



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ PER LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

LINEE GUIDA PER LA DIAGNOSI ENERGETICA DEGLI EDIFICI PUBBLICI

Nicolandrea Calabrese

Americo Carderi

Carmen Lavinia

Francesca Caffari

Elisa Passafaro

Gennaio 2019

Linee guida per la diagnosi energetica degli edifici pubblici

N. Calabrese, A. Carderi, C. Lavinia, F. Caffari, E. Passafaro

Abstract

La redazione delle linee guida per l'esecuzione della Diagnosi Energetica (DE) di edifici pubblici si inserisce nell'ambito del Progetto dell'ENEA ES-PA "Energia e Sostenibilità per la Pubblica Amministrazione" (<https://www.espa.enea.it/>).

La trasformazione di un sistema edificio-impianto in una realtà ad alte prestazioni energetiche, attraverso l'adozione di tecnologie per il miglioramento dell'efficienza energetica, non può prescindere da un'accurata analisi dello status quo del sistema edificio-impianto al fine di individuare gli interventi più opportuni sull'involucro edilizio, sugli impianti tecnici anche attraverso il ricorso a fonti energetiche rinnovabili.

La DE si configura come una procedura sistematica che dalla conoscenza del profilo di consumo energetico dell'edificio perviene all'individuazione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica accompagnati da un'analisi costi-benefici che consente una classificazione degli stessi, in ordine di priorità decrescente.

Le linee guida rappresentano uno strumento che conduce il Referente della DE nello svolgimento della stessa descrivendo in maniera dettagliata le varie fasi della procedura. In particolare, la fase di analisi risulta esplicitata in numerosi passaggi: costruzione dell'inventario energetico, calcolo degli indicatori di prestazione energetica, individuazione degli interventi di miglioramento della prestazione energetica, implementazione delle simulazioni del comportamento del sistema edificio-impianto e analisi costi-benefici degli interventi.

Queste linee guida, oltre a facilitare la conduzione delle DE, garantiscono l'omogeneità di esecuzione delle stesse al fine di organizzare i risultati ottenuti in banche dati che consentano confronti tra i fabbisogni energetici degli edifici esistenti e quelli di riferimento con la stessa destinazione d'uso.

Tipologia di prodotto: Linee guida

Settore d'intervento: Efficienza energetica

INDICE

1. PREMESSA	6
2. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE.....	9
3. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	10
4. TERMINI E DEFINIZIONI.....	11
5. SIMBOLI E UNITÀ DI MISURA	18
6. DIAGNOSI ENERGETICA	19
6.1. SOGGETTI COINVOLTI NELLA DE	19
6.2. REQUISITI DEL REFERENTE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA	19
6.3. REQUISITI DELLA DIAGNOSI ENERGETICA.....	20
7. PROCEDURA DI DIAGNOSI ENERGETICA	22
7.1. IL CONTATTO PRELIMINARE.....	24
7.2. L'INCONTRO DI AVVIO	25
7.3. RACCOLTA DOCUMENTAZIONE TECNICA	26
7.4. L'ATTIVITÀ IN CAMPO.....	27
7.5. ANALISI DEI CONSUMI REALI E COSTRUZIONE DELL'INVENTARIO ENERGETICO	28
7.6. INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA	31
7.7. INDIVIDUAZIONE DELLE AZIONI DI INCREMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA	32
7.8. SIMULAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO	33
7.9. VALIDAZIONE DELLA SIMULAZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO	37
7.10. VALUTAZIONE DEI RISPARMI ENERGETICI CONSEGUIBILI	38
7.11. ANALISI COSTI BENEFICI	41
7.12. REDAZIONE DELL'ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA	43
7.13. IL RAPPORTO	44



7.14. L'INCONTRO FINALE	47
8. BIBLIOGRAFIA.....	48
<u>APPENDICE A ESEMPIO DI ANALISI DEI CONSUMI REALI E RIPARTIZIONE SECONDO I SERVIZI ENERGETICI PRESENTI.....</u>	50
A.1 SITUAZIONE SERVIZI ANTE OPERAM	51
A.2 ANALISI DELLE BOLLETTE	52
A.3 RIPARTIZIONE DEI CONSUMI DI GASOLIO.....	54
A.4 RIPARTIZIONE DEI CONSUMI ELETTRICI.....	56
A.5 STIMA DEL CONSUMO ELETTRICO DELLE ELETTROPOMPE	57
A.6 STIMA DEL CONSUMO ELETTRICO DEGLI AUSILIARI DELLE CALDAIE.....	58
A.7 STIMA DEL CONSUMO ELETTRICO DELLE POMPE DI CALORE	60
A.8 STIMA DEL CONSUMO ELETTRICO DEI BOLLITORI ELETTRICI PER PRODUZIONE ACS.....	61
A.9 STIMA DEL CONSUMO ELETTRICO PER ILLUMINAZIONE	62
A.10 RIEPILOGO DEI CONSUMI ELETTRICI	63

ALLEGATI

ALLEGATO 1: SCHEDE DI RILEVAZIONE ANALISI SPEDITIVA PER LE SCUOLE

ALLEGATO 2: SCHEDE DI RILEVAZIONE ANALISI SPEDITIVA PER GLI UFFICI

ALLEGATO 3: FORMAT RAPPORTO TECNICO DI DIAGNOSI ENERGETICA

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Diagramma di flusso DE (come da Appendice A - UNI CEI EN 16247-2).....	22
Figura 2 – Schema a blocchi per le DE degli edifici	23
Figura 3 – Grafico esempio andamento mensile consumi gas	29
Figura 4 – Stralcio stima consumi ausiliari caldaie.....	30
Figura 5 – Ripartizione consumi energetici	30
Figura 6 – Procedure di valutazione del risparmio energetico	33
Figura 7 – Schema esempio suddivisione zone termiche	35
Figura 8 – Schema di edificio con impianto centralizzato per riscaldamento e.....	36
Figura 9: Confronto tra i consumi effettivi e operativi	38
Figura 10: Condizioni climatiche applicate al modello energetico del sistema edificio impianto	40
Figura 11: Esempio di tabella di riepilogo degli interventi	42
Figura 12 – Classificazione tipologie di valutazione energetica	44
Figura 13 – Grafico con media dei consumi annuali di gasolio	53
Figura 14 – Grafico con media dei consumi annuali di energia elettrica.....	53
Figura 15 – Andamento complessivo consumi gasolio (media di tre anni)	55
Figura 16 – Grafico a torta per ripartizione consumi di gasolio	55
Figura 17 –UNI TS 11300-2_ Prospetto B.2.12 _Parametri per la determinazione dei rendimenti minimi.....	59
Figura 18 – Grafico a torta per ripartizione consumi elettrici.....	64

1. Premessa

La trasformazione di un edificio esistente in una struttura ad alte prestazioni energetiche, attraverso l'adozione di tecnologie per il miglioramento dell'efficienza energetica, non può prescindere da un'**accurata analisi dello status quo del sistema edificio-impianto** e può prevedere interventi di varia natura, ad esempio sull'involucro edilizio, di riqualificazione degli impianti elettrici e dei sistemi di produzione e distribuzione dell'energia termica e, di installazione di impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Il miglioramento dell'involucro edilizio per diminuire le dispersioni di calore nella stagione invernale è prioritario, in quanto va a ridurre il fabbisogno di energia primaria; tuttavia tale intervento richiede tempi lunghi di ritorno dell'investimento e deve essere valutato in relazione ai reali consumi energetici dell'edificio e alla zona climatica di appartenenza. D'altra parte, in alcuni casi, limitare gli interventi alla mera sostituzione degli impianti, comporta il rischio di produrre calore in maniera ottimale per poi disperderlo attraverso l'involucro "colabrodo".

Lo strumento ideale per risolvere tali incertezze è la **diagnosi energetica**, una procedura di analisi coordinata del sistema edificio-impianto, che ha l'obiettivo di individuare gli interventi da realizzare, definirne le priorità e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici.

In generale, quando si decide di procedere alla riqualificazione energetica di un edificio per renderlo altamente performante, si devono prendere in considerazione i seguenti *elementi chiave*:

1. **Involucro ad alte prestazioni energetiche.** Un maggiore isolamento delle pareti di tamponamento, del solaio a terra e del solaio di copertura contribuisce a ridurre la perdita di calore nella stagione invernale e migliorare il comfort. Pareti esterne di colore



chiaro, tetti bianchi e sistemi di schermatura solare e ombreggiamento aiutano a ridurre i carichi energetici per il raffrescamento degli ambienti nella stagione estiva. Questi fattori contribuiscono a dimensionare correttamente il sistema di climatizzazione, riducendo così l'investimento iniziale e i costi di gestione e manutenzione a lungo termine.

2. **Finestre e *daylighting*.** Un miglior utilizzo della luce naturale aiuta a ridurre il ricorso all'energia elettrica per l'illuminazione e a limitare i consumi energetici anche per la climatizzazione evitando il calore generato dagli stessi apparecchi. Finestre ad alte prestazioni permettono di ridurre al minimo l'apporto di calore nei mesi più caldi e di evitare perdite di calore nei mesi più freddi.
3. **Impianti di climatizzazione e ventilazione.** La scelta della tipologia e della taglia dei sistemi di climatizzazione e ventilazione meccanica è un'operazione complessa poiché strettamente correlata agli elementi descritti in precedenza e ha un'influenza diretta sui costi di esercizio e manutenzione. L'utilizzo di sistemi automatici per la regolazione della temperatura degli ambienti permette di ridurre gli sprechi di energia e di ottimizzare il comfort negli ambienti.
4. **Illuminazione e sistemi elettrici.** I sistemi di illuminazione a LED, corpo illuminante o lampada, e i sistemi di gestione e controllo in grado di modulare automaticamente i livelli di luce necessaria, con abbinati i sensori di presenza, che spengono automaticamente le luci negli ambienti non occupati, rappresentano investimenti con tempi di ritorno molto bassi e con un significativo e immediato risparmio energetico.
5. **Sistemi alimentati ad energia rinnovabile.** Tali sistemi possono integrare la fornitura di energia elettrica e termica dell'edificio. In relazione ai profili di consumo ed alle caratteristiche dell'edificio è possibile impiegare le biomasse per la climatizzazione, il fotovoltaico o l'eolico in combinazione con sistemi di accumulo per l'illuminazione di sicurezza, l'alimentazione di emergenza e di apparecchiature sensibili o il solare termico per la produzione di acqua calda sanitaria.

6. Sistemi di Supervisione e controllo. L'utilizzo di sistemi di supervisione e controllo permette il monitoraggio dei quadri e degli impianti, facilita la manutenzione ordinaria e straordinaria, ottimizza l'archiviazione di tutti i dati con collegamento a pacchetti software gestionali e consente, inoltre, la gestione degli impianti anche da remoto.

Il presupposto generale alla realizzazione di interventi che generano risparmi energetici deve essere, in ogni caso, il rispetto delle prescrizioni e dei requisiti minimi previsti dal D.M. 26 giugno 2015.

Le seguenti linee guida forniscono ai REDE (REferente della Diagnosi Energetica) una procedura dettagliata per l'esecuzione delle diagnosi energetiche degli edifici ad uso residenziale e terziario.

Dopo aver definito i requisiti del REDE e le caratteristiche fondamentali di una diagnosi energetica, nei seguenti capitoli si descriveranno punto per punto le fasi della procedura. Particolare approfondimento verrà dedicato alla fase di analisi, che costituisce il momento più complesso a livello tecnico. I REDE avranno a disposizione, in allegato alle linee guida, un modello di Report di diagnosi e delle schede di rilievo, che contengono tutte le informazioni utili da raccogliere per lo svolgimento della diagnosi.

Il modello di report non è da intendersi come un modello rigido, ma potrà essere modificato in base alle esigenze di diagnosi e alla situazione specifica, nel rispetto della procedura descritta nelle linee guida.

2. Scopo e campo di applicazione

Il presente documento costituisce una linea guida per l'esecuzione delle diagnosi energetiche degli edifici (ad uso residenziale, terziario o altri assimilabili).

Esso fornisce indicazioni e modalità operative per:

- la raccolta e l'analisi delle spese energetiche;
- la raccolta e l'analisi delle documentazioni tecniche disponibili e la definizione dei controlli e delle verifiche edili ed impiantistiche;
- la definizione dei fattori di aggiustamento dei consumi fatturati;
- l'analisi dei servizi energetici;
- la costruzione dell'inventario energetico;
- il calcolo degli indicatori di prestazione energetica;
- l'individuazione di azioni di miglioramento dell'efficienza energetica;
- l'analisi costi-benefici;
- la valutazione della priorità degli interventi.

Sono presi in considerazione i servizi energetici dell'edificio che sono atti a garantire il benessere degli occupanti e la fruizione dello stesso da parte degli utilizzatori. Sono considerati quindi i servizi di:

- climatizzazione invernale;
- climatizzazione estiva;
- produzione di acqua calda sanitaria;
- ventilazione;
- illuminazione;
- trasporto interno.

In relazione a particolari tipologie di edificio, possono essere analizzati altri servizi energetici quali, per esempio, cottura di alimenti, elettrodomestici, altre apparecchiature

elettriche/elettroniche. Tali consumi saranno considerati nell'analisi ma non saranno oggetto di proposte di efficientamento energetico.

Specifici usi energetici legati ad una particolare attività di tipo produttivo/manifatturiero o di trasporto/logistico devono essere intesi come usi di processo o di trasporto e pertanto si rimanda alle linee guida sulle diagnosi energetiche per tali settori.

3. Riferimenti normativi

Il documento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati.

UNI CEI EN 16247-1	Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali
UNI CEI EN 16247-2	Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici
UNI CEI EN 16247-5	Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell'auditor energetico
UNI CEI EN 10838:1999	Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia
UNI EN ISO 52016	Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti
UNI 10349	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI/TS 11300	Prestazioni energetiche degli edifici

Nel testo sono presenti inoltre rimandi alla legislazione nazionale, i cui riferimenti si trovano elencati nella bibliografia in coda alle presenti linee guida.

4. Termini e definizioni

Ai fini delle presenti linee guida si applicano i seguenti termini e definizioni:

ACE	Attestato di Certificazione Energetica. Dicitura sostituita nel 2013 con il termine APE
ACS	Acqua Calda Sanitaria
APE	Attestato di Prestazione Energetica. Documento redatto nel rispetto della normativa vigente, attestante la prestazione energetica dell'edificio.
Audit energetico	Vedi "Diagnosi energetica"
Committente	Persona fisica o giuridica che commissiona la diagnosi energetica.
Consumo di riferimento (baseline)	Riferimento quantitativo che fornisce una base di confronto per la valutazione del risparmio energetico.
Consumo effettivo	Consumo derivante dall'analisi dei consumi reali dell'edificio, desunti da bollette, letture, ecc...
Consumo operativo	Consumo calcolato tramite la simulazione del sistema edificio impianto.
Consumo operativo normalizzato	Consumo calcolato tramite la simulazione del sistema edificio impianto con le temperature esterne previste dalla normativa UNI vigente.
DE	Diagnosi Energetica
Diagnosi energetica	Definizione 1: Ispezione sistematica ed analisi degli usi e consumi dell'energia di un sito, di un sistema o di una



	<p>organizzazione finalizzata ad identificare i flussi energetici ed il potenziale per miglioramenti dell'efficienza energetica ed a riferire in merito ai risultati.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 16247-1)</p> <p>Definizione 2: Procedura sistematica finalizzata a ottenere un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività o impianto industriale o commerciale o di servizi pubblici o privati, a individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi - benefici e a riferire in merito ai risultati.</p> <p>(FONTE: DLgs n. 102/2014 come modificato dal DLgs. n. 141/2016)</p> <p><i>Nota 1: I contenuti delle due definizioni si considerano coerenti fra loro.</i></p> <p><i>Nota 2: La definizione riportata nel DLgs n. 102/2014 riprende quella di "audit energetico" presente nella Direttiva 2012/27/UE ed equipara i termini "diagnosi" e "audit".</i></p>
Edificio	<p>Sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito, dalle strutture interne che ripartiscono detto volume e da tutti gli impianti e dispositivi tecnologici che si trovano stabilmente al suo interno; la superficie esterna che delimita un edificio può confinare con tutti o alcuni di questi elementi: l'ambiente esterno, il terreno, altri edifici; il termine può riferirsi ad un intero fabbricato e relativi impianti ovvero a parti di</p>



	<p>fabbricato e relativi impianti progettate o ristrutturate per essere utilizzate come unità immobiliari a sé stanti.</p> <p>(FONTE: DLgs 192/2005; UNI/TS 11300-1)</p>
Elemento tecnico	<p>Prodotto edilizio più o meno complesso capace di svolgere completamente o parzialmente funzioni proprie di una o più unità tecnologiche e che si configura come componente caratterizzante di un subsistema tecnologico.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 10838:1999)</p>
ENEA	<p>Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile</p>
Energia	<p>Tutte le forme di prodotti energetici, combustibili, energia termica, energia rinnovabile, energia elettrica o qualsiasi altra forma di energia, come definiti all'articolo 2, lettera d), del regolamento (CE) n. 1099/2008 del Parlamento e del Consiglio del 22 ottobre 2008.</p> <p>(FONTE: DLgs 102/2014)</p>
Fabbisogno energetico	<p>Energia che deve essere fornita o estratta da un edificio in un determinato periodo temporale da un sistema tecnico al fine di rendere disponibile un servizio di edificio.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 16247-2)</p>
Fabbricato	<p>Sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito e dalle strutture interne che ripartiscono detto volume. Sono esclusi gli impianti e i dispositivi tecnologici che si trovano al suo interno.</p> <p>(FONTE: UNI/TS 11300-1)</p>



Fattori di aggiustamento	<p>Parametro quantificabile in grado di influenzare il consumo energetico.</p> <p>Esempio: condizioni climatiche, parametri comportamentali (temperatura interna, livello di illuminamento), ore di lavoro, livello produttivo, ecc.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 16247-1)</p>
FER	Fonti Energetiche Rinnovabili
Indicatore di benchmark	Parametro di riferimento rappresentativo del consumo medio di settore definito dalla destinazione d'uso e dalla tipologia edilizia dell'edificio in esame.
Indicatore di prestazione energetica	Valore quantitativo della prestazione energetica così come definito dall'organizzazione ed associato ad una specifica unità di misura (ad esempio consumo per unità di superficie).
Indicatore di prestazione energetica effettivo	Valore quantitativo dell'indice di prestazione energetica ricavato da misure effettive.
Indicatore di prestazione energetica obiettivo	<p>Indicatore di prestazione energetica a cui l'organizzazione ritiene di poter tendere e che può essere stabilito in fase di contatto preliminare. Esempio: un riferimento normativo o cogente, tecnologia utilizzata, best practices conosciute, innovazione tecnologica, richiesta specifica del committente.</p> <p><i>Nota: il dato può essere reperito dalla letteratura, da studi di mercato, presso gli uffici studi delle associazioni di categoria, da istituti di ricerca, dalle stazioni sperimentali, da atti di congressi.</i></p>



Indicatore di prestazione energetica operativo	Valore quantitativo dell'indice di prestazione energetica ricavato teoricamente dal modello energetico di simulazione del sistema edificio-impianto.
Inventario energetico	Descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. "L'inventario energetico deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e dell'uso dell'energia. Inoltre, deve essere chiaro quali flussi energetici siano basati su misurazioni e quali su stime/calcoli" (FONTE: UNI CEI EN 16247-1). <i>Nota: La costruzione dell'inventario energetico può implicare il ricorso a modelli di calcolo al fine di definire il bilancio energetico.</i>
Involucro	Sistema costituito dalle strutture edilizie esterne che delimitano uno spazio di volume definito. (FONTE: UNI/TS 11300-1)
Modello energetico del sistema edificio-impianto	Modello rappresentativo del sistema edificio-impianto, finalizzato a valutare la prestazione energetica dell'edificio tenendo conto dell'interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio.
Prestazione energetica	Quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio, compresi la climatizzazione invernale e estiva, la produzione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione, l'illuminazione e i trasporti interni. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto della coibentazione, delle caratteristiche



	<p>tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di trasformazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico.</p> <p>(FONTE: DLgs 192/2005)</p>
REDE	<p>Referente della Diagnosi Energetica.</p> <p>Individuo che, avendo specifiche competenze, partecipa alla diagnosi stessa ed è referente del soggetto (persona fisica o giuridica) responsabile della diagnosi.</p>
Report di diagnosi	<p>Documento contenente i risultati della diagnosi</p>
Scenario d'intervento	<p>Combinazione di più interventi migliorativi riguardanti uno o più sottosistemi dell'edificio.</p>
Servizi energetici	<p>Servizi, forniti dai sistemi tecnici presenti nell'edificio, al fine di condizionare l'ambiente interno, in termini di vivibilità, salubrità e mobilità. Sono servizi energetici: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, illuminazione, produzione di acqua calda sanitaria e trasporto di persone.</p>
Settore terziario	<p>Gli edifici del settore terziario sono tutti quelli che ospitano attività che erogano servizi. Sono quindi compresi: edifici adibiti ad attività commerciali, scuole, ospedali, edifici per attività ricreative, associative, di culto, ricettive, uffici pubblici e privati. Nel settore terziario sono pertanto</p>



	inclusi anche gli edifici della Pubblica Amministrazione.
Simulazione energetica del sistema edificio-impianto	<p>Simulazione della prestazione energetica dell'edificio, attraverso la metodologia di calcolo ritenuta più idonea.</p> <p>La simulazione viene effettuata in due fasi: ante operam e post operam. La prima serve a validare il modello di simulazione rispetto ai consumi reali, la seconda permette di stimare il risparmio energetico conseguibile attraverso interventi di efficienza energetica.</p>
Sistema edificio-impianto	Vedi "Edificio"
Sistemi tecnici	<p>Apparati tecnici per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, illuminazione e produzione locale di energia.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 16247-2)</p>
Vettore energetico	<p>Sostanza o fenomeno fisico che può essere utilizzato direttamente o indirettamente al fine di essere trasformato in energia utile.</p> <p>(FONTE: UNI CEI EN 16247-2)</p>
Zona termica	<p>Parte dell'ambiente climatizzato mantenuto a temperatura (ed eventualmente umidità) uniforme attraverso lo stesso impianto di climatizzazione.</p> <p>(FONTE: UNI/TS 11300-1)</p>



5. Simboli e unità di misura

Simbolo	Descrizione	Unità di misura
$C_{post\ operam}$	Consumo post operam	kWh, Sm ³ ,...
$C_{ante\ operam}$	Consumo ante operam	kWh, Sm ³ ,...
C_U	Costo unitario del vettore energetico	€/U.M.
FC	Flusso di cassa	€
EnBck	Indicatore di benchmark	
EnPI	Indicatore di prestazione energetica	
EnPIef	Indicatore di prestazione energetica effettivo	
EnPIob	Indicatore di prestazione energetica obiettivo	
EnPIop	Indicatore di prestazione energetica operativo	
INE.	Intervento impianti elettrici	
INF.	Intervento fonti rinnovabili	
INM.	Intervento impianti meccanici	
INMO.	Intervento di monitoraggio	
INV.	Intervento sull'involucro	
I_o	Importo investimento	€
R_E	Risparmio energetico	kWh, Sm ³ ,...
T_R	Tempo di ritorno semplice o pay back	anni
U.M.	Unità di misura	

6. Diagnosi energetica

6.1. Soggetti coinvolti nella DE

Per quanto riguarda i soggetti che possono essere coinvolti nella DE di un edificio ed il ruolo degli stessi, si riporta, a titolo esemplificativo, la tabella sottostante:

SOGGETTO	POSSIBILE DESTINATARIO DELLA DE	FORNITORE DI DATI	COINVOLTO NEGLI INCONTRI	COINVOLTO NELLE ATTIVITA' IN CAMPO
Proprietario dell'edificio o dell'appartamento	X	X	X	
Amministratore della proprietà	X	X	X	
Gestore degli impianti	X	X	X	X
Direttore dei servizi tecnici		X	X	X
Personale addetto ad esercizio e manutenzione		X	X	X
Personale della sicurezza		X	(X)	(X)
Occupante		X	X	
Personale (coloro che vi lavorano in modo permanente)		X	(X)	
Temporanei (pazienti, clienti di un negozio)		(X)		
Inquilini		X	X	
(X) implica un coinvolgimento diretto del soggetto coinvolto				

Tabella 1: Soggetti coinvolti nella DE

6.2. Requisiti del REferente della Diagnosi Energetica

Il REDE è la figura tecnica esperta che esegue ed è responsabile della procedura di diagnosi energetica. Tale funzione può essere svolta da un singolo professionista (libero o associato), da una società di servizi (pubblica o privata, incluse le società d'ingegneria), da un Ente Pubblico competente, da un team di lavoro. Infatti, i tecnici chiamati a svolgere la DE devono essere esperti nella progettazione degli edifici e degli impianti ad essi asserviti

e, qualora un unico tecnico non sia competente in tutti i campi necessari all'esecuzione della DE, può costituirsi un team di lavoro che implichi la collaborazione fra diversi tecnici, in modo che vengano coperti tutti gli ambiti professionali richiesti dalla DE.

Il ruolo dell'auditor è stato definito nella norma UNI CEI EN 16247-5 *“Diagnosi energetiche. Parte 5: Competenze dell'auditor energetico”*. Si tratta dell'ultima parte della serie EN 16247, che va a chiudere un pacchetto di documenti normativi di primaria importanza per l'attuazione del decreto legislativo 102/2014. La figura dell'auditor energetico completa, accanto alle ESCO (UNI CEI 11352) e agli EGE (UNI CEI 11339), il gruppo di soggetti chiamati dal decreto citato a svolgere il servizio di diagnosi energetica. A questi si aggiunge ISPRA per le aziende registrate EMAS.

La parte 5 specifica in particolare le competenze che l'auditor energetico o un team di auditor energetici deve possedere per effettuare in maniera efficace diagnosi energetiche conformi ai requisiti della norma. Affianco alle conoscenze tecniche necessarie allo svolgimento dell'intero processo di diagnosi, il REDE dovrà possedere una spiccata capacità comunicativa, essenziale in quanto dovrà relazionarsi con tecnici e non tecnici.

6.3. Requisiti della diagnosi energetica

In quanto procedura sistematica nel conseguimento degli obiettivi stabiliti, la diagnosi energetica deve possedere cinque requisiti fondamentali:

- **Completezza**

Per completezza si intende la capacità di descrivere il sistema energetico includendo tutti gli aspetti significativi di uno, di parte o di tutti i seguenti elementi:

- ✓ involucro dell'edificio;
- ✓ impianto di riscaldamento;
- ✓ impianto di ventilazione e trattamento aria;
- ✓ impianto di raffrescamento estivo;

- ✓ impianto elettrico;
- ✓ impianti a fonti rinnovabili;
- ✓ sistemi di automazione e controllo del sistema edificio-impianto (BACS);
- ✓ componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori;
- ✓ comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione.

▪ **Attendibilità**

L'attendibilità si esplicita attraverso l'acquisizione di dati soddisfacenti dal punto di vista quantitativo e qualitativo, ossia di dati reali in numero e qualità necessari per lo sviluppo dell'inventario energetico. Tale requisito è perseguibile attraverso l'analisi della documentazione tecnica reperita, la predisposizione di sopralluoghi e rilievi strumentali dell'edificio per la definizione delle caratteristiche essenziali del sistema e del consumo energetico, il quale sarà soggetto a verifica di coerenza con i dati di fatturazione e/o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura.

▪ **Tracciabilità**

La tracciabilità consiste nell'agevole individuazione delle fonti di dati, delle modalità di elaborazione dei risultati e delle ipotesi di lavoro assunte. Ciò si traduce nell'utilizzo di una procedura standardizzata di diagnosi energetica, nell'identificazione dei consumi energetici del sistema edificio-impianto, nella documentazione dell'origine dei dati e dell'eventuale modalità di elaborazione a supporto dei risultati della diagnosi includendo le ipotesi di lavoro eventualmente assunte.

▪ **Utilità**

L'utilità è intesa nell'accezione di identificazione e valutazione degli interventi di efficienza energetica sotto il profilo costi/benefici. Per ogni scenario di intervento saranno formulati la descrizione, l'analisi dei benefici energetici, economici ed ambientali, le cautele e

interazioni con altri interventi, i fattori di costo, i riferimenti tecnici normativi e legislativi, le misure e verifiche da effettuare a valle dell'applicazione.

▪ Verificabilità

La verificabilità si esplicita nell'identificazione degli elementi e delle procedure che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.

7. Procedura di diagnosi energetica



Figura 1 – Diagramma di flusso DE (come da Appendice A - UNI CEI EN 16247-2)

Come indicato dalla norma UNI CEI EN 16247-2, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatti preliminari, comunicazioni con il committente, incontro preliminare, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e presentazione dello stesso al committente.

Quello riportato nell'Appendice A della UNI CEI EN 16247-2 è uno schema sintetico. È stato quindi elaborato un diagramma di flusso più dettagliato in cui viene approfondita la fase di analisi, che è la fase centrale e tecnicamente più complessa dell'intero processo di diagnosi.

ESPA ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

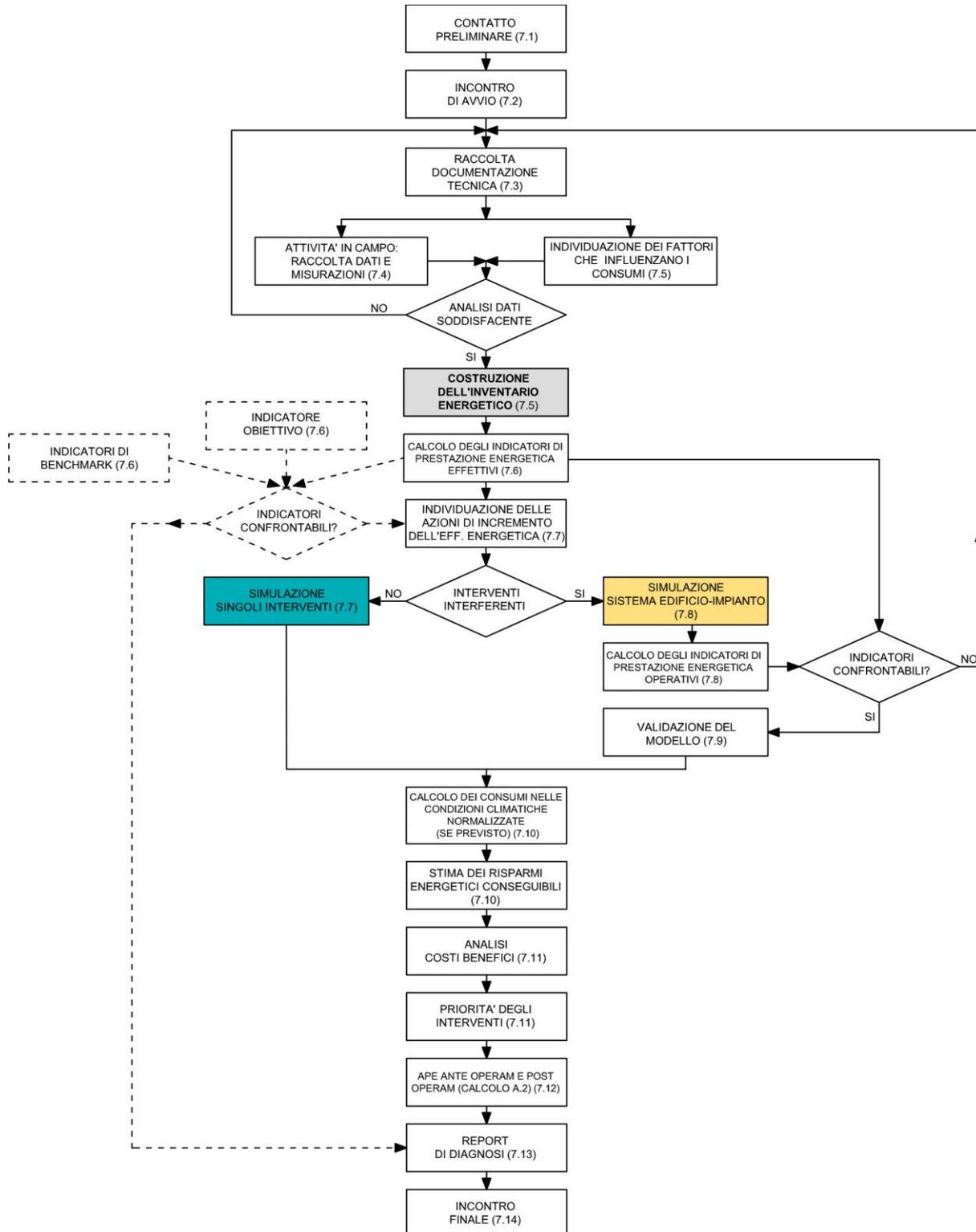


Figura 2 – Schema a blocchi per le DE degli edifici

Si procede con la descrizione delle singole fasi del processo di diagnosi.

7.1. Il contatto preliminare

Nella fase di contatto preliminare Il REDE deve chiedere al committente di nominare un referente, informare il personale e assicurare la cooperazione delle parti interessate. Per agevolare il reperimento dei dati deve inoltre individuare i soggetti coinvolti ed il loro ruolo nella proprietà, gestione, conduzione e manutenzione dell'edificio.

Nella fase di contatto preliminare è necessario concordare con il committente scopo (ambito di intervento) grado di accuratezza e finalità, in modo da definire i confini dell'attività di diagnosi.

La possibilità di definire diversi gradi di scopo, finalità e accuratezza non deve implicare l'individuazione di tipologie di diagnosi distinte, ma è da intendersi come una valutazione necessaria in fase iniziale per la pianificazione dell'attività successiva.

I fini concordati della diagnosi energetica possono contenere:

- riduzione dei costi e consumi dell'energia;
- riduzione dell'impatto ambientale;
- conformità alla legislazione o ad obblighi volontari.

Scopo e confini della diagnosi energetica devono essere definiti, ossia bisogna selezionare chiaramente il target da indagare, in termini di:

- edifici o parti di edifici;
- servizi energetici;
- sistemi tecnici dell'edificio;
- aree e sistemi esterni agli edifici.

Il grado di accuratezza della diagnosi energetica deve essere concordato, in quanto impattante su:

- tempo del sopralluogo;

- scelta del target;
- livello di modellazione;
- requisiti delle misure;
- livello di misurazione/contabilizzazione (contatori generali, contatori dedicati...);
- livello di approfondimento degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica individuati;
- necessarie competenze del Referente della diagnosi energetica.

Sulla base di queste tre variabili (scopo, accuratezza e finalità), il REDE pianifica le attività di diagnosi in modo da rispondere alle esigenze del committente.

In fase di contatto preliminare può inoltre essere definito un indicatore di prestazione energetica obiettivo, cui l'organizzazione pensa di poter tendere in seguito all'efficientamento dell'edificio. Indicatori di prestazione energetica frequentemente utilizzati sono quelli basati, ad esempio, sul consumo specifico annuo (kWh/m²anno, kWh/m³anno) o sulle emissioni di CO₂.

7.2. L'incontro di avvio

Lo scopo dell'incontro d'avvio è quello di ragguagliare tutte le parti interessate in merito a obiettivi, ambito e confini e di concordare tutte le modalità operative di esecuzione della diagnosi energetica.

Durante l'incontro d'avvio, il REDE concorda quindi con l'organizzazione la modalità di accesso al sistema energetico, la verifica della documentazione tecnica esistente, i dati da fornire ed il programma di esecuzione della diagnosi energetica. Di seguito gli aspetti oggetto dell'incontro:

- programma di verifica della documentazione tecnica;
- crono-programma dei sopralluoghi;
- livello di coinvolgimento degli occupanti dell'edificio;
- condizioni di accesso alle aree oggetto di indagine;
- rischi e pericoli per la salute.

7.3. Raccolta documentazione tecnica

Come concordato nell'incontro d'avvio, il REDE deve raccogliere con il contributo dell'organizzazione i seguenti dati:

- documenti tecnici esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie, disegni tecnici, schemi di impianto, abaco infissi...);
- valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature, portate d'aria, illuminamento) ed ogni loro variazione stagionale;
- profili di occupazione per le differenti tipologie di attività svolte all'interno dell'edificio;
- eventuali cambiamenti avvenuti negli ultimi tre anni o per il periodo di disponibilità dei dati;
- certificazione energetica dell'edificio e relazione tecnica (ex legge 10), qualora disponibili;
- documentazione relativa ad interventi di manutenzione/riqualificazione precedentemente eseguiti.

Dopo aver individuato i vettori energetici utilizzati e quelli eventualmente disponibili, occorre inoltre acquisire i seguenti dati:

- consumi energetici, tramite letture dai contatori generali e dai contatori dedicati (se disponibili) e/o tramite dati da bolletta. Sarebbe opportuno acquisire dati di consumo mensili, relativi agli ultimi tre anni;
- energia prodotta ed esportata per ogni vettore energetico, qualora presente;
- elenco delle apparecchiature presenti e relativi consumi e profili di utilizzo;
- fattori in grado di influenzare i consumi energetici, quali, a titolo esemplificativo: temperature, gradi-giorno.

7.4. L'attività in campo

L'attività in campo consiste in sopralluoghi, durante i quali il REDE è tenuto a verificare la rispondenza dei dati ricevuti ed integrare quelli mancanti, attraverso rilievi ed interviste agli occupanti. Qualora si rendessero necessarie per valutare aspetti non riscontrabili nella documentazione disponibile (es. trasmittanza pacchetti murari), l'attività potrà includere misure in campo con apposita strumentazione (es. termocamera, termoflussimetro, ecc...). In particolare, è opportuno accertarsi di essere in possesso dei dati relativi a:

- dati dimensionali dell'edificio;
- servizi energetici presenti;
- locali climatizzati e non climatizzati e sistemi impiantistici associati;
- caratteristiche dell'involucro;
- specifiche dei sistemi tecnici;
- parametri delle apparecchiature;
- destinazione d'uso degli ambienti e profili di occupazione;
- parametri ambientali interni (temperatura, illuminamento, umidità)
- ombreggiamenti.

Qualora si riscontrassero, negli ultimi tre anni, una o più variazioni relative agli aspetti precedentemente elencati (ad esempio cambio di destinazione d'uso, variazione delle superfici riscaldate, cambio del generatore...), è opportuno, in sede di analisi, tenerne in dovuta considerazione gli effetti.

Il REDE deve ovviamente rispettare, durante le attività in campo, i regolamenti vigenti in tema di salute, sicurezza, controllo degli accessi e protezione dell'ambiente, e deve assicurarsi che i rilievi siano rappresentativi delle condizioni di esercizio.

Per agevolare l'attività di sopralluogo, si rimanda alle schede dell'Allegato 1 (Schede di rilievo).

7.5. Analisi dei consumi reali e costruzione dell'inventario energetico

Raccolti per ogni vettore energetico i dati di consumo reale, derivanti da letture o bollette, sarà necessario analizzarli. L'obiettivo è quello di definire un **consumo di riferimento**, da utilizzare come baseline per la valutazione degli interventi migliorativi.

La definizione del consumo effettivo di riferimento passa attraverso la costruzione dell'**inventario energetico**, ovvero attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. L'inventario deve essere rappresentativo dell'energia in ingresso e del suo uso.

Per la costruzione dell'inventario energetico il REDE deve quindi:

- Effettuare il censimento degli impianti/utilizzatori, distinti per vettore energetico;
- Dettagliare i consumi di energia disaggregati per vettore energetico;
- Ripartire i consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi energetici presenti.

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie. I fattori che potrebbero alterare l'andamento dei consumi di un anno rispetto agli altri presi in esame sono ad esempio:

- Dati climatici anomali;
- Gestione dell'edificio (variazione date e orari utilizzo e funzionamento degli impianti e periodi di chiusura, turni lavorativi, ecc.) anomala rispetto allo standard;
- Cambi di destinazione d'uso all'interno dell'edificio;
- Diverse esigenze degli utenti (diverse condizioni termoigrometriche – diverso illuminamento);
- Variazione sostanziali degli elementi edilizi e/o impiantistici del fabbricato.

Di seguito un esempio di andamento mensile dei consumi di gas.

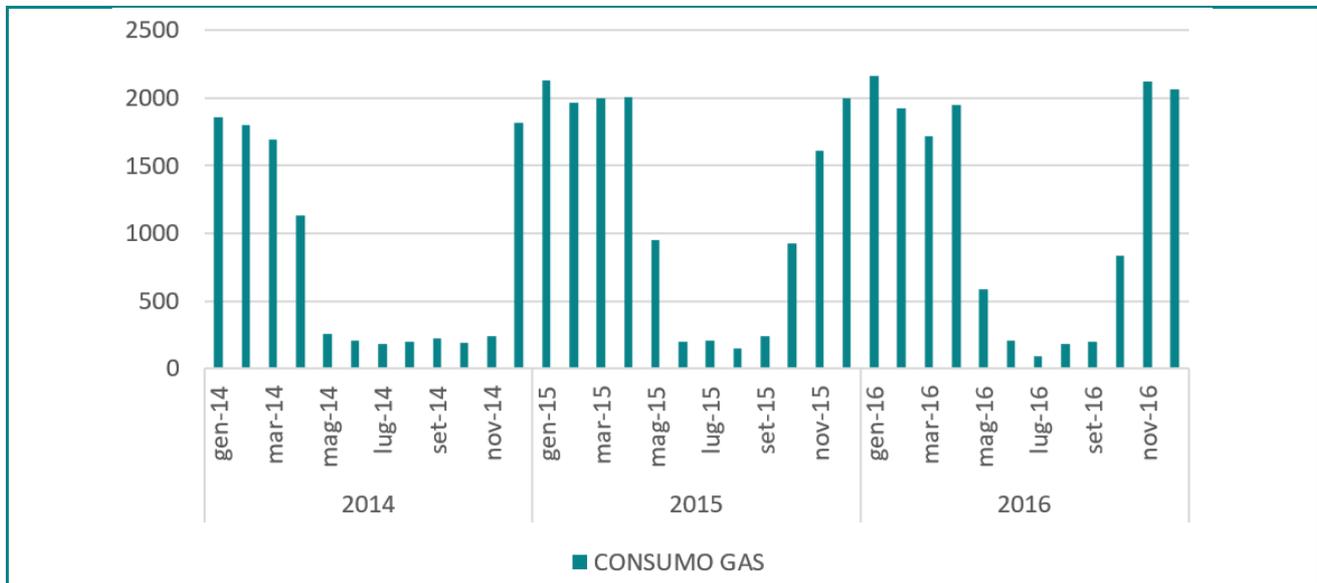


Figura 3 – Grafico esempio andamento mensile consumi gas

Valutata la coerenza dei dati dei tre anni, il consumo di riferimento si calcola come la media fra i due più simili. In presenza di più vettori energetici è necessario, per ciascuno di essi, individuare il consumo di riferimento a partire dai dati degli stessi anni.

I consumi reali, relativi ad ogni vettore energetico (energia elettrica e combustibili), vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione, ascensori e scale mobili. Inoltre, se fossero presenti consumi non afferenti a questi servizi energetici (ad esempio dovuti ad apparecchiature da ufficio, stampanti, computer, ecc...) andrebbero stimati e considerati come consumi non efficientabili.

La ricostruzione dei consumi, ripartiti secondo i servizi energetici presenti, può derivare da dati acquisiti tramite misure o, in alternativa, da stime o calcoli. In assenza di un sistema di monitoraggio, i consumi relativi ad ogni servizio energetico potranno essere stimati attraverso ipotesi di calcolo basate su dati tecnici e di funzionamento dei vari utilizzatori/impianti (forniti o desunti in sede di diagnosi, quali la potenza nominale, il fattore di carico, le ore di funzionamento, il rendimento, ecc.) oppure sulla base di rilevazioni

strumentali di tipo spot. In ogni caso deve essere chiaro quali flussi energetici siano basati su misurazioni e quali siano stati invece stimati.

Si riporta di seguito un esempio di stima dei consumi elettrici dovuti agli ausiliari delle caldaie.

Descrizione utilizzatori	Potenza (kW)	Coefficiente di utilizzo	ore/giorno	giorni/anno	ore/anno	Consumo annuo (kWh)
Ausiliari caldaia 1	0,39	0,341	9	120	1080	143,63
Ausiliari caldaia 2	0,55	0,254	9	120	1080	150,88
Ausiliari caldaia 3	0,46	0,725	9	120	1080	360,18

Figura 4 – Stralcio stima consumi ausiliari caldaie

Per un ulteriore approfondimento sulla metodologia da utilizzare per la ripartizione dei consumi elettrici e di combustibile si rimanda all'Appendice A.

L'inventario energetico costruito attraverso la stima dei singoli consumi deve arrivare a coprire almeno il 95% dei consumi complessivi per singolo vettore. Una volta individuati i consumi relativi ad ogni servizio, si possono ripartire i consumi complessivi attraverso diagrammi a torta.

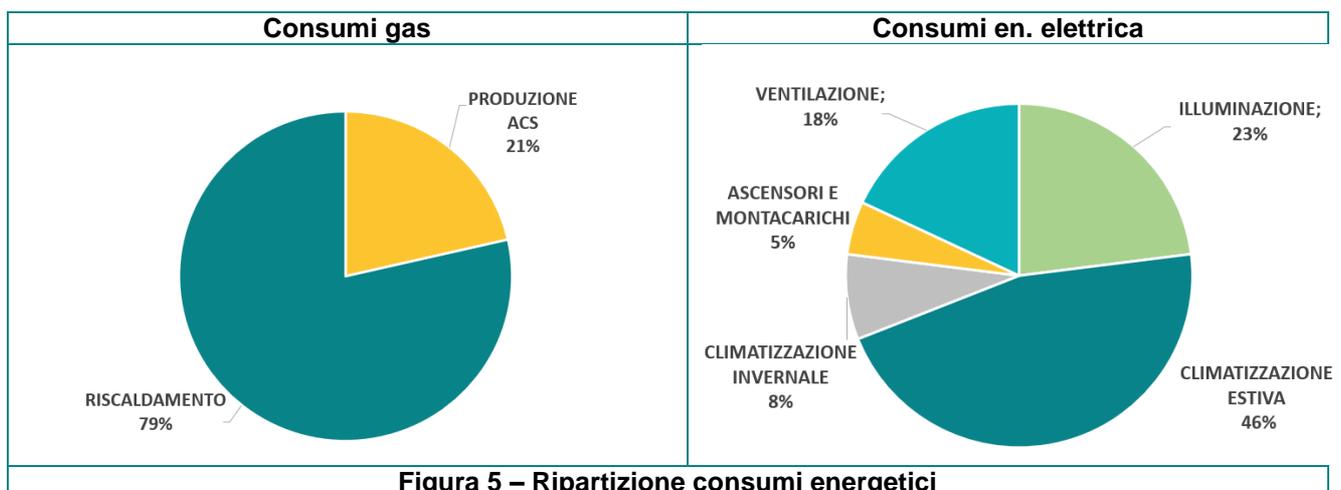


Figura 5 – Ripartizione consumi energetici

Grazie ai dati di fatturazione forniti dal committente è possibile conoscere la spesa complessiva sostenuta per l'approvvigionamento energetico e calcolare il costo unitario per vettore energetico (€/kWh_e e €/Sm^3). Questi valori verranno confrontati con i costi di

mercato, per verificare la possibilità di abbassare la spesa ottimizzando il contratto di fornitura o gestione. Questa valutazione consente di ottenere un eventuale risparmio puramente economico.

7.6. Indicatori di prestazione energetica

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^2 , kWh/m^3 , Smc/m^2 , ecc...).

Gli **indicatori di prestazione energetica effettivi (EnPIef)** rappresentano il valore quantitativo dell'indice di prestazione energetica ricavato da misure effettive.

Gli **indicatori di prestazione energetica operativi (EnPIop)** rappresentano l'indicatore di prestazione energetica dell'EnPI ricavato teoricamente dal modello energetico.

Gli **indicatori di prestazione energetica obiettivo (EnPIob)** 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.

Se stabilito in fase di contatto preliminare, gli indicatori di prestazione energetica effettivi possono essere confrontati con gli indicatori obiettivo e/o con gli indicatori di benchmark. Nel caso in cui, in seguito all'analisi dell'edificio e dei consumi reali, l'indicatore di prestazione energetica effettivo si rivelasse già congruente con l'indicatore obiettivo, la diagnosi può avviarsi alla conclusione senza la necessità di individuare interventi di efficienza energetica o, se ritenuto opportuno, proseguire per una ulteriore accuratezza dell'analisi.

7.7. Individuazione delle azioni di incremento dell'efficienza energetica

Grazie allo studio delle caratteristiche dell'involucro e degli impianti esistenti, è possibile individuare gli aspetti più critici dell'edificio, sui quali è opportuno intervenire per migliorare la prestazione energetica. Gli interventi migliorativi possono essere così suddivisi:

- **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, 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...).

Risulta fondamentale valutare le possibili interferenze tra gli interventi che il REDE intende proporre, a causa della riduzione progressiva del fabbisogno energetico ad ogni intervento e per la potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio. Ad esempio, più interventi sull'involucro edilizio riducono il fabbisogno di energia per riscaldamento ma al tempo stesso possono intervenire sull'efficienza del generatore. È quindi opportuno studiare azioni combinate nel caso alcune misure abbiano un impatto sulle altre, in quanto la somma dei singoli risparmi calcolati, valutando separatamente gli interventi, sarebbe in generale differente rispetto al risparmio ottenuto simulando gli stessi interventi in contemporanea. Pertanto, se gli interventi individuati non presentano interferenze rilevanti è possibile valutarli separatamente. In caso contrario è indispensabile procedere con la realizzazione di una simulazione del sistema edificio impianto, che consenta di valutare l'effetto dell'interferenza tra gli interventi proposti.

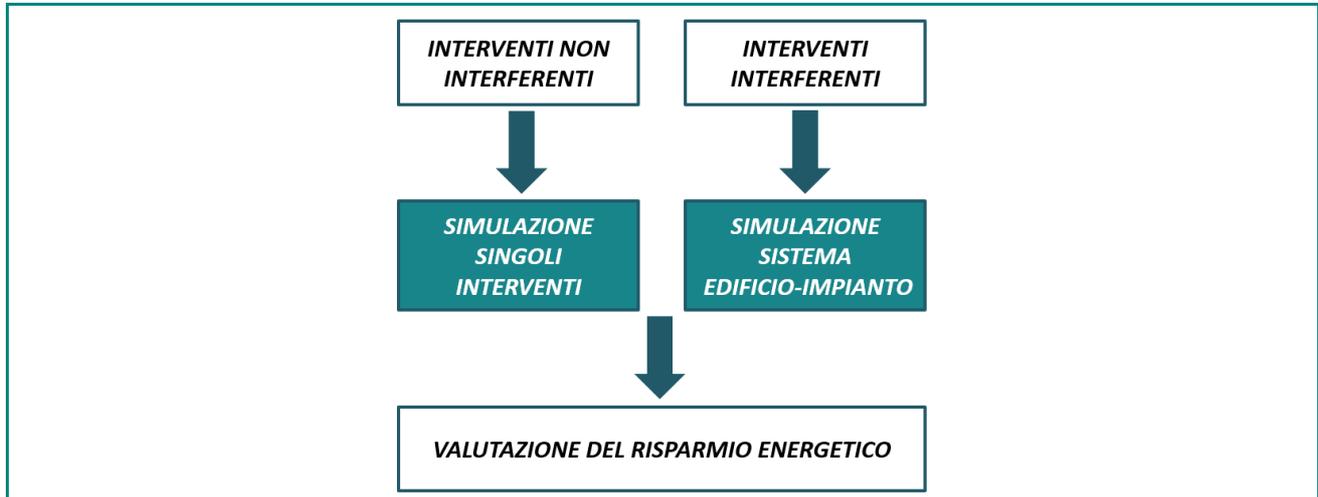


Figura 6 – Procedure di valutazione del risparmio energetico

7.8. Simulazione del sistema edificio-impianto

Come già detto, nel caso di interventi interferenti, è indispensabile la costruzione di un modello energetico che simuli il sistema edificio-impianto, al fine di valutare le opportunità di risparmio energetico. Tale modello dovrà descrivere il più realisticamente possibile il comportamento dell'edificio tenendo conto della potenziale interazione tra i sistemi tecnici e l'involucro edilizio.

Relativamente al calcolo della prestazione energetica degli edifici, a marzo 2018 è stata pubblicata in Italia la UNI EN ISO 52016, che sostituisce la precedente UNI EN ISO 13790, norma dalla quale sono derivate UNI TS 11300. La nuova norma introduce il metodo dinamico orario per il calcolo del fabbisogno energetico per riscaldamento e raffrescamento, che affianca l'attuale metodo quasi stazionario, permettendo ai tecnici di effettuare una scelta tra i due metodi alternativi, in base alle esigenze del caso.

Il **metodo quasi stazionario** prevede calcoli semplificati su base mensile e, in Italia, fa riferimento alle norme tecniche UNI/TS 11300. 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, in quanto non tiene conto delle rilevanti differenze di temperatura e irraggiamento solare nell'arco della giornata.

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.

Entrambi i metodi garantiscono la tracciabilità del processo di calcolo utilizzato, requisito fondamentale della diagnosi energetica. In alternativa il REDE può decidere di ricorrere ad un metodo dinamico dettagliato. Così facendo accrescerebbe notevolmente la complessità della diagnosi, dovendo disporre di dati di ingresso molto più accurati, ma si otterrebbe un esito più dettagliato con risultati di calcolo con passo temporale inferiore all'ora.

In base allo scopo della diagnosi, alle caratteristiche dell'edificio ed alla qualità dei dati in ingresso, il REDE stabilirà quindi la metodologia più opportuna per realizzare il modello dell'edificio.

Indipendentemente si utilizzi il metodo di calcolo stazionario o dinamico orario, la costruzione del modello segue i seguenti step:

- **Inserimento dati climatici.** I dati climatici differiscono in base alla località. La norma UNI 10349 fornisce, per il territorio italiano, dati climatici convenzionali, utili nella redazione degli attestati di prestazione energetica e per le diagnosi nella fase di normalizzazione dei consumi. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto dei dati climatici reali misurati nella località in esame e, in particolare, considerare nei calcoli la media delle temperature effettive degli anni considerati nel calcolo del consumo di riferimento. Per ottenere i valori di temperature reali è necessario rivolgersi a database meteo di enti pubblici

locali e impostare tali valori sul modello, in modo da simulare una situazione più realistica possibile.

- **Definizione dei confini del fabbricato e delle zone termiche.** Per costruire il modello energetico del sistema edificio-impianto è necessario definire i confini del fabbricato, ovvero l'insieme degli elementi edilizi che separano l'ambiente climatizzato dall'ambiente esterno (aria, terreno) o da ambienti non climatizzati. L'insieme degli elementi che delimitano l'ambiente climatizzato verso esterno, terreno e ambienti non climatizzati costituisce la superficie disperdente dell'edificio. Nel caso l'edificio sia costituito da ambienti serviti da diversi generatori, o aventi differenti destinazioni d'uso, diventa necessario suddividerlo in zone termiche. Una zona termica si definisce quindi come una parte dell'ambiente climatizzato mantenuta a temperatura (ed eventualmente umidità) uniforme, attraverso lo stesso impianto di climatizzazione. Per ciascuna zona verrà effettuato separatamente il calcolo del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento.

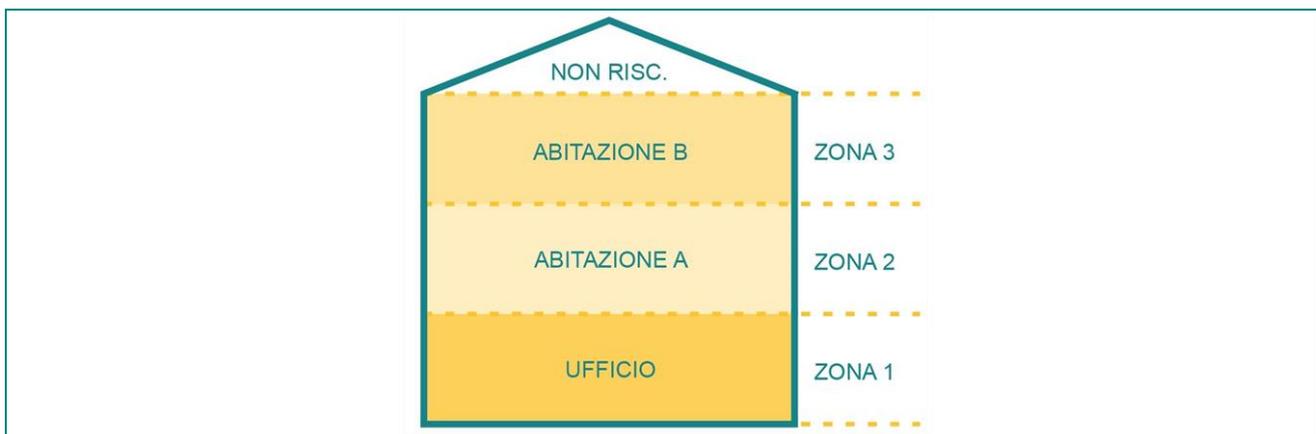


Figura 7 – Schema esempio suddivisione zone termiche

- **Definizione dei servizi energetici presenti e degli impianti.** Devono essere indicati i servizi energetici presenti (riscaldamento, ventilazione, acqua calda sanitaria, raffrescamento, illuminazione, trasporto) e le caratteristiche degli impianti a servizio di ogni zona. Le zone potranno essere caratterizzate da profili di funzionamento degli impianti differenti.

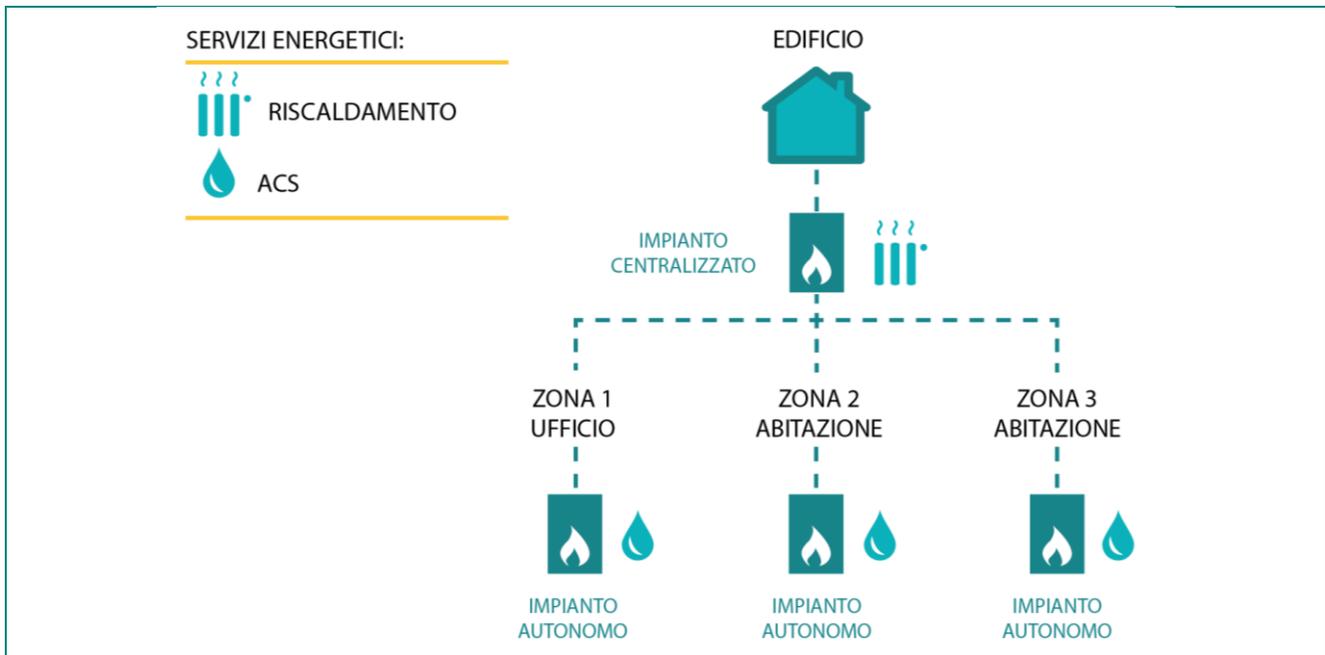


Figura 8 – Schema di edificio con impianto centralizzato per riscaldamento e impianti autonomi per la produzione di acs

- **Risultati della simulazione.** Per ciascuna zona dell'edificio verranno calcolati:
 - fabbisogno di energia termica per riscaldamento o raffrescamento;
 - fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria;
 - fabbisogno di energia per ventilazione meccanica;
 - fabbisogno di energia per illuminazione;
 - fabbisogno di energia per trasporto cose e persone.

Al termine della simulazione è possibile determinare un **indicatore di prestazione energetica operativo (EnPIop)** per ogni vettore energetico. I dati di consumo ottenuti dalla simulazione (consumo operativo) dovranno essere confrontati con quelli effettivi per effettuare la validazione, ossia verificare l'attendibilità del modello. Il REDE può valutare, in base allo scopo della diagnosi e ai metodi di calcolo utilizzati, di considerare nella simulazione solo alcuni dei servizi energetici presenti. In tal caso il consumo operativo

dovrà essere confrontato con il consumo effettivo relativo agli stessi servizi energetici valutati nella simulazione.

7.9. Validazione della simulazione del sistema edificio-impianto

Alla costruzione del modello di simulazione del sistema edificio-impianto segue la sua validazione, attraverso il confronto tra i consumi operativi e quelli effettivi, ricavati a partire dalle bollette. Per confrontare i consumi ottenuti dal modello energetico con quelli effettivi sarà fondamentale:

- Conoscere le condizioni termoigrometriche esterne relative agli anni i cui consumi sono stati utilizzati per calcolare il consumo di riferimento;
- Conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto degli stessi anni.

La simulazione del sistema edificio-impianto, in fase di validazione, deve riferirsi infatti alle condizioni termoigrometriche reali (media delle temperature degli stessi anni utilizzati per il calcolo del consumo di riferimento) e agli effettivi profili di utilizzo.

Affinché si possa ritenere accettabile, lo scostamento tra i consumi operativi e i consumi effettivi deve essere al massimo del +/- 5%.

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

Lo scostamento massimo, o “**marginale 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 da normativa:

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

Se si superano tali valori, è necessario verificare la correttezza del modello di simulazione del sistema edificio-impianto, o dei fattori di aggiustamento applicati ai consumi da bolletta, e apportare le modifiche opportune. Si noti che, finché il modello non risulta validato, non è possibile procedere alle fasi successive della diagnosi. Si riporta, come esempio, un grafico che mette a confronto i consumi effettivi e quelli calcolati tramite simulazione, consumi tra i quali emerge uno scostamento complessivo inferiore al 5%: il modello risulta validato e potrà quindi costituire la base per la valutazione degli interventi di riqualificazione energetica.

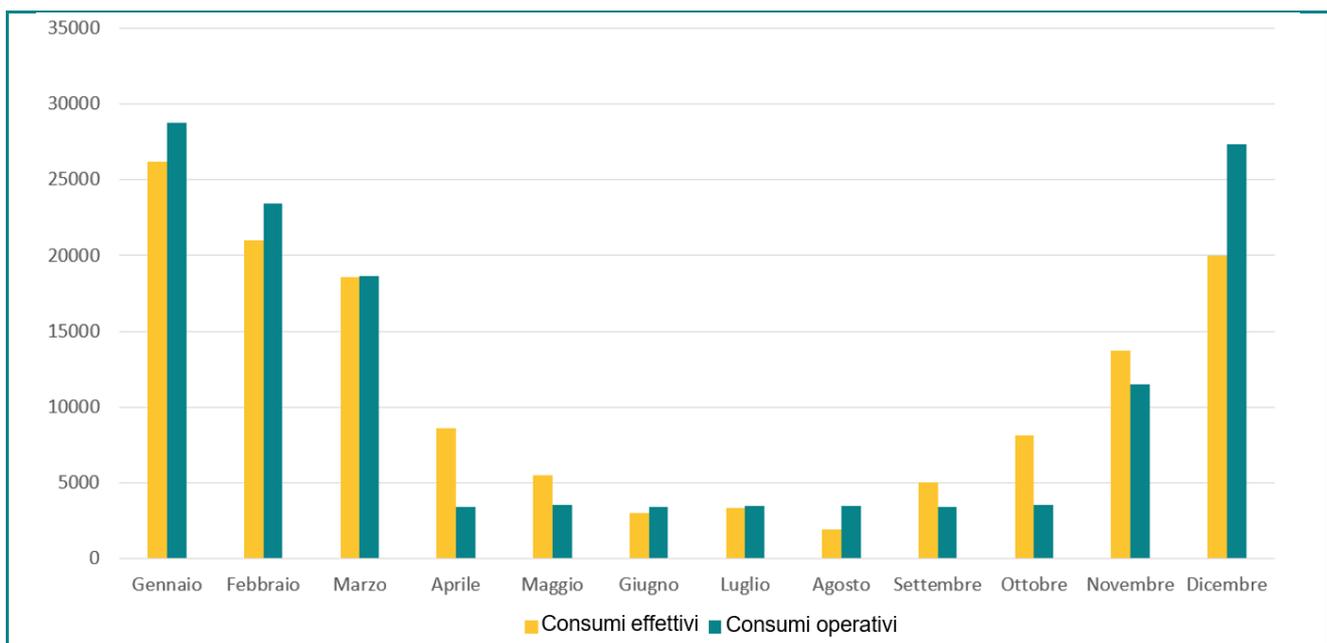


Figura 9: Confronto tra i consumi effettivi e operativi

Accertata la validazione del modello, sarà possibile simulare interventi di efficientamento energetico ottenendo risparmi energetici abbastanza realistici.

