

LINEE GUIDA PER LA REDAZIONE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA DELL'EDIFICIO

Di seguito si riportano alcune indicazioni sui passaggi fondamentali da eseguire in fase di redazione della diagnosi energetica per gli edifici ad uso residenziale:

1. Cos'è la diagnosi energetica

La diagnosi energetica, secondo il D.Lgs. 115/2008, è una procedura sistemica che si pone l'obiettivo di:

- fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio;
- individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo dei costi-benefici dell'intervento.

1.1 Differenza fra diagnosi energetica e Attestato di Prestazione Energetica (APE)

La **diagnosi energetica** è una relazione che contiene una valutazione energetica adattata all'utenza, avente come dati in ingresso i dati climatici, i profili di utilizzo e le caratteristiche dell'edificio non standard, ma REALI. L'obiettivo di una diagnosi è di ottenere una stima realistica dei consumi energetici dell'edificio, al fine di individuare le criticità e proporre gli interventi di efficientamento energetico più idonei.

L'**APE** è un attestato che valuta la qualità energetica del sistema edificio-impianto, viene redatto nell'ambito della certificazione energetica e ha la finalità di consentire la confrontabilità della prestazione energetica tra edifici, espressa con una scala di classificazione energetica. Per garantire tale confrontabilità, diversamente dalla diagnosi energetica, viene redatto in condizioni standard normalizzate, non corrispondenti alle condizioni reali.

2. Norme tecniche di riferimento per la diagnosi energetica degli "edifici"

Allo stato attuale per eseguire la diagnosi energetica degli edifici, si deve fare riferimento alle seguenti norme tecniche:

- UNI CEI EN 16247-1: 2012 "Diagnosi Energetiche - Parte 1: Requisiti generali", che definisce i requisiti, la metodologia e la reportistica comune a tutte le diagnosi energetiche;
- UNI CEI EN 16247-2: 2014 "Diagnosi Energetiche - Parte 2: Edifici", che si applica alle diagnosi energetiche specifiche per gli edifici, definendone i requisiti, la metodologia e la reportistica;
- UNI CEI EN 16247-5: 2015 "Diagnosi energetiche - Parte 5: Competenze dell'auditor energetico", che specifica le competenze che deve possedere il REDE (Referente della Diagnosi Energetica);
- UNI/TS 11300, in materia di Prestazioni energetiche degli edifici.

