 16247-4:2022
    - Le indicazioni di ENEA per quanto concerne le diagnosi trasporti con riferimento ai soggetti obbligati (in ogni caso ispirati alla precedente norma), contenuti nei chiarimenti del Ministero di Novembre 2016
-

## Diagnosi energetica trasporti: le modifiche

---

- La norma rispetto alla versione precedente ha proposto alcuni elementi integrativi sicuramente utili:
    - Allineamento terminologico e concettuali con i principi della norma UNI EN ISO 50001-2018
    - La parte relativa all'“Incontro d'avvio” (5.2) supera la mera citazione presente nella vecchia versione, venendo molto opportunamente dettagliato in termini di obiettivi e punti qualificanti.
    - Nella descrizione dei fattori coinvolti nella raccolta dati (5.3) si aggiungono i dati derivanti, ove disponibili, delle registrazioni telemetriche della flotta di trasporto, sempre più componente integrata nella moderna gestione delle flotte, particolarmente via gomma.
-

## Diagnosi energetica trasporti: le modifiche

---

- Viene sostituito nella descrizione del lavoro in campo (5.4) dell'energy auditor il concetto di "opportunità di riduzione dell'energia" con quello di "azione di miglioramento della prestazione energetica EPIA"
  - Nel contenuto del rapporto (5.3.6.2) si esemplificano esplicitamente i "risparmi in termini di emissioni di CO2 equivalente" tra i criteri che dovranno venire considerati nell'ambito delle azioni di rinnovo della flotta trasporto allargando, anche in questo caso, il ventaglio di miglioramento delle prestazioni energetiche proponibili.
-

## Diagnosi energetica trasporti: le modifiche

---

- La novità principale è relativa all'introduzione di due nuove Appendici:
    - il nuovo Allegato B fornisce indicazioni sulle fonti di informazioni suggerite per la raccolta dati, in termini di: dati richiesti, esempi di fonti informative e commenti. Vale la pena evidenziare come tale elenco sia fortemente indirizzato, alle flotte di trasporto su gomma
    - Il nuovo allegato C fornisce invece tre esempi di indici del rapporto di diagnosi: il primo apparentemente dedicato al settore aereo, il secondo apparentemente dedicato al trasporto passeggeri su gomma e il terzo apparentemente dedicato alle flotte aziendali. Manca purtroppo un riferimento per il trasporto merci su gomma e sulle altre modalità di trasporto
-

## Diagnosi energetica trasporti: norme

---

- Le attività di trasporto possono interessare:
    - Vere e proprie società per cui il trasporto è il core business (es. società di logistica, treni, aerei ecc.)
    - Società che hanno un diverso core business, ma che gestiscono per diverse ragioni una flotta di veicoli (es. ristorazione collettiva, aziende di service, flotte aziendali per uso promiscuo ecc); nel caso di imprese multisito, il trasporto diventa spesso un sito «virtuale» ulteriore
-

## 16247-4: definizioni

---

- **Trasporto**: attività che implica la movimentazione di persone, bestiame o beni da un posto ad un altro
  - **Veicolo**: oggetto utilizzato per trasportare, compreso container, rimorchi o carrozze, dove l'energia viene consumata
  - **Flotta**: insieme di veicoli
  - **Operatore**: soggetto che governa il veicolo con le proprie mani
  - **Servizio di trasporto**: servizio fornito ad un beneficiario per il trasporto di beni, bestiame o una persona da un punto di partenza ad un punto di arrivo
  - **Segmento**: gruppo di veicoli che performano lo stesso tipo di trasporto, con caratteristiche comuni
  - **Load factor**: rapporto fra il carico medio o numero di passeggeri rispetto alla capacità totale in termini di tonnellate, volume o posti a sedere o in piedi
-

## 16247-4: qualifica e aspetti generali

---

- L'auditor selezionato deve essere in possesso di una significativa conoscenza delle diverse modalità di trasporto utilizzate dall'organizzazione oggetto di audit
  - L'attività di audit, in relazione alla complessità, alla mobilità e alla rilevanza dei tempi che caratterizza la funzione di trasporto, i sopralluoghi dovranno essere realizzati con alcune restrizioni per auditor e operatori, che consentano di non interferire con il lavoro ma al tempo stesso completare l'attività
-

## 16247-4: personale interessato

---

- L'auditor deve poter interagire con il personale addetto a:
    - Pianificazione: personale responsabile della logistica e della pianificazione delle rotte
    - Operations: dipartimento incaricato della gestione delle operazioni di trasporto ed in particolare di associare le persone ai veicoli
    - Manutenzione: personale responsabile di assicurare la disponibilità e il corretto funzionamento dei veicoli, o garantire l'accesso a servizi esterni qualora la manutenzione sia in gestione a terzi
    - Ufficio tecnico e acquisti: personale responsabile della definizione delle specifiche tecniche di acquisto dei veicoli e dell'acquisto anche dei servizi da parte di sub-contractor
    - Risorse umane: importante acquisire la visione dello staff e degli operatori
    - Reparto di formazione
    - Operatori: si tratta dei soggetti chiave per ridurre i consumi e promuovere l'ecodriving
    - Finanza: elaborazione di dati finanziari associati con l'acquisto dei vettori
-

## 16247-4: start-up meeting

---

- Come per le altre norme, l'obiettivo dell'incontro preliminare è definire:
    - Il perimetro del lavoro: numero di siti inclusi, tipologia do trasporto
    - Il ruolo di ogni soggetto coinvolto
    - L'assegnazione di un referente per l'audit
    - La pianificazione dei viaggi e trasferte se previsti
    - I criteri di rinnovo flotto e i contratti di manutenzione sottoscritti
    - Formazione offerta allo staff
    - Cosa si aspetta la proprietà dall'audit
- Saranno scelti veicoli a campione in funzione della necessità.
-

## 16247-4: raccolta dati

---

- La raccolta dati in ambito trasporti è uno degli elementi in assoluto più critici
  - In questi casi vi è una grande differenza fra i dati disponibili per le società che fanno del trasporto il loro core business, e quelle che operano in altri settori ma devono gestire una flotta anche numerosa
  - Le criticità principali sono relativi ad avere i dati di consumo carburante correttamente correlati ai km percorsi
-