7.10. Valutazione dei risparmi energetici conseguibili

Il calcolo del risparmio energetico differisce nel caso gli interventi individuati siano o no interferenti. Nel caso di assenza di interferenza gli interventi possono essere valutati

separatamente e il risparmio energetico complessivo può essere calcolato come la somma dei singoli risparmi. Qualora, invece, si siano rilevate interferenze fra le misure di efficienza energetica proposte, il risparmio complessivo deve essere valutato simulando gli interventi in contemporanea attraverso il modello del sistema edificio-impianto descritto nel capitolo precedente. In questo caso gli interventi saranno analizzati inizialmente come azioni separate, al fine di effettuare una prima valutazione e facilitare la scelta tra le possibili soluzioni da proporre, per poi essere raggruppati in scenari, in modo da tenere conto delle influenze reciproche.

Per poter valutare i benefici futuri annessi agli interventi di efficienza energetica si può fare riferimento ai **dati climatici standard** (secondo la norma UNI 10349:2016), in modo da ottenere valori di consumo normalizzati e non dipendenti dalle particolari condizioni climatiche degli anni presi a riferimento. Il consumo normalizzato è ottenuto effettuando una nuova simulazione del modello precedentemente validato, impostando le condizioni climatiche standard. Lo stesso modello, sempre in condizioni climatiche standard, verrà utilizzato per simulare gli scenari di intervento e valutare il consumo post operam. Dal confronto tra il consumo ante e post operam si otterrà il risparmio energetico.

$$R_e = C_{ante\ operam} - C_{post\ operam}$$

Per chiarezza, nell'immagine seguente si riporta uno schema che evidenzia come cambia il modello dalla fase di validazione a quella di valutazione del risparmio energetico.

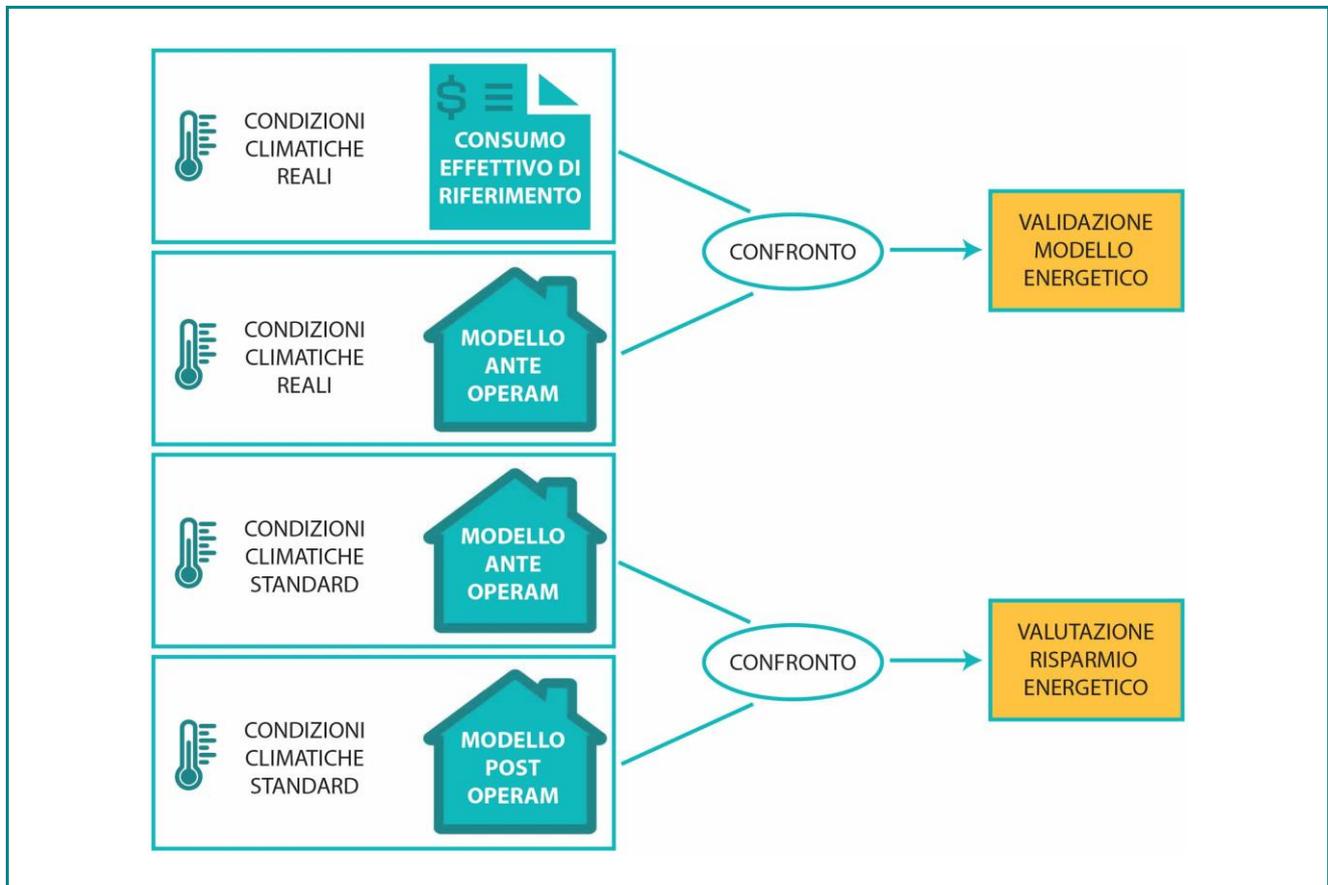


Figura 10: Condizioni climatiche applicate al modello energetico del sistema edificio impianto

Tuttavia, il calcolo del risparmio a partire dai consumi normalizzati non fornisce la garanzia di stime più realistiche rispetto a quello effettuato utilizzando le condizioni climatiche reali. Il REDE può quindi decidere in base alla situazione specifica a quali dati climatici fare riferimento, precisando la decisione in fase di contrattualizzazione dell'attività. Se lo ritiene opportuno può decidere inoltre di effettuare il calcolo con entrambi i metodi e confrontare i risultati ottenuti.

Per quanto riguarda gli interventi che prevedono l'installazione di impianti a fonti rinnovabili, il risparmio energetico deve essere stimato considerando l'interferenza con gli altri interventi. È inoltre necessaria la verifica mensile della compensazione tra i fabbisogni energetici e l'energia prodotta da fonte rinnovabile, per evitare che il surplus di energia sia conteggiato nel risparmio.

Il report di diagnosi dovrà contenere una descrizione dettagliata degli interventi e l'indicazione dei risparmi energetici conseguibili, calcolati sia valutando singolarmente gli interventi sia accorpandoli in scenari.

7.11. Analisi costi benefici

Dopo aver effettuato la simulazione dei possibili interventi (singolarmente o in scenari) e aver quantificato i relativi risparmi energetici, si procede ad una valutazione di carattere economico, con l'obiettivo di individuare quale soluzione abbia un rapporto costi/benefici più favorevole. Generalmente nelle diagnosi energetiche degli edifici le opportunità di miglioramento dell'efficienza energetica vengono classificate tramite il tempo di ritorno semplice, ma ciò non esclude l'uso di altre valutazioni finanziarie. Si rimanda a tal proposito alla UNI EN 15459:2018 e successive modifiche e integrazioni.

Il tempo di ritorno semplice o pay back (T_R) definisce, in modo semplificato, la redditività dell'investimento. Individua, cioè, il numero di anni necessari per recuperare il capitale inizialmente investito ed è calcolato come rapporto tra l'importo dell'investimento (I_0) e il flusso di cassa previsto (FC):

$$T_R = \frac{I_0}{FC}$$

Come flusso di cassa si considera il risparmio economico conseguente all'intervento, calcolato come il prodotto fra il prezzo unitario del vettore energetico (€/kWh, €/Sm³, ecc...) e il risparmio energetico conseguito.

$$FC = C_u \times R_e$$

Per ogni intervento, o per ogni scenario in caso di interventi combinati, si dovranno indicare costo dell'investimento, risparmio atteso e tempo di ritorno dell'investimento. Inoltre si dovrà evidenziare il risparmio in termini percentuali rispetto al consumo di riferimento. Qualora quest'ultimo includesse consumi non efficientabili (dovuti ad apparecchiature, cottura alimenti, ecc...), è opportuno valutare il risparmio percentuale sia

rispetto al totale del consumo di riferimento, sia rispetto alla sola quota relativa ai servizi oggetto di efficienza energetica, per non sottovalutare l'efficacia delle soluzioni proposte.

Di seguito si riporta un esempio di tabella di riepilogo:

Spesa energetica edificio		Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio %
€ 272.000						
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1	€ 7.000,00	€ 58.300,00	8,3	2,6%
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2	€ 15.400,00	€ 114.800,00	7,5	5,7%
	Sostituzione infissi	INV.3	€ 9.200,00	€ 463.000,00	50,3	3,4%
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1	€ 32.080,00	€ 100.000,00	3,1	11,8%
	Caldaia a condensazione	INM.2	€ 7.300,00	€ 40.000,00	5,5	2,7%
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3	€ 13.500,00	€ 49.600,00	3,7	5,0%
IMPIANTI ELETTRICI	Lampade LED corridoi	INE. 1	€ 23.750,00	€ 274.000,00	11,5	8,7%
	Sensori presenza WC	INE. 2	€ 2.052,00	€ 1.000,00	0,5	0,8%
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1	€ 7.000,00	€ 55.000,00	7,9	2,6%
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1	€ 13.099,00	€ 70.000,00	5,3	4,8%
SCENARIO COMPLESSIVO			€ 97.785,75	€ 1.225.700,00	12,5	36,0%

Figura 11: Esempio di tabella di riepilogo degli interventi

Nella definizione degli scenari da proporre al committente, è opportuno verificare che il tempo di ritorno di un intervento non superi la vita utile dello stesso, facendo riferimento ai valori riportati nella norma UNI EN 15459 e s.m.i. Tuttavia, è possibile che alcune soluzioni risultino necessarie anche se non economicamente convenienti. Si potrebbe riscontrare il caso, ad esempio, di infissi in cattive condizioni che necessitano di essere sostituiti a prescindere dal tempo di ritorno dell'investimento. In questa situazione il REDE dovrà giustificare la proposta di intervento come necessaria.

Nella valutazione economica, inoltre, è opportuno tenere conto dei meccanismi di incentivazione disponibili per gli interventi di efficienza energetica (Detrazioni fiscali, Conto

Termico, ecc...)). Si tratta di strumenti a sostegno di questa tipologia di interventi che consentono di recuperare parte dell'investimento. È consigliabile che il REDE valuti quali strumenti sia possibile utilizzare e quali siano i più convenienti per la situazione in esame. È tuttavia fondamentale mettere in evidenza l'analisi costi-benefici sia in assenza di incentivi e sia attraverso il ricorso alle forme incentivanti.

7.12. Redazione dell'attestato di prestazione energetica

A conclusione della diagnosi il REDE deve redigere l'APE dell'edificio in esame in condizioni ante e post operam, per valutare l'impatto che gli interventi proposti avranno sulla classificazione nell'ambito della certificazione energetica degli edifici. Si precisa che l'APE prodotto in diagnosi non ha obbligo di registrazione al SIAPE ma viene redatto al solo scopo di valutare la variazione della classe energetica ed, eventualmente, per ottenere gli incentivi fiscali previsti. Il presente capitolo mette a confronto la valutazione standard da APE con quella adattata all'utenza cui fare riferimento nella diagnosi energetica.

Il Decreto legge 63/2013, all'art.2, modifica l'art. 2 del Dlgs 192/2005 ed introduce la definizione di Attestato di Prestazione Energetica (APE) dell'edificio in sostituzione dell'Attestato di certificazione energetica (ACE).

La definizione di APE risulta essere la seguente: *“documento... rilasciato da esperti qualificati e indipendenti che attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'utilizzo di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica”*.

L'APE può sembrare simile alla DE, in quanto entrambi gli strumenti offrono una caratterizzazione energetica del sistema edificio-impianto, in realtà gli obiettivi, le condizioni al contorno e le competenze richieste risultano profondamente differenti. Le tipologie di valutazione energetica sono state definite nel prospetto 2 della UNI TS 11300-1. Mentre l'APE costituisce una tipologia di valutazione A2 (edificio reale valutato in

condizioni standard), la DE fa riferimento alla tipologia A3 (edificio reale in condizioni reali).

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto (<i>Design Rating</i>)	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard (<i>Asset Rating</i>)	Standard	Standard	Reale
A3	Adattata all'utenza (<i>Tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale

Figura 12 – Classificazione tipologie di valutazione energetica

Le diverse tipologie hanno obiettivi differenti. Infatti, l'APE rappresenta la qualità energetica del sistema edificio-impianto riferita a condizioni standard normalizzate. La finalità ultima è quella della confrontabilità, ovvero la definizione della prestazione energetica rispetto ad una metodologia standardizzata e l'inserimento della stessa in una scala di classificazione al fine di stabilire se la performance dell'edificio è soddisfacente oppure l'immobile necessita di interventi di riqualificazione. Solo secondariamente, l'APE fornisce suggerimenti di massima sulle opportunità di risparmio energetico realizzabili.

La DE, invece, esamina il comportamento "reale" dell'edificio, al fine di valutare gli interventi migliorativi secondo un insieme di criteri economici, energetici ed ambientali ai quali viene attribuito un peso diverso in funzione delle esigenze della committenza. Si tratta, quindi, di analizzare i dati storici di consumo, i profili di utilizzo dell'energia, le condizioni climatiche, gli impianti tecnici presenti, di modo da costruire un modello energetico dell'edificio che simuli l'uso "effettivo" dell'energia. La metodologia di calcolo non è standardizzata bensì risponde alle diverse condizioni al contorno di ciascun edificio ed al grado di approfondimento stabilito.

7.13. Il rapporto

L'ultimo passaggio dell'iter sin qui descritto prevede la redazione del rapporto di diagnosi energetica, che costituisce il documento finale da consegnare al committente. Si tratta di



una relazione che descrive l'intero procedimento di diagnosi, a partire dall'analisi dello stato di fatto, passando attraverso la simulazione, fino ad arrivare all'individuazione degli interventi migliorativi ed alla loro valutazione economica.

Di seguito l'indice di una relazione tipo, che potrà essere modificato in base alle diverse situazioni e alla tipologia di diagnosi scelta.

1. PREMESSA

2. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

3.1. Involucro

3.1.1. Pareti verticali esterne

3.1.2. Copertura

3.1.3. Solai inferiori

3.1.4. Solai intermedi

3.1.5. Serramenti

3.2. Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di acs

3.2.1. Impianto di riscaldamento

3.2.2. Impianto produzione di acqua calda sanitaria

3.2.3. Impianto di ventilazione meccanica controllata

3.2.4. Impianto di climatizzazione estiva

3.2.5. Sistemi di termoregolazione

3.3. Impianto elettrico

3.3.1. Illuminazione



4. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

- 4.1. Metano
- 4.2. Energia elettrica
- 4.3. Principali indicatori di prestazione energetica
- 4.4. Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO₂
- 4.5. Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione

5. SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

- 5.1. Risultati simulazione sistema edificio impianto
- 5.2. Validazione del modello

6. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

- 6.1. Individuazione delle potenziali aree d'intervento
- 6.2. Interventi sull'involucro
- 6.3. Interventi sugli impianti meccanici
- 6.4. Interventi sugli impianti elettrici
- 6.5. Monitoraggio dei consumi
- 6.6. Utilizzo di fonti rinnovabili
- 6.7. Scenari di intervento e analisi costi benefici

7. CONCLUSIONI

I contenuti dei singoli capitoli saranno dettagliati nell'Allegato 2 (Report di diagnosi).



7.14. L'incontro finale

Nell'incontro finale, il Referente della diagnosi energetica deve:

- consegnare il rapporto di diagnosi energetica;
- presentare i risultati della diagnosi, di modo da agevolare il processo decisionale del committente.

In tale fase di meeting finale, occorre valutare se i risultati conseguiti con la diagnosi energetica siano esaustivi, oppure se sia necessario un supplemento di indagine al fine di individuare tutti gli elementi chiave per il miglioramento della prestazione energetica dell'edificio.

8. Bibliografia

Norme internazionali

UNI CEI EN 16247-1	Diagnosi energetiche - Parte 1: Requisiti generali
UNI CEI EN 16247-2	Diagnosi energetiche - Parte 2: Edifici
UNI CEI EN 16247-5	Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell'auditor energetico
UNI CEI EN 10838:1999	Edilizia - Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia
UNI EN ISO 52016	Prestazione energetica degli edifici - Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti

Norme nazionali

UNI 10349: 2016	Riscaldamento e raffrescamento degli edifici - Dati climatici
UNI/TS 11300: 2014	Prestazioni energetiche degli edifici

Riferimenti legislativi

D.Lgs. 102/2014	Attuazione della direttiva 2012/27/UE sull'efficienza energetica, che modifica le direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e abroga le direttive 2004/8/CE e 2006/32/CE
DLgs. n. 141/2016	Disposizioni integrative al decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102
D.Lgs. 192/2005	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento



energetico nell'edilizia

DM 26/06/2015

Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici



APPENDICE A ESEMPIO DI ANALISI DEI CONSUMI REALI E RIPARTIZIONE SECONDO I SERVIZI ENERGETICI PRESENTI

L'esempio descritto nei capitoli successivi indica alcune possibili strategie da seguire per l'analisi dei consumi reali e per la ripartizione secondo i servizi energetici presenti. Sta al REDE decidere, in base ai dati a disposizione, quale procedura adottare per la costruzione dell'inventario energetico.

Il caso in esame riguarda due edifici adibiti a residenze collettive e presenta le seguenti criticità:

- Si dispone di un contatore per l'energia elettrica unico per i due edifici. Pertanto, si provvederà alla stima dei consumi attraverso un'analisi dei carichi.
- I consumi reali di gasolio sono comprensivi della quota relativa al riscaldamento e di quella relativa alla produzione di acqua calda sanitaria. Sarà quindi necessario individuare un sistema per stimare i consumi afferenti ai due servizi energetici.
- Non si dispone di sistemi di misura. La ripartizione dei consumi elettrici sarà effettuata analizzando i dati di potenza e i profili di funzionamento dei singoli utilizzatori/impianti.

A.1 Situazione servizi ante operam

I vettori energetici impiegati sono il gasolio e l'energia elettrica. Gli edifici oggetto di analisi sono infatti serviti dai seguenti impianti:

Edificio 1: impianto di climatizzazione a pompa di calore elettrica; impianto per la produzione di acqua calda sanitaria con bollitori elettrici.

Edificio 2: impianto per riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria con caldaia a gasolio.

I servizi energetici presenti sono indicati nella seguente tabella, associati ai vettori energetici utilizzati.

SITUAZIONE SERVIZI ANTE OPERAM								
Ed.	Riscaldamento		Raffrescamento	Ventilazione	Produzione ACS		Illuminazione interna	Ascensori e scale mobili
1	En. el.		En. el.	N.P.	En. el.		En. el.	N.P.
2	Gasolio	En. el.	En. el.	N.P.	Gasolio	En. el.	En. el.	N.P.

Tabella 2: Servizi ante operam

A.2 Analisi delle bollette

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di consumo di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie. Di seguito si riporta una tabella con l'andamento mensile dei consumi di gasolio degli anni 2015, 2016 e 2017 e il relativo grafico.

Ed.		gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOTALE
2	Consumi gasolio 2015 (l)	5.100	4.900	3.200	700	800	500	600	450	600	748	2.002	2.600	22.200
2	Consumi gasolio 2016 (l)	5.100	4.817	3.911	641	850	640	614	675	676	634	2.450	3.166	24.174
2	Consumi gasolio 2017 (l)	4.700	4.517	3.355	625	750	694	720	759	462	460	2.818	4.100	23.960

Tabella 3: Andamento mensile consumi gasolio



Tabella 4: Grafico andamento mensile consumi gasolio

Qualora il REDE riscontrasse delle anomalie tra un anno e l'altro, dovrebbe analizzarne le possibili cause (profili di utilizzo differenti, aree dell'edificio dismesse e non riscaldate, ecc...) ed eventualmente escludere dalla media l'anno meno coerente. Nel caso in esame,

essendo i dati dei tre anni coerenti tra loro, il consumo di riferimento viene individuato come media fra i due più vicini.

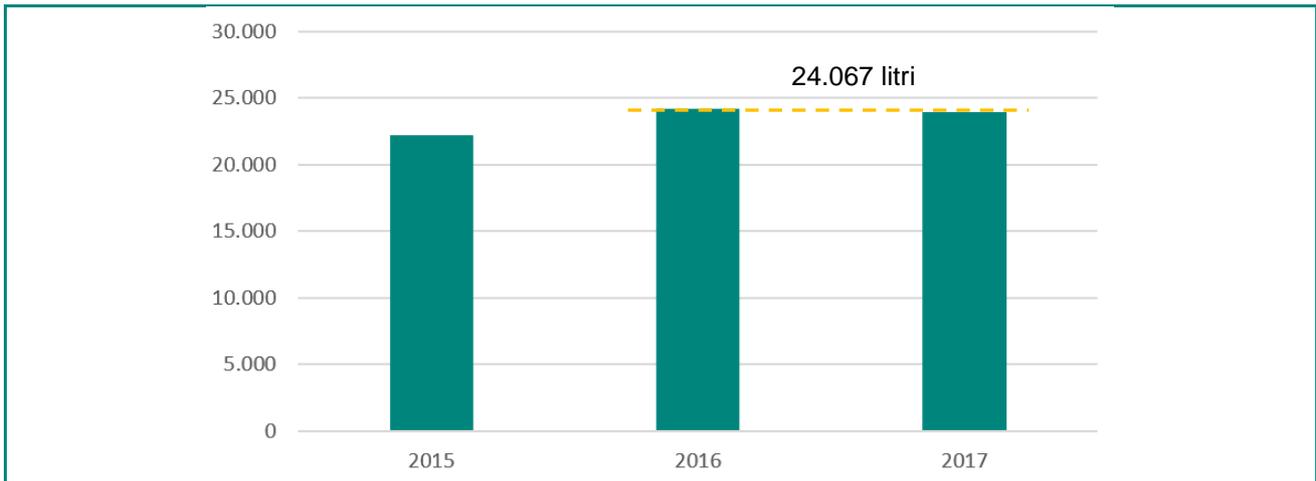


Figura 13 – Grafico con media dei consumi annuali di gasolio

Per quanto riguarda l'energia elettrica è presente un unico contatore per i due edifici. Seguendo la stessa procedura utilizzata per il gasolio, è necessario analizzare sia l'andamento mensile che il totale annuale dei consumi e valutare la coerenza dei dati a disposizione. Per sintesi si riporta direttamente il confronto dei consumi complessivi:

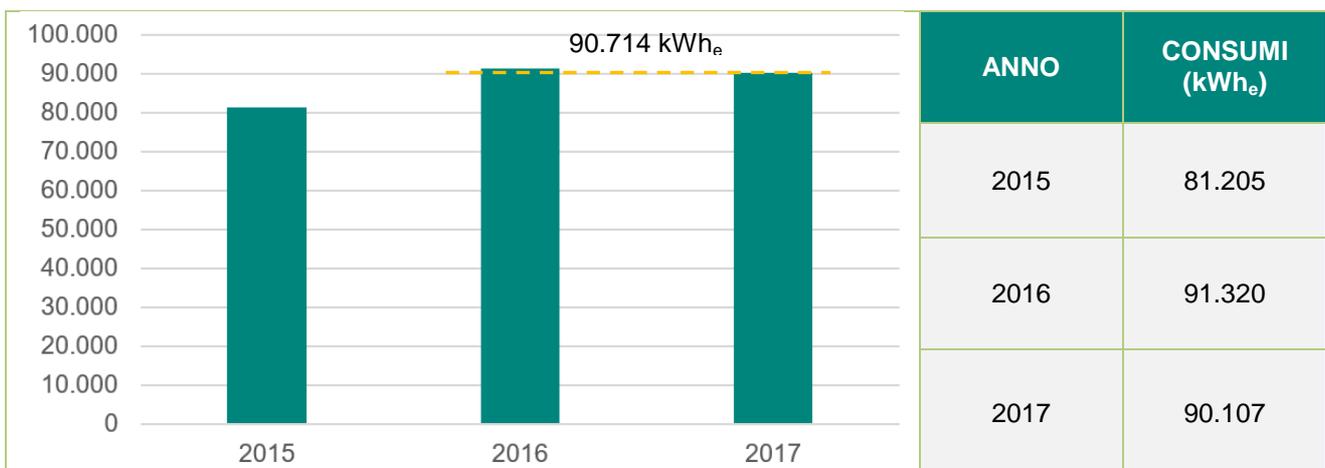


Figura 14 – Grafico con media dei consumi annuali di energia elettrica

Valutata la coerenza dei dati, il consumo elettrico di riferimento può essere individuato come media degli stessi anni precedentemente considerati per il calcolo del gasolio (2016 e 2017).

Una volta individuato, per ogni vettore energetico, il consumo di riferimento, questo deve essere ripartito secondo i servizi energetici presenti, con l'obiettivo di individuare quali siano le componenti cui è imputabile il maggiore consumo di energia.

A.3 Ripartizione dei consumi di gasolio

Di seguito si riportano i consumi di gasolio calcolati attraverso la media dei due anni.

MEDIA CONSUMI ANNI 2016-2017 (litri di gasolio)															
Ed.	Serv.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT	TOT
2	Risc+ACS	4.900	4.667	3.633								2.634	3.633	19.467	24.067
	Solo ACS				633	800	667	667	717	569	547			4.599	

Tabella 5: Media consumi gasolio

Il consumo complessivo deve essere ripartito secondo i servizi energetici coinvolti: riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria.

Essendo presente un unico dato di consumo, non è possibile conoscere la quota realmente dovuta alla produzione di acqua calda sanitaria nei mesi invernali: mentre il consumo di gasolio dei mesi estivi è interamente imputabile alla produzione di acs, quello dei mesi invernali è infatti la somma dei consumi dovuti ai due servizi. Si considera quindi, come consumo invernale per la produzione di acs, la media dei consumi estivi, supponendo che il consumo si mantenga più o meno costante nell'arco dell'anno. Si ottengono in questo modo i seguenti valori di consumo:

MEDIA CONSUMI ANNI 2016-2017 (litri di gasolio)															
Ed.	Serv.	gen	feb	mar	apr	mag	giu	lug	ago	set	ott	nov	dic	TOT	TOT
2	Risc.	4.243	4.010	2.976								1.977	2.976	16.182	24.067

ACS	657	657	657	633	800	667	667	717	569	547	657	657	7.885
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	--------------

Tabella 6: Media consumi gasolio

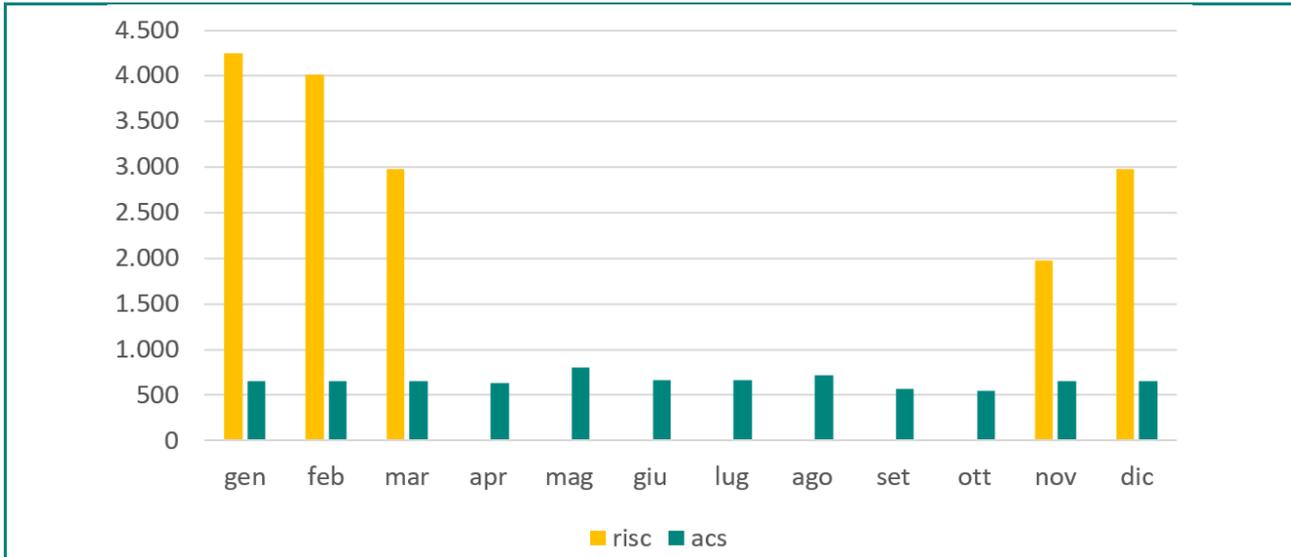


Figura 15 – Andamento complessivo consumi gasolio (media di tre anni)

Considerando i consumi complessivi si ottiene la seguente ripartizione:

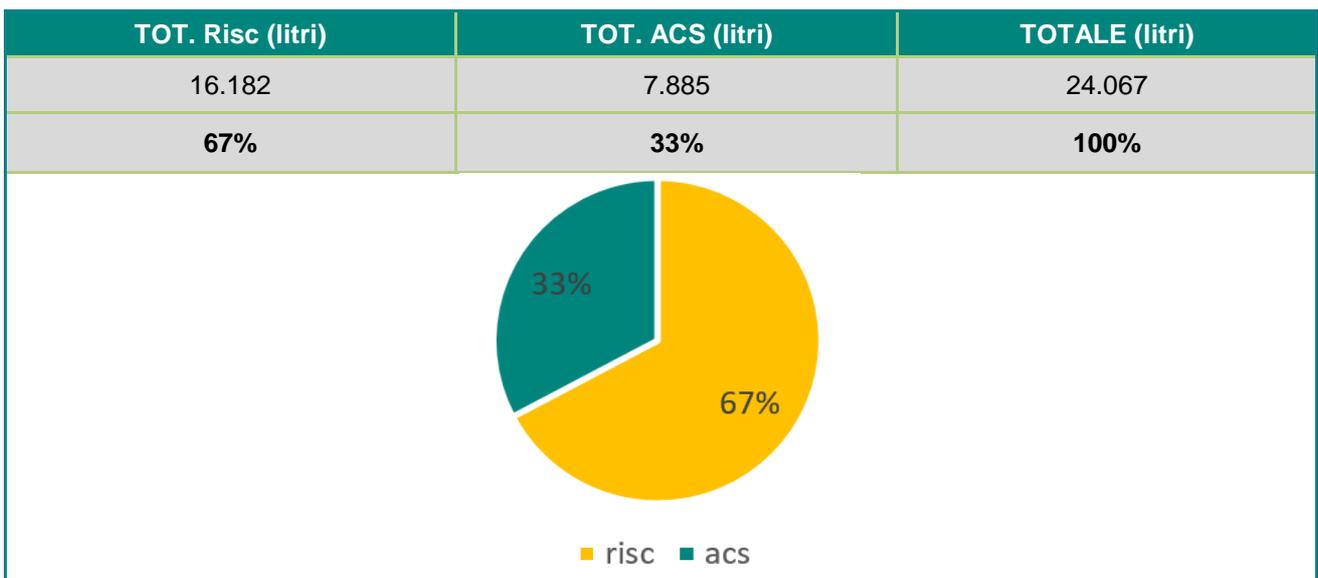


Figura 16 – Grafico a torta per ripartizione consumi di gasolio



A.4 Ripartizione dei consumi elettrici

Non disponendo di sistemi di monitoraggio, mentre la ripartizione dei consumi di gasolio è stata effettuata a partire dai consumi reali da bolletta, per la stima dei consumi elettrici è stato necessario analizzare tutte le utenze che consumano energia, calcolando i consumi a partire dai dati di potenza e dalle ore di funzionamento.

Dall'analisi dello stato di fatto è emerso che i consumi elettrici dell'edificio 1 sono dovuti a:

- Pompe di calore
- Bollitori elettrici
- Illuminazione

Per quanto riguarda invece l'edificio 2 i consumi afferiscono a:

- Forza motrice delle elettropompe
- Ausiliari caldaie
- Illuminazione

A.5 Stima del consumo elettrico delle elettropompe

Per stimare il consumo legato alla forza motrice delle elettropompe dell'edificio 2 è necessario prima di tutto calcolare le ore di accensione delle caldaie (per riscaldamento e acs) nell'arco dell'anno.

ORARIO ACCENSIONE CALDAIE - SERVIZIO RISCALDAMENTO				
Mese accensione	orario accensione	Ore giornaliere di funzionamento	Giorni mensili di funzionamento	Ore di funzionamento mensili
		(h)	(GG)	(h x GG)
Novembre	08:00-17:00	9	15	135
Dicembre	08:00-17:00	9	31	279
Gennaio	08:00-17:00	9	31	279
Febbraio	08:00-17:00	9	28	252
Marzo	08:00-15:00	7	15	105
Aprile		0	0	0
Maggio		0	0	0
Giugno		0	0	0
Luglio		0	0	0
Agosto		0	0	0
settembre		0	0	0
Ottobre		0	0	0
Ore di funzionamento annuali				1.050

Tabella 7: Orario accensione impianto per riscaldamento

ORARIO ACCENSIONE CALDAIE - SERVIZIO ACS				
Mese accensione	orario accensione	Ore giornaliere di funzionamento	Giorni mensili di funzionamento	Ore di funzionamento mensili
		(h)	(GG)	(h x GG)
Novembre	06:00-21:00	15	30	450
Dicembre		15	31	465
Gennaio		15	31	465
Febbraio		15	28	420
Marzo		15	31	465
Aprile		15	30	450
Maggio		15	31	465
Giugno		15	30	450
Luglio		15	31	465
Agosto		15	31	465
settembre		15	30	450
Ottobre		15	31	465
Ore di funzionamento annuali				5.475

Tabella 8: Orario accensione impianto per ACS

È quindi possibile stimare il consumo elettrico delle elettropompe, moltiplicando la potenza per le ore di funzionamento:

Edificio servito	Servizio	Pot- Elett. Totale Elettropompe [kW]	H funz. RISC	H funz. ACS	Consumo Ele RISC [kWh]	Consumo Ele ASC [kWh]
2	Risc.	1,181	1.050	-	1.240	
	ACS	0,381	-	5.475		2.086

Tabella 9: Consumo elettrico elettropompe

A.6 Stima del consumo elettrico degli ausiliari delle caldaie

Per stimare correttamente il consumo elettrico degli ausiliari bisogna tenere conto del fatto che le caldaie non funzionano sempre alla massima potenza e, di conseguenza, neanche gli ausiliari. È possibile ricavare un **coefficiente di utilizzo (Ku)** delle caldaie confrontando il consumo teorico, stimato moltiplicando le ore di funzionamento per la potenza massima, e il consumo reale da bolletta.

Ed.	Serv.	Pot. Utile caldaia [kW]	Rendimento utile a potenza nominale (Direttiva Caldaie UNI/TS 11300 - 2 App B.2)	Energia Prodotta Caldaia Potenza Massima per 1 h [kWh term]	Consumi Gasolio a Potenza Massima per 1 h [Litri] (kwh term/11,86 x 1,176) *1,25	H funz.	Consumi Gasolio teorici [litri]	Consumi Gasolio Reali [litri]	Ku Coeff. di utilizzo [consumi reali/consumi teorici]
2	Risc	116	0,881	131,63	16,31	1.050	17.130,16	16.182	0,945
	ACS	116	0,881	131,63	16,31	5.475	89.321,57	7.885	0,088

Tabella 10: Calcolo coefficienti di utilizzo degli ausiliari caldaie

Il rendimento utile a potenza nominale può essere calcolato seguendo il metodo indicato nell'Appendice B.2 delle UNI TS 11300-2, ricavato dalla Direttiva 92/42/CEE.

B.2.12

Rendimenti minimi a carico nominale e a carico parziale secondo la Direttiva 92/42/CEE

Il rendimento minimo del generatore a pieno carico prescritto dalla normativa vigente si determina come segue:

$$\eta_{gn,Pn} = A + B \times \log \phi'_{Pn} \text{ [%]} \quad (\text{B.24})$$

Il rendimento minimo del generatore a carico parziale (30%) si determina come segue:

$$\eta_{gn,Pint} = C + D \times \log \phi'_{Pn} \text{ [-]} \quad (\text{B.25})$$

dove:

ϕ'_{Pn} è la potenza utile nominale espressa in kW, col limite massimo di 400 kW. Se la potenza utile nominale è maggiore di 400 kW, i rendimenti si determinano utilizzando 400 kW nelle formule precedenti;

A, B, C, D sono i parametri riportati nel prospetto B.7.

prospetto B.7

Parametri per la determinazione dei rendimenti minimi

Tipo di generatore	A	B	C	D
Generatore standard	84	2	80	3
Generatore a bassa temperatura	87,5	1,5	87,5	1,5
Generatore a condensazione	91	1	97	1

Figura 17 –UNI TS 11300-2_ Prospetto B.2.12 _Parametri per la determinazione dei rendimenti minimi

Il coefficiente di utilizzo può quindi essere utilizzato per stimare il consumo degli ausiliari, moltiplicandolo per la potenza e le ore di funzionamento degli stessi:

Edificio servito	Servizio	Ausiliari caldaia [W]	K_u	Pot. kW Elettrici	H fun. RISC	H fun. ACS	Consumo kWh Ele. Risc	Consumo kWh Ele. ACS
2	Risc	57	0,945	0,057	1050		59,5	
	ACS	57	0,088	0,057		5475		29,0

Tabella 11: Consumo elettrico ausiliari caldaie

A.7 Stima del consumo elettrico delle pompe di calore

Per la stima del consumo elettrico delle quattro pompe di calore a servizio dell'Edificio 1, sia in estate che in inverno, bisogna calcolare per prima cosa le ore di funzionamento:

Rif.	INVERNO				ESTATE			
	Ore giorno invernali	giorni mese	Mesi invernali	Ore funzionamento inverno	Ore giorno estive	giorni mese	Mesi estive	Ore funzionamento estate
1	7,00	30,00	5,00	1.050	3,00	30,00	3,50	315
2	7,00	30,00	5,00	1.050	3,00	30,00	3,50	315
3	7,00	30,00	5,00	1.050	3,00	30,00	3,50	315
4	7,00	30,00	5,00	1.050	3,00	30,00	3,50	315

Tabella 12: Calcolo ore di funzionamento pompe di calore

È quindi possibile stimare il fabbisogno elettrico in inverno e in estate a partire dai dati di potenza:

FUNZIONAMENTO INVERNALE							
Potenza termica (kWt)	Potenza elettrica riscaldamento (kWe)	COP	N° unità	Ore	Fattore di carico invernale	Fabbisogno termico [kWht]	Fabbisogno elettrico [kWhe]
4,0	1,3	3,01	6	1.050	0,70	17.640	5.865
12,0	4,0	3,00	4	1.050	0,70	35.280	11.760
6,0	2,0	3,00	2	1.050	0,70	8.820	2.940
8,0	2,7	3,01	1	1.050	0,70	5.880	1.955
Totale						67.620	22.520

Tabella 13: Fabbisogno elettrico in inverno

FUNZIONAMENTO ESTIVO							
Potenza frigorifera (kWf)	Potenza elettrica raffreddamento (kWe)	EER	N° unità	Ore	Fattore di carico estivo	Fabbisogno frigorifero [kWh _t]	Fabbisogno elettrico [kWh _e]
3,5	1,59	2,20	6	315	0,50	3.308	1.503
10,0	4,50	2,22	4	315	0,50	6.300	2.835
5,0	2,27	2,20	2	315	0,50	1.575	715
7,1	3,22	2,20	1	315	0,50	1.118	507
Totale						12.301	5.560

Tabella 14: Fabbisogno elettrico in estate

A.8 Stima del consumo elettrico dei bollitori elettrici per produzione ACS

Per stimare il consumo elettrico dei bollitori è necessario calcolare la potenza complessiva:

n° bollitori	Potenza singolo bollitore [W]	Potenza singolo bollitore [kW]	Potenza complessiva [kW]
13	580	0,58	7,54

Tabella 15: Potenza complessiva bollitori elettrici

Calcolata la potenza, si procede alla stima del consumo annuale tenendo conto delle ore di funzionamento e dei coefficienti di utilizzo:

Mese	Giorni	Coefficiente di contemporaneità Kc	Coefficiente di utilizzo in funzione stagione	Ore utilizzo giornaliero	Potenza [kW]	Consumo en. elettrica [kW]
Gennaio	31	1	0,75	1	7,54	175,31
Febbraio	28	1	0,75	1	7,54	158,34
Marzo	31	1	0,75	1	7,54	175,31
Aprile	30	1	0,75	1	7,54	169,65

Mese	Giorni	Coefficiente di contemporaneità Kc	Coefficiente di utilizzo in funzione stagione	Ore utilizzo giornaliero	Potenza [kW]	Consumo en. elettrica [kW]
Maggio	31	1	0,75	1	7,54	175,31
Giugno	30	1	0,75	1	7,54	169,65
Luglio	31	0,7	0,80	1	7,54	186,99
Agosto	31	0,6	0,80	1	7,54	186,99
Settembre	30	1	0,75	1	7,54	169,65
Ottobre	31	1	0,75	1	7,54	175,31
Novembre	30	1	0,75	1	7,54	169,65
Dicembre	31	1	0,75	1	7,54	175,31
Consumo tot.						2.087,4

Tabella 16: Consumo energia elettrica bollitori

A.9 Stima del consumo elettrico per illuminazione

Il consumo elettrico dovuto all'illuminazione di entrambi gli edifici può essere stimato moltiplicando la potenza degli apparecchi illuminanti per le ore di funzionamento:

Ed.	Locali serviti	Potenza lampade (kW)	Potenza apparecchi illuminanti (kW)	Ore funzionamento annuo	Consumo annuo di energia elettrica (kWh el)	Consumo annuo di energia elettrica (kWh el)
		Pot	P=Pot/0,88	H	P x h Funz	
1	Altri/corridoi	0,94	1,07	5110	5.468	11.417
	Stanze	1,5	1,71	2080	3.557	
	Locali servizi igienici	1,01	1,15	2080	2.392	
2	Altri/corridoi	3,71	4,22	5.110	21.564	44.819
	Stanze	5,89	6,69	2.080	13.915	
	Locali servizi igienici	3,95	4,49	2.080	9.339	

Tabella 17: Consumo elettrico illuminazione

A.10 Riepilogo dei consumi elettrici

Di seguito si riporta il riepilogo dei consumi elettrici calcolati per ogni edificio:

Ed.	utenze	Consumo (kWh _e)
1	Pompe di calore - funzionamento invernale	22.520
	Pompe di calore - funzionamento estivo	5.560
	Bollitori per acs	2.087
	Illuminazione	11.417
2	Elettropompe servizio risc.	1.240
	Elettropompe servizio acs	2.086
	Ausiliari caldaie servizio risc	59,5
	Ausiliari caldaie servizio acs	29,0
	Illuminazione	44.819
TOTALE		89.816

Tabella 18: Riepilogo consumi elettrici

La somma dei consumi elettrici precedentemente calcolati deve essere confrontata con il consumo di riferimento, per verificare che l'inventario ne abbia coperto almeno il 95%: l'analisi può considerarsi soddisfacente, in quanto la quota di consumo restante risulta pari all' 1%.

	Consumo di riferimento	Consumi calcolati	Altri consumi
Consumo (kWh _e)	90.714	89.816	897
%	100%	99%	1%

Tabella 19: Riepilogo consumi elettrici totali

A partire dall'analisi effettuata è quindi possibile ripartire il consumo elettrico effettivo tra i servizi energetici.

Edificio	Consumo el. Riscaldamento	Consumo el. acs	Consumo el. Raffrescamento	Consumo el. Illuminazione	TOTALE consumi calcolati	Consumo di riferimento
	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]	[kWh el.]
1	22.520	2.086	5.560	11.417	41.582	-
2	1.300	2.115	0	44.819	48.233	-
Totale	23.820	4.201	5.560	56.235	89.816	90.714
Incidenza %	26%	5%	6%	62%	99%	100%

Tabella 20: Ripartizione consumi elettrici

Dall'analisi emerge come il 62% dei consumi sia imputabile al servizio di illuminazione, il 26% al riscaldamento, il 6% al raffrescamento e il 5% alla produzione di acqua calda sanitaria:

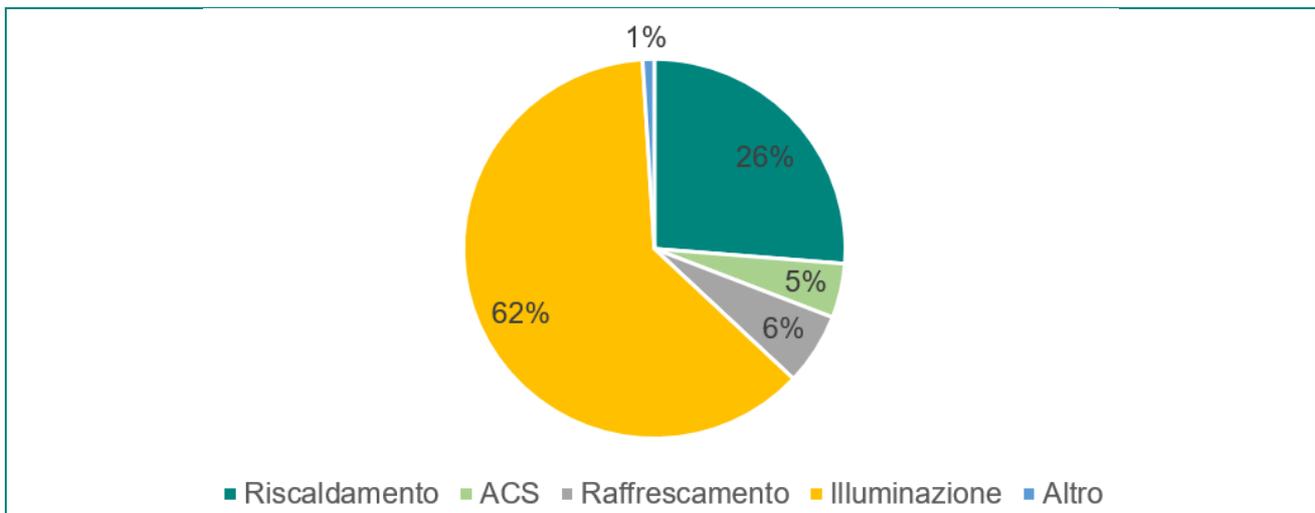


Figura 18 – Grafico a torta per ripartizione consumi elettrici



ENERGIA E SOSTENIBILITÀ PER LA PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

FORMAT REPORT DI DIAGNOSI

Edificio esempio

Via, .. - CAP - CITTA'

Attività 1.2.1 - Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA



Nicolandrea Calabrese

Americo Carderi

Carmen Lavinia

Francesca Caffari

Elisa Passafaro

Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

Gennaio 2019



Modalità di compilazione del Report

Il seguente elaborato costituisce un modello per la redazione del Report di Diagnosi.

Non è da intendersi come uno schema rigido, ma potrà essere modificato in base alle esigenze di diagnosi e alla situazione specifica, nel rispetto della procedura descritta nelle linee guida.

Nei diversi capitoli sono presenti dei riquadri con le indicazioni sui contenuti minimi da trattare, nonché delle note che costituiscono una guida per operare e che non dovranno comparire nell'elaborato finale.

Si precisa, inoltre, che gli interventi descritti nel capitolo 6 sono solo alcuni degli interventi possibili. Nel caso si propongano interventi non presenti nel modello di report, dovranno essere descritti utilizzando a modello quelli presenti.



INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	7
2. <u>PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO</u>	8
3. <u>DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO</u>	9
3.1. INVOLUCRO	10
3.1.1 PARETI VERTICALI ESTERNE.....	11
3.1.2 COPERTURA	12
3.1.3 SOLAI INFERIORI.....	13
3.1.4 SOLAI INTERMEDI	14
3.1.5 SERRAMENTI.....	15
3.2. SISTEMI DI CLIMATIZZAZIONE INVERNALE/ESTIVA E DI PRODUZIONE DI ACS	17
3.2.1 IMPIANTO DI RISCALDAMENTO	17
3.2.2 IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA.....	20
3.2.3 IMPIANTO DI VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA	21
3.2.4 IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE ESTIVA	22
3.2.5 SISTEMA DI TERMOREGOLAZIONE.....	23
3.2.6 SERVIZIO PER IL TRASPORTO DI PERSONE O COSE.....	24
3.3. IMPIANTI ELETTRICI	25
3.3.1 ILLUMINAZIONE.....	26
4. <u>ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI</u>	27
4.1. METANO	28



4.2. ENERGIA ELETTRICA	30
4.3. PRINCIPALI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA.....	32
4.4. FABBISOGNO DI ENERGIA PRIMARIA ED EMISSIONI DI CO₂.....	33
4.5. VALUTAZIONE DEI COSTI PER L'APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO E PER LA GESTIONE	33
<u>5. SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO</u>	<u>34</u>
5.1. RISULTATI SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO.....	35
5.2. VALIDAZIONE DEL MODELLO.....	36
<u>6. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA</u>	<u>38</u>
6.1. INDIVIDUAZIONE DELLE POTENZIALI AREE D'INTERVENTO.....	38
6.2. INTERVENTI SULL'INVOLUCRO.....	40
6.2.1 COIBENTAZIONE PARETI PERIMETRALI	40
6.2.2 COIBENTAZIONE COPERTURA.....	44
6.2.3 COIBENTAZIONE SOLAIO	48
6.2.4 SOSTITUZIONE INFISSI	52
6.3. INTERVENTI SUGLI IMPIANTI MECCANICI.....	57
6.3.1 SOSTITUZIONE CALDAIA TRADIZIONALE CON CALDAIA A CONDENSAZIONE.....	57
6.3.2 INSTALLAZIONE VALVOLE TERMOSTATICHE SUI RADIATORI.....	59
6.3.3 SISTEMA DI BUILDING AUTOMATION AND CONTROL SYSTEM	60
6.4. INTERVENTI SUGLI IMPIANTI ELETTRICI	65
6.4.1 SOSTITUZIONE DELLE POMPE CON NUOVE AD ALTA EFFICIENZA AZIONATE DA INVERTER.....	65
6.4.2 SOSTITUZIONE DEI CORPI ILLUMINANTI SPAZI COMUNI CON LAMPADINE LED	66
6.4.3 INSTALLAZIONE SENSORI DI PRESENZA NEI WC	68



6.5. UTILIZZO DI FONTI RINNOVABILI	69
6.5.1 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	69
6.5.2 SOLARE TERMICO.....	72
6.6. SCENARI DI INTERVENTO E ANALISI COSTI BENEFICI	75
<u>7. CONCLUSIONI</u>	<u>80</u>

(Documenti da allegare)

Allegato 1: Piante dell'edificio con l'indicazione degli ambienti climatizzati

Allegato 2: Abaco serramenti

Allegato 3: Schema funzionale centrale termica

Allegato 4: Calcoli simulazione numerica sistema edificio-impianto



1. PREMESSA

a) OBIETTIVI DELL'ANALISI ENERGETICA

L'obiettivo del presente studio è lo svolgimento di un'attività di analisi finalizzata a definire lo stato di fatto dell'edificio dal punto di vista energetico-prestazionale e all'individuazione di interventi di riqualificazione energetica da promuovere per incrementare l'efficienza energetica dello stesso, con particolare attenzione a quelli che risultano economicamente più convenienti.

Descrivere brevemente le fasi della diagnosi, specificando:

- *Modalità di reperimento dati (sopralluoghi, documentazione)*
- *Servizi energetici analizzati*
- *Metodologia utilizzata per la determinazione della prestazione energetica dell'edificio*

b) ARTICOLAZIONE DEL RAPPORTO DI ANALISI ENERGETICA

Indicare sinteticamente il contenuto dei capitoli della presente relazione:

- *Presentazione generale del sito*
- *Descrizione del sistema edificio impianto*
- *Analisi dei consumi energetici*
- *Simulazione sistema edificio impianto*
- *Interventi di riqualificazione energetica e modalità di finanziamento degli interventi*
- *Conclusioni*

2. PRESENTAZIONE GENERALE DEL SITO

Localizzazione dell'edificio nel contesto urbano e breve analisi storica.

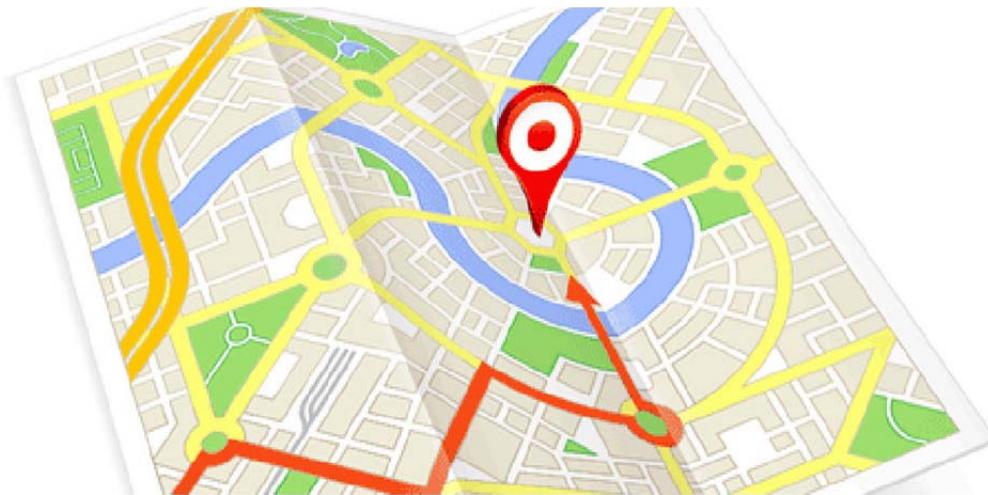


Figura 1: Inquadramento sito oggetto di DE

DATI GEOGRAFICI	udm
Città	
Altitudine	m slm
Latitudine nord	...° ...'
Longitudine est	...° ...'

Tabella 1: Dati geografici edificio oggetto di DE

CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Zona Climatica	
Temperatura esterna di progetto	°C
Gradi Giorno	GG
Durata convenzionale del periodo di riscaldamento:	

Tabella 2: Dati climatizzazione invernale edificio oggetto di DE

CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Temperatura esterna bulbo asciutto	°C
Temperatura esterna bulbo umido	°C
Umidità relativa	%
Escursione termica giornaliera	°C

Tabella 3: Dati climatizzazione invernale edificio oggetto di DE

3. DESCRIZIONE DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

La caratterizzazione energetica del sistema edificio-impianto consiste nel ricostruire il comportamento energetico dell'involucro edilizio (opaco e trasparente) in relazione al contesto climatico in cui è inserito e con il quale interagisce, oltre a tener conto delle grandezze che influenzano i consumi specifici quali le condizioni di esercizio, gli affollamenti, i profili di utilizzo dell'edificio e degli impianti.

Il presente paragrafo riporta una descrizione approfondita del sistema "edificio-impianto", da cui partire per analizzarne il comportamento. Si precisa che il volume considerato per la valutazione delle prestazioni energetiche dell'edificio sarà unicamente quello riscaldato. Pertanto, le superfici confinanti con ambienti in cui non è presente il sistema di riscaldamento verranno considerate come disperdenti verso ambienti non climatizzati.

Nella tabella che segue si riportano le principali caratteristiche dimensionali dell'edificio oggetto di diagnosi:

	Superficie lorda totale m ²	Superficie lorda riscaldata m ²	Superficie netta riscaldata m ²	Volume lordo riscaldato m ³
EDIFICIO				

Tabella 4: Dati caratteristici

3.1. Involucro

Di seguito si analizzano gli elementi edilizi disperdenti costituenti l'involucro dell'edificio analizzato.

Attraverso la documentazione resa disponibile dal committente, integrata dai dati reperiti direttamente dal personale tecnico nel corso dei sopralluoghi in sito, è stato definito, con la maggiore accuratezza possibile in relazione all'accessibilità dei luoghi e dei singoli componenti, lo stato di fatto delle strutture opache e trasparenti disperdenti, con la valutazione della trasmittanza termica degli elementi.

**Relativamente ai paragrafi da 3.1.1 a 3.1.5., compilare solo i paragrafi relativi agli elementi tecnici disperdenti riscontrati nel caso in esame e cancellare gli elementi tecnici non presenti.*

Descrizione generale delle tipologie dei diversi elementi tecnici.

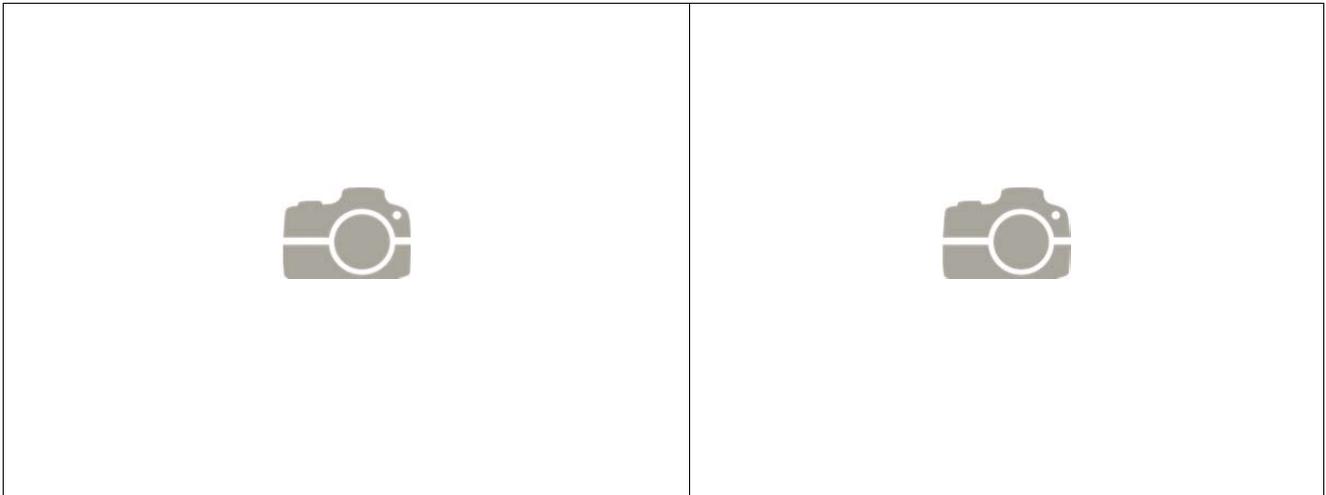


Figura 2: Vista edificio 1

Figura 3: Vista edificio 2

3.1.1 Pareti Verticali Esterne

Descrizione delle stratigrafie degli elementi tecnici ed eventuali risultati ottenuti mediante strumentazione tecnica. Indicazione delle caratteristiche termo-fisiche dei componenti analizzati.

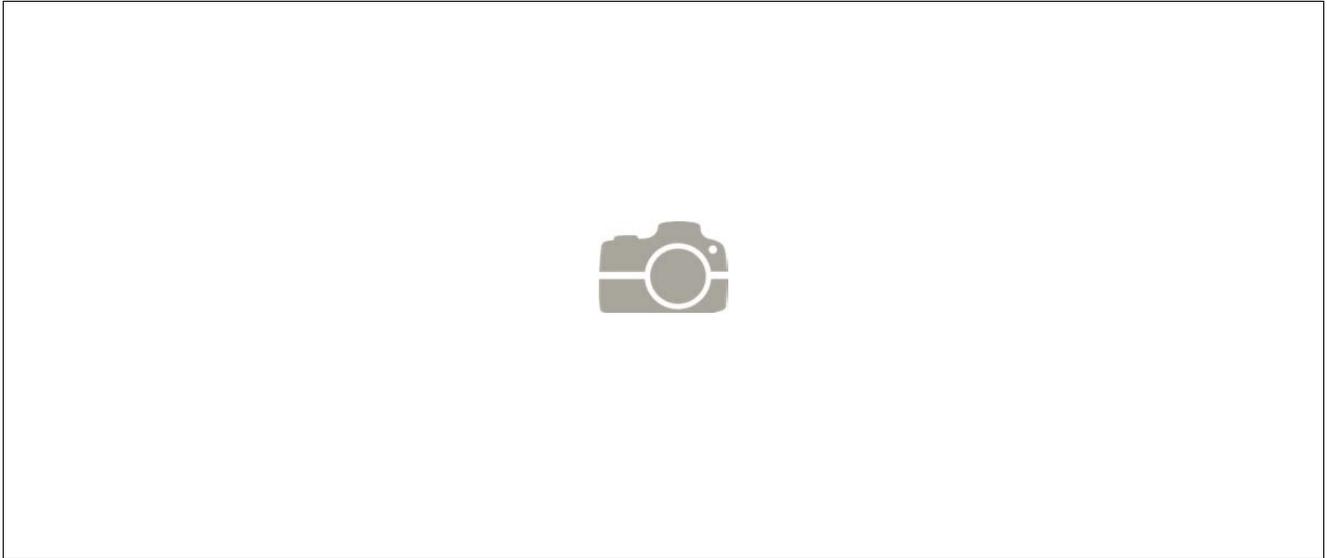


Figura 4: Pareti verticali

3.1.2 Copertura

Descrizione delle stratigrafie degli elementi tecnici ed eventuali risultati ottenuti mediante strumentazione tecnica. Indicazione delle caratteristiche termo-fisiche dei componenti analizzati.

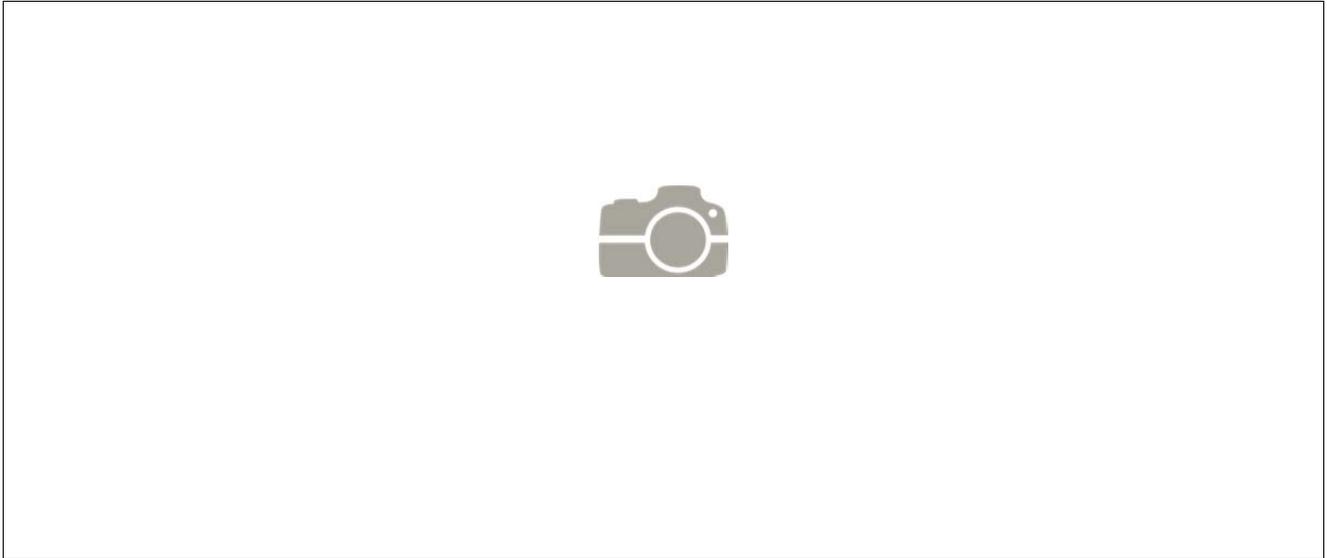


Figura 5: Copertura

3.1.3 Solai inferiori

Descrizione delle stratigrafie degli elementi tecnici ed eventuali risultati ottenuti mediante strumentazione tecnica. Indicazione delle caratteristiche termo-fisiche dei componenti analizzati.

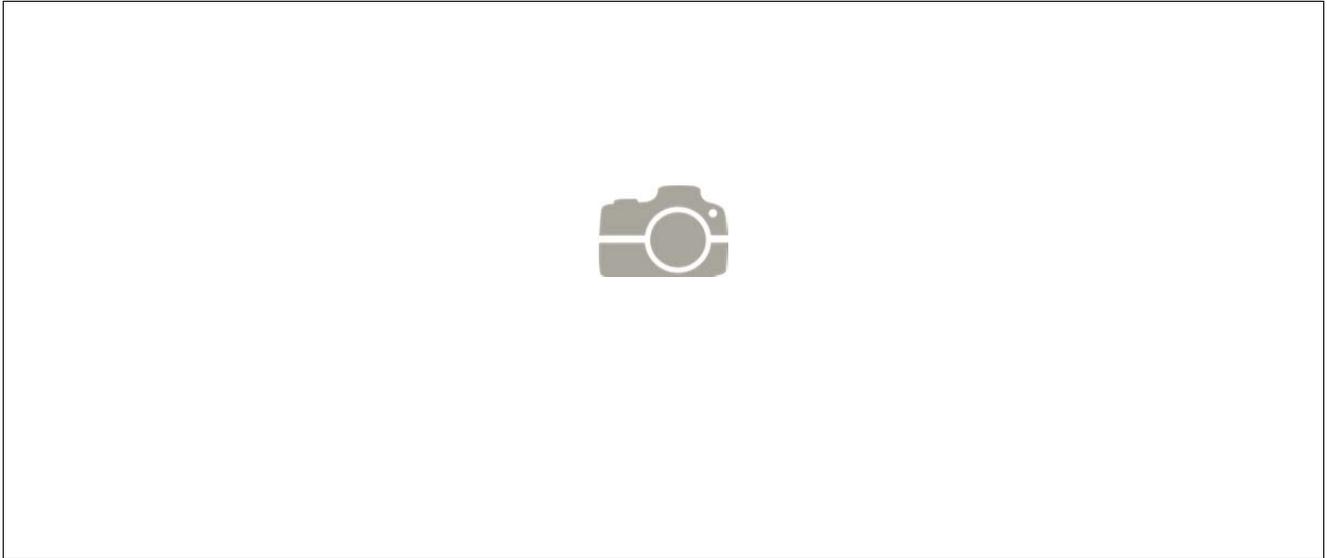


Figura 6: Solaio inferiore

3.1.4 Solai intermedi

Descrizione delle stratigrafie degli elementi tecnici ed eventuali risultati ottenuti mediante strumentazione tecnica. Indicazione delle caratteristiche termo-fisiche dei componenti analizzati.



Figura 7: Solaio intermedio

3.1.5 Serramenti

Descrizione delle tipologie di serramenti presenti (distinguendo per dimensioni, tipo di telaio e tipo di vetro) e degli eventuali sistemi oscuranti. Indicazione delle caratteristiche termo-fisiche dei componenti analizzati.

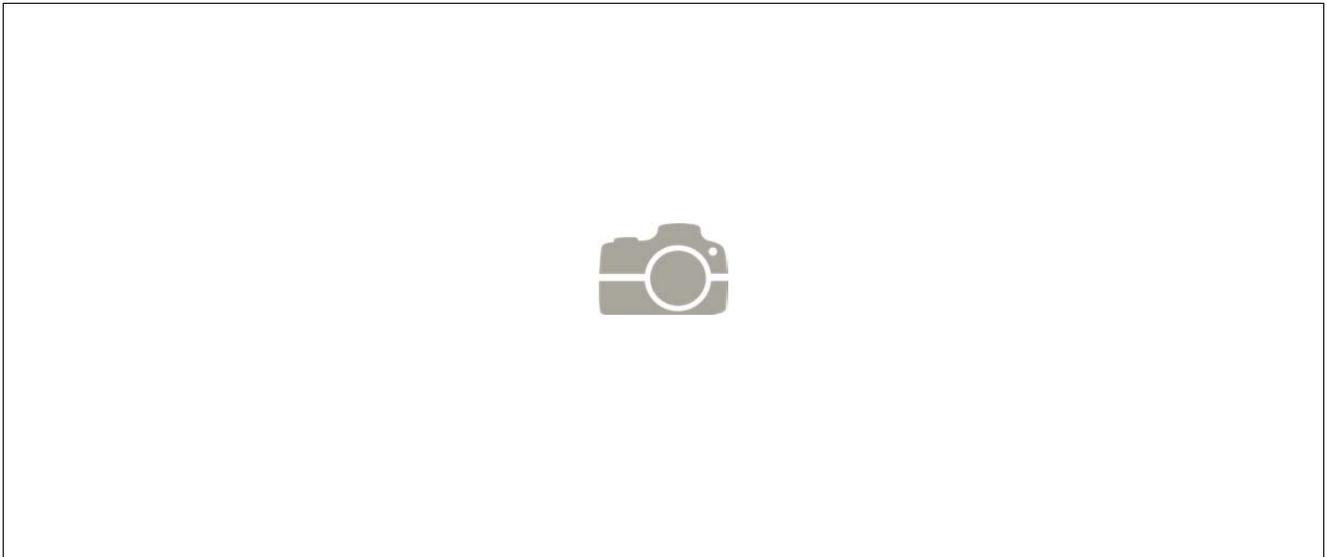


Figura 8: Serramenti

I risultati dei rilievi sono riassunti nella tabella sottostante.

Tipologia infixo	Sup. modulo	Moduli	Sup. totale	Tipologia	Componente vetrata modulo	
	m ²	n°	m ²	%	m ²	%
INFISSO 1						
INFISSO 2						
INFISSO 3						
INFISSO ...						
TOTALE INFISSI						

Tabella 5: Superfici serramenti



3.2. Sistemi di climatizzazione invernale/estiva e di produzione di acs

Descrizione dei servizi energetici presenti, dei relativi impianti e individuazione dei locali serviti da ciascun impianto.

3.2.1 Impianto di riscaldamento

Descrizione dell'impianto di riscaldamento (aree servite, generatori, circuiti, pompe, eventuali accumuli, terminali...).

Centrale termica	Localizzazione	Generatori presenti	UtENZE servite

Tabella 6: Elenco delle centrali e sottocentrali presenti nel sito

Nelle seguenti figure si riportano gli schemi funzionali della centrale termica e delle sottocentrali:

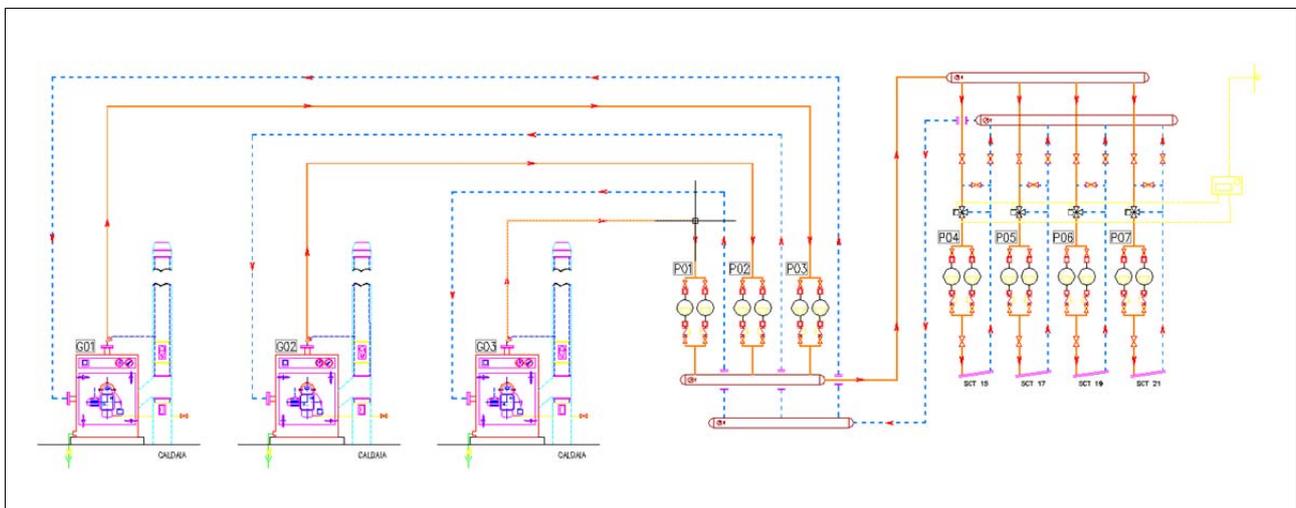


Figura 9: Esempio schema funzionale centrale termica riscaldamento

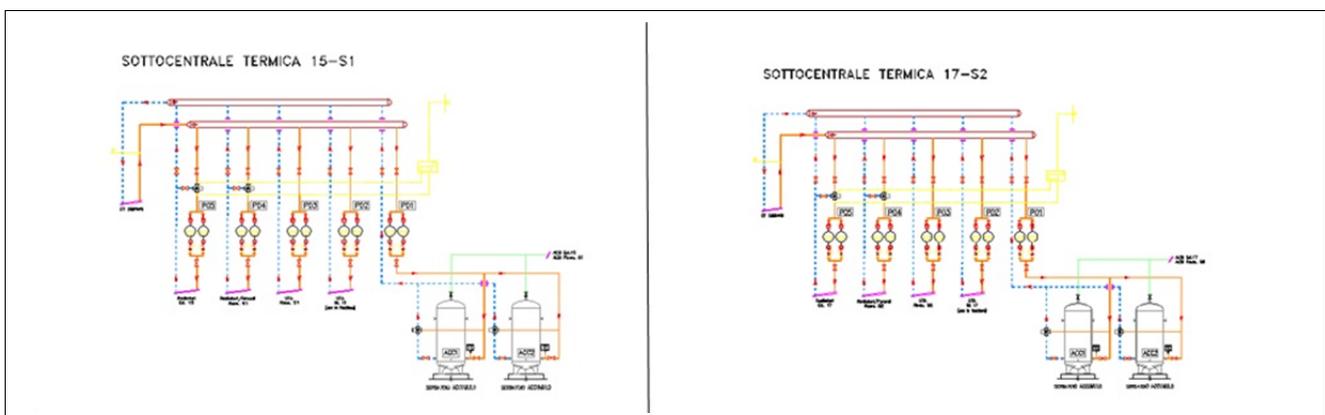


Figura 10: Esempio schema funzionale sottocentrali termiche

Indicazione del tipo di generatore/i presenti e del vettore energetico utilizzato.

Le tabelle seguenti fanno riferimento all'ipotesi in cui il sistema di generazione sia costituito da caldaie a gas.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche dei generatori:

DATI TECNICI		
N° caldaie in centrale		
Marca e modello		
Tipologia	Tradizionale/ condensazione	
Potenza termica utile	...kW	
Potenza termica nominale	...kW	
Potenza termica utile minima	...kW	
Potenza termica nominale minima	...kW	
Rendimento al 100% del carico	...%	
Rendimento al 30% del carico	...%	
Anno di installazione		
Tipologia di bruciatore	Modulante	
Marca e modello bruciatore		
Stato di esercizio		
Obsoleto <input type="checkbox"/>	Sufficiente <input type="checkbox"/>	Performante <input type="checkbox"/>



Tabella 7: Caratteristiche generatori

Di seguito le caratteristiche delle elettropompe:

DATI TECNICI	
Marca	
Modello	
Portata max	
Prevalenza max.	
Potenza motore elettrico	
Numero	
Inverter	



Tabella 8: Caratteristiche elettropompe

3.2.2 Impianto di produzione di acqua calda sanitaria

Descrizione dell'impianto di produzione di acqua calda sanitaria. Nel caso in cui sia combinato con l'impianto di riscaldamento, all'intero sistema può essere dedicato un unico capitolo. In caso di produzione separata, invece, è necessario descrivere gli elementi che compongono l'impianto, così come indicato nel capitolo dedicato al riscaldamento (Tabella 7, Tabella 8).

3.2.3 Impianto di ventilazione meccanica controllata

Indicazione delle aree servite dalla ventilazione meccanica e descrizione dell'impianto.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche delle Unità di Trattamento Aria (UTA) installate, con indicazioni che riguardano i locali serviti, la collocazione delle macchine, la marca, la portata, il tipo di funzionamento, evidenziando quelle in funzione durante i sopralluoghi effettuati.

Marca	m ³ /h	A servizio	Collocazione	Ore/giorno funzionamento	Giorni	In funzione
						SI/NO
						SI/NO
						SI/NO
						SI/NO
						SI/NO

Tabella 9: Dati principali UTA

3.2.4 Impianto di climatizzazione estiva

Individuazione delle aree servite dalla climatizzazione estiva, descrizione degli impianti e localizzazione dei gruppi frigo.

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche delle macchine frigorifere ed il dettaglio degli ambienti serviti:

Marca	Modello	Collocazione	A servizio	Potenza frigorifera utile (KW _F)	Potenza elettrica assorbita (KW _E)	Gas refrig.

Tabella 10: Caratteristiche gruppi frigoriferi

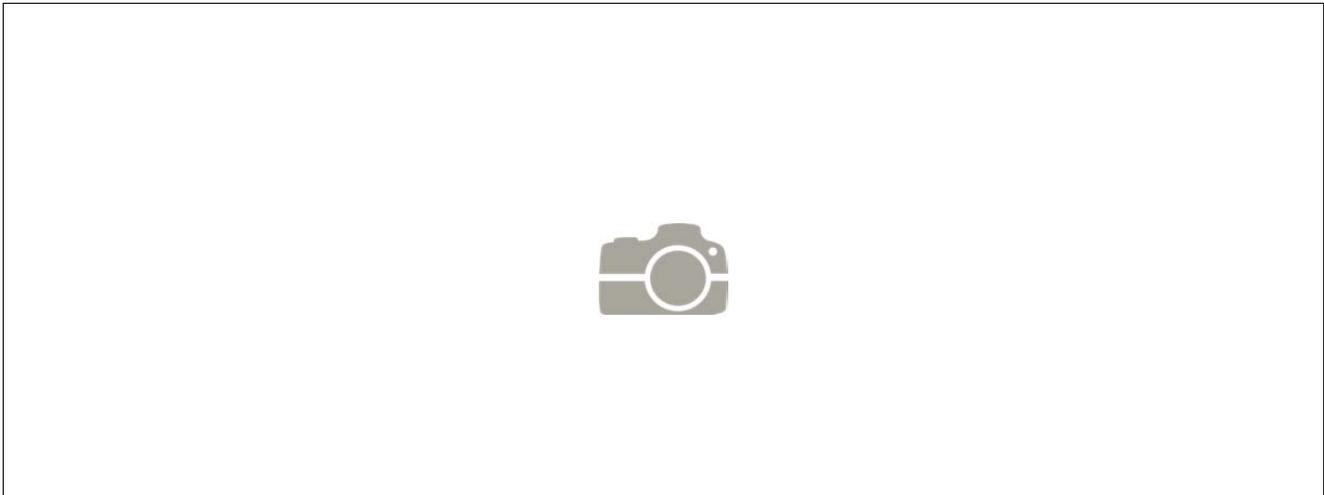


Figura 11: Foto gruppi frigo

3.2.5 Sistema di termoregolazione

Descrizione del sistema di termoregolazione presente (regolazione manuale con termostato in caldaia, compensazione climatica con sonda esterna, regolazione per singolo ambiente o per zona) e indicazione della presenza eventuale di sistemi di monitoraggio e controllo (Building Management System).

*È necessario inoltre indicare gli orari di attivazione degli impianti di riscaldamento e di climatizzazione estiva (**Tabella 11, Tabella 12**).*

Centrale termica	Periodo di accensione	Giorni/settimana	Ore/giorno

Tabella 11: Orario attivazione centrale termica

Gruppi frigo	Periodo di accensione	Giorni/settimana	Ore/giorno

Tabella 12: Orario attivazione gruppi frigo

3.2.6 Servizio per il trasporto di persone o cose

Descrizione del servizio di trasporto di persone e cose (ascensori, montacarichi...).

Di seguito le informazioni relative agli impianti presenti:

DATI TECNICI	
Tipo di impianto	
Numero impianti	
Portata	
N° medio corse giornaliere	
Velocità	

Tabella 13: Dati tecnici impianto di trasporto



3.3. Impianti elettrici

*Individuazione dei punti di consegna dell'energia elettrica e delle cabine di trasformazione;
indicazione della potenza contrattuale.*



Figura 12: Dislocazione punti di consegna energia elettrica e cabine di trasformazione

3.3.1 Illuminazione

Descrizione delle tipologie di corpi illuminanti presenti nell'edificio.

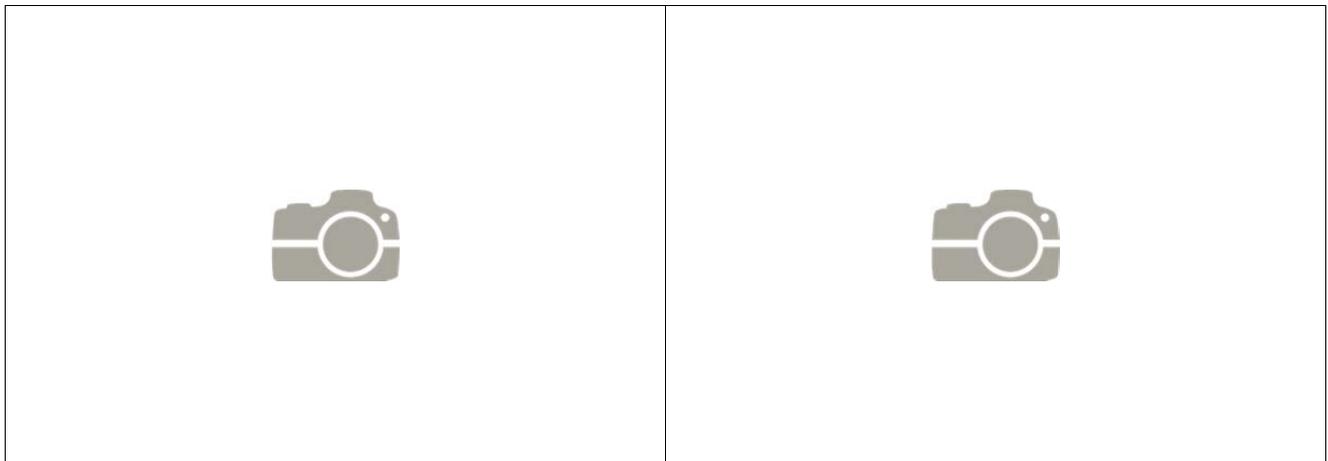


Figura 13: Tipologia corpo illuminante 1

Figura 14: Tipologia corpo illuminante 2

Di seguito il riepilogo dei corpi illuminanti analizzati:

Tipologia corpo illuminante	Ubicazione	Potenza totale corpo illuminante (kW)	Numero

Tabella 14: Corpi illuminanti



4. ANALISI DEI CONSUMI ENERGETICI

Si riporta nei successivi paragrafi una valutazione dei consumi energetici dell'edificio.

L'obiettivo è quello di definire un consumo di baseline, da utilizzare come riferimento per valutazione degli interventi migliorativi. Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare almeno i dati di tre anni, attraverso l'andamento mensile, che consente di valutarne la coerenza e di ricercare le cause di eventuali anomalie (cambiamento di destinazione d'uso, dei profili di utilizzo dell'edificio...).

I consumi, relativi ad ogni vettore energetico presente, vanno poi analizzati per individuare le voci di consumo dovute ai diversi servizi energetici.

Individuare i servizi energetici presenti nell'edificio e i vettori energetici utilizzati.

A titolo d'esempio, i paragrafi successivi si riferiscono a consumi di metano ed energia elettrica.

4.1. Metano

Nella tabella seguente si riportano i consumi di metano di tre anni:

2016	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi gas metano [Sm ³]													
2017	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi gas metano [Sm ³]													
2018	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi gas metano [Sm ³]													

Tabella 15: Consumi metano mensili

Esplicitare il calcolo del consumo di riferimento (individuato come media dei due anni più simili) e individuare i servizi energetici cui è finalizzato il prelievo di metano:

- riscaldamento invernale;
- produzione ACS;
- ecc...

Se non si dispone dei consumi separati ma di un unico dato di bolletta, sarà necessario descrivere il procedimento utilizzato per ripartire i consumi. A tal fine si suggerisce di utilizzare il procedimento descritto nell'Appendice A in coda alle linee guida.

Il fabbisogno termico risulta quindi così suddiviso:

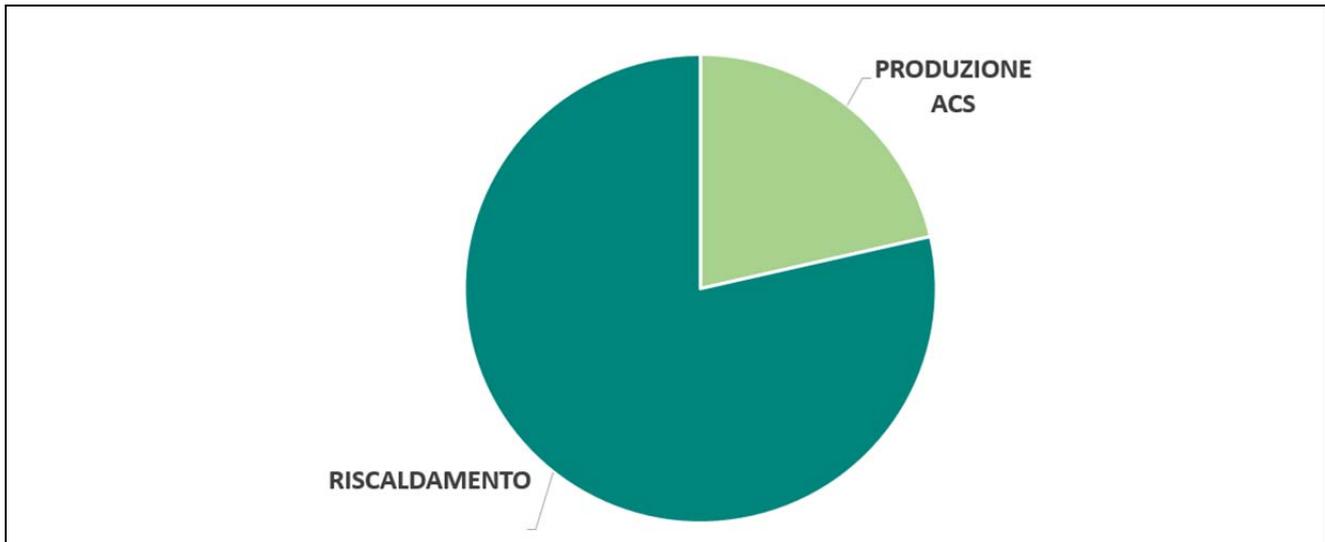


Figura 15 – Ripartizione consumi

Nel seguente grafico si riporta la suddivisione mensile dei consumi termici in Sm³ di metano:

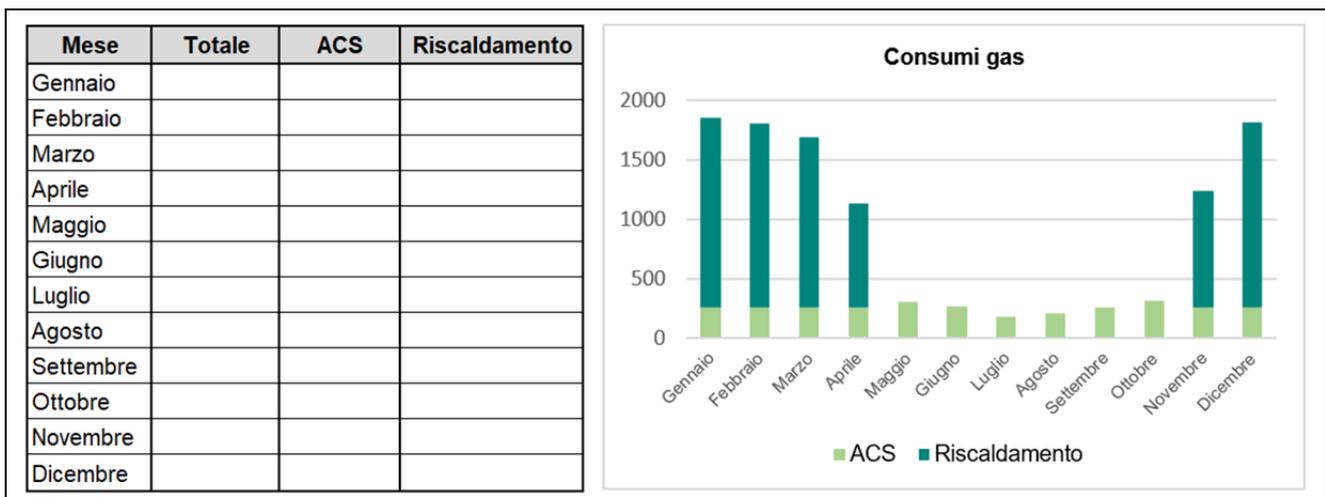


Figura 16 – Andamento mensile consumi

4.2. Energia elettrica

Nella tabella seguente si riportano i consumi di energia elettrica di tre anni:

2016	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi en. elettrica [kWh _e]													
2017	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi en. elettrica [kWh _e]													
2018	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Totale
Consumi en. elettrica [kWh _e]													

Tabella 16: Consumi energia elettrica mensili

Esplicitare il calcolo del consumo di riferimento (individuato come media dei due anni più simili) e individuare i servizi energetici cui è finalizzato il prelievo di energia elettrica:

- illuminazione;
- climatizzazione estiva;
- ecc...

Se non si dispone dei consumi separati ma di un unico dato di bolletta, sarà necessario descrivere il procedimento utilizzato per ripartire i consumi. È possibile stimare i consumi di apparecchiature e macchine elettriche a partire dai dati di potenza e dai profili di funzionamento, così come descritto nelle linee guida ed esemplificato nelle tabelle seguenti.

Nella tabella seguente è riportato il calcolo del fabbisogno di energia elettrica delle macchine frigorifere, calcolato a partire dalla potenza elettrica nominale e dalle ore di funzionamento:

AMBIENTE SERVITO	MARCA	MODELLO	POTENZA ELETTRICA NOMINALE [kW _e]	ORE DI FUNZIONAMENTO/ANNO	ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA [kWh _e]
TOTALE					

Tabella 17: Fabbisogno elettrico macchine frigorifere

Allo stesso modo è effettuato il calcolo dell'energia consumata per alimentare i sistemi di pompaggio che garantiscono la distribuzione dei fluidi termovettori dalle centrali di produzione e dalle sottocentrali alle varie utenze.

SERVIZIO	COD.	MARCA	MODELLO	POTENZA ELETTRICA NOMINALE [W _e]	ORE DI FUNZIONAMENTO/ANNO	ENERGIA ELETTRICA CONSUMATA [kWh _e]
	P01					
	P02					
	P03					
	...					
TOTALE						

Tabella 18: Fabbisogno elettrico per pompaggi

Il fabbisogno elettrico risulta quindi così suddiviso:

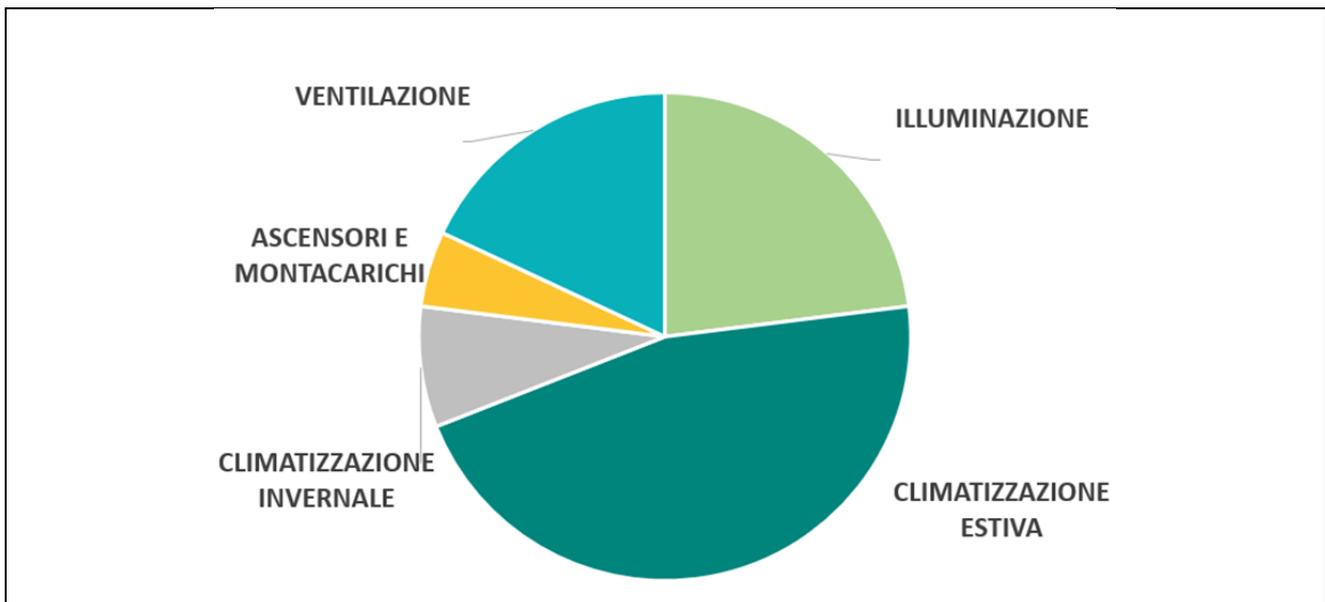


Figura 17 – Ripartizione consumi elettrici

4.3. Principali indicatori di prestazione energetica

Grazie all'analisi dei consumi è possibile calcolare il fabbisogno specifico di energia termica ed elettrica (riferito ai m³ di volume disponibile) dell'edificio.

Compilare le Tabelle in funzione dell'analisi sin qui svolta. Cancellare eventualmente la Tabella non attinente al caso in esame.

Energia elettrica mediamente consumata in un anno [kWh _e]	Volume climatizzato [m ³]	Fabbisogno di energia elettrica [kWh _e /m ³]

Tabella 19: Consumo specifico di energia elettrica

Energia termica mediamente consumata in un anno [kWh _t]	Volume climatizzato [m ³]	Fabbisogno di energia termica [kWh _t /m ³]

Tabella 20: Consumo specifico di energia termica

4.4. Fabbisogno di energia primaria ed emissioni di CO₂

Nei precedenti paragrafi sono riportati i consumi energetici. Al fine di valutare globalmente il fabbisogno di energia primaria richiesto dell'edificio, è necessario convertirli in kWh di energia primaria o in tep (tonnellate equivalenti di petrolio): a tale scopo si utilizzano i coefficienti di conversione fissati nella Delibera EEN 3/08 e nella Direttiva europea 2003/87/CE.

TEP energia elettrica		kWh energia primaria	
TEP energia termica		kWh energia primaria	
TOTALE TEP		TOTALE kWh en. primaria	

Tabella 21: Consumi in termini di energia primaria

È possibile, inoltre, valutare le tonnellate di CO₂ annualmente emesse per soddisfare il fabbisogno energetico degli edifici.

CO ₂ da energia elettrica		t
CO ₂ da energia termica		t
TOTALE CO₂		t

Tabella 22: Consumi in termini di energia primaria

4.5. Valutazione dei costi per l'approvvigionamento energetico e per la gestione

Indicare i costi unitari (€/Sm³, €/kWh_e,...) e la spesa annuale per l'approvvigionamento e la gestione, relativamente ad ogni vettore energetico analizzato.

Nella tabella seguente si riportano le singole voci di spesa e il totale della spesa annuale:

Vettore energetico	€/anno	Incidenza
		...%
		...%
Spesa complessiva		100%

Tabella 23: Costi dell'energia

5. SIMULAZIONE SISTEMA EDIFICIO IMPIANTO

Il presente capitolo deve essere inserito nel report solo nel caso in cui la diagnosi preveda la costruzione di un modello energetico di simulazione del sistema edificio impianto, al fine di valutare il risparmio conseguibile con gli interventi. In accordo con le linee guida, tale simulazione non è necessaria nel caso in cui vengano valutati interventi non interferenti.

È necessario descrivere il metodo utilizzato per la valutazione della prestazione energetica dell'edificio (metodo dinamico, dinamico orario, quasi stazionario) e indicare l'eventuale software di calcolo utilizzato.

È opportuno ripercorrere il procedimento, a partire dall'indicazione dei dati di input inseriti (condizioni al contorno, tipologie di componenti opachi e trasparenti, definizione di zone e locali, caratteristiche dei generatori), anche inserendo immagini e tabelle tratte dal software o dai fogli di calcolo.

5.1. Risultati simulazione sistema edificio impianto

Indicare i risultati ottenuti attraverso il modello di simulazione del sistema edificio impianto in termini di consumo, relativamente ai vettori e ai servizi energetici analizzati, anche riportando immagini e tabelle tratte dai fogli di calcolo o dal software.

Compilare le Tabelle in funzione dell'analisi sin qui svolta. Cancellare eventualmente la Tabella non attinente al caso in esame.

Nella seguente tabella si riporta il riepilogo dei consumi calcolati con la simulazione:

Consumo combustibile		kWh _t
Consumo di energia elettrica		kWh _e

Tabella 24: Consumi da modello

Il modello di calcolo consente anche di effettuare un'analisi approfondita dell'efficienza dell'impianto termico permettendo di individuare i rendimenti dei vari sottosistemi:

IMPIANTO IDRONICO		IMPIANTO AEREAULICO	
Rendimento sottosistema produzione	...%	Rendimento sottosistema produzione	...%
Rendimento sottosistema distribuzione	...%	Rendimento sottosistema distribuzione	...%
Rendimento sottosistema regolazione	...%	Rendimento sottosistema regolazione	...%
Rendimento sottosistema emissione	...%	Rendimento sottosistema emissione	...%
Rendimento globale medio stagionale	...%		

Tabella 25: Rendimenti dei vari sottosistemi per il riscaldamento

Relativamente all'acqua calda sanitaria si riportano nella successiva tabella i valori dei rendimenti dei vari sottosistemi e del rendimento globale per ACS:

Rendimento sottosistema erogazione	...%
Rendimento sottosistema distribuzione	...%
Rendimento sottosistema accumulo	...%
Rendimento sottosistema generazione	...%
Rendimento medio stagionale ACS	...%

Tabella 26: Rendimenti dei vari sottosistemi per la produzione di ACS

5.2. Validazione del modello

Il modello sviluppato secondo le ipotesi riportate precedentemente è stato validato a partire dai dati di consumo effettivi.

Indicare lo scostamento tra i risultati della simulazione (consumo operativo) e i consumi ricavati dall'analisi delle bollette (consumo effettivo) e verificare che sia rispettato il limite indicato nelle linee guida per la validazione del modello.

Consumo effettivo	Consumo operativo	Scostamento
		...%

Tabella 27: Confronto consumi reali e da modello

Il seguente grafico mette a confronto l'andamento mensile del consumo effettivo ricavato a partire dalle bollette e quello operativo calcolato attraverso il modello.

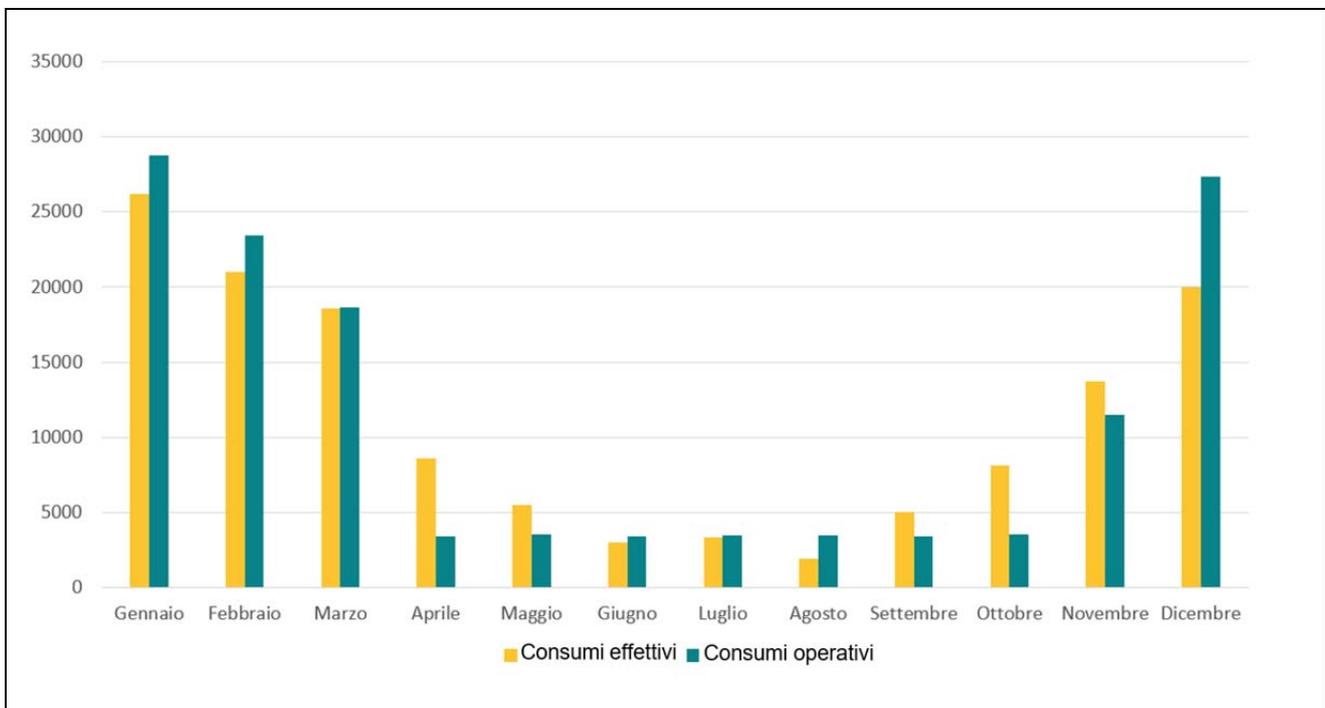


Figura 18: Esempio di confronto tra i consumi effettivi e i risultati della simulazione



6. INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Di seguito sono descritte le proposte di intervento che si ritiene possano essere realizzate per incrementare l'efficienza energetica degli edifici oggetto di diagnosi.

Indicare la modalità con cui è valutato il risparmio energetico conseguibile con gli interventi. Se si sceglie di effettuare la stima considerando il consumo totale normalizzato è necessario inserire un paragrafo per descriverne la stima.

6.1. Individuazione delle potenziali aree d'intervento

Descrivere le principali criticità rilevate attraverso lo studio delle prestazioni dell'involucro e degli impianti e individuare quindi le potenziali aree di intervento. Potranno essere valutati interventi con diversi livelli di complessità, alcuni raccomandati, altri economicamente non vantaggiosi ma necessari.

ES PA ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE

Nell'immagine seguente si riporta uno schema di sintesi degli interventi individuati, che saranno valutati nel dettaglio nei capitoli successivi.

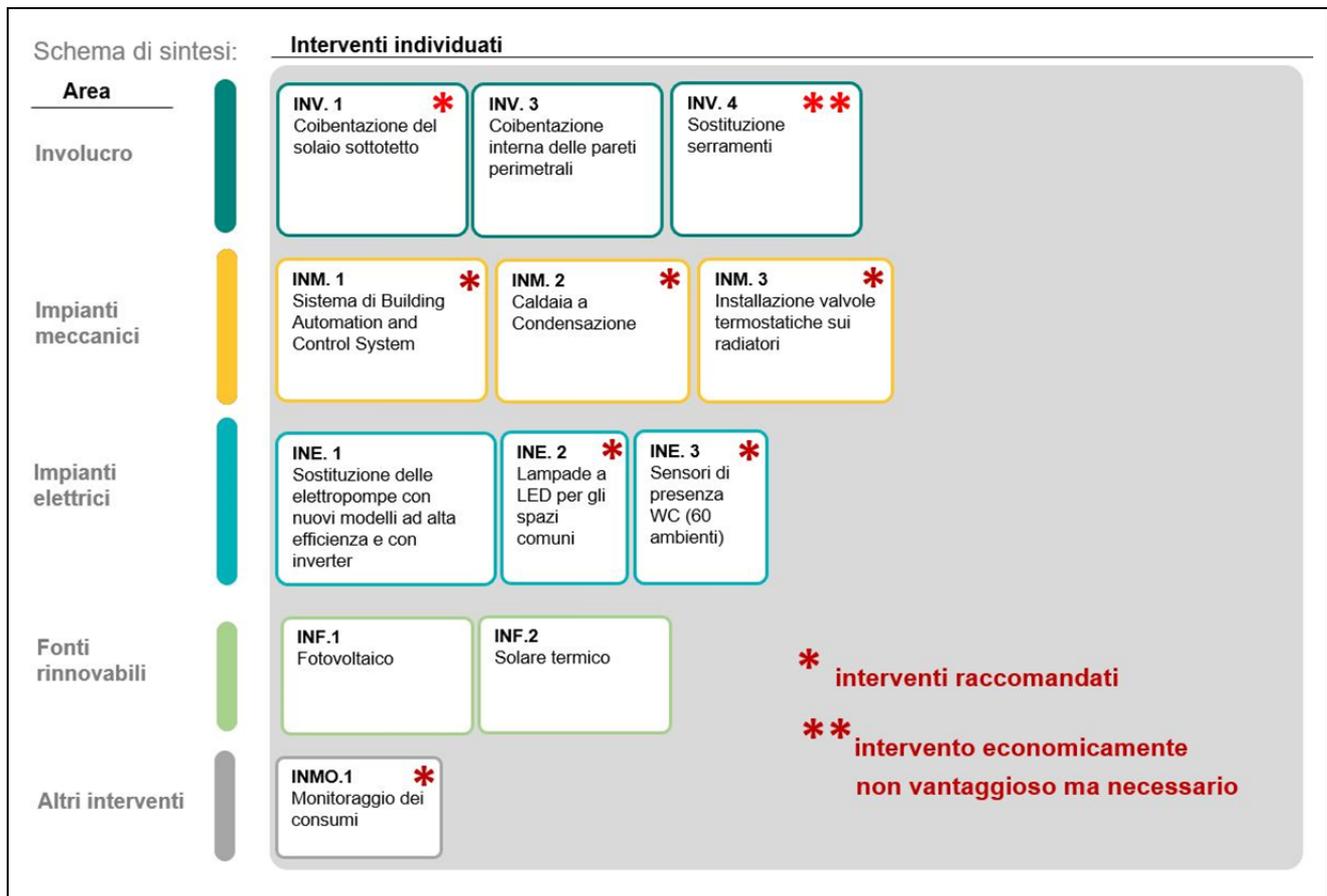


Figura 19: Interventi individuati

**I paragrafi successivi forniscono indicazione su come è opportuno descrivere gli interventi (utilizzarli da modello per descrivere interventi che si intende proporre, ma non indicati di seguito).*

Compilare quelli attinenti al caso in esame e cancellare gli altri



6.2. Interventi sull'involucro

6.2.1 Coibentazione pareti perimetrali

Descrivere l'intervento proposto.

Di seguito si riportano le schede POST OPERAM delle pareti prese in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale:

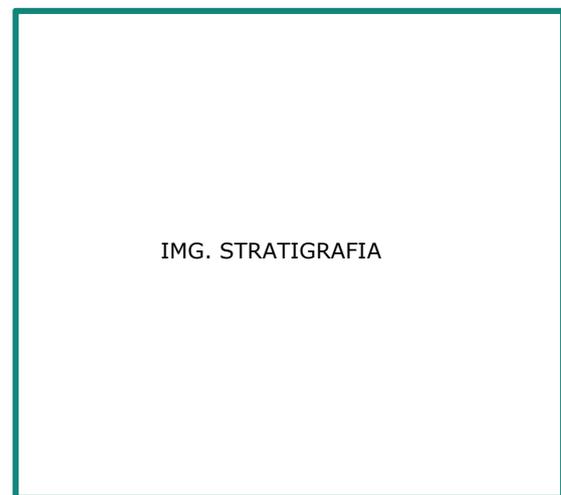
CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Parete 1

Codice: M1

Trasmittanza termica	-----	W/m ² K
Spessore	-----	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-----	°C
Permeanza	-----	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	-----	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	-----	kg/m ²
Trasmittanza periodica	-----	W/m ² K
Fattore di attenuazione	-----	-
Sfasamento onda termica	-----	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Strato 1	---	---	---	---	---	---
2	Strato 2	---	---	---	---	---	---
3	Strato 3	---	---	---	---	---	---
4	Strato 4	---	---	---	---	---	---
5	Strato 5	---	---	---	---	---	---
6	Strato 6	---	---	---	---	---	---
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,064	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi

secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Parete 1*

Codice: *M1*

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Criterio per l'aumento dell'umidità interna *Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)*

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$) *Positiva*

Mese critico

Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSI,max}$

Fattore di temperatura del componente f_{RSI}

Umidità relativa superficiale accettabile %

Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

Di seguito la tabella riassuntiva delle pareti su cui è stato effettuato l'intervento di coibentazione:

Parete	Superficie	Trasmittanza U [W/m ² K]		Costo intervento	
	m ²	Iniziale	Finale	[€/m ²]	[€]
M1					
M2					
...					

Tabella 28: Determinazione dei costi

L'intervento di coibentazione determinerà un risparmio sui consumi di metano. In tabella si riportano il risparmio e il tempo di ritorno dell'investimento.

Intervento	Consumi* [Sm ³ /anno]		Risparmio		Tempo di ritorno [anni]
	ante	post	[kWh]	€	
Isolamento parete					

Costo del metano: ___ €/Sm³
(*) calcolati

Tabella 29: Determinazione risparmio economico

Utilizzando l'attuale valore del rendimento globale medio stagionale del sistema edificio impianto, il tempo di ritorno degli investimenti nelle strutture più significative è di ___ anni.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 20: Principali indicatori intervento



6.2.2 Coibentazione copertura

Descrivere l'intervento proposto.

Di seguito si riportano le schede POST OPERAM delle coperture prese in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: Copertura 1

Codice: S1

Trasmittanza termica	-----	W/m ² K
Spessore	-----	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-----	°C
Permeanza	-----	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	-----	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	-----	kg/m ²
Trasmittanza periodica	-----	W/m ² K
Fattore di attenuazione	-----	-
Sfasamento onda termica	-----	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Strato 1	---	---	---	---	---	---
2	Strato 2	---	---	---	---	---	---
3	Strato 3	---	---	---	---	---	---
4	Strato 4	---	---	---	---	---	---
5	Strato 5	---	---	---	---	---	---
6	Strato 6	---	---	---	---	---	---
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,064	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi

secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Copertura 1*

Codice: *S1*

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0 °C*

Criterio per l'aumento dell'umidità interna *Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)*

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$) *Positiva*

Mese critico

Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSI,max}$

Fattore di temperatura del componente f_{RSI}

Umidità relativa superficiale accettabile %

Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

Di seguito la tabella riassuntiva per tipologia di copertura su cui è stato effettuato l'intervento di coibentazione:

Parete	Superficie	Trasmittanza U [W/m ² K]		Costo intervento	
	m ²	Iniziale	Finale	[€/m ²]	[€]
C1					
C2					
...					

Tabella 30: Determinazione dei costi

L'intervento di coibentazione determinerà un risparmio sui consumi di metano. In tabella si riportano il risparmio e il tempo di ritorno dell'investimento.

Intervento	Consumi* [Sm ³ /anno]		Risparmio		Tempo di ritorno [anni]
	ante	post	[kWh]	€	
Isolamento copertura					

Costo del metano: ___ €/Sm³
(*) calcolati

Tabella 31: Determinazione risparmio economico

Utilizzando l'attuale valore del rendimento globale medio stagionale del sistema edificio impianto, il tempo di ritorno degli investimenti nelle strutture più significative è di ___ anni.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 21: Principali indicatori intervento

6.2.3 Coibentazione solaio

Descrivere l'intervento proposto.

Di seguito si riportano le schede POST OPERAM dei solai presi in considerazione e le verifiche di assenza di condensa interstiziale e superficiale:

CARATTERISTICHE TERMICHE E IGROMETRICHE DEI COMPONENTI OPACHI

secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 13370

Descrizione della struttura: *Solaio 1*

Codice: *S1*

Trasmittanza termica	-----	W/m ² K
Spessore	-----	mm
Temperatura esterna (calcolo potenza invernale)	-----	°C
Permeanza	-----	10 ⁻¹² kg/sm ² Pa
Massa superficiale (con intonaci)	-----	kg/m ²
Massa superficiale (senza intonaci)	-----	kg/m ²
Trasmittanza periodica	-----	W/m ² K
Fattore di attenuazione	-----	-
Sfasamento onda termica	-----	h



Stratigrafia:

N.	Descrizione strato	s	Cond.	R	M.V.	C.T.	R.V.
-	Resistenza superficiale interna	-	-	0,130	-	-	-
1	Strato 1	---	---	---	---	---	---
2	Strato 2	---	---	---	---	---	---
3	Strato 3	---	---	---	---	---	---
4	Strato 4	---	---	---	---	---	---
5	Strato 5	---	---	---	---	---	---
6	Strato 6	---	---	---	---	---	---
-	Resistenza superficiale esterna	-	-	0,064	-	-	-

Legenda simboli

s	Spessore	mm
Cond.	Conduttività termica, comprensiva di eventuali coefficienti correttivi	W/mK
R	Resistenza termica	m ² K/W
M.V.	Massa volumica	kg/m ³
C.T.	Capacità termica specifica	kJ/kgK
R.V.	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore in capo asciutto	-

Caratteristiche igrometriche dei componenti opachi

secondo UNI EN ISO 13788

Descrizione della struttura: *Solaio 1*

Codice: *S1*

- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa superficiale.
- La struttura non è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale.
- La struttura è soggetta a fenomeni di condensa interstiziale, ma la quantità è rievaporabile durante la stagione estiva.

Condizioni al contorno

Temperature e umidità relativa esterne variabili, medie mensili

Temperatura interna nel periodo di riscaldamento *20,0* °C

Criterio per l'aumento dell'umidità interna *Classe di concentrazione del vapore (0,006 kg/m³)*

Verifica criticità di condensa superficiale

Verifica condensa superficiale ($f_{RSI,max} \leq f_{RSI}$) *Positiva*

Mese critico

Fattore di temperatura del mese critico $f_{RSI,max}$

Fattore di temperatura del componente f_{RSI}

Umidità relativa superficiale accettabile %

Verifica del rischio di condensa interstiziale

Non si verifica formazione di condensa interstiziale nella struttura durante tutto l'arco dell'anno.

Di seguito la tabella riassuntiva per tipologia di solaio su cui è stato effettuato l'intervento di coibentazione:

Parete	Superficie	Trasmittanza U [W/m ² K]		Costo intervento	
	m ²	Iniziale	Finale	[€/m ²]	[€]
S1					
S2					
...					

Tabella 32: Determinazione dei costi

L'intervento di coibentazione determinerà un risparmio sui consumi di metano. In tabella si riportano il risparmio e il tempo di ritorno dell'investimento.

Intervento	Consumi* [Sm ³ /anno]		Risparmio		Tempo di ritorno [anni]
	ante	post	[kWh]	€	
Isolamento solai					

Costo del metano: ___ €/Sm³
(*) calcolati

Tabella 33: Determinazione risparmio economico

Utilizzando l'attuale valore del rendimento globale medio stagionale del sistema edificio impianto, il tempo di ritorno degli investimenti nelle strutture più significative è di ___ anni.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 22: Principali indicatori intervento



6.2.4 Sostituzione infissi

Descrivere l'intervento proposto.

Di seguito si riportano le schede POST OPERAM degli infissi presi in considerazione:

CARATTERISTICHE TERMICHE DEI COMPONENTI FINESTRATI secondo UNI TS 11300-1 - UNI EN ISO 6946 - UNI EN ISO 10077

Descrizione della finestra: *Finestra 1*

Codice: *W1*

Caratteristiche del serramento

Tipologia di serramento *Singolo/doppio/accoppiato*
Senza
Classe di permeabilità *classificazione/Classe*
1/Classe 2/ Classe 3/
Classe 4

Trasmittanza termica U_w _____ W/m^2K

Trasmittanza solo vetro U_g _____ W/m^2K



Dati per il calcolo degli apporti solari

Emissività ϵ _____ -

Fattore tendaggi (invernale) $f_{c\ inv}$ _____ -

Fattore tendaggi (estivo) $f_{c\ est}$ _____ -

Fattore di trasmittanza solare $g_{gl,n}$ _____ -

Caratteristiche delle chiusure oscuranti

Resistenza termica chiusure _____ m^2K/W

f shut _____ -

Dimensioni del serramento

Larghezza _____ cm

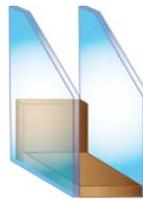
Altezza _____ cm

Caratteristiche del telaio

Trasmittanza termica del telaio	U_f	_____	W/m^2K
K distanziale	K_d	_____	W/mK
Area totale	A_w	_____	m^2
Area vetro	A_g	_____	m^2
Area telaio	A_f	_____	m^2
Fattore di forma	F_f	_____	-
Perimetro vetro	L_g	_____	m
Perimetro telaio	L_f	_____	m

Stratigrafia del pacchetto vetrato

Descrizione strato	s	λ	R
Resistenza superficiale interna	-	-	<i>0,130</i>
Primo vetro	_____	_____	_____
Intercapedine	-	_____	_____
Secondo vetro	_____	_____	_____
Resistenza superficiale esterna	-	-	<i>0,064</i>



Legenda simboli

s	Spessore	mm
λ	Conduktività termica	W/mK
R	Resistenza termica	m^2K/W

Caratteristiche del modulo

Trasmittanza termica del modulo U _____ W/m²K

Muro sottofinestra

Struttura opaca associata **M1 Parete 1**

Trasmittanza termica U _____ W/m²K

Altezza H_{sott} _____ cm

Area _____ m²

Ponte termico del serramento

Ponte termico associato

Trasmittanza termica lineica Ψ _____ W/mK

Lunghezza perimetrale _____ m

Di seguito la tabella riassuntiva per infisso su cui è stato effettuato l'intervento di sostituzione:

Infissi	Superficie	Trasmittanza U [W/m ² K]		Costo intervento	
	m ²	Iniziale	Finale	[€/m ²]	[€]
Tipo 1					
Tipo 2					
...					

Tabella 34 : Determinazione dei costi

L'intervento determinerà un risparmio nei consumi di metano. In tabella si riportano il risparmio energetico ed economico e il tempo di ritorno dell'investimento:

Intervento	Consumi * [Sm ³ /anno]		Risparmio		Tempo di ritorno [anni]
	ante	post	[kWh]	€	
Sostituzione infissi					
Costo del metano: _____ €/Sm ³					
(*) calcolati					

Tabella 35 : Determinazione risparmio economico

Considerando l'attuale valore del rendimento globale medio stagionale del sistema edificio impianto, il tempo di ritorno dell'investimento è di _____ anni.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 23: Principali indicatori intervento

6.3. Interventi sugli impianti meccanici

6.3.1 Sostituzione caldaia tradizionale con caldaia a condensazione

Descrivere l'intervento proposto

Nel modello di calcolo è stata quindi sostituita la caldaia esistente con una del tipo a condensazione avente le caratteristiche di seguito riportate:

DATI TECNICI	
Marca e modello	
Potenza nominale al focolare	
Perdite camino a bruciatore acceso	
Perdite camino a bruciatore spento	
Perdite al mantello	
Materiale del generatore	
Rendimento al 100% del carico	
Rendimento al 30% del carico	
Luogo di installazione	
Vettore energetico	
Tipo di bruciatore	
Potenza elettrica del bruciatore	



Tabella 36: Caratteristiche nuovo generatore

Descrivere la modalità di calcolo del risparmio energetico ed esplicitarne i risultati.

Costo unitario metano [€/Sm ³]	_____	Costo unitario metano [€/Sm ³]	_____
Costo ante intervento	_____	Costo post intervento	_____
Risparmio		€ _____	

Tabella 37: Analisi risparmio intervento

Il costo dell'intervento è pari a circa _____ €.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare _____ tep/anno, cui corrispondono _____ tCO₂/anno.

Nel seguente schema si riporta un risparmio complessivo dell'intervento:

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 24: Principali indicatori intervento

6.3.2 Installazione valvole termostatiche sui radiatori

Descrivere l'intervento proposto, la modalità di calcolo del risparmio energetico ed esplicitarne i risultati.

Nell'ipotesi di avere i seguenti dati:

- Installazione di ____ valvole;
- ____ € (prezzo singola valvola posata e fornita in opera).

Costo unitario metano [€/Sm ³]	_____	Costo unitario metano [€/Sm ³]	_____
Costo ante intervento	€ _____	Costo post intervento	€ _____
Risparmio	€ _____		

Tabella 38: Analisi risparmio intervento

In prima analisi è possibile stimare il costo complessivo pari a circa € _____.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare _____ tep/anno, pari a _____ tCO₂/anno.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 25: Principali indicatori dell'intervento

6.3.3 Sistema di Building Automation and Control System

Descrivere l'intervento proposto e la metodologia utilizzata per il calcolo del risparmio.

Di seguito si riporta un esempio di valutazione con riferimento al metodo dei BACS Factor.

L'obiettivo è quello di fornire l'energia richiesta, mantenendo al minimo le perdite (di generazione e distribuzione dell'energia). Gli ambienti rappresentano la sorgente della richiesta di energia (necessaria per garantire le condizioni ottimali al loro interno) e quindi devono scambiare le necessarie informazioni con il sistema di generazione.

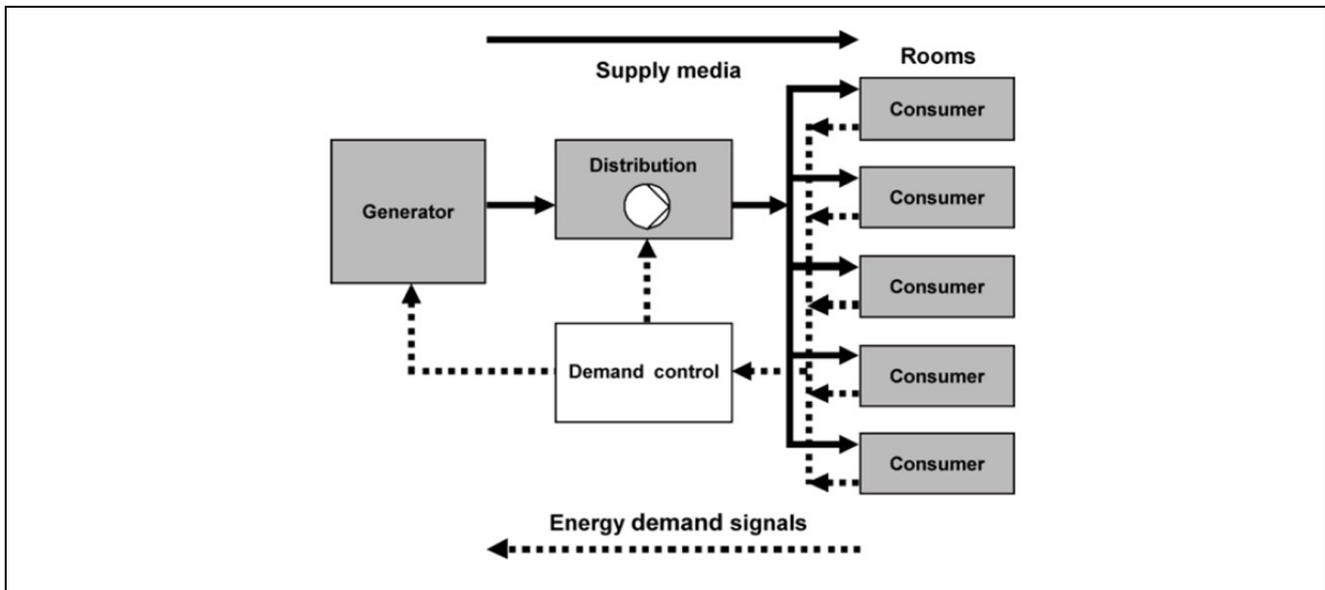


Figura 26: Energy demand and supply model (Example: heating plant)

Di seguito si valuta l'installazione di un Sistema di supervisione, regolazione e controllo (BMS). È questo un intervento che può far conseguire significativi risparmi energetici, in quanto allo stato attuale non è presente alcun impianto di supervisione e controllo.

Si ritiene pertanto prioritaria l'installazione di un Sistema di Building Management System (BMS) unico, che gestisca e controlli tutte le principali apparecchiature (generatori di calore, pompe di calore, elettropompe, ventilconvettori, utenze elettriche) in funzione delle effettive necessità e delle condizioni termoigrometriche esterne.

Per stimare l'incidenza di un sistema BMS si fa riferimento alla norma UNI EN 15232:2012 «Prestazione energetica degli edifici - Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici»:

- la norma UNI EN 15232 definisce i sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) come quei sistemi che offrono il controllo effettivo sul riscaldamento, ventilazione, acqua calda e illuminazione;



- la norma UNI EN 15232 definisce i sistemi TBM (Technical Building Management) come quei sistemi che forniscono informazioni sul funzionamento, la manutenzione e la gestione degli edifici;
- la norma UNI EN 15232 definisce quattro diverse CLASSI DI EFFICIENZA per identificare i sistemi di automazione: queste classi (da D ad A) rappresentano sistemi di automazione con efficienza energetica crescente.

Le classi di efficienza dei sistemi di automazione sono così suddivise:

- Classe D (non efficient): comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione, non efficienti dal punto di vista energetico;
- Classe C (standard): corrisponde agli impianti dotati di sistemi digitali tipo BACS ed è considerata la classe di riferimento;
- Classe B (advanced): comprende gli impianti dotati di sistemi BACS e TBM per il controllo centralizzato;
- Classe A (high performance): sono sistemi come la classe B ma con livelli di precisione e completezza del controllo tali da garantire le MASSIME PRESTAZIONI ENERGETICHE.

Si ritiene indispensabile per l'edificio il passaggio alla classe **B** di efficienza del sistema di automazione: in questo capitolo verrà quindi valutata l'opportunità dell'intervento per il passaggio da **C**→**B**.

La stessa norma UNI 15232:2012, attraverso il metodo di calcolo semplificato detto "metodo dei BACS Factor" (procedura di calcolo tabellare che permette una stima rapida del beneficio che un'automazione più avanzata potrà comportare), valuta il risparmio in funzione della destinazione d'uso.

Energia termica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Uffici	1,51	1,00	0,80	0,70	34%	47%	54%	20%	30%
Sale conferenze	1,24	1,00	0,75	0,50	19%	40%	60%	25%	50%
Scuole	1,20	1,00	0,88	0,80	17%	27%	33%	12%	20%
Ospedali	1,31	1,00	0,91	0,86	24%	31%	34%	9%	14%
Hotel	1,31	1,00	0,85	0,68	24%	35%	48%	15%	32%
Ristoranti	1,23	1,00	0,77	0,68	19%	37%	45%	23%	32%
Negozi / Grossisti	1,56	1,00	0,73	0,60	36%	53%	62%	27%	40%

Figura 27: UNI 15232 metodo fattori BACS - Risparmio energia termica per climatizzazione ed Acqua Calda Sanitaria

Energia Elettrica in edifici non residenziali									
Tipologia Edificio / Locale	Classi e Fattori di efficienza BAC				Risparmio (rif. classe D)			Risparmio (rif. C)	
	D	C (rif)	B	A	C/D	B/D	A/D	B/C	A/C
	Senza Automazione	Automazione Standard	Automazione Avanzata	Alta efficienza					
Uffici	1,10	1,00	0,93	0,87	9%	15%	21%	7%	13%
Sale conferenze	1,06	1,00	0,94	0,89	6%	11%	16%	6%	11%
Scuole	1,07	1,00	0,93	0,86	7%	13%	20%	7%	14%
Ospedali	1,05	1,00	0,98	0,96	5%	7%	9%	2%	4%
Hotel	1,07	1,00	0,95	0,90	7%	11%	16%	5%	10%
Ristoranti	1,04	1,00	0,96	0,92	4%	8%	12%	4%	8%
Negozi / Grossisti	1,08	1,00	0,95	0,91	7%	12%	16%	5%	9%

Figura 28: UNI 15232 metodo fattori BACS - Risparmio energia elettrica

L'intervento proposto interessa ambienti riconducibili alla tipologia di destinazione d'uso:

- _____. Ne consegue un risparmio del ____% sulla parte termica e del ____% sulla parte elettrica.

Destinazione d'uso				
Vettore energetico	consumo ante operam	% risparmio	consumo post operam	risparmio energetico
Energia elettrica				
Gas metano				

Tabella 39: Risparmio energia termica ed elettrica secondo il metodo fattori BACS

Nella seguente tabella si riporta la determinazione del risparmio annuo conseguibile con la realizzazione dell'intervento:

Risparmio economico conseguibile			
Sm ³ di metano risparmiati	_____ Sm ³	kWhe risparmiati	_____ kWhe
Costo del Sm ³	_____ €/Sm ³	Costo del kWhe	_____ €/kWh
Risparmio economico	_____ €	Risparmio economico	_____ €
Risparmio economico	_____ €/anno		

Tabella 40: Determinazione del risparmio economico dell'intervento

In prima analisi è possibile stimare il costo complessivo per un importo pari a circa _____ €.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare _____ tep/anno, pari a _____ tCO₂/anno.

Nella seguente tabella si riporta un risparmio complessivo dell'intervento:

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 29: Principali indicatori dell'intervento

6.4. Interventi sugli impianti elettrici

6.4.1 Sostituzione delle pompe con nuove ad alta efficienza azionate da inverter

Descrivere l'intervento proposto e la metodologia utilizzata per il calcolo del risparmio.

Nella seguente tabella si riporta una stima del risparmio conseguibile:

Fabbisogno energia elettrica pompaggio [kWhe]	_____
Risparmio con installazione di nuove elettropompe ad alta efficienza con inverter	_____ %
Energia elettrica risparmiata [kWhe]	_____
Costo del kWhe	€ _____
Risparmio economico	€ _____

Tabella 41: valutazione risparmio annuo

In prima analisi è possibile stimare il costo complessivo pari a circa € _____.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare _____ tep/anno, pari a _____ tCO₂/anno.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 30: Principali indicatori dell'intervento

6.4.2 Sostituzione dei corpi illuminanti spazi comuni con lampade LED

Descrivere l'intervento proposto e la metodologia utilizzata per il calcolo del risparmio.

Di seguito si riportano le tabelle con la situazione ante progetto e quella con la proposta d'intervento.

Situazione ante progetto							
Tipologia corpo illuminante	Ubicazione	Potenza corpo illuminante (kW)	Numero	Potenza totale (kW)	ore accensione	Consumo (kWh)	Spesa annua (€)
TOTALE							€

Tabella 42 : Illuminazione ante operam

Situazione post-progetto							
Tipologia corpo illuminante	Ubicazione	Potenza corpo illuminante (kW)	Numero	Potenza totale (kW)	ore accensione	Consumo (kWh)	Spesa annua (€)
TOTALE							€

Tabella 43 : Illuminazione post operam

Dalla differenza tra la spesa annua ante progetto e la spesa post si ottiene un risparmio pari a ____ €.

In prima analisi è possibile stimare il costo complessivo dell'intervento pari a circa € ____.

In termini energetici l'intervento permetterebbe di risparmiare ____ kWh/anno, pari a ____ tep/anno, pari a ____ tCO₂/anno.

Nota la spesa da effettuare per sostenere l'intervento e il risparmio annuo è possibile calcolare il tempo di ritorno dell'investimento. Nel seguente schema si riporta un risparmio complessivo dell'intervento:

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
			Meccanismi incentivanti

Figura 31: Principali indicatori dell'intervento

6.4.3 Installazione sensori di presenza nei WC

Nell'edificio i bagni sono stati stimati in circa __ ambienti totali. Considerando che tutti i bagni montano lampade del tipo _____, si può ipotizzare un consumo medio di energia elettrica per l'illuminazione di ___ Wh/ m².

Considerando che la superficie totale dei bagni è di __ mq e ipotizzando un'accensione media giornaliera di __ ore al giorno per 365 giorni l'anno, si ottiene un consumo pari a ___ kWh/anno.

Un intervento di efficienza energetica pensato per questi locali è l'installazione di sensori di presenza a fotocellula e temporizzati, l'intervento permetterebbe di diminuire il consumo di energia elettrica dovuto alla mancanza di spegnimento della luce da parte degli utilizzatori, per altro a questo si possono abbinare i seguenti altri vantaggi:

- per la sicurezza, in quanto i sensori avvertono la presenza dell'utente e l'accensione del locale avviene in un tempo più breve rispetto all'accensione manuale;
- per l'aspetto igienico, in quanto si eviterebbe il contatto con gli stessi interruttori.

Pertanto, installando un sensore di presenza in ogni ambiente per un costo complessivo di ___ € e supponendo una necessità di luce per un totale di ___ h/gg si potrebbe risparmiare l'energia elettrica per circa _____ kWh/ anno.

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 32: Principali indicatori dell'intervento

6.5. Utilizzo di fonti rinnovabili

6.5.1 Impianto fotovoltaico

Descrivere l'intervento proposto, indicando le caratteristiche dei moduli utilizzati e della struttura di sostegno e specificando la conformità dell'intero impianto alla normativa.

Indicare i dati geografici del sito (latitudine, longitudine e altitudine) e la provenienza dei dati di irraggiamento (es. Atlante Italiano della radiazione solare <http://www.solaritaly.enea.it/> e database PV-Syst.), dei dati relativi al vento e al carico di neve (es. NTC) utilizzati per la stima della producibilità dell'impianto.

Di seguito viene evidenziata l'area interessata dall'intervento.

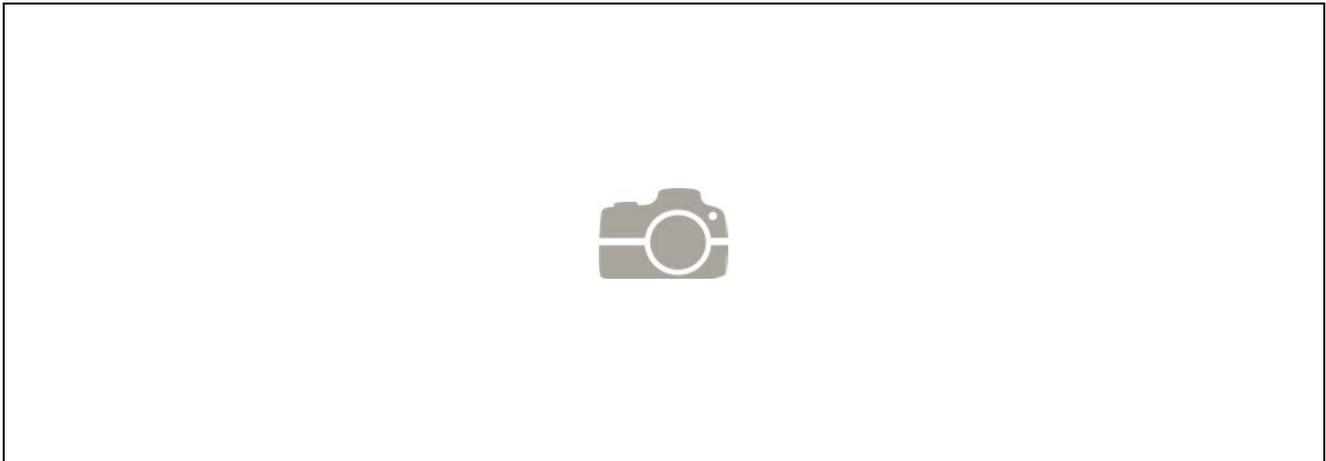


Figura 33: fotoinserimento/vista planimetrica

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche dei moduli utilizzati:

DATI POSIZIONAMENTO PANNELLI	
Orientamento rispetto al sud	
Inclinazione sul piano orizzontale	
DATI MODULI FOTOVOLTAICI	
Marca e modello modulo fotovoltaico	
Numero moduli	
Sup. utile singolo modulo (mq)	
Sup. lorda singolo modulo (mq)	
Potenza di picco singolo modulo (Wp)	
Efficienza nominale singolo modulo	
Fattore di efficienza	

Tabella 44: Caratteristiche impianto fotovoltaico

I moduli fotovoltaici dovranno essere rispondenti alle norme IEC 61215 e IEC 61730 e saranno accompagnati da un data-sheet che riporterà le principali caratteristiche del modulo stesso. Inoltre, il decadimento delle prestazioni degli stessi deve risultare non superiore al 10% della potenza nominale nell'arco dei primi 12 anni e non superiore al 20% nell'arco di 20 anni.

Compatibilmente agli spazi utili, la potenza nominale installabile dell'impianto fotovoltaico risulta pari a circa ___ kW. Tale potenza è intesa come somma delle potenze di targa o nominali di ciascun modulo misurata in condizioni standard (STC). Tenendo conto dei dati di irradiazione del sito di installazione, degli angoli di esposizione dei moduli, delle perdite dei vari componenti nonché di quelle dovute a fenomeni di ombreggiamento, l'impianto ha una capacità produttiva teorica annua pari a circa ___ kWh.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico copre il ___% del fabbisogno di energia elettrica, cui corrisponde un risparmio di circa ___ tep/anno. Dal punto di vista delle emissioni di CO₂, l'impianto fotovoltaico permetterà di evitare l'emissione di circa ___ tCO₂/anno.

Di seguito si riporta la stima della producibilità dell'impianto nell'arco dell'anno.

Mese	Irradiazione mensile (kWh/mq)	Producibilità pannelli (kWh)
Gennaio		
Febbraio		
Marzo		
Aprile		
Maggio		
Giugno		
Luglio		
Agosto		
Settembre		
Ottobre		
Novembre		
Dicembre		
Anni		

Tabella 45: Producibilità impianto fotovoltaico

L'impianto permetterebbe di risparmiare circa ___ €/anno (considerando un costo dell'energia elettrica di ___ €/kWh) e presenta un tempo di ritorno semplice di ___ anni.

Nel seguente diagramma si riporta il risparmio complessivo dell'intervento considerando l'investimento comprensivo dell'IVA:

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 34: Principali indicatori dell'intervento

6.5.2 Solare termico

Descrivere l'intervento proposto, indicando le caratteristiche dei moduli utilizzati e descrivendo la configurazione complessiva dell'impianto.

Di seguito si riportano lo schema di configurazione dell'impianto

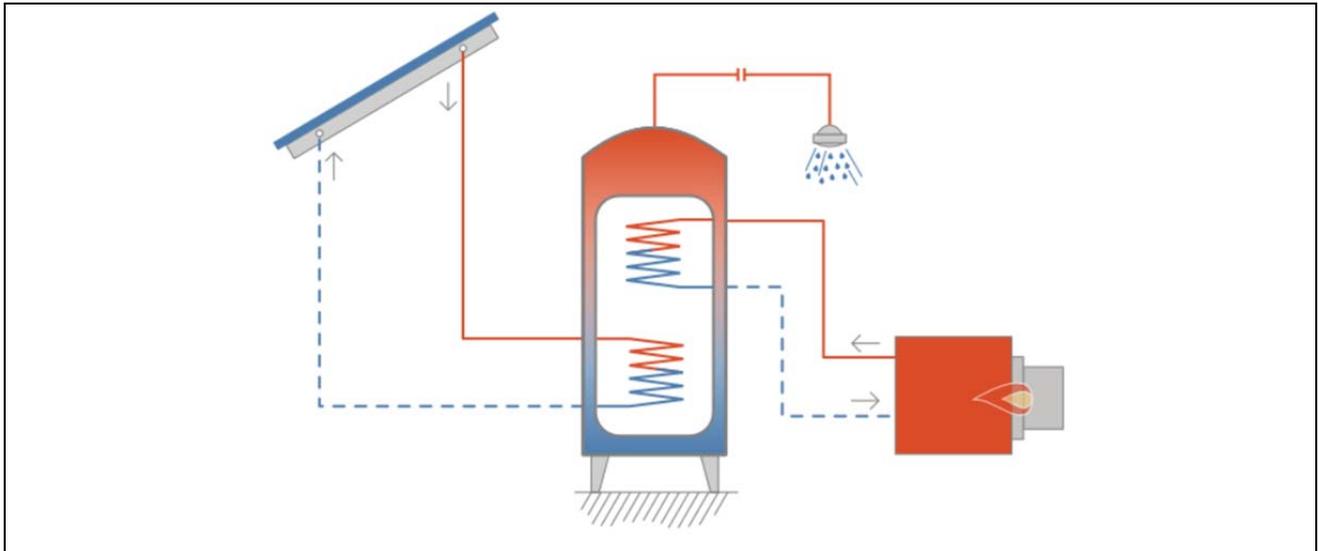


Figura 35: Esempio schema configurazione impianto

I collettori saranno collocati nelle aree evidenziate nell'immagine successiva.

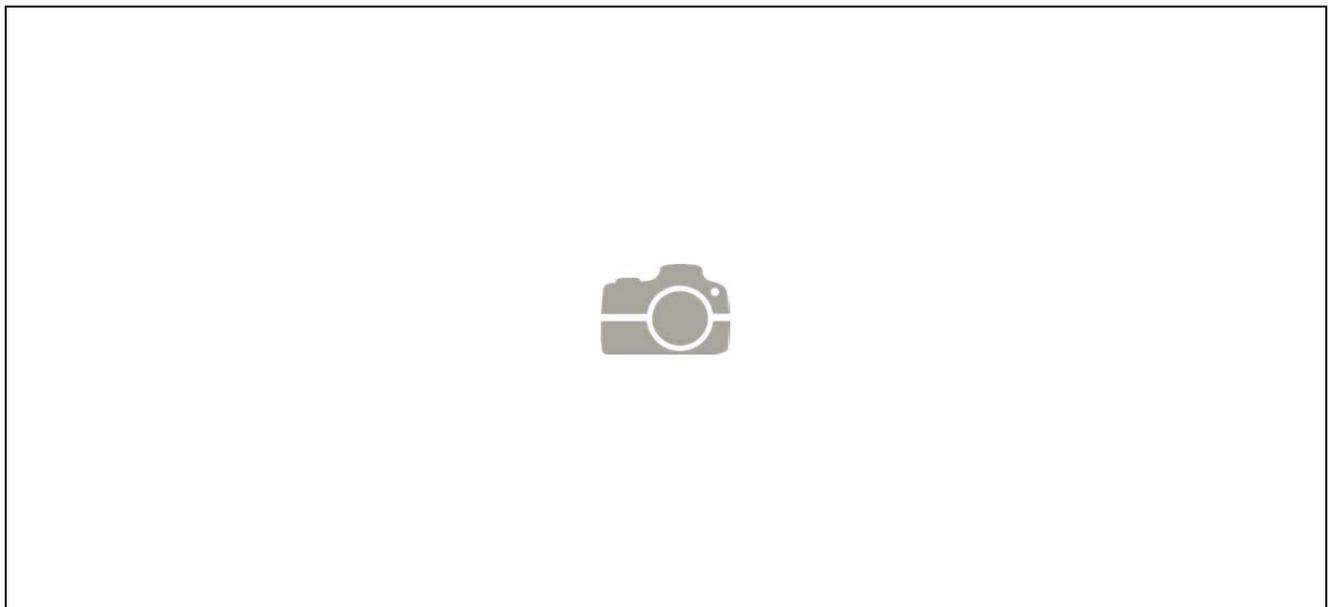


Figura 36: fotoinserimento/vista planimetrica

Nella seguente tabella si riportano le caratteristiche dei collettori solari:

DATI POSIZIONAMENTO COLLETTORI	
Orientamento rispetto al sud	
Inclinazione sul piano orizzontale	
DATI COLLETTORI SOLARI	
Marca e modello collettore solare	
Numero moduli	
Sup. netta singolo collettore (mq)	
Sup. lorda singolo collettore (mq)	
Efficienza ottica (η_0)	
Coefficiente di dispersione termica lineare (k1):	
Coefficiente di dispersione termica quadratica (k2):	
Temperatura di stagnazione in condizioni standard (°C)	

Tabella 46: Caratteristiche impianto solare termico

La produzione totale dell'impianto solare termico risulta pari a ___ kWh corrispondenti a circa ___ Sm³/anno di gas metano risparmiati in riferimento ai consumi della centrale termica, cui corrisponde un risparmio di ___ tep/anno. Dal punto di vista delle emissioni di CO₂, l'impianto solare termico permetterà di evitare l'emissione di circa ___ tCO₂/anno. La tabella riporta la stima della producibilità dell'impianto nel corso dell'anno:

Mese	Producibilità netta pannelli (kWh)	QW, gen, out, con solare termico (kWh)	QW, gen, out, senza solare termico (kWh)	Percentuale copertura (%)
Gennaio				
Febbraio				
Marzo				
Aprile				
Maggio				
Giugno				
Luglio				
Agosto				
Settembre				
Ottobre				
Novembre				
Dicembre				
Anni				

Tabella 47: Caratteristiche impianto solare termico

L'impianto permetterebbe di risparmiare circa ___ €/anno e presenta un tempo di ritorno semplice di ___ anni a fronte di una vita utile media di un impianto solare termico di ___ anni.

Nel seguente diagramma si riporta il risparmio complessivo dell'intervento:

Rif.	Descrizione intervento	Costo stimato	Risparmio atteso
		Meccanismi incentivanti	Ritorno dell'investimento

Figura 37: Principali indicatori dell'intervento

6.6. Scenari di intervento e analisi costi benefici

Nelle seguenti tabelle si riportano i dati di riepilogo degli interventi proposti, valutati e confrontati singolarmente con la situazione attuale del sistema edificio-impianto mettendo ben in evidenza:

- ✓ risparmio energetico [tep];
- ✓ risparmio economico [€];
- ✓ costo di investimento [€].



	Fabbisogno energia elettrica kWh/anno	Rif.	Risparmio energetico conseguibile			
	Fabbisogno gas metano Sm ³ /anno		Energia elettrica		Gas naturale	
			kWh/anno	Rf1%	Sm ³ /anno	Rf2%
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1				
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2				
	Coibentazione pareti perimetrali	INV.3				
	Sostituzione infissi	INV.4				
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1				
	Caldaia a condensazione	INM.2				
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3				
IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE. 1				
	Lampade LED corridoi	INE. 2				
	Sensori presenza WC	INE. 3				
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1				
	Solare termico	INF.2				
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1				

Tabella 48: Riepilogo degli interventi considerati con relativo risparmio per fonte

	Fabbisogno energetico attuale (tep/anno)	Rif.	Risparmio energetico conseguibile		Risparmio energetico conseguibile	
			Energia elettrica	Gas metano	Risparmio energetico conseguibile	
			tep/anno	tep/anno	tep/ann o	%
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1				
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2				
	Coibentazione pareti perimetrali	INV.3				
	Sostituzione infissi	INV.4				
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1				
	Caldaia a condensazione	INM.2				
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3				
IMPIANTI ELETTRICI	Elettropompe di circolazione	INE. 1				
	Lampade LED corridoi	INE. 2				
	Sensori presenza WC	INE. 3				
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1				
	Solare termico	INF.2				
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1				

Tabella 49: Riepilogo degli interventi considerati con relativo risparmio in termini di energia primaria

Valutare l'interferenza tra gli interventi proposti. La realizzazione simultanea di vari interventi (pacchetto di interventi) implica infatti, nel caso di interventi interferenti, la loro influenza reciproca sui risparmi finali conseguibili: il risparmio complessivo non equivale alla somma dei singoli risparmi ottenibili realizzando singolarmente i vari interventi.

Di seguito si riepilogano tutti gli interventi considerati, tenendo conto delle influenze reciproche.

	Spesa energetica edificio	Rif.	Risparmio economico	Costo di investimento	Tempo di ritorno semplice	Percentuale risparmio %
INVOLUCRO	Coibentazione dei solai esterni	INV.1				
	Coibentazione del solaio sottotetto	INV.2				
	Coibentazione pareti perimetrali	INV.3				
	Sostituzione infissi	INV.4				
IMPIANTI MECCANICI	Sistema di Building Automation and Control System	INM.1				
	Caldaia a condensazione	INM.2				
	Valvole termostatiche radiatori	INM.3				
IMPIANTI ELETTRICI	Lampade LED corridoi	INE. 1				
	Sensori presenza WC	INE. 2				
FONTI RINNOVABILI	Fotovoltaico	INF.1				
	Solare termico	INF.1				
ALTRI INTERVENTI	Monitoraggio dei consumi	INMO.1				
SCENARIO COMPLESSIVO						

Tabella 50: Riepilogo degli interventi totali con relativo risparmio economico

La tabella seguente riporta il riepilogo complessivo di tutti gli interventi analizzati e il risparmio finale conseguibile, non tenendo conto delle influenze reciproche tra i vari interventi:

Intervento	Risparmio Energetico [kWh]	Risparmio economico [€]	Costo [€]
------------	----------------------------	-------------------------	-----------



Intervento	Risparmio Energetico [kWh]	Risparmio economico [€]	Costo [€]
Coibentazione pareti perimetrali			
Coibentazione copertura			
Coibentazione solai			
Sostituzione infissi			
Building Automation and Control System			
Caldaia a condensazione			
Valvole termostatiche radiatori			
Elettropompe circolazione			
Lampade LED corridoi			
Sensori presenza WC			
Fotovoltaico			
Solare termico			
Monitoraggio dei consumi			

Tabella 51: Riepilogo interventi individuati

Qualora si scelga di proporre altri scenari che prevedono la realizzazione simultanea solo di alcuni interventi, riportare il riepilogo di ognuno di essi, sul modello della **Tabella 50**. Inoltre, in tal caso è opportuno specificare per ogni scenario individuato il tempo di ritorno semplice degli investimenti, mettendo in evidenza la convenienza economica di uno rispetto all'altro.



7. CONCLUSIONI

L'analisi energetica dell'edificio è stata condotta con l'obiettivo di individuare eventuali interventi di miglioramento dell'efficienza energetica e, dunque, le opportunità di risparmio energetico in termini di costi-benefici.

Riepilogare il lavoro svolto, indicando sinteticamente le strategie utilizzate nelle fasi di attività in campo, analisi dei consumi reali, definizione dei consumi effettivi di riferimento, costruzione del modello energetico del sistema edificio impianto, riportando i risultati ottenuti con la simulazione. Riassumere, inoltre, le conclusioni raggiunte in seguito allo studio dei possibili interventi di riqualificazione energetica e indicare lo scenario che risulta più conveniente a fronte dell'analisi costi benefici e più in linea con quanto concordato con il committente. Si consiglia di fare riferimento a possibili meccanismi di incentivazione e a forme di cofinanziamento per rendere più vantaggiose le misure di efficienza energetica individuate.



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

ALLEGATO 1: SCHEDA DI RILIEVO SCUOLE

Nome scuola

Codice fiscale scuola

Via, .. - CAP - CITTA'

Attività 1.2.1 - Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA

Nicolandrea Calabrese

Americo Carderi

Carmen Lavinia

Francesca Caffari

Elisa Passafaro

Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

Gennaio 2019

Modalità di compilazione scheda

I campi da compilare sono colorati come nelle due caselle sottostanti. Completare le schede sulla base delle indicazioni riportate nella tabella seguente, in base al colore.

	INSERIRE UNA X NEL CAMPO PER CONFERMARE L'OPZIONE
	COMPLETARE IL CAMPO CON LE INFORMAZIONI RICHIESTE

DATI GENERALI

Dati tecnico rilevatore

Cognome	
Nome	
Titolo	
Ordine/Albo di iscrizione	
Numero di iscrizione	
Indirizzo	
Civico	
Comune	
CAP	
Provincia	
Telefono	
Indirizzo mail	
Indirizzo PEC	

Dati referente

Cognome	
Nome	
Titolo	
Ordine/Albo di iscrizione	

Numero di iscrizione	
Indirizzo	
Civico	
Comune	
CAP	
Provincia	
Telefono	
Indirizzo mail	
Indirizzo PEC	

Dati edificio

Nome della scuola/istituto				
Codice Scuola				
Codice Edificio				
Tipologia di scuola				
Materna				
Primaria				
Secondaria I grado				
Secondaria II grado				
Scuola/istituto pubblico	SI		NO	
Comune				
CAP				
Latitudine		Longitudine		
Indirizzo				
Anno di costruzione				
Epoca di costruzione				
Fabbricato singolo	SI		NO	
Numero di fabbricati				
L'edificio o i locali in esame sono utilizzati tutto l'anno	SI		NO	
Mesi di utilizzo				
Gennaio	SI		NO	
Febbraio	SI		NO	
Marzo	SI		NO	
Aprile	SI		NO	

Maggio	SI		NO	
Giugno	SI		NO	
Luglio	SI		NO	
Agosto	SI		NO	
Settembre	SI		NO	
Ottobre	SI		NO	
Novembre	SI		NO	
Dicembre	SI		NO	
Destinazione d'uso dell'edificio mista	SI		NO	
Superficie dell'edificio non adibita ad uso scuola %				
Altre destinazioni d'uso				
Commerciale	SI		NO	
Uffici	SI		NO	
Turistico-ricettiva	SI		NO	
Residenziale	SI		NO	
Produttiva	SI		NO	
Rimessaggio veicoli	SI		NO	
Numero medio di occupanti				
L'edificio è stato costruito appositamente per uso scolastico	SI		NO	
L'edificio è stato costruito per altri usi ed adattato permanentemente ad uso	SI		NO	
Possibilità di chiusura per breve periodo	SI		NO	
Possibilità di chiusura per lungo periodo	SI		NO	
Edificio sottoposto a Vincolo di Tutela del Patrimonio Culturale	SI		NO	
Altra tipologia di Vincolo per l'edificio	SI		NO	
Tipologia vincolo				
Data del sopralluogo				
Note				
Immagini dei prospetti	SI		NO	

Dati geometrici

Altezza netta media dei locali					m
Superficie totale dell'edificio ad uso scuola					m ²
Volume lordo dell'edificio ad uso scuola					m ³
Numero piani dell'edificio					
Superficie riscaldata					m ²
Superficie disperdente					m ²
ULTERIORI SPAZI/SERVIZI COMUNI					
Auditorium	SI		NO		m ²
Doppia porta d'ingresso (es. porta girevole, doppie porte..)	SI		NO		
Aula Magna	SI		NO		m ²
Mensa	SI		NO		m ²
Spazi Amministrativi	SI		NO		m ²
Altri locali	SI		NO		m ²
Immagini degli ulteriori spazi/servizi comuni	SI		NO		

Manutenzione edilizia

Tipologia costruttiva	(cemento armato/muratura)				
Manutenzioni importanti e ristrutturazioni effettuate per l'immobile	SI		NO		
Investimenti effettuati negli ultimi 10 anni	SI		NO		
Importo investimenti					€
STATO DELLA MANUTENZIONE EDILIZIA					
Pavimentazione interna e rivestimenti					
Da ripristinare					
Scarso					
Medio					
Buono					
Pareti disperdenti, lato esterno					
Da ripristinare					
Scarso					

Medio				
Buono				
Pareti disperdenti, lato interno				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Coperture				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Serramenti esterni				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Serramenti interni				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Servizi igienici				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Note				
Immagini sullo stato della manutenzione edilizia	SI		NO	

Manutenzione impianti e servizi presenti

SERVIZI PRESENTI				
Climatizzazione invernale	SI		NO	
Servizio centralizzato	SI		NO	
Fasce orarie di accensione				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
L'impianto serve più zone termiche regolate singolarmente	(es. zona 1, zona 2...)			
E' possibile sezionare l'impianto	SI		NO	
Vettore energetico prevalente per produzione energia termica				
Gas naturale				
Gasolio				
GPL				
Energia elettrica				
Olio combustibile				
Biomasse solide				
Biomasse liquide				
Biomasse gassose				
Energia termica da rete				
Teleriscaldamento				
È presente un altro vettore per riscaldamento	SI		NO	
Contatori per vettori energetici per riscaldamento	SI		NO	
Quanti contatori sono presenti				
Ulteriore vettore energetico utilizzato				
Gas naturale				
Gasolio				
GPL				
Energia elettrica				
Olio combustibile				
Biomasse solide				
Biomasse liquide				
Biomasse gassose				
Energia termica da rete				
Teleriscaldamento				
Punto di riconsegna PDR				

Produzione di ACS	SI		NO	
Servizio centralizzato	SI		NO	
Numero di docce servite				
Numero di lavandini serviti				
Numero di bidet serviti				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Punto di riconsegna PDR				
Energia elettrica	SI		NO	
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Contatore energia elettrica	SI		NO	
Quanti contatori sono presenti?				
Point of Delivery (POD)				
Climatizzazione estiva	SI		NO	
Servizio centralizzato	SI		NO	
Fasce orarie di accensione				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Ventilazione - Ricambio meccanico dell'aria	SI		NO	
Fasce orarie di accensione				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Pannelli solari	SI		NO	
Gestione del verde	SI		NO	
Fasce orarie di accensione impianti				
Apparecchi elevazione	SI		NO	
Altro				
Presenza di sistemi di monitoraggio e controllo per climatizzazione ambienti	SI		NO	
È presente un sistema di contabilizzazione del calore	SI		NO	
Presenza di sistemi di monitoraggio e controllo per impianti elettrici	SI		NO	
Presenza di fattori inquinanti esterni	SI		NO	
Problematiche energetiche				
STATO DELLA MANUTENZIONE IMPIANTI				
Impianto climatizzazione invernale				

Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Sistema di generazione del calore	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Sistema di generazione ACS	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Impianto elettrico	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Illuminazione interna	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Illuminazione esterna	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Macchina frigorifera impianto climatizzazione estiva	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Impianto di ventilazione	
Da ripristinare	

Scarso				
Medio				
Buono				
Impianto idrico				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Impianto per la gestione del verde				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Impianti sollevamento				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Altro				
Immagini sullo stato della manutenzione di impianti e servizi presenti	SI		NO	

INDAGINE ENERGETICA

Consumi

COMBUSTIBILE					
I consumi rilevati riguardano solo la parte dell'edificio ad uso scuola	SI		NO		
Quota di consumo della sola parte ad uso scuola				%	
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 1				UMvettore1/anno	
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 2				UMvettore1/anno	
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 3				UMvettore1/anno	
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 1				UMvettore2/anno	
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 2				UMvettore2/anno	
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 3				UMvettore2/anno	
ENERGIA ELETTRICA					
I consumi rilevati riguardano solo la parte ad uso scuola	SI		NO		
Quota di consumo della sola parte ad uso scuola				%	
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 1				kWh/anno	
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 2				kWh/anno	
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 3				kWh/anno	

Immagini dei contatori di energia	SI		NO	
-----------------------------------	----	--	----	--

Involucro

Zona climatica	(A/B/C/D/E/F)		
Numero dei gradi giorno della località			
Quota dal livello del mare			
Temperatura minima di progetto			
Temperatura media del volume riscaldato			
Umidità relativa esterna %			
Tipologia pareti verticali			
Muratura di pietrame intonacata			
Muratura di mattoni pieni intonacati sulle due facciate			
Muratura di mattoni semipieni o tufo			
Chiusure verticali non isolate			
Pannello prefabbricato in calcestruzzo non isolato			
Parete a cassa vuota con mattoni forati			
Chiusure verticali opache coibentate esterno			
Chiusure verticali opache coibentate interno			
Tipologia costruttiva delle coperture			
Coperture non coibentate			
Tetti a falde in laterizio non coibentato			
Tetti in legno non coibentato			
Coperture coibentate			
Tipologia architettonica delle coperture			
Terrazzo			
Tetto			
Lastrico solare			
Misto			
È presente un sottotetto non riscaldato calpestabile	SI		NO
Tipologia pavimenti			
Laterocemento su zone non riscaldate e non isolate			
Prefabbricati su zone non riscaldate e non isolate			
Solai sotto zone non riscaldate isolate			
Laterocemento su zone non riscaldate			
Solai in laterocemento su vespaio o pilotis			
Basamenti in calcestruzzo su terreno			

Basamenti su vespaio o zona non riscaldata isolata	
Basamenti su pilotis coibentati	
Basamenti su terreno coibentati	
Tipologia vetri e elementi vetrati	
Vetro singolo	
Vetro doppio, non rivestito, strato aria	
Vetro doppio, basso emissivo, strato aria/gas	
Vetro triplo, basso emissivo, strato aria/gas	
Tipologia di telaio	
Alluminio con taglio termico	
Alluminio senza taglio termico	
Legno	
PVC	
Acciaio con taglio termico	
Acciaio senza taglio termico	
Misto (legno+alluminio)	
Schermature solari	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Immagini dei componenti dell'involucro	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
Descrizione	

Climatizzazione invernale

Tipologia di generatore	A combustione
Nome del gruppo termico	
Data di installazione	
Data di dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Fluido termovettore	
Aria	
Acqua	
Potenza utile nominale massima	kW
Rendimento utile a potenza nominale massima	%

Tipo di generazione				
Gruppo termico singolo				
Gruppo termico modulare				
Generatore d'aria calda				
Il generatore è a condensazione			SI	NO
Superficie servita dal gruppo termico				m ²
Volume servito dal gruppo termico				m ³
Rapporto potenza installata/superficie riscaldata				W/m ²
Rapporto potenza installata/volume riscaldato				W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del caldo				
Radiatori				
Termoconvettori				
Ventilconvettori				
Pannelli radianti				
Bocchette				
Strisce radianti				
Tipo di distribuzione				
A colonne montanti				
Con collettori a zona				
Orizzontale a pettine				
Canalizzata				
Tipo di regolazione				
Solo climatica				
Solo di zona				
Solo per singolo ambiente				
Zona + climatica				
Solo per singolo ambiente + climatica				
Regolazione manuale (termostato di caldaia)				
Presenza valvole termostatiche			SI	NO
Corpi scaldanti elettrici autonomi			SI	NO
Il generatore serve anche per la produzione di ACS			SI	NO

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Nome della pompa di calore	

Data di installazione	
Data di dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Fluido frigorifero	
R22	
R407C	
R410A	
R600	
Altro	
Altro fluido frigorifero	
Sorgente lato esterno	
Aria	
Acqua	
Terreno	
Fluido lato utenze	
Aria	
Acqua	
Tipologia di pompa di calore	
Ad assorbimento per recupero di calore	
Ad assorbimento a fiamma diretta	
A compressione, motore elettrico o endotermico	
Efficienza COP o GUE	
Potenza termica nominale	kW
Potenza assorbita nominale	kW
Superficie servita dalla pompa di calore	m ²
Volume servito dalla pompa di calore	m ³
Rapporto potenza installata/superficie climatizzata	W/m ²
Rapporto potenza installata/volume climatizzato	W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del caldo	
Radiatori	
Termoconvettori	
Ventilconvettori	

Pannelli radianti				
Bocchette				
Strisce radianti				
Tipo di distribuzione				
A colonne montanti				
Con collettori a zona				
Orizzontale a pettine				
Canalizzata				
Tipo di regolazione				
Solo climatica				
Solo di zona				
Solo per singolo ambiente				
Zona + climatica				
Solo per singolo ambiente + climatica				
Regolazione manuale (termostato di caldaia)				
Il generatore serve anche per la produzione di ACS	SI		NO	

Immagini dell'impianto di climatizzazione invernale	SI		NO	
Immagini dati di targa dell'impianto di climatizzazione invernale	SI		NO	

Climatizzazione estiva

Tipologia di generatore	Macchina frigorifera/Pompa di calore	
Nome della macchina frigorifera/ pompa di calore		
Data di installazione		
Data di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Matricola		
Fluido frigorifero		
R22		
R407C		
R410A		
R600		
Altro		
Altro fluido frigorifero		
Sorgente lato esterno		
Aria		
Acqua		
Terreno		
Fluido lato utenze		
Aria		
Acqua		
Tipologia di macchina frigorifera		
Ad assorbimento per recupero di calore		
Ad assorbimento a fiamma diretta		
A compressione, motore elettrico o endotermico		
Efficienza EER o GUE		
Potenza frigorifera nominale		kW
Potenza assorbita nominale		kW
Superficie servita dalla macchina frigorifera/pompa di calore		m ²
Volume servito dalla macchina frigorifera/pompa di calore		m ³
Rapporto potenza installata/superficie climatizzata		W/m ²
Rapporto potenza installata/volume climatizzato		W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del freddo		

Termoconvettori	
Ventilconvettori	
Pannelli radianti	
Bocchette	
Strisce radianti	
Travi fredde	
Tipo di distribuzione	
A colonne montanti	
Con collettori a zona	
Orizzontale a pettine	
Canalizzata	
Tipo di regolazione	
Regolazione ON/OFF	
Modulante	

Immagini dell'impianto di climatizzazione estiva	SI		NO	
Immagini dati di targa dell'impianto di climatizzazione estiva	SI		NO	

Impianto ACS

Numero generatori	
Numero medio ore di accensione/giorno	
Numero medio di giorni di funzionamento	
Orario di accensione	
Orario di spegnimento	

Nome del generatore elettrico		
Numero di bollitori uguali		
Data di installazione		
Data di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Matricola		
Potenza elettrica		kW

Tipologia di generatore	A combustione	
Nome del gruppo termico		
Data di installazione		
Data di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Matricola		
Potenza utile nominale massima		kW
Rendimento utile a potenza nominale massima		%
Tipo di generazione		
Gruppo termico singolo		
Gruppo termico modulare		
Generatore d'aria calda		
Superficie servita dal gruppo termico		m2

Nome della pompa di calore	
Data di installazione	
Data di dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Fluido frigorifero	
R22	
R407C	
R410A	
R600	
Altro	
Altro fluido frigorifero	
Sorgente lato esterno	
Aria	
Acqua	
Terreno	
Tipologia di pompa di calore	
Ad assorbimento per recupero di calore	
Ad assorbimento a fiamma diretta	
A compressione, motore elettrico o endotermico	
Efficienza COP o GUE	
Potenza termica nominale	kW
Potenza assorbita nominale	kW
Superficie servita dalla pompa di calore	m2

Immagine dell'impianto di produzione ACS	SI		NO	
Immagine dati di targa dell'impianto di produzione ACS	SI		NO	

Ventilazione

Numero generatori	
Numero medio ore di accensione/giorno	
Numero medio di giorni di funzionamento	
Orario di accensione	
Orario di spegnimento	

Nome impianto di ventilazione				
Data di installazione				
Data di dismissione				
Fabbricante				
Modello				
Tipologia di impianto				
Singolo flusso				
Doppio flusso senza recuperatore di calore				
Doppio flusso con recuperatore di calore				
Altra tipologia				
Massima portata aria		m3/h		
Rendimento di recupero (COP)				
Potenza elettrica assorbita		kW		
Immagine dell'impianto di ventilazione	SI		NO	
Immagine dati di targa dell'impianto di ventilazione	SI		NO	

Cottura cibi

È presente un contatore separato per l'energia utilizzata	SI		NO	
Vettore energetico utilizzato				
Gas naturale				
GPL				
Energia elettrica				
Potenza installata dei fuochi				kW
Pasti serviti/giorno				
Immagine della mensa	SI		NO	

Energia elettrica e illuminazione

ILLUMINAZIONE INTERNA				
È presente illuminazione interna centralizzata	SI		NO	
Tipologia di illuminazione prevalente				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Esiste un'altra tipologia di illuminazione rilevante	SI		NO	
Tipologia di illuminazione				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Tipo di sistema di controllo del flusso luminoso				
Manuale				
Automatico				
ILLUMINAZIONE ESTERNA				
È presente illuminazione esterna centralizzata	SI		NO	
Tipologia di illuminazione prevalente				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Esiste un'altra tipologia di illuminazione rilevante	SI		NO	
Tipologia di illuminazione				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Tipo di sistema di controllo del flusso luminoso				
Manuale				
Automatico				
ALTRE UTENZE ELETTRICHE				
Consumi elettrici di altre utenze elettriche				kWh
Immagini dell'impianto d'illuminazione	SI		NO	

Immagini di palestra/altre utenze elettriche	SI		NO	
--	----	--	----	--

Pannelli solari termici

Presenza di pannelli solari termici e superficie	SI		NO			m ²
Marca						
Modello						
Tipo di collettore						
Piano vetrato						
Tubi sottovuoto, assorbitore piano						
Tubi sottovuoto, assorbitore circolare						
Piano non vetrato						
Numero pannelli						
Inclinazione sul piano orizzontale (°)						
Esposizione						
N						
NE						
NW						
S						
SE						
SW						
E						
W						
Superficie disponibile per impianti solari	SI		NO			m ²
Immagini dell'impianto solare termico	SI		NO			

Pannelli solari fotovoltaici

Presenza di pannelli fotovoltaici e superficie	SI		NO			m ²	
Marca							
Modello							
Tipo di collettore							
Silicio monocristallino							
Silicio policristallino							
Film sottile di silicio amorfo							
Altri strati di film sottile							
Film sottile di diseleniuro di indio-rame-gallio							
Film sottile di telluro di cadmio							
Numero pannelli							
Inclinazione sul piano orizzontale (°)							
Esposizione							
N							
NE							
NW							
S							
SE							
SW							
E							
W							
Superficie disponibile per impianti solari	SI		NO			m ²	
Immagini dell'impianto fotovoltaico				SI		NO	

Gestione del verde

Superficie del verde				m ²
Irrigazione automatica	SI		NO	
Potenza elettrica assorbita dalla pompa o dal sistema di irrigazione				kW
Ore medie di funzionamento/giorno				
Giorni medi di funzionamento/anno				
Immagini dell'impianto di gestione del verde	SI		NO	



**ENERGIA E SOSTENIBILITÀ
PER LA
PUBBLICA AMMINISTRAZIONE**

ALLEGATO 2: SCHEDE DI RILIEVO UFFICI

Nome uffici

Codice fiscale uffici

Via, .. - CAP - CITTA'

Attività 1.2.1 - Realizzazione di un manuale per la corretta redazione della diagnosi energetica di edifici pubblici a partire dalle esperienze già realizzate da ENEA

Nicolandrea Calabrese

Americo Carderi

Carmen Lavinia

Francesca Caffari

Elisa Passafaro

Laboratorio efficienza energetica negli Edifici e Sviluppo Urbano

Gennaio 2019

Modalità di compilazione scheda

I campi da compilare sono colorati come nelle due caselle sottostanti. Completare le schede sulla base delle indicazioni riportate nella tabella seguente, in base al colore.

	INSERIRE UNA X NEL CAMPO PER CONFERMARE L'OPZIONE
	COMPLETARE IL CAMPO CON LE INFORMAZIONI RICHIESTE

DATI GENERALI

Dati tecnico rilevatore

Cognome	
Nome	
Titolo	
Ordine/Albo di iscrizione	
Numero di iscrizione	
Indirizzo	
Civico	
Comune	
CAP	
Provincia	
Telefono	
Indirizzo mail	
Indirizzo PEC	

Dati referente ufficio

Cognome	
Nome	
Titolo	
Ordine/Albo di iscrizione	
Numero di iscrizione	

Indirizzo	
Civico	
Comune	
CAP	
Provincia	
Telefono	
Indirizzo mail	
Indirizzo PEC	

Dati edificio

Nome dell'ufficio				
Codice dell'ufficio				
Codice dell'edificio				
Tipologia di ufficio*				
Tipo A				
Tipo B				
Tipo C				
Ufficio pubblico	SI		NO	
Comune				
CAP				
Latitudine		Longitudine		
Indirizzo				
Codice ISTAT Regione				
Codice ISTAT Comune				
Foglio				
Particella				
Subalterno				
Sezione amministrativa				
Sezione urbana				
Proprietà				
Anno di costruzione				
Epoca di costruzione				
Fabbricato singolo	SI		NO	
Numero di fabbricati				
L'edificio o i locali in esame sono utilizzati tutto l'anno	SI		NO	

Mesi di utilizzo				
Gennaio	SI		NO	
Febbraio	SI		NO	
Marzo	SI		NO	
Aprile	SI		NO	
Maggio	SI		NO	
Giugno	SI		NO	
Luglio	SI		NO	
Agosto	SI		NO	
Settembre	SI		NO	
Ottobre	SI		NO	
Novembre	SI		NO	
Dicembre	SI		NO	
Destinazione d'uso dell'edificio mista	SI		NO	
Superficie dell'edificio non adibita ad uso uffici (m ²)				
Altre destinazioni d'uso				
Commerciale	SI		NO	
Residenziale	SI		NO	
Turistico-ricettiva	SI		NO	
Produttiva	SI		NO	
Rimessaggio veicoli	SI		NO	
Proprietà dei locali non ad uso uffici				
Numero - di occupanti dell'edificio ad uso uffici				
L'edificio è stato costruito appositamente per uso uffici	SI		NO	
L'edificio è stato costruito per altri usi ed adattato permanentemente ad uso uffici	SI		NO	
Possibilità di chiusura dell'ufficio per breve periodo	SI		NO	
Possibilità di chiusura dell'ufficio per lungo periodo	SI		NO	
Edificio sottoposto a Vincolo di Tutela del Patrimonio Culturale	SI		NO	
Altra tipologia di Vincolo per l'edificio	SI		NO	
Tipologia vincolo				
In caso di ufficio pubblico: presenza di collegamenti con il tessuto urbano (es: trasporti pubblici, mezzi ferroviari, mezzi privati...)	SI		NO	
Data del sopralluogo				

Note				
Immagini dei prospetti	SI		NO	

(*) Classificazione internazionale degli immobili ad uso ufficio

Suddivisione internazionalmente adottata per le unità immobiliari destinate ad ufficio:

TIPO A: Spazi ad uffici di alta qualità. Caratteristiche: pianta flessibile; climatizzazione; disponibilità di parcheggi; pavimento galleggiante o controsoffitto; dotazioni moderne per la clientela business; idoneità alle norme e requisiti di sicurezza.

TIPO B: Spazi ad uffici di buona qualità. Caratteristiche: costruiti secondo uno standard internazionale, con finiture anche di alto livello. Possono avere la mancanza di alcuni requisiti essenziali propri della classe A, con assenza di climatizzazione o parcheggi sufficienti.

TIPO C: Spazi ad uffici di minima qualità. Caratteristiche: immobili di uso promiscuo con spazi ad ufficio, ma con standard di minima qualità oppure immobili residenziali risistemati. Possono avere un elevato livello di finiture, ma non sono muniti di climatizzazione e di condizionamento, né di parcheggi e generalmente non sono rispondenti alle normative internazionali in materia di sicurezza e di antincendio.

(Fonte: Agenzia del Territorio -Tecnoborsa, Glossario delle definizioni tecniche in uso nel settore economico-immobiliare – Edizione II, 2008).

Dati geometrici

Altezza netta media dei locali						m
Superficie totale lorda dell'edificio ad uso uffici						m ²
Volume lordo dell'edificio ad uso uffici						m ³
Numero piani dell'edificio						
Superficie netta riscaldata						m ²
Superficie lorda disperdente						m ²
ULTERIORI SPAZI/SERVIZI COMUNI						
Sottotetto utilizzabile	SI		NO			m ²
Doppia porta d'ingresso (es. porta girevole, doppie porte..)	SI		NO			
Piano pilotis non riscaldato	SI		NO			m ²
Sala d'attesa	SI		NO			m ²
Auditorium	SI		NO			m ²
Aula Magna	SI		NO			m ²
Mensa	SI		NO			m ²
Parcheggio	SI		NO			m ²
Palestra	SI		NO			m ²
Altri locali	SI		NO			m ²
Immagini degli ulteriori spazi/servizi comuni	SI		NO			

Manutenzione edilizia

Tipologia costruttiva	(cemento armato/muratura)				
Manutenzioni importanti e ristrutturazioni effettuate per l'immobile	SI		NO		
Investimenti effettuati negli ultimi 10 anni	SI		NO		
Importo investimenti					€
STATO DELLA MANUTENZIONE EDILIZIA					
Pavimentazione interna e rivestimenti					
Da ripristinare					
Scarso					
Medio					
Buono					
Pareti disperdenti, lato esterno					
Da ripristinare					
Scarso					

Medio				
Buono				
Pareti disperdenti, lato interno				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Coperture				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Serramenti esterni				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Serramenti interni				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Servizi igienici				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Note				
Immagini sullo stato della manutenzione edilizia	SI		NO	

Manutenzione impianti e servizi presenti

SERVIZI PRESENTI						
Climatizzazione invernale			SI		NO	
Fasce orarie di accensione						
Numero medio ore di accensione/giorno						
Numero medio giorni di funzionamento/anno						
L'impianto serve più zone termiche regolate singolarmente	(es. zona 1, zona 2...)					
E' possibile sezionare l'impianto			SI		NO	
Vettore energetico prevalente per produzione energia termica						
Gas naturale						
Gasolio						
GPL						
Energia elettrica						
Olio combustibile						
Biomasse solide						
Biomasse liquide						
Biomasse gassose						
Energia termica da rete						
Teleriscaldamento						
È presente un altro vettore energetico per energia termica			SI		NO	
Ulteriore vettore energetico utilizzato						
Gas naturale						
Gasolio						
GPL						
Energia elettrica						
Olio combustibile						
Biomasse solide						
Biomasse liquide						
Biomasse gassose						
Energia termica da rete						
Teleriscaldamento						
Punto di riconsegna PDR						
Produzione di ACS			SI		NO	
Numero di docce servite						
Numero di lavandini serviti						

Numero di bidet serviti				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Punto di riconsegna PDR				
Energia elettrica e illuminazione	SI		NO	
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Contatore energia elettrica	SI		NO	
Quanti contatori sono presenti?				
Point of Delivery (POD)				
Climatizzazione estiva	SI		NO	
Fasce orarie di accensione				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Ventilazione - Ricambio meccanico dell'aria	SI		NO	
Fasce orarie di accensione				
Numero medio ore di accensione/giorno				
Numero medio giorni di funzionamento/anno				
Pannelli solari	SI		NO	
Gestione del verde	SI		NO	
Fasce orarie di accensione impianti				
Apparecchi elevazione	SI		NO	
Altro impianto				
Presenza di sistemi di monitoraggio e controllo per climatizzazione ambienti	SI		NO	
È presente un sistema di contabilizzazione del calore	SI		NO	
Presenza di sistemi di monitoraggio e controllo per impianti elettrici	SI		NO	
Presenza di fattori inquinanti esterni	SI		NO	
Problematiche energetiche				
STATO DELLA MANUTENZIONE IMPIANTI				
Impianto climatizzazione invernale				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Sistema di generazione del calore				

Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Sistema di generazione ACS	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Impianto elettrico	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Illuminazione interna	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Illuminazione esterna	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Macchina frigorifera/impianto climatizzazione estiva	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Impianto di ventilazione	
Da ripristinare	
Scarso	
Medio	
Buono	
Impianto idrico sanitario	
Da ripristinare	

Scarso				
Medio				
Buono				
Impianto per la gestione del verde				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Impianti sollevamento				
Da ripristinare				
Scarso				
Medio				
Buono				
Altro				
Immagini sullo stato della manutenzione di impianti e servizi presenti	SI		NO	

INDAGINE ENERGETICA

Consumi

COMBUSTIBILE					
I consumi rilevati riguardano solo la parte dell'edificio ad uso uffici		SI		NO	
Quota di consumo della sola parte ad uso uffici					%
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 1					UMvettore1/anno
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 2					UMvettore1/anno
Consumo medio annuo, vettore1 – Anno 3					UMvettore1/anno
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 1					UMvettore2/anno
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 2					UMvettore2/anno
Consumo medio annuo, vettore 2 – Anno 3					UMvettore2/anno
ENERGIA ELETTRICA					
I consumi rilevati riguardano solo la parte ad uso uffici		SI		NO	
Quota di consumo della sola parte ad uso uffici					%
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 1					kWh/anno
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 2					kWh/anno
Consumo medio annuo di energia elettrica – Anno 3					kWh/anno
Immagini dei contatori di energia		SI		NO	

Involucro

Zona climatica	(A/B/C/D/E/F)			
Numero dei gradi giorno della località (GG)				
Quota dal livello del mare (m s.l.m.)				
Temperatura minima di progetto (°)				
Temperatura media del volume riscaldato (°)				
Umidità relativa esterna %				
Tipologia pareti verticali				
Muratura in pietra non coibentata				
Muratura in blocchi di tufo non coibentata				
Muratura in mattoni semipieni non coibentata				
Muratura in mattoni pieni non coibentata				
Muratura a cassa vuota non coibentata				
Muratura in pannelli di calcestruzzo non coibentata				
Muratura con coibentazione interna				
Muratura con coibentazione esterna				
Muratura con coibente in intercapedine				
E' nota la trasmittanza termica	SI		NO	
Tipologia di paramento esterno				
Intonaco				
Laterizio				
Cortina				
Esposizione della parete verticale con superficie maggiore				
Non definibile				
Nord				
Sud				
Est				
Ovest				
Presenza di condensa e/o muffe sui paramenti interni dell'involucro				
Assente				
Presente				
Presente e circoscritta				
Presente e diffusa				
Tipologia coperture				

Copertura piana calpestabile non coibentata									
Copertura piana calpestabile coibentata									
Copertura piana non calpestabile non coibentata									
Copertura piana non calpestabile coibentata									
Copertura a tetto cls o acciaio non coibentata									
Copertura a tetto cls o acciaio coibentata									
Copertura a tetto in legno non coibentata									
Copertura a tetto in legno coibentata									
E' nota la trasmittanza termica				SI		NO			W/m ² K
È presente un sottotetto						SI		NO	
Il sottotetto è riscaldato						SI		NO	
Tipologia di pavimento									
Calpestabile non isolata									
Calpestabile isolata									
Non calpestabile non isolata									
Non calpestabile isolata									
Tipologia solai									
Pavimento contro terra non coibentato									
Pavimento contro terra coibentato									
Pavimento su vano freddo non coibentato									
Pavimento su vano freddo coibentato									
Pavimento verso esterno (es: pilotis) non coibentato									
Pavimento verso esterno (es: pilotis) coibentato									
Tipologia vetri e elementi vetrati									
Vetro singolo									
Vetro doppio, non rivestito, strato aria									
Vetro doppio, basso emissivo, strato aria/gas									
Vetro triplo, basso emissivo, strato aria/gas									
Numero serramenti e/o elementi vetrati									
Tipologia di telaio									
Alluminio con taglio termico									
Alluminio senza taglio termico									
Legno									
PVC									
Acciaio con taglio termico									

Acciaio senza taglio termico				
Misto (legno+alluminio)				
Presenza di schermature solari	SI		N	
Tipologia di schermature solari				
Tende esterne				
Tende interne				
Lamelle nel vetrocamera				
Altre schermature solari				
Presenza di chiusure oscuranti	SI		N	
Tipologia di chiusure oscuranti				
Tapparelle				
Scuri				
Persiane				
Altre chiusure oscuranti				
Immagini dei componenti dell'involucro	SI		N	

Climatizzazione invernale

Tipologia di generatore	A combustione			
Nome del gruppo termico				
Anno di installazione				
Anno di dismissione				
Fabbricante				
Modello				
Matricola				
Fluido termovettore				
Aria				
Acqua				
Potenza utile nominale				kW
Rendimento a potenza utile nominale				%
Tipo di generatore				
Gruppo termico singolo				
Gruppo termico modulare				
Generatore d'aria calda				
Il generatore è a condensazione	SI		NO	
Superficie servita				m ²

Volume servito				m ³
Rapporto potenza installata/superficie riscaldata				W/m ²
Rapporto potenza installata/volume riscaldato				W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del caldo				
Radiatori				
Termoconvettori				
Ventilconvettori				
Pannelli radianti				
Bocchette				
Strisce radianti				
Tipo di distribuzione				
A colonne montanti				
Con collettori a zona				
Orizzontale a pettine				
Canalizzata				
Tipo di regolazione				
Solo climatica				
Solo di zona				
Solo per singolo ambiente				
Zona + climatica				
Solo per singolo ambiente + climatica				
Regolazione manuale (termostato di caldaia)				
Presenza valvole termostatiche	SI		NO	
Corpi scaldanti elettrici autonomi	SI		NO	
Il generatore serve anche per la produzione di ACS	SI		NO	

Tipologia di generatore	Pompa di calore
Nome della pompa di calore	
Anno di installazione	
Anno di dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Fluido frigorifero	
R22	
R407C	

R410A		
R600		
Altro		
Altro fluido frigorigeno		
Sorgente lato esterno		
Aria		
Acqua		
Terreno		
Fluido lato utenze		
Aria		
Acqua		
Tipologia di pompa di calore		
Ad assorbimento per recupero di calore		
Ad assorbimento a fiamma diretta		
A compressione, motore elettrico o endotermico		
Potenza termica nominale		kW
Potenza assorbita nominale		kW
Efficienza COP o GUE		
Superficie servita		m ²
Volume servito		m ³
Rapporto potenza installata/superficie riscaldata		W/m ²
Rapporto potenza installata/volume riscaldato		W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del caldo		
Radiatori		
Termoconvettori		
Ventilconvettori		
Pannelli radianti		
Bocchette		
Strisce radianti		
Travi fredde		
Tipo di distribuzione		
A colonne montanti		
Con collettori a zona		
Orizzontale a pettine		
Canalizzata		
Tipo di regolazione		

Solo climatica				
Solo di zona				
Solo per singolo ambiente				
Zona + climatica				
Solo per singolo ambiente + climatica				
Regolazione manuale (termostato di caldaia)				
Il generatore serve anche per la produzione di ACS	SI		NO	

Immagini dell'impianto di climatizzazione invernale	SI		NO	
Immagini dati di targa dell'impianto di climatizzazione invernale	SI		NO	

Climatizzazione estiva

Tipologia di generatore	Macchina frigorifera/Pompa di calore
Nome della macchina frigorifera/ pompa di calore	
Anno di installazione	
Anno di dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Fluido frigorifero	
R22	
R407C	
R410A	
R600	
Altro	
Altro fluido frigorifero	
Sorgente lato esterno	
Aria	
Acqua	
Terreno	
Fluido lato utenze	
Aria	
Acqua	
Tipologia di macchina frigorifera	
Ad assorbimento per recupero di calore	

Ad assorbimento a fiamma diretta				
A compressione, motore elettrico o endotermico				
Potenza frigorifera nominale				kW
Potenza assorbita nominale				kW
Efficienza EER o GUE				
Superficie servita				m ²
Volume servito				m ³
Rapporto potenza installata/superficie raffrescata				W/m ²
Rapporto potenza installata/volume raffrescato				W/m ³
Tipo di terminali di erogazione del freddo				
Termoconvettori				
Ventilconvettori				
Pannelli radianti				
Bocchette				
Strisce radianti				
Travi fredde				
Tipo di distribuzione				
A colonne montanti				
Con collettori a zona				
Orizzontale a pettine				
Canalizzata				
Tipo di regolazione				
Regolazione ON/OFF				
Modulante				
Immagini dell'impianto di climatizzazione estiva	SI		NO	
Immagini dati di targa dell'impianto di climatizzazione estiva	SI		NO	

Impianto ACS

Nome dello scaldabagno elettrico	
Anno di installazione	
Annodi dismissione	
Fabbricante	
Modello	
Matricola	
Potenza elettrica	kW

Numero di scaldabagni elettrici uguali		
Tipologia di generatore	A combustione	
Nome del gruppo termico		
Anno di installazione		
Anno di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Matricola		
Potenza utile nominale		kW
Rendimento alla potenza utile nominale massima		%
Tipo di generatore		
Gruppo termico singolo		
Gruppo termico modulare		
Generatore d'aria calda		
Superficie servita		m ²
Nome della pompa di calore		
Anno di installazione		
Anno di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Matricola		
Fluido frigorigeno		
R22		
R407C		
R410A		
R600		
Altro		
Altro fluido frigorigeno		
Sorgente lato esterno		
Aria		
Acqua		
Terreno		
Fluido lato utenze		

Aria		
Acqua		
Tipologia di pompa di calore		
Ad assorbimento per recupero di calore		
Ad assorbimento a fiamma diretta		
A compressione, motore elettrico o endotermico		
Potenza termica nominale		kW
Potenza assorbita nominale		kW
Efficienza COP o GUE		
Superficie servita		m ²

Immagine dell'impianto di produzione ACS	SI		NO	
Immagine dati di targa dell'impianto di produzione ACS	SI		NO	

Ventilazione

Numero generatori	
Numero medio ore di accensione/giorno	
Numero medio di giorni di funzionamento	
Orario di accensione	
Orario di spegnimento	

Nome impianto di ventilazione		
Anno di installazione		
Anno di dismissione		
Fabbricante		
Modello		
Tipologia di impianto		
Singolo flusso		
Doppio flusso senza recuperatore di calore		
Doppio flusso con recuperatore di calore		
Altro		
Altra tipologia di impianto		
Massima portata aria		m ³ /h
Potenza elettrica assorbita		kW

Rendimento di recupero %				
Immagine dell'impianto di ventilazione	SI		NO	
Immagine dati di targa dell'impianto di ventilazione	SI		NO	

Cottura cibi

È presente un contatore separato per l'energia utilizzata	SI		NO	
Vettore energetico utilizzato				
Gas naturale				
GPL				
Energia elettrica				
Potenza installata dei fuochi				kW
Pasti serviti/giorno				
Immagine della mensa	SI		NO	

Energia elettrica e illuminazione

ILLUMINAZIONE INTERNA				
Tipologia di illuminazione prevalente				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Esiste un'altra tipologia di illuminazione rilevante	SI		NO	
Tipologia di illuminazione				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Controllo della luce artificiale				
Manuale				
Automatico				
ILLUMINAZIONE ESTERNA				
Tipologia di illuminazione prevalente				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				

Percentuale di incidenza %				
Esiste un'altra tipologia di illuminazione rilevante	SI		NO	
Tipologia di illuminazione				
Lampade ad incandescenza				
Lampade fluorescenti				
Lampade a LED				
Percentuale di incidenza %				
Controllo della luce artificiale				
Manuale				
Automatico				
ALTRE UTENZE ELETTRICHE				
Consumi di altre utenze elettriche (pc, stampanti, sala CED...)				kWh
Immagini dell'impianto di illuminazione	SI		NO	
Immagini di palestra/altre utenze elettriche	SI		NO	

Pannelli solari termici

Presenza di pannelli solari termici e superficie	SI		NO			m ²
Marca						
Modello						
Tipo di collettore						
Piano vetrato						
Tubi sottovuoto, assorbitore piano						
Tubi sottovuoto, assorbitore circolare						
Piano non vetrato						
Numero di pannelli						
Inclinazione sul piano orizzontale (°)						
Esposizione						
N						
NE						
NW						
S						
SE						
SW						
E						

W								
Superficie disponibile per impianti solari	SI		NO			m ²		
Immagini dell'impianto solare termico					SI		NO	

Pannelli solari fotovoltaici

Presenza di pannelli fotovoltaici e superficie	SI		NO			m ²		
Marca								
Modello								
Tipo di pannello								
Silicio monocristallino								
Silicio policristallino								
Film sottile di silicio amorfo								
Altri strati di film sottile								
Film sottile di diseleniuro di indio-rame-gallio								
Film sottile di telluro di cadmio								
Numero di pannelli								
Inclinazione sul piano orizzontale (°)								
Esposizione								
N								
NE								
NW								
S								
SE								
SW								
E								
W								
Superficie disponibile per impianti solari	SI		NO			m ²		
Immagini dell'impianto fotovoltaico					SI		NO	

Gestione del verde

Superficie del verde				m ²
Irrigazione automatica	SI		NO	
Potenza elettrica assorbita dalla pompa o dal sistema di irrigazione				kW
Ore medie di funzionamento/giorno				
Giorni medi di funzionamento/anno				
Immagini dell'impianto di gestione del verde	SI		NO	