

**PROVINCIA DI GENOVA**



# **LINEE GUIDA PER AUDIT ENERGETICI SU EDIFICI RESIDENZIALI**

Luglio 2013



1) SCOPO DEL LAVORO: .....	3
2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO E MODELLI DI SIMULAZIONE .....	4
3) VERIFICA SULL'OPPORTUNITÁ DELLA DIAGNOSI .....	6
4) FATTIBILITA' DELLA DIAGNOSI ENERGETICA .....	6
5) DATI PER L'AUDIT .....	7
5.1) DATI PRELIMINARI .....	7
5.2) DATI DA RILEVARE TRAMITE SOPRALLUOGO .....	8
EDIFICIO .....	9
IMPIANTO .....	10
6) SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO TERMODINAMICO DELL'EDIFICIO (PROCEDURA TOP-DOWN).....	10
7) AFFINAMENTO DEL MODELLO DI SIMULAZIONE DELL'EDIFICIO (PROCEDURA BOTTOM-UP)..	12
8) INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DEL TEMA EDIFICIO IMPIANTO.....	14
APPENDICE A.....	16
APPENDICE B.....	20
APPENDICE C.....	21

ALLEGATO 1: LA RELAZIONE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

ALLEGATO 2: SINTESI DELL'ANALISI E FLUSSI ECONOMICI



## 1) SCOPO DEL LAVORO:

Il presente documento contiene le linee guida per l'elaborazione di audit energetici nell'edilizia residenziale da parte di professionisti ed aziende che operano nel settore della razionalizzazione energetica e necessitano di uno strumento standardizzato che consenta una stima affidabile del rapporto costi benefici connesso ad azioni di efficientamento del sistema edificio – impianto.

La procedura proposta fa specifico riferimento agli edifici a prevalente uso residenziale che rappresentano la quota maggioritaria delle costruzioni civili; tiene inoltre in considerazione che da un'analisi delle caratteristiche energetiche del nostro parco abitativo, costituito da edifici costruiti in prevalenza prima del 1976 ossia prima dell'entrata in vigore la prima legge nazionale sulle prestazioni energetiche degli edifici, fabbisogni energetici sono prevalentemente focalizzati sul riscaldamento invernale degli ambienti e sulla produzione di acqua calda sanitaria. Per questo motivo la procedura di diagnosi contenuta nel documento è focalizzata sulla ottimizzazione di questi specifici fabbisogni.

Tale guida non ha valore cogente per cui il professionista è libero di utilizzare procedure diverse, elaborate da altri enti o autonomamente, qualora a proprio giudizio le ritenga meglio adatte a rappresentare la situazione in esame.

La metodologia definita nelle linee guida si articola nelle seguenti fasi:

- verifica preliminare dell'opportunità di elaborare un audit energetico; tale azione ha lo scopo di valutare, sulla base di considerazioni puramente qualitative, se sussistano possibilità reali di migliorare le prestazioni energetiche del sistema edificio impianto; tale fase viene automaticamente bypassata nei casi in cui la diagnosi rappresenta un obbligo di legge (Art. 4 DPR 59/09 comma 5) (D.lgs. 115/08 art 13 comma 1 b, art 15 comma 1);
- acquisizione dei dati rilevanti ai fini delle prestazioni energetiche del sistema edificio – impianto (caratteristiche termiche dell'involucro, dei sistemi di conversione energetica e di distribuzione ecc.) e dei consumi (bollette);
- simulazione del comportamento energetico del sistema edificio – impianto attraverso modelli ed algoritmi indicati nell'ambito della metodologia stessa,
- calcolo di opportuni indicatori che permettano il confronto tra i consumi attesi, ottenuti dall'analisi di cui al punto precedente, e quelli reali desunti dalle bollette;
- affinamento dei parametri utilizzati nel modello di simulazione al fine di renderli meglio rispondenti alla situazione di reale utilizzo dell'edificio e degli impianti;
- individuazione degli interventi migliorativi ed analisi tecnico economica in merito alla convenienza della singola azione e di relative combinazioni,
- supporto al committente nell'individuazione delle azioni meglio rispondenti alle esigenze ed alle disponibilità economiche di quest'ultimo.