# 16247-4: raccolta dati

	DATI DA RACCOGLIERE
1	criteri utilizzati per la pianificazione dei trasporti
2	descrizione dei processi di definizione dei percorsi e delle rotte e politica di pianificazione
3	composizione della flotta: lista di tutti i tipi di veicoli con dati di età e principali caratteristiche tecniche (categoria di veicolo, combustibile, età, classe emissione e consumo ecc.)
4	presenza di attività formativa destinata agli operatori per la riduzione dei consumi (ecodriving), incluse le evidenze dei risultati ottenuti
5	metodi di rifornimento
6	evidenza della misura e quantificazione dei consumi di carburante e della formazione degli operatori sul loro utilizzo
7	costi e prezzi dei vettori e fonte dei dati
8	distance percorse per ciascun veicolo o numero di ore di lavoro durante l'ultimo anno
9	dati relativi ai beni o passeggeri per calcolare il load factor
10	dati per il calcolo della percentuale di distanza produttiva in termini di stanza e tempo per operatori e veicoli
11	se parte del trasporto è dato in outsourcing, verificare come vengono informati i subcontractor o gestiti per quanto concerne i consumi
12	ove presenti criteri prestazionali inseriti nei contratti
13	programmi di manutenzione, service e ispezione
14	politiche di ispezione dei veicoli, operation, acquisto, manutenzione, rifornimento e sostituzione dei veicoli
15	azioni per sviluppare e testare nuove tecniche e metodi per ridurre le emissioni di CO2
16	se sono disponibili dati di telemetria o tracking satellitare per la gestione della flotta, possibilità di avere accesso ai dati per sviluppare analisi più complesse

## 16247-4: attività in campo

---

- Verifica in presenza dei veicoli, con l'obiettivo di capire se vi sono elementi per il miglioramento; introdurre un criterio di campionamento; l'ispezione andrà probabilmente fatta in orario non lavorativo
  - In assenza di dati storici, introdurre un sistema di registrazione su veicoli campione per raccogliere informazioni riassuntive
  - Possibilità di richiedere di partecipare ad almeno un trasferimento per ogni tipologia di trasporto presente; per ogni fase di trasporto l'auditor dovrà misurare con sistemi di registrazione il consumo o trovare un criterio per stimarlo
  - Ove fattibile visitare il reparto manutenzione per verificare le attività svolte in tal senso dai reparti
-

## 16247-4: analisi

---

L'auditor deve considerare i seguenti aspetti:

- Prestazione energetica e load factor nei 12 mesi dell'anno
  - Fattori che influenzano i consumi, controllabili o meno dall'organizzazione oggetto di audit
  - Pianificazione, scheduling, scelte delle rotte e criteri di definizione degli orari
  - Fattori che influenzano il trasporto dei beni (ad esempio la temperatura) e il comfort dei passeggeri
  - Formazione e recruiting del personale (fattore umano è elemento chiave nei trasporti)
  - Impatto in termini produttivi di fattori che incidono sui consumi (es. velocità)
  - Manutenzione del/dei veicoli
  - Scelta acquisto e sostituzione dei veicoli
  - Suddivisione della flotta
  - Verifica dei sistemi di registrazione dei consumi di energia e impatto sull'accuratezza dei dati
  - Impatto sui consumi dell'outsourcing di parte delle attività
-

## 16247-4: indicatori

---

Anche in questo caso è fondamentale l'introduzione di indicatori

Gli indicatori dipendono chiaramente dal tipo di trasporto

Alcuni esempi sono:

**Energia consumata/distanza**

**Energia consumata/(distanza \* peso netto) per trasporto merci**

**Energia consumata/(distanza \* numero passeggeri) per trasporto passeggeri**

In assenza di dati misurati è possibile stimare i valori (del peso del carico ad esempio)

---

## 16247-4: modalità di trasporto e fonti energetiche

---

L'auditor deve:

- Considerare le opzioni possibili per la selezione della fonte energetica ottimale per il settore, considerando anche una evoluzione dei prezzi futuri
  - Considerare altri aspetti che possano influenzare la decisione (politiche ambientali, riduzione CO2, standard per la compensazione climatica)
  - Dove applicabile, valutare l'opzione del trasporto intermodale
-

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

Sulla base della versione precedente della norma, la Circolare MISE del novembre 2016 riporta una struttura per livelli come riferimento:

- Livello 1: Funzioni di trasporto
  - Livello 2: Reti di trasporto
  - Livello 3: strutture interne alle reti (Linee/Collegamenti)
  - Livello 4: Fattori della Produzione (veicoli e conducenti)
-

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

### **Funzioni di trasporto:**

- Un servizio di trasporto merci reso a terzi
  - Un servizio di trasporto passeggeri reso a terzi
  - La raccolta di rifiuti urbani
  - La distribuzione di pacchi postali;
  - ...
-

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

### Reti di trasporto

- Si intende una struttura omogenea di offerta attraverso cui viene realizzata una Funzione di Trasporto; sono ad esempio Reti di Trasporto:
  - il complesso dei servizi di trasporto pubblico urbano su gomma all'interno di un determinato territorio urbano
  - una rete di linee Metro o tramviarie
  - i servizi ferroviari ad Alta Velocità sul territorio nazionale
  - i servizi aerei di linea fra aeroporti Nazionali
  - ...
-

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

### Linea di trasporto

Collegamento fra un punto A e un punto B, con o senza fermate intermedie, realizzato con frequenza più o meno regolare; sono ad esempio Linee di Trasporto:

- una linea urbana di autobus
  - il complesso dei collegamenti aerei, di linea o non, fra due aeroporti
  - il complesso dei collegamenti ferroviari fra due stazioni
  - un trasporto di merce con frequenza più o meno regolare fra uno stabilimento di produzione e un Punto Vendita
  - ....
-

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

### **Fattore di produzione**

Per Fattore di Produzione si intende la componente tecnologica e quella umana e quindi sono fattori di Produzione i Veicoli e loro particolari componenti o dispositivi ausiliari, e i conducenti.