3. I requisiti generali della diagnosi energetica

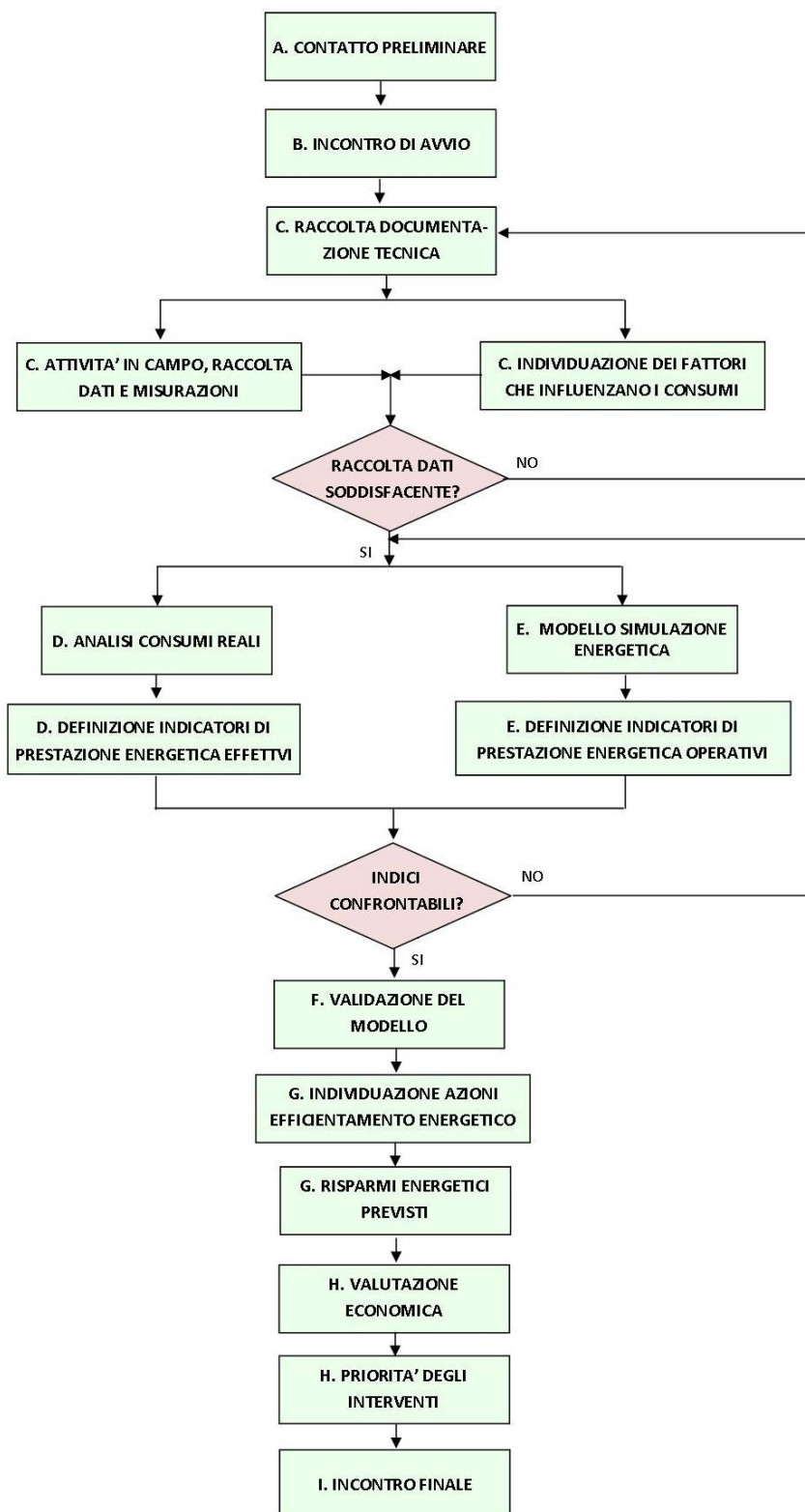
La diagnosi energetica, in generale, deve possedere cinque requisiti fondamentali:

- i. Completezza** **Definizione puntuale del sistema energetico.**
 Si intende la capacità di descrivere il sistema energetico includendo tutti gli aspetti significativi:
- 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 (BACS, acronimo per "building automation and control systems")
 - componenti di movimentazione all'interno degli edifici, quali ascensori, scale mobili, nastri trasportatori;
 - comfort termico, qualità dell'aria, acustica e illuminazione.
- ii. Attendibilità** **Raccolta di dati con sopralluoghi e indagini approfondite, in numero e qualità idonee.**
 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 l'analisi dei consumi reali e per la definizione degli indicatori di prestazione energetica effettivi. Tale requisito è perseguibile attraverso 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 o con quanto rilevato dalla strumentazione di misura.
- iii. Tracciabilità** **Ricostruzione del percorso logico e tecnico seguito nel processo di diagnosi.**
 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.
- iv. Utilità** **Valutazione dei possibili interventi migliorativi effettuata con un'analisi costi – benefici.**
 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 ed economici, le cautele e interazioni con altri interventi, i costi, i riferimenti tecnici normativi e legislativi, le misure e verifiche da effettuare a valle dell'applicazione.
- v. Verificabilità** **Aumento di efficienza energetica a seguito degli interventi proposti in linea con quanto preventivato.**
 Si esplicita nell'identificazione degli elementi che consentono al committente la verifica del conseguimento dei miglioramenti di efficienza risultanti dall'applicazione degli interventi proposti.

4. Le fasi della diagnosi energetica

Come indicato nella norma UNI CEI EN 16247-2, la procedura generale di diagnosi prevede le seguenti fasi: contatto preliminare con il committente, incontro per l'avvio, raccolta dati, attività in campo, analisi, redazione del rapporto di diagnosi energetica e incontro finale con il committente per la presentazione dei risultati.

Di seguito si riporta un diagramma di flusso che ripercorre più nel dettaglio le diverse fasi della diagnosi energetica:



A. CONTATTO PRELIMINARE

Nella fase di contatto preliminare è necessario concordare con il committente scopo, grado di accuratezza e finalità (ambito di intervento), in modo da definire i confini dell'attività di diagnosi e così da poter pianificare le attività in risposta alle esigenze della committenza.

B. INCONTRO DI AVVIO

Nel primo incontro con la committenza si concordano le modalità di accesso al sistema edificio - impianto, i dati da fornire ed il programma di esecuzione della diagnosi energetica. Durante l'incontro sarà importante definire ed individuare:

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

C. ATTIVITA' IN CAMPO, RACCOLTA DOCUMENTAZIONE TECNICA, DATI, MISURAZIONI E INDIVIDUAZIONE DEI FATTORI CHE INFLUENZANO I CONSUMI

➤ Documentazione tecnica da raccogliere

- documenti tecnici esistenti in merito a geometria e dimensione dell'edificio, elementi tecnologici ed impianti (planimetrie, disegni tecnici, schemi di impianto, abaco strutture, abaco infissi, abaco ponti termici, ecc.);
- certificazione energetica dell'edificio, ove disponibile;
- relazione tecnica sui requisiti minimi di prestazione energetica dell'edificio, ove disponibile;
- documentazione relativa ad eventuali interventi di manutenzione/ristrutturazione precedentemente eseguiti;
- documentazione fotografica.

➤ Dati da raccogliere

A seguito della raccolta della documentazione tecnica, occorre verificare la rispondenza dei dati raccolti ed integrare quelli mancanti attraverso rilievi ed interviste agli occupanti. In particolare, occorre essere in possesso dei seguenti dati:

- dati generali (indirizzo, Comune, dati catastali, coordinate geografiche, destinazione d'uso, epoca costruttiva, numero di unità immobiliari, eventuali interventi di manutenzione delle strutture o dell'involucro);
- dati geometrici (volume lordo riscaldato, superficie disperdente lorda, rapporto S/V, superficie utile, caratterizzazione delle zone termiche, ecc.);
- dati involucro edilizio disperdente (tenendo anche conto degli ombreggiamenti da orografia e da ostruzioni esterne, delle schermature solari e delle chiusure oscuranti);
- dati impianto di climatizzazione invernale inclusi i sottosistemi presenti (generazione, accumulo, distribuzione, emissione e regolazione);
- dati impianto di climatizzazione estiva inclusi i sottosistemi presenti (generazione, accumulo, distribuzione, emissione e regolazione);
- dati sistemi di termoregolazione e contabilizzazione;

- dati impianto produzione di ACS inclusi i sottosistemi presenti (generazione, accumulo, distribuzione, emissione e regolazione);
- dati impianto di ventilazione (naturale o meccanica) inclusi sistemi di umidificazione e deumidificazione;
- dati apparecchiature ad energia elettrica;
- dati impianti a fonti energetiche rinnovabili;
- valori di impostazione di parametri ambientali interni (temperature, portate o ricambi d'aria, ecc.) 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;
- modalità di utilizzo dell'edificio (uso temporaneo, continuativo, numero di unità immobiliari utilizzate rispetto al totale, ecc.);
- durata della stagione termica (date reali di accensione e spegnimento impianto oppure periodo standard in base alla zona climatica);
- profili di funzionamento dell'impianto;
- altre informazioni su gestione e utilizzo edificio;

Dopo aver individuato i vettori energetici utilizzati occorre acquisire:

- dati dei consumi reali (detti anche consumi effettivi), tramite bollette energetiche e/o letture per la ricostruzione dell'andamento dei consumi termici ed elettrici di almeno tre anni (se possibile, con ripartizione mensile); in particolare:
 - per l'energia termica i dati da raccogliere sono: tipo di combustibile, potere calorifico del combustibile, consumo (unità di misura del combustibile e/o kWh), spesa (Euro/anno);
 - per l'energia elettrica i dati da raccogliere sono: consumo annuo (kWh) e tariffa (Euro/kWh);
- dati energia prodotta (kWh) da impianti a fonti energetiche rinnovabili, ove disponibili.

➤ **Misurazioni in campo:**

Potrebbero rendersi necessarie misure in campo per valutare aspetti non riscontrabili nella documentazione disponibile (es. trasmittanza pacchetti murari) con l'utilizzo, ad esempio, di una termocamera, di un termoflussimetro, ecc.

D. ANALISI DEI CONSUMI REALI E DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA EFFETTIVI

Una volta raccolti i consumi reali suddivisi per vettore energetico, occorre 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 di riferimento passa attraverso la descrizione analitica dei consumi relativi ai vari vettori energetici del sistema energetico. Per la definizione del consumo di riferimento occorre:

- effettuare il censimento degli impianti/utilizzatori, distinti per vettore energetico;
- dettagliare i consumi di energia disaggregati per vettore energetico;
- ove possibile, ripartire i consumi relativi ad ogni vettore energetico secondo i servizi energetici presenti (climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione,

ventilazione, ascensori e scale mobili); in tal caso è importante indicare se tale ripartizione derivi da dati acquisiti tramite misure o, in alternativa, da stime o calcoli.

Affinché l'analisi sia attendibile, è opportuno esaminare i dati relativi ad almeno tre anni, se possibile, su base mensile, al fine di consentire di valutarne la coerenza e l'attendibilità e di ricercare le cause di eventuali anomalie.

L'attenta **analisi dei consumi reali** consente di individuare i fattori che potrebbero influenzare i consumi di un anno rispetto agli altri presi in esame. Si riportano di seguito alcuni fattori che potrebbero alterare l'andamento dei consumi reali:

- dati climatici anomali;
- gestione dell'edificio anomala rispetto allo standard (variazione date e orari di utilizzo e di funzionamento degli impianti, periodi di chiusura, diversi turni lavorativi, ecc.);
- cambi di destinazione d'uso all'interno dell'edificio;
- variazioni nell'uso degli appartamenti (appartamenti sfitti o nuovi appartamenti locati, ecc.);
- variazioni nelle modalità di climatizzazione invernale (sistemi di riscaldamento ad integrazione rispetto al sistema di riscaldamento prevalente, ad esempio apparecchi a biomassa, ecc.);
- diverse esigenze degli utenti (diverse condizioni termoigrometriche, ecc.);
- variazioni sostanziali degli elementi del fabbricato.

Una volta effettuata l'analisi dei consumi reali relativi ad almeno tre anni, il **consumo di riferimento** si ottiene dalla media dei consumi degli anni tra loro coerenti. Se si rilevano anomalie nell'andamento dei consumi, si analizzano le possibili cause ed eventualmente si decide di escludere l'anno anomalo. 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), ove possibile vanno ripartiti secondo i servizi energetici presenti: climatizzazione invernale, climatizzazione estiva, produzione di ACS, illuminazione, ventilazione, ascensori e scale mobili.

Relativamente ai consumi elettrici, ove possibile è opportuno quantificare i consumi che possano essere ridotti intervenendo sul sistema edificio-impianto, scomputando quelli che non ricadono nel campo dell'efficienza energetica.

Sulla base dei dati rilevati da fatturazione, è possibile conoscere il costo totale della spesa energetica e il costo unitario per vettore energetico (ad esempio, €/kWh, €/Sm³, ecc.). Il confronto tra il costo unitario ottenuto e i costi di mercato consente di verificare la possibilità di abbassare la spesa ottimizzando il contratto di fornitura o gestione.

E. MODELLO DI CALCOLO PER LA SIMULAZIONE ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO E DEFINIZIONE DEGLI INDICATORI DI PRESTAZIONE ENERGETICA OPERATIVI

Dopo aver raccolto ed analizzato i consumi reali, occorre costruire il **modello energetico di simulazione del 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 dell'interazione tra sistemi tecnici e involucro edilizio.

Relativamente al calcolo della prestazione energetica degli edifici, in base allo scopo della diagnosi, alle caratteristiche dell'edificio ed alla qualità dei dati in ingresso, occorre definire se utilizzare un **metodo stazionario**, che prevede calcoli semplificati su base mensile e fa riferimento alle norme tecniche UNI/TS

11300, o se utilizzare un **metodo dinamico orario**, che prevede calcoli su base oraria consentendo 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, ecc.). E' fondamentale garantire la tracciabilità del processo di calcolo utilizzato. La metodologia da utilizzare dipende molto dallo scopo della diagnosi, dalle caratteristiche dell'edificio e dalla qualità dei dati in ingresso.

Per costruire il modello energetico occorre seguire i seguenti step:

- **Inserimento dati climatici:** i dati climatici convenzionali sono riportati nella norma UNI 10349. Per la validazione del modello del sistema edificio-impianto, invece, è opportuno tenere conto, ove disponibili e significativi, 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 in Valle d'Aosta è necessario rivolgersi, a seconda del Comune in cui è posizionata la centralina di rilevamento, a:

- Centro funzionale della Regione Autonoma Valle d'Aosta;
- ARPA Valle d'Aosta.

Una volta ottenuti i dati occorre impostarli 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, definendo 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.
- **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 differenti profili di funzionamento degli impianti.
- **Risultati della simulazione:** per ciascuna zona dell'edificio verranno calcolati i seguenti parametri:
 - fabbisogno di energia termica per riscaldamento o raffrescamento;
 - fabbisogno di energia per produzione di acqua calda sanitaria;
 - fabbisogno di energia per ventilazione meccanica;
 - fabbisogno di energia per illuminazione;
 - fabbisogno di energia per trasporto di cose e persone.

Al termine della costruzione del modello è possibile determinare un **indicatore di prestazione energetica operativo** per ogni vettore energetico e servizio energetico. I consumi ottenuti dalla simulazione, detti consumi operativi, dovranno essere confrontati con quelli effettivi per effettuare la validazione, ossia per verificare l'attendibilità del modello.

Qualora nella simulazione non siano stati considerati alcuni dei servizi energetici presenti, in fase di confronto tra consumo operativo e consumo effettivo occorre tenere conto degli stessi servizi energetici.

F. VALIDAZIONE DEL MODELLO

Per validare il modello energetico occorre confrontare i consumi reali, detti effettivi, (C_e) e i consumi da modello, detti operativi, in condizioni climatiche reali (C_o).

Per confrontare i consumi del modello energetico con quelli reali occorre tenere conto delle condizioni termoigrometriche reali esterne e conoscere i profili di utilizzo del sistema edificio-impianto per gli anni considerati. Le temperature (esterne ed interne) considerate saranno quindi la media delle temperature degli anni presi in considerazione.

Il modello energetico deve, infatti, riferirsi alle condizioni termoigrometriche reali e agli effettivi profili di utilizzo.

La normativa prevede che lo scostamento tra i consumi operativi e i consumi effettivi deve essere al massimo del +/- 5%.

Verifica dello scostamento tra i consumi:

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

Il margine massimo di scostamento può essere +/- 10%, qualora in fase di costruzione del modello non si sia in possesso di dati certi e a seconda del livello di dettaglio che si è deciso di dare alla diagnosi energetica.

La validazione è condizione necessaria per proseguire. Qualora non sia possibile validare il modello occorre rivedere i dati inseriti e i fattori di aggiustamento utilizzati ai consumi reali.

Una volta ottenuta la validazione del modello è possibile proseguire simulando gli interventi di efficientamento energetico che si intende proporre.

G. INDIVIDUAZIONE DELLE AZIONI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO E RISPARMI ENERGETICI PREVISTI

Sulla base di quanto emerso nell'analisi dei consumi reali e nella definizione degli indicatori di prestazione energetica effettivi è possibile individuare le principali criticità dell'edificio sulle quali occorre intervenire per migliorare la prestazione energetica.

Gli interventi migliorativi possono essere:

- interventi sull'involucro;
- interventi sugli impianti meccanici;
- interventi sugli impianti elettrici;
- utilizzo di fonti rinnovabili.

Oltre agli interventi sopra riportati, possono essere proposte azioni di miglioramento relative, ad esempio, all'adozione di sistemi di monitoraggio dei consumi e a buone pratiche per gli utenti nell'uso e gestione dell'edificio.

In fase di proposta degli interventi occorre valutare se le misure di intervento proposte hanno impatto sulle altre misure di intervento in termini di calcolo della prestazione energetica; qualora vi sia un impatto le misure vengono considerate interferenti.

Qualora gli interventi proposti non presentino interferenze con altri interventi è possibile valutare il risparmio energetico di ogni singolo intervento separatamente (utilizzando appositi fogli di calcolo); in questo caso il risparmio energetico complessivo può essere calcolato come la somma dei singoli risparmi.

Invece, se gli interventi individuati presentano interferenze reciproche è necessario valutare il risparmio energetico simulandoli in contemporanea attraverso il modello di calcolo per la simulazione energetica del sistema edificio-impianto.

I miglioramenti determinati dagli interventi di efficientamento energetico proposti devono tradursi in possibili guadagni in termini di confort, manutenzione, costi e riduzione delle emissioni di gas climalteranti.

Per ogni intervento proposto occorre riportare una descrizione dettagliata e l'indicazione dei risparmi energetici conseguibili, valutando sia i singoli interventi, sia gli scenari che tengono conto di più interventi sommati tra loro.

H. VALUTAZIONE ECONOMICA E PRIORITÀ DEGLI INTERVENTI

Per gli interventi individuati occorre effettuare una valutazione economica al fine di definire lo scenario con il rapporto costi-benefici più favorevole. Per la valutazione economica si suggerisce di utilizzare il foglio di calcolo "Diagnosi energetica_Valutazione economica" disponibile sul sito istituzionale della Regione al seguente link http://www.regione.vda.it/energia/Mutui/modulistica_i.aspx

All'interno del rapporto di diagnosi, per ogni intervento o combinazione di interventi occorre indicare il costo dell'investimento, il risparmio economico atteso e il tempo di ritorno.

Nella definizione degli interventi di efficientamento energetico è importante considerare che in linea generale il tempo di ritorno dell'investimento non dovrebbe superare la vita utile dell'intervento. Tuttavia, nei casi in cui un intervento sia considerato necessario o comporti anche altri interventi non energetici strettamente connessi all'intervento stesso (ad esempio, adeguamenti normativi, ecc.) il tempo di ritorno potrebbe risultare maggiore della vita utile.

Nella valutazione economica occorre tenere in considerazione le misure di incentivazione a cui si intende ricorrere. I risultati della valutazione economica devono tenere conto sia **del caso in cui non si ricorra alle misure di incentivazione, sia dei casi in cui si acceda alle stesse.**

Sulla base degli esiti della valutazione economica occorre indicare la priorità degli interventi.

Per l'intervento/scenario individuato e ritenuto prioritario occorre riportare una descrizione dettagliata, i principali indicatori energetici, il risparmio energetico conseguibile e la valutazione economica di dettaglio.

Per le diagnosi energetiche redatte nell'ambito dei mutui per l'efficientamento energetico degli edifici residenziali di cui alla l.r. 13/2015, qualora all'interno di questo paragrafo si volessero riportare indicazioni sulle caratteristiche del mutuo (importo della rata, interessi, costi di istruttoria, ecc.) occorre confrontarsi con gli uffici di Finaosta S.p.A. che si rendono disponibili per fornire una simulazione di dettaglio contenente queste informazioni.

I. INCONTRO FINALE

All'incontro finale il tecnico presenta il rapporto di diagnosi che ha elaborato, contenente la descrizione di tutti i passaggi che sono stati fatti in fase di redazione della diagnosi ed i relativi risultati.