## 2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO E MODELLI DI SIMULAZIONE

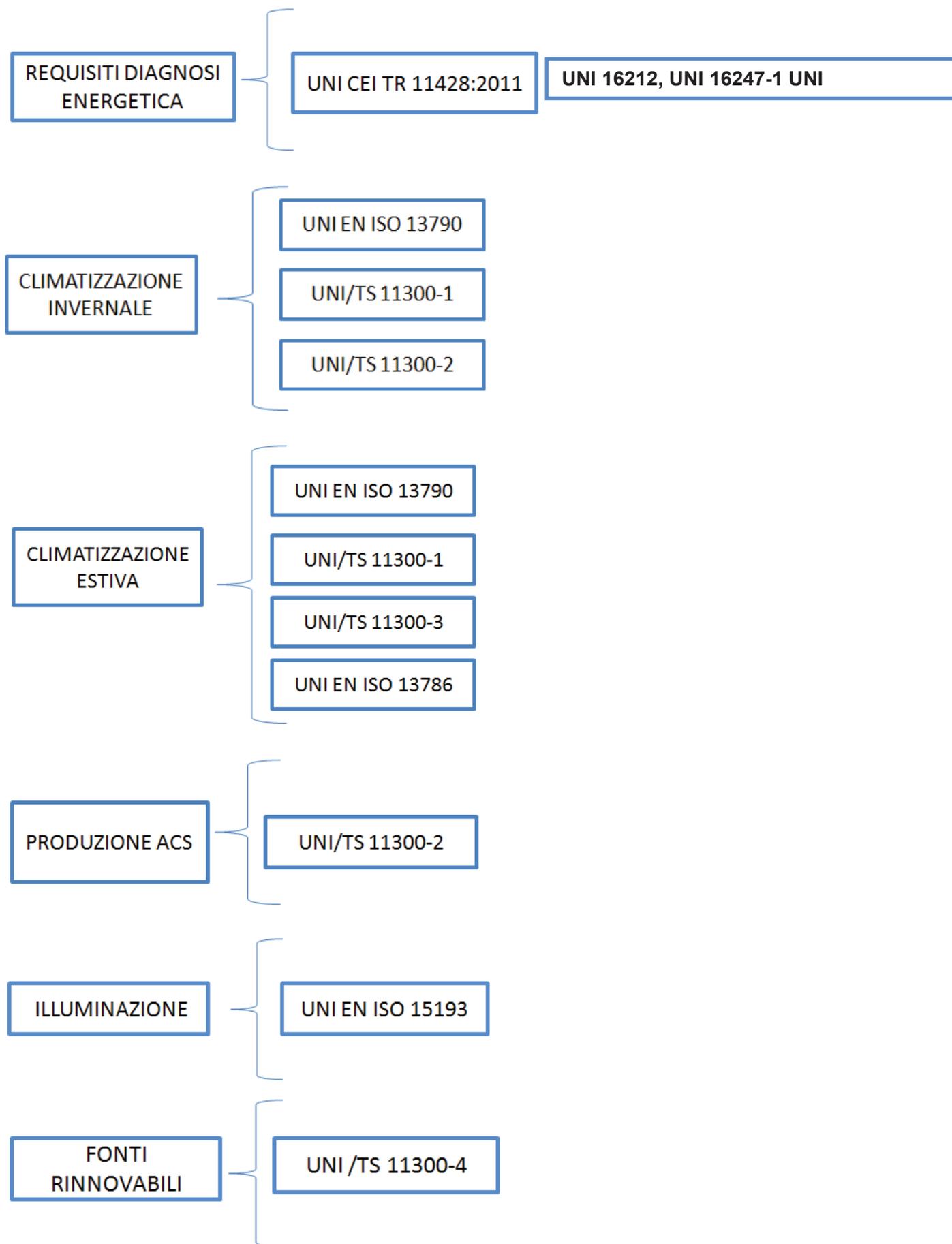
Le presenti linee guida sono state elaborate in conformità con la norma UNI TS 11300 - 1 e 2, procedura A3 (tailored rating)

Tipo di valutazione	Dati di ingresso			Scopo della valutazione
	Uso	Clima	Edificio	
Di progetto (Design Rating)	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire, Certificazione o qualificazione energetica del progetto
Standard (Asset Rating)	Standard	Standard	Reale	Certificazione o qualificazione energetica
Adattata all'utenza (Tailored rating)	In funzione dello scopo		Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

Per quanto attiene ai modelli di simulazione, questi sono gli stessi utilizzati per la progettazione termica degli edifici e degli impianti e fanno riferimento alle norme UNI fatta salva la possibilità di riprodurre le reali modalità di utilizzo dell'edificio e dell'impianto e non solo a quelle standard previste dalle norme stesse.