---

## 16247-4: indicazioni del Ministero ed ENEA

---

**Obiettivo è determinare il livello di efficienza di 3 fattori interni:**

- A) Organizzazione del trasporto (associato al Load Factor determinato a Livello 3 di linee e collegamenti)**
  - B) Mezzi di trasporto e componenti ausiliari (pneumatici, impianti di condizionamento ecc)**
  - C) Comportamento degli operatori**
-

## 16247-4: report

---

Contenuti del rapporto in termini di possibili interventi e ottimizzazione:

a) Pianificazione Percorsi/Orari

1. Fattori da considerare al momento della pianificazione
2. Ottimizzazione dei percorsi
3. Vincoli esterni che non consentono una pianificazione completamente libera

b) Veicoli

1. Ottimizzazione della configurazione e composizione della flotta per migliorare la prestazione
2. Miglioramento della manutenzione (intervalli di controllo) e modalità di verifica e della qualità dei controlli periodici
3. Specifiche da considerare nelle future decisioni di acquisto (es. veicoli elettrici in quali casi?)
4. Criteri di scelta (emissioni GHG ecc)

c) Risorse umane e operatori

1. Formazione agli operatori in tema di ecodriving
  2. Criteri per la selezione del personale
-

# 16247-4: Annex A: specifiche dei settori



shutterstock.com · 1025490817



Aspect	Road	Rail	Aviation	Marine
Planning, logistics, routing	✓	✓	✓	✓
Air resistance or parasitic drag	✓	✓	✓	✓
Rolling resistance	✓	✓		
Combustion/Conversion losses	✓	✓	✓	✓
Weather conditions	✓	✓	✓	✓
Ambient temperature	✓	✓		
Age of vehicle	✓	✓	✓	✓

## 16247-4: Annex A: specifiche dei settori

---

**TRASPORTO SU RUOTA:** in questo caso va considerato che il rifornimento può avvenire in posti diversi e su grandi distanze

- Verificare il livello di controllo che l'organizzazione ha sul proprio veicolo, relativamente a tutti i dati che lo caratterizzano
  - Risoluzione dei problemi relativi al ritorno a vuoto
  - Verifica della pressione dei pneumatici e registrazione della stessa e attenzione all'energy rating dei pneumatici scelti
  - Raccolta dei dati dai sistemi di tracciamento telematico o telemetrico
  - Considerare l'effetto del traffico e di altri elementi esterni all'operatore che possono compromettere la prestazione energetica
-

## 16247-4: Annex A: specifiche dei settori

---

**FERROVIA:** in questo caso si considera l'aspetto legato agli orari da rispettare e a requisiti di sicurezza; la fornitura di energia elettrica avviene in più posti

- Verificare il livello di controllo che l'organizzazione ha sul proprio veicolo, relativamente a tutti i dati che lo caratterizzano
  - La trazione elettrica può non avere misure e si utilizzano tecniche di stima dei consumi stessi; in tali casi è necessario utilizzare modellazione informatica; quando il consumo della motrice è analizzato va considerata la composizione media del treno
  - Va concordato un campione rappresentativo di analisi
  - L'energia elettrica per trazione e ausiliari vanno riportate a parte
  - Analizzare l'energia elettrica acquistata confrontandola con quella effettivamente utilizzata quando si riesce
-

## 16247-4: Annex A: specifiche dei settori

---

**AVIAZIONE:** la quantità di carburante per volo è un aspetto critico per il bilanciamento del velivolo, per cui i dati di consumo sono potenzialmente facilmente disponibili

- a) Dove possibile è da includere il consumo dell'energia a terra al terminal
  - b) Analizzare i dati relativi a merci e passeggeri trasportati
-

## 16247-4: Annex A: specifiche dei settori

---

**TRASPORTO MARINO:** Le navi includono quelle per traversate oceaniche, navi costiere, trasporto su vie acquee interne, water taxi e water bus (es. Venezia)

- a) l'auditor deve considerare ogni singola tipologia di imbarcazione, applicando criteri di campionamento se vi è omogeneità
  - b) L'auditor deve definire lo stato della nave e delle sue principali macchine, in particolare:
    - a) Prestazioni della nave
    - b) Prestazioni del motore principale e ausiliario
    - c) Bilanciamento dei carichi ausiliari
    - d) Differenziare fra i consumi fra i consumi in viaggio o in porto
    - e) Quantità di carburante e sistema di fornitura
    - f) Illuminazione
    - g) Macchine rotanti
    - h) Boiler e sistemi di produzione vapore
-

Per i consumi, ci sono i contatori



**E per i risparmi?**

---

---

- Cosa significa?
  - Riduzione dei costi rispetto ad una situazione precedente?
  - O un confronto con la spesa che si sarebbe avuta ***se non fossero stati adottati*** interventi per l'aumento dell'efficienza energetica?
-

# La misura del risparmio energetico

- Una delle caratteristiche essenziali di un progetto a consuntivo è la necessità di:
- Misurare in opera ed in modo continuo post-intervento
- Definire un algoritmo per il calcolo del risparmio confrontando una situazione di baseline con la situazione futura
- La «misura» del risparmio energetico non costituisce assolutamente qualcosa di banale.

Non si può misurare l'assenza di consumi !



De Francqueville  
(2014)

— Consumo reale misurato

- - - Consumo che avremmo avuto senza l'intervento e non misurabile

# La misura del risparmio energetico: IPMVP

---

- **Esiste a livello mondiale uno standard di riferimento per la quantificazione del risparmio energetico, il protocollo IPMVP**
  - International Performance Measurement and Verification Protocol
  - Nato in EVO, Efficiency Valuation Organization ([www.evo-world.org](http://www.evo-world.org)) negli anni 90
  - La missione di EVO è sviluppare e promuovere l'uso di protocolli standardizzati, metodi e strumenti per quantificare e gestire i rischi e i benefici prestazionali associati a transazione di business sul tema dell'efficienza energetica negli usi finali, le energie rinnovabili, e l'uso efficiente dell'acqua
-

## La misura del risparmio energetico: IPMVP

---

- La quantificazione del risparmio energetico NON PUO' essere basata sul semplice approccio:
  - $\text{RISPARMIO} = \text{CONSUMI PRE} - \text{CONSUMI POST}$
  - L'approccio IPMVP prevede:
    - Riferimento ad una situazione normalizzata
    - costo evitato
  - **RISPARMIO =**
    - **BASELINE AGGIUSTATA ALLE CONDIZIONI ATTUALI**
      - **-**
    - **CONSUMO ATTUALE**
-

## La misura del risparmio energetico: IPMVP

---

- Due sono i metodi principali descritti dal protocollo
  - ISOLAMENTO DELL'INTERVENTO
  - (IPMVP – Retrofit Isolation, option A e B)
  - Misuriamo solo gli effetti dell'intervento
  - I cambiamenti al di fuori del perimetro dell'intervento non modificano il risparmio
  - Necessità l'installazione di misuratori dedicati
  - Si presta a contesti industriali
  - **E' l'approccio tipico da usare nei progetti a consuntivo**
-

## La misura del risparmio energetico: IPMVP

---

- Il costo della misura è un altro tema fondamentale nell'IPMVP. Ferma restando la necessità di proporre misure attendibili e consistenti, la precisione di misura deve essere commisurata al livello di risparmio che si va a determinare
  - **CONTA LA PRECISIONE SUL RISPARMIO NON QUELLA SULLE SINGOLE MISURE**
  - **LA PRECISIONE DI MISURA SCELTA DEVE ESSERE COMMISURATA AL VALORE DEL RISPARMIO E ALL'INCREMENTO DI RISPARMIO MISURATO OTTENIBILE**
-

## ESEMPIO 1: aria compressa

---

- Nel caso di un classico intervento con sostituzione compressori con compressori ad inverter e nuova regolazione, l'approccio IPMVP si basa su (Independent Variable)
  - Variabili di input per la M&V (independent variable in IPMVP)
  - Portata d'aria secca verso produzione - MISURA CONTINUA
  - Assorbimenti elettrici – MISURA CONTINUA
  - Consumo specifico (Wh/m<sup>3</sup>) di baseline alla pressione di baseline MISURATO IN CAMPAGNA DI MISURA BASELINE
  - Parametri di verifica periodica di validità del modello (Non Routine Adjustment in IPMVP)
  - Pressione di set point (non deve superare pressione di baseline) a<sup>2</sup> MISURA CONTINUA
  - Regole di avviamento dei compressori (priorità al giri variabili) VERIFICATO PERIODICAMENTE
-

## ESEMPIO 1: aria compressa

---

- Risparmio energetico determinato secondo IPMVP
    - **Risparmio** = Baseline aggiustata alle condizioni attuali – Consumo attuale
- 
- **Risparmio** = Portata attuale x Consumo Specifico Baseline – Consumo attuale
-

## ESEMPIO 2: illuminazione led

---

- Sostituzione di classici T8 da 58 W con led (option B Retrofit Isolation, option A prevede stima di alcuni parametri ma non è idonea per PPPM)
  - Variabili di input per la M&V option B (independent variable in IPMVP)
  - Potenza elettrica pre-installazione – MISURA durante campagna misura di baseline per tutto l'impianto d'illuminazione
  - Assorbimento elettrico post-installazione: MISURA CONTINUA
  - Ore di accensione post-installazione: MISURA CONTINUA
  - Parametri di verifica periodica di validità del modello (Non Routine Adjustment in IPMVP)
  - Modifica del parco corpi illuminanti installato VERIFICATO PERIODICAMENTE
  - Verifica livello illuminamento (può rientrare anche come aggiustamento nell'algoritmo)
-

## ESEMPIO 2: illuminazione

---

- Risparmio energetico determinato secondo IPMVP



- **Risparmio** = Baseline aggiustata alle condizioni attuali – Consumo attuale
  
  - **Risparmio** = Potenza pre-intervento x Ore di accensione attuali – Consumo attuale
-

## Esempio isolamento a cappotto

Consumo pre intervento	100.000	kWh
Stima consumo post intervento	55.000	kWh
Consumo post intervento	60.000	kWh

- L'intervento è efficace?
- Ho sbagliato intervento?
- **OPPURE SONO CAMBIATE LE CONDIZIONI?**

# Esempio isolamento a cappotto

			$N_{GG}$	kWh/GG
Consumo pre intervento	100.000	kWh	2500	40
Stima consumo post intervento	55.000	kWh	2500	22
Consumo post intervento	60.000	kWh	2800	21,43

- L'intervento è efficace
- **Quanto ho risparmiato?**

# Isolamento «forecasting»

			NGG
Consumo pre intervento	100.000	kWh	2500
Stima consumo post intervento	55.000	kWh	2500
Consumo post intervento	60.000	kWh	2800
Consumo stimato pre intervento "aggiustato"	112.000	kWh	
Risparmio "forecasting"	52.000	kWh	

# Isolamento «backcasting»

			NGG
Consumo pre intervento	100.000	kWh	2500
Stima consumo post intervento	55.000	kWh	2500
Consumo post intervento	60.000	kWh	2800
Consumo post intervento aggiustato	53.571	kWh	
Risparmio "backcasting"	46.429	kWh	

## Esempio sostituzione GF

Consumo pre intervento	1.500.000	kWh
Stima consumo post intervento	1.200.000	kWh
Consumo post intervento	<b>1.550.000</b>	kWh

- L'intervento è efficace?
- Ho sbagliato intervento?
  
- **OPPURE SONO CAMBIATE LE CONDIZIONI?**

## Esempio sostituzione GF

			CDD	kWh/GG
Consumo pre intervento	1.500.000	kWh	350	4286
Stima consumo post intervento	1.200.000	kWh	350	3429
Consumo post intervento	1.550.000	kWh	500	3100

- L'intervento è efficace
- **Quanto ho risparmiato?**

## Sostituzione «forecasting»

			CDD
Consumo pre intervento	1.500.000	kWh	350
Stima consumo post intervento	1.200.000	kWh	350
Consumo post intervento	1.550.000	kWh	500
Consumo stimato pre intervento "aggiustato"	2.142.857	kWh	
Risparmio "forecasting"	592.857	kWh	

# Sostituzione «backcasting»

			CDD
Consumo pre intervento	1.500.000	kWh	350
Stima consumo post intervento	1.200.000	kWh	350
Consumo post intervento	1.550.000	kWh	500
Consumo post intervento aggiustato	1.085.000	kWh	
Risparmio "backcasting"	415.000	kWh	

## Riferimenti con altre norme

---

- ISO 50001 EnMS
- ISO 50015 EnMS M&V delle prestazioni energetiche delle organizzazioni
- ISO 50047 Determinazione dei risparmi d energia nelle organizzazioni
- ISO 50006 EnMS Misurare la prestazione ' energetica con baseline ed EnPI

## Il metodo

---

- Misurazione e Verifica (M&V)
  - Equazione di base
  - 4 opzioni
  - Aggiustamenti
  - Elementi di statistica a supporto
-

## M sta per Misura (non monitoraggio)

---

- Monitoraggio è l'osservazione dei consumi di energia per la:
    - Previsione
    - Controllo
    - Diagnostica
  - Misurare significa confrontare una grandezza con la sua unità di misura
-

## Il risparmio

---

- Il risparmio è l'assenza di consumo di energia.
    - **Non possiamo misurare ciò che non abbiamo.**
  - **Non "misuriamo" risparmi!**
  - Quello che misuriamo è il consumo di energia.
  - **Analizziamo il consumo di energia misurato** per determinare risparmi.
-

- Risparmi calcolati per ogni periodo
    - =
  - energia del Periodo di **Riferimento**
  - - energia del Periodo di **Rendicontazione**
    - +/- **Aggiustamenti**
-

## Un esempio del perché abbiamo bisogno di aggiustamenti:

---

- Una riqualificazione energetica è stata eseguita, ma la produzione dell'impianto è stato inferiore rispetto all'anno precedente;
  - **Quanto della riduzione dei costi è dovuta al retrofit e quanto è dovuto alla variazione della produzione?**
-

# Confrontare «mele» con «mele»

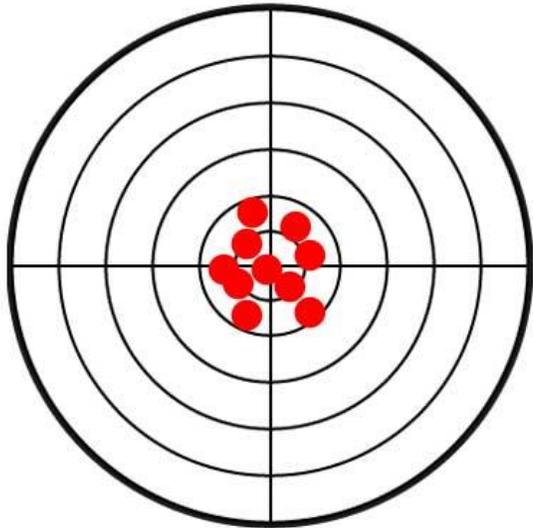
---



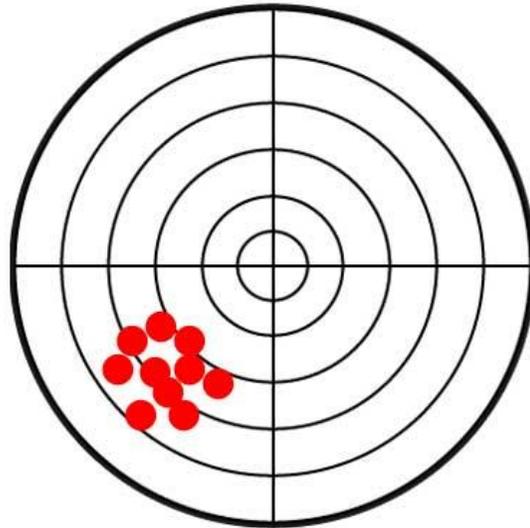
- Gli aggiustamenti possono essere banali, semplici o complessi.
  - Possono essere costituiti da calcoli ingegneristici.
  - L'entità degli aggiustamenti dipende:
    - dalla necessità di accuratezza (misura più vicina possibile al valore vero),
    - dalla complessità dei fattori che determinano il consumo di energia,
    - dal numero di apparecchiature di cui si devono stabilire le prestazioni (cioè "il confine di misura"), dal budget disponibile.
-

# Precisione e accuratezza

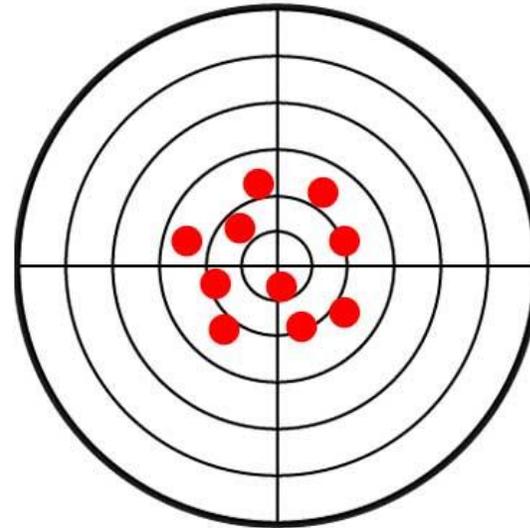
1: +Accurato +Preciso



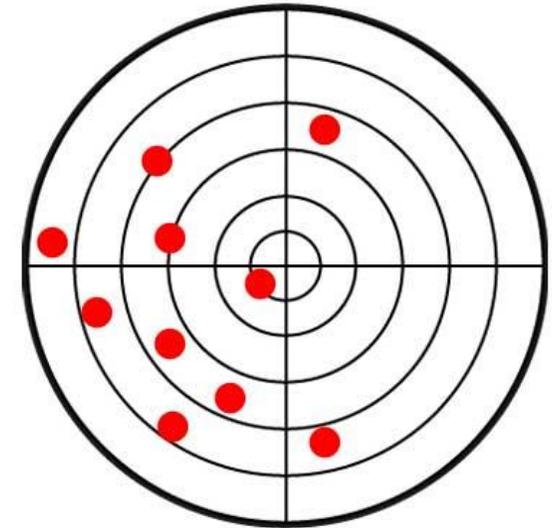
2: -Accurato +Preciso



3: +Accurato -Preciso



4: -Accurato -Preciso



## Cosa si intende per «risparmio»

---

- Gli utilizzatori di solito vogliono sapere quali sarebbero state le bollette se non avessero adottato misure di efficienza energetica. Vogliono sapere quanta energia o costi sono stati evitati.
  - Per calcolare il costo evitato, gli specialisti della M&V adattano il consumo di energia del periodo di riferimento alle condizioni del periodo di rendicontazione. **A volte chiamano semplicemente i costi evitati 'risparmi' a rischio di confusione con la terminologia contabile.**
-

## Cosa si intende per «risparmio»

---

- I contabili spesso usano la parola 'risparmio' per descrivere 'una riduzione dei costi.' **Loro non fanno alcun aggiustamento.**
  - Dunque, quando si parla di 'risparmio' dobbiamo essere molto attenti a spiegare cosa intendiamo.
  - Dobbiamo indicare la serie di condizioni comuni (mele) che stiamo utilizzando per affermare li "risparmio".
-

## Due «strade»

---

### 1. Intero impianto/struttura

- Misura tutti gli effetti
- Usa contatori esistenti
- Aggiustamenti complessi

### 2. Isolamento dell'AMEE (Azione di Miglioramento dell'Efficienza Energetica)

- Poche influenze esterne
  - Richiede contatori dedicati
  - Aggiustamenti semplici
-

Investimento	Riduzione consumi energetici		
	Unità produttiva: dal 3 al 6% Processo: dal 5 al 10%	Unità produttiva: dal 6 al 10% Processo: dal 10 al 15%	Unità produttiva: almeno 10% Processo: almeno 15%
fino a 2,5 mln	<b>35%</b>	<b>40%</b>	<b>45%</b>
da 2,5 mln a 10 mln	<b>15%</b>	<b>20%</b>	<b>25%</b>
da 10 mln a 50 mln	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>

## Cosa ci interessa?

---

- Consumo totale di energia? → Intero impianto
  - Valutare un intervento specifico? → Isolamento dell'AMEE
  - **Le parti devono accettare l'incertezza legata al protocollo scelto**
-

## Isolamento AMEE

---

- Opzione A
    - Misura dei parametri principali
    - Riduce i costi di misura
    - Introduce incertezza
  
  - Opzione B
    - Misura di tutti i parametri
    - Aumenta i costi di misura
    - Riduce l'incertezza
-

## Intero impianto/struttura

---

- In base alla disponibilità dei dati:
  - Opzione C Intero impianto:
    - Necessita di misure per periodo di riferimento e di rendicontazione
  - Opzione D simulazione calibrata:
    - Quando non ci sono misure per il periodo di riferimento (o l'impianto ancora non esiste)
-

- Ordinari
    - Calcoli per tenere conto della variazione attesa (del consumo) dovuta a variabili «indipendenti» (es. meteo)
  - Straordinari
    - Calcoli per tenere conto della variazione attesa di fattori «statici»
-

- Riferimento
    - Rappresenta il funzionamento «ante»
  - Rendicontazione
    - Durante il quale si verificano i risparmi «post» AMEE
-

## Risparmi «normalizzati»

---

- Riduzione del consumo energetico verificati durante il periodo di rendicontazione rispetto al periodo di riferimento,

## Adattati

- A condizioni prestabilite (aggiustamento)
-

- Indipendente:
    - Ci si aspetta che cambi, e ha un impatto MISURABILE
  - Sono variabili indipendenti:
    - Il meteo, il volume di produzione, l'occupazione
  - Le variabili indipendenti devono essere misurate e registrate durante lo stesso periodo dei dati energetici
-

## Elementi di statistica a supporto

---

- Sia le misure sia gli aggiustamenti introducono errori che possono verificarsi a causa di imprecisioni del contatore, delle procedure di campionamento e delle procedure di aggiustamento. Questi processi generano “stime” statistiche con valori calcolati o attesi e un certo livello di variazione. In altre parole, non sono noti i valori veri, ma solo stime con un certo livello d’incertezza. Tutte le misure fisiche e le analisi statistiche si basano sulla stima delle tendenze centrali, come i valori medi e la quantificazione delle variazioni come l’intervallo, la deviazione standard, l’errore standard e la varianza.
-

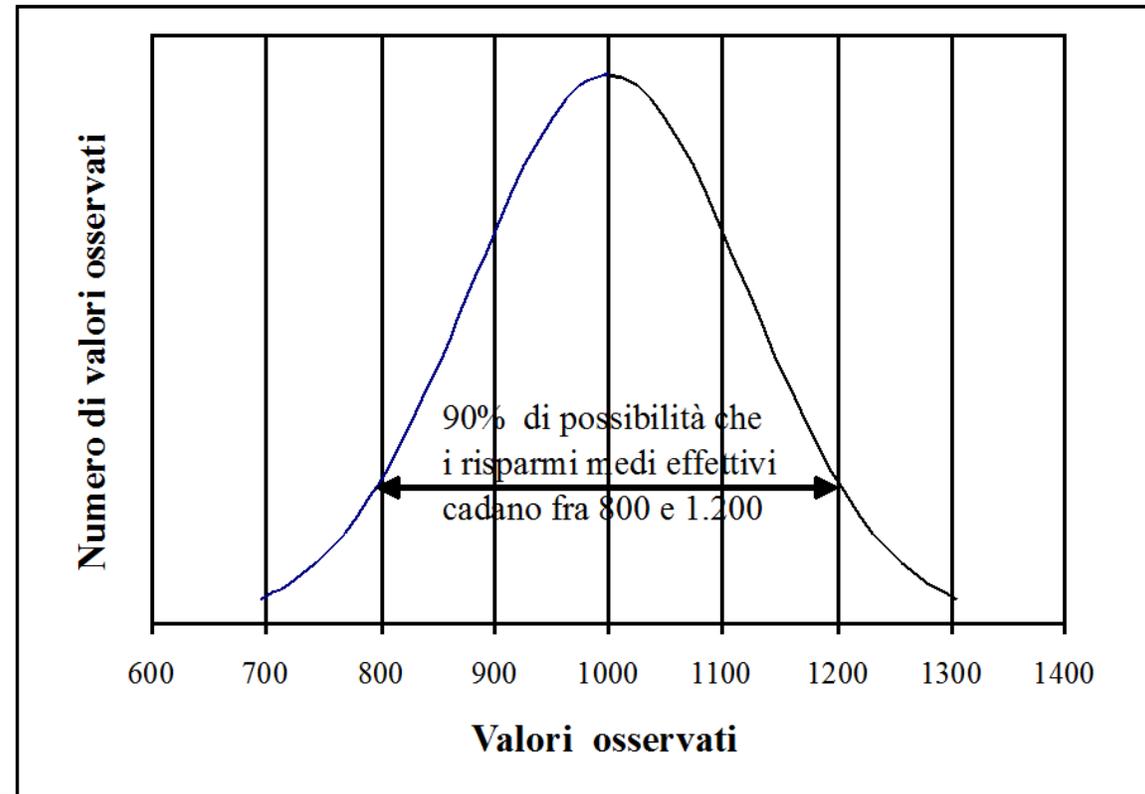
## Tre categorie di errori

---

- **Modellazione.** Errori di modellazione matematica dovuti a forme funzionali inadeguate, inclusione di variabili non pertinenti, esclusione di variabili pertinenti, ecc.
  - **Campionamento.** L'errore di campionamento si verifica quando si misura solo una porzione della popolazione dei valori reali o quando si usa un approccio di campionamento viziato da un errore sistematico. La rappresentazione di una sola porzione della popolazione può verificarsi in senso fisico o in senso temporale.
  - **Misura.** Gli errori di misura sono generati dall'accuratezza dei sensori, da errori di tracciamento dei dati, da deriva post calibrazione, da misure imprecise, ecc. L'entità di tali errori è in gran parte ascrivibile alle specifiche del produttore ed è gestita con una ricalibrazione periodica.
-

## Esprimere l'incertezza

- Il processo di stima dei risparmi può portare a un'affermazione del tipo: "La migliore stima di risparmio è di 1.000 kWh all'anno (stima puntuale) **con una probabilità del 90% (confidenza)** che il valore medio del risparmio reale rientri nel  $\pm 20\%$  di 1000."



- Media del campione ( $\bar{Y}$ ): determinata dividendo la somma dei singoli dati ( $Y_i$ ) per il numero totale dei dati ( $n$ ), come segue:

$$\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n}$$

---

## Definizioni

---

- Varianza del campione ( $S^2$ ): la varianza del campione indica la misura in cui i valori osservati differiscono l'uno dall'altro, cioè, la variabilità o la dispersione. Maggiore è la variabilità, maggiore l'incertezza nella media. La varianza del campione si trova facendo la media dei quadrati delle singole deviazioni dalla media. La ragione per cui queste deviazioni dalla media sono elevate al quadrato è semplicemente quella di eliminare i valori negativi (quando un valore è al di sotto della media), in modo che questi ultimi non cancellino i valori positivi (quando un valore è al di sopra della media). La varianza campione è calcolata come segue:

$$S^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}$$

- **Deviazione standard del campione (s):** è semplicemente la radice quadrata della varianza del campione. Ciò porta la misura della variabilità di nuovo alle unità dei dati; ad esempio, se le unità di varianza sono (kWh) , le unità di deviazione standard sarebbero kWh.

$$s = \sqrt{S^2}$$

---

- Errore standard del campione (SE): è la deviazione standard del campione divisa per n. Questa misura viene usata nella stima della precisione della media del campione. Nella stragrande maggioranza dei test di statistica, viene indicata anche come o “deviazione standard della media del campione”

$$SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

---

## Definizioni

---

- Deviazione standard del campione totale ( $s_{tot}$ ): spesso interessano più le proprietà statistiche del totale piuttosto che la media. La deviazione standard del campione totale viene utilizzata per definire la precisione del totale del campione. È definita come radice quadrata della dimensione del campione,  $n$  per la deviazione standard del campione:

$$S_{tot} = \sqrt{n} \cdot S$$

- Coefficiente di variazione (cv): il coefficiente di variazione è semplicemente la deviazione standard di una distribuzione espressa come percentuale della media. Ad esempio, il cv del totale del campione sarebbe  $[stot] \div [\text{totale del campione}]$ ; il cv della media del campione sarebbe  $[SE\bar{Y}] \div [\text{media del campione}]$ ; ecc. La formula generale è:

$$cv = \frac{S}{\bar{Y}}$$

## Definizioni

---

- Precisione: la precisione è la misura dell'intervallo assoluto o relativo all'interno del quale dovrebbe trovarsi il valore reale con il livello di confidenza specificato. Il livello di confidenza si riferisce alla probabilità che l'intervallo citato contenga il parametro stimato.
- Precisione assoluta: viene calcolata dall'errore standard del campione con un valore di "t" dalla tabella della "distribuzione t di Student" . Una tabella della distribuzione t di Student viene riportata qui di seguito, ma è reperibile anche nelle tabelle statistiche, nei libri o nelle risorse on-line.

$$t \cdot SE_{\bar{y}}$$

---

# Tabella *t* di Student

Gradi di libertà GdL	Livello di confidenza				Gradi di libertà GdL	Livello di confidenza			
	95%	90%	80%	50%		95%	90%	80%	50%
1	12,71	6,31	3,08	1,00	16	2,12	1,75	1,34	0,69
2	4,30	2,92	1,89	0,82	17	2,11	1,74	1,33	0,69
3	3,18	2,35	1,64	0,76	18	2,10	1,73	1,33	0,69
4	2,78	2,13	1,53	0,74	19	2,09	1,73	1,33	0,69
5	2,57	2,02	1,48	0,73	21	2,08	1,72	1,32	0,69
6	2,45	1,94	1,44	0,72	23	2,07	1,71	1,32	0,69
7	2,36	1,89	1,41	0,71	25	2,06	1,71	1,32	0,68
8	2,31	1,86	1,40	0,71	27	2,05	1,70	1,31	0,68
9	2,26	1,83	1,38	0,70	31	2,04	1,70	1,31	0,68
10	2,23	1,81	1,37	0,70	35	2,03	1,69	1,31	0,68
11	2,20	1,80	1,36	0,70	41	2,02	1,68	1,30	0,68
12	2,18	1,78	1,36	0,70	49	2,01	1,68	1,30	0,68
13	2,16	1,77	1,35	0,69	60	2,00	1,67	1,30	0,68
14	2,14	1,76	1,35	0,69	120	1,98	1,66	1,29	0,68
15	2,13	1,75	1,34	0,69	∞	1,96	1,64	1,28	0,67

**N.B. In Ms Excel questa funzione è INV.T.2T(1-confidenza, GdL)**

**In inglese è T.INV.2T, medesima sintassi**

## $t$ di Student

---

- $GdL = n - 1$  (per una distribuzione campione)
  - $GdL = n - p - 1$  (per un modello di regressione)
  
  - Dove
  - $n$  = dimensioni del campione
  - $p$  = numero di variabili del modello di regressione
-

## Valore della stima

---

- In generale, il valore reale di qualsiasi stima statistica è previsto con un determinato livello di confidenza che rientra nell'intervallo definita da
    - **Intervallo = stima +/- precisione assoluta**
-

## Precisione relativa

---

- È la precisione assoluta diviso la stima
  - **Intervallo = stima +/- precisione assoluta**

$$\frac{t \cdot SE}{stima}$$

---

# Esempio

Il valore medio è  $\bar{Y} = \frac{\sum Y_i}{n} = 12\,000/12 = 1\,000$

La varianza è  $S^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1} = 246\,600/(12-1) = 22\,418$

La deviazione standard è  $s = \sqrt{S^2} = \text{radq}(22\,418) = 150$

L'errore standard è  $SE = \frac{s}{\sqrt{n}} = 150/\text{radq}(12) = 43$

	Lettura effettiva	Differenze calcolate rispetto alla media	Differenza semplice	Differenza al quadrato
1	950	-50	-50	2.500
2	1.090	90	90	8.100
3	850	-150	-150	22.500
4	920	-80	-80	6.400
5	1.120	120	120	14.400
6	820	-180	-180	32.400
7	760	-240	-240	57.600
8	1.210	210	210	44.100
9	1.040	40	40	1.600
10	930	-70	-70	4.900
11	1.110	110	110	12.100
12	1.200	200	200	40.000
<b>Totale</b>	<b>12.000</b>			<b>246.600</b>

## Esempio

---

- Nella tabella ci sono 12 dati, significa che  $GdL = 12 - 1 = 11$ .
  - Utilizzando la tabella  $t$ , per un livello di confidenza del 90%, il valore di « $t$ » è 1,80
  - Quindi la precisione assoluta è  $t \times SE = 1,80 \times 43 = 77$ ;
  - La precisione relativa è  $t \times SE / stima = 77 / 1000 = 7,7\%$
-

- Letteralmente
    - «c'è un livello di confidenza del 90% sul fatto che il consumo medio mensile si trovi nell'intervallo tra 923 (Y-precisione assoluta) e 1077 (Y+precisione assoluta)»; o
    - «con un livello di confidenza del 90% il valore medio delle 12 osservazioni è 1000 +/- 7,7%»
-

## Esempio

---

- Analogamente
    - Con confidenza **95%** il valore medio delle 12 osservazioni è 1000 +/- **9,5%**;
    - Con confidenza **80%** il valore medio delle 12 osservazioni è 1000 +/- **5,8%**;
    - Con confidenza **50%** il valore medio delle 12 osservazioni è 1000 +/- **3%**
  - ***All'aumentare della precisione assoluta, l'intervallo di confidenza cala...***
-

## Modellazione

---

- Nell'analisi di un fenomeno misurato, il modello cerca di «spiegare» la variazione di energia derivante da variazioni nelle variabili indipendenti.
  - I modelli più comuni sono lineari
    - $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 \dots$
-

## Consumo di un edificio

---

- Consumo = costante +  $a_1 GG_{risc}$  +  $a_2 GG_{raff}$  +  $a_3$  occupazione ecc
  - Gradi Giorno riscaldamento
  - Gradi Giorno raffrescamento
  - Tasso di occupazione
-

## La regressione «lineare»

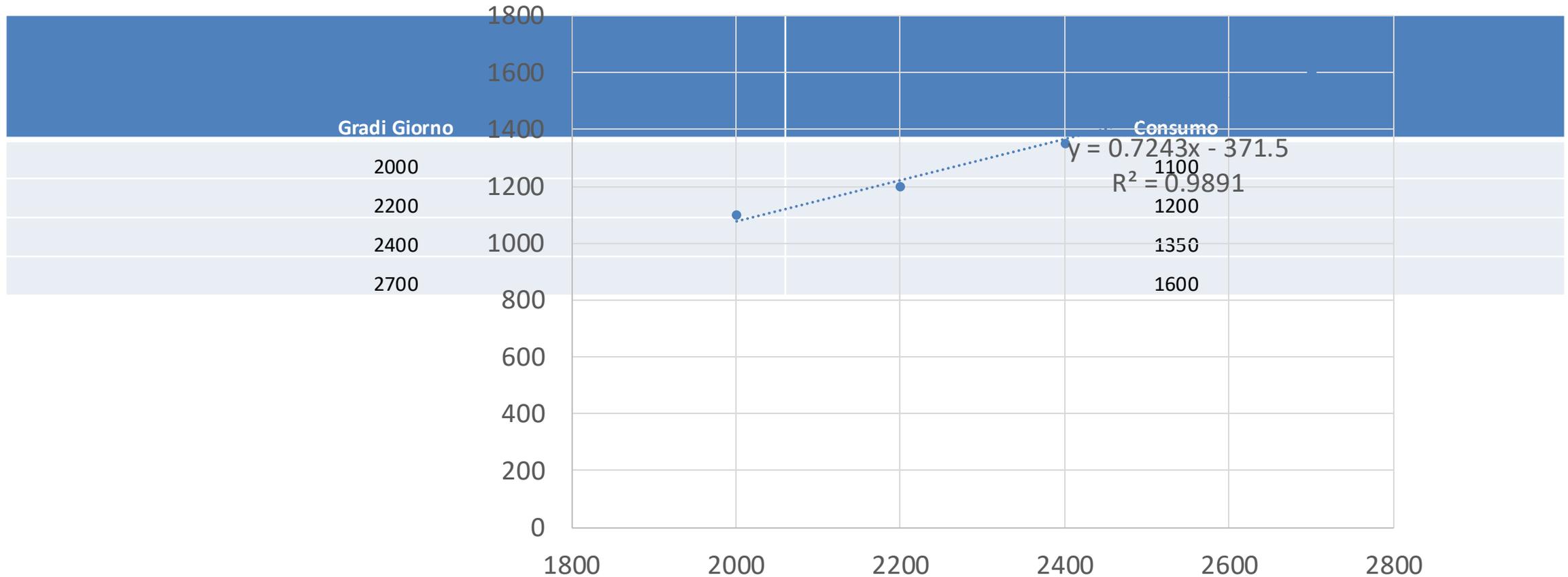
---

- Il primo passo nella valutazione dell'accuratezza di un modello è esaminare il coefficiente di determinazione,  $R^2$ , misura del grado in cui le variazioni della variabile dipendente  $Y$  dal suo valore medio sono spiegate dal modello di regressione. Dal

punto di vista matematico,  $R^2$  è

$$R^2 = \frac{\text{variazione «spiegata» di } Y}{\text{variazione «totale» di } Y} \qquad R^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

# Esempio



## Forecasting e Backcasting

---

- **Forecasting**: aggiustare il consumo del periodo di riferimento col valore delle variabili indipendenti del periodo di rendicontazione
  - **Backcasting**: aggiustare il consumo del periodo di rendicontazione col valore delle variabili indipendenti del periodo di riferimento
-



## Contatti

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

[segreteria@assoege.it](mailto:segreteria@assoege.it)

Docente: [filippo.busato@unimercatorum.it](mailto:filippo.busato@unimercatorum.it)

Professore associato di Fisica Tecnica industriale – Università Mercatorum (Roma)

EGE, CMVP<sup>®</sup>, PMVA<sup>®</sup>, TCA

CTU Tribunale di Vicenza

Ex Presidente AiCARR