Come indicato dalla UNI 11300:2 *“la valutazione è effettuata in condizioni effettive di utilizzo sulla base dei dati relativi all'edificio ed all'impianto reale come costruito; per le modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio e dell'impianto, si assumono i valori effettivi di funzionamento nelle condizioni reali di intermittenze dell'impianto.”* In altri termini la normativa richiede che il modello di simulazione si in grado di riprodurre in modo quanto più fedele possibile le reali condizioni operative dell'edificio negli anni per cui si dispone dei consumi, così da rendere significativo il confronto tra questi ultimi ed fabbisogni calcolati.

Il seguente riassume le principale norme tecniche e gli attuali indicatori a cui fare riferimento per la elaborazione delle diagnosi energetica.



### 3) VERIFICA SULL'OPPORTUNITÀ DELLA DIAGNOSI

Una diagnosi energetica ha lo scopo di individuare interventi di efficientamento energetico che risultino sia energeticamente che economicamente vantaggiosi. Ciò in quanto, fatte salve le situazioni in cui il miglioramento delle caratteristiche energetiche di un edificio siano un obbligo di legge (es. interventi di manutenzione straordinaria delle facciate e/o delle coperture, rifacimento delle centrali termiche ecc.) l'unico stimolo che può spingere l'utilizzatore ad intraprendere azioni di riqualificazione energetica è di natura economica. Edifici costruiti di recente esibiscono in generale buone prestazioni energetiche per cui difficilmente si prestano ad interventi di efficientamento ulteriori e tali da consentire un ritorno economico nel medio termine. Stesso discorso vale per immobili sottoposti di recente a ristrutturazioni o manutenzioni straordinarie dei componenti dell'involucro edilizio o degli impianti.

Un professionista esperto in diagnosi deve in primo luogo valutare, sulla base di informazioni generali quali anno di fabbricazione dell'immobile ovvero data degli ultimi interventi di manutenzione/ristrutturazione sugli involucri o sugli impianti, se abbia senso far spendere soldi al proprio cliente per una diagnosi energetica i cui risultati difficilmente porteranno ad individuare interventi energeticamente ed economicamente convenienti nel medio termine (5÷10 anni).

Va da se che la diagnosi rimane comunque utile, anche nei casi sopra menzionati, qualora dai primi colloqui con il cliente si evidenziassero costi energetici anomali ovvero la possibilità di ricorrere tecnologie recenti, non ancora mature all'epoca della costruzione/ristrutturazione/manutenzione, soprattutto se poco invasive dal punto di vista realizzativo.

### 4) FATTIBILITÀ DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Una diagnosi energetica deve esibire le seguenti caratteristiche:

- un costo contenuto; la diagnosi è infatti un studio per l'ottimizzazione dei processi energetici dei fabbricati i cui esiti sono incerti; potrebbe infatti verificarsi il caso in cui dallo studio non si evidenzino interventi convenienti per via delle specifiche caratteristiche dell'edificio o delle relative modalità di utilizzo; è quindi evidente che non si può chiedere ad un cliente di investire cifre significative in azioni che rischiano di non portare vantaggi;
- risultati affidabili; la diagnosi vuole stimolare il committente ad investire in interventi di efficientamento energetico perché profittevoli economicamente; la metodologia di analisi tecnico economica adottata deve quindi essere sufficientemente approfondita così da garantire al committente un'elevata probabilità di successo del proprio investimento.

I due aspetti sopra menzionati possono sembrare contraddittori in quanto analisi approfondite sono in generale più costose. Va allora sottolineato che la diagnosi energetica non pretende di fornire stime precise sui vantaggi energetici ed economici ma semplicemente un ordine di grandezza preliminare, utile e valutare se sussistano o meno le condizioni per sviluppare ulteriormente l'iniziativa. Il livello di approfondimento deve essere compatibile con l'insieme di informazioni reperibili presso la committenza e/o gli uffici pubblici competenti (catasto, uffici tecnici del comune ecc.) e/o attraverso rilevazioni dirette, fermo restando che qualora le informazioni dovessero risultare incomplete, si procederà alla formulazione di diverse ipotesi relative a diffe-



renti scenari individuati dal professionista diagnosticatore sulla base della propria esperienza. Per ciascuna delle suddette ipotesi verranno individuate soluzioni e vantaggi, rimandando ad approfondimenti successivi alla diagnosi l'individuazione di quale che scenario risponda alla situazione reale.

## 5) DATI PER L'AUDIT

La fase di raccolta dei dati è, come in qualunque analisi di tipo ingegneristico, importante poiché, come evidenziato nel paragrafo precedente quanto più dettagliate e numerose saranno le informazioni raccolte tanto maggiore sarà l'affidabilità dei risultati a valle dello studio. È tuttavia noto, soprattutto a chi opera nel settore civile ed in particolare sugli edifici d'epoca, che spesso le informazioni disponibili sono incomplete se non addirittura scarse, e d'altro canto escludere dalla diagnosi tutti gli edifici per cui non si dispone del set completo di informazioni significherebbe rinunciare alla possibilità di riqualificare energeticamente un parco abitativo importante sia numericamente sia per il potenziale di risparmio energetico normalmente ottenibile da interventi su edifici d'epoca.

Nel caso di incompletezza delle informazioni, il professionista individua quelle che sono assolutamente necessarie per l'analisi e su quelle deve concentrare le proprie ricerche ed il proprio tempo, adottando per le altre criteri di stima approssimata tipica dell'attività ingegneristica e riservando di eseguire, a valle dei calcoli, un'analisi di sensibilità basata sulla strategia indicata al punto precedente.

Ferme restando le considerazioni sopra riportate, di seguito viene fornito l'elenco di informazioni necessarie per una corretta diagnosi energetica.

### 5.1) DATI PRELIMINARI

L'analisi del sistema edificio-impianto richiede l'acquisizione preliminare delle seguenti informazioni.

*Dati che da richiedere all'amministratore:*

- dati geometrici planimetrici relativi almeno ad un piano tipo abitato, prospetti ed eventuali sezione; i prospetti possono essere sostituiti da documentazione fotografica rilevata in sede di sopralluogo integrata dalla rilevazione delle dimensioni delle diverse tipologie di serramenti (normalmente un edificio presenta un numero limitato di tipologie di serramento);
- destinazione d'uso delle singole unità immobiliari (residenziale o terziario, prima o seconda casa, uso continuativo o saltuario);
- dati (se disponibili) di contabilizzazione del calore per unità e di centrale;
- consumi e costi energetici degli ultimi tre anni di esercizio standard dell'edificio, suddivisi per vettore energetico (elettricità, metano, gasolio, eventuali fonti rinnovabili ecc.) e, se possibile, per mensilità; qualora non si disponga di tre annualità si può fare riferimento ad un'unica annualità purché completa, tenendo presente che, nel caso di impianti a gasolio, i quantitativi riforniti nell'anno non sono indicativi dei reali consumi annuali, visto che rimanenze nel serbatoio di accumulo possono essere utilizzate l'anno successivo; vanno scartate annualità in cui l'edificio ha avuto un utilizzo anomalo o è stato oggetto di interventi rilevanti ai fini delle prestazioni energetiche (es. riqualificazione della centrale termiche, interventi sull'involucro ecc.); in mancanza dei consumi mensili si può fare riferimento al massimo livello di disaggregazione disponibile;



- contratti di fornitura dell'energia elettrica e del combustibile;
- consumi di acqua calda sanitaria nel caso di produzione centralizzata;
- costi annuali di manutenzione ordinaria e straordinaria sia dell'impianto per la produzione acqua calda sanitaria e sia per quello di riscaldamento;
- eventuali documenti attestanti la ristrutturazione o la manutenzione straordinaria realizzati negli ultimi anni, libretti d'impianto termico e di climatizzazione se presente;
- eventuale documentazione progettuale inerente gli impianti di riscaldamento/climatizzazione, e gli impianti elettrici.

*Dati addizionali da richiedere agli occupanti direttamente o tramite l'amministratore:*

- modalità d'uso del proprio immobile qualora l'amministratore non disponga di informazioni aggiornate (residenziale o terziario, continuativo o saltuario); giornate annue di utilizzo nel caso di uso saltuario ed eventuali temperature di attenuazione qualora sia possibile la regolazione per singolo immobile; numero medio di occupanti ed apparecchiature presenti (lavatrici lavastoviglie, computer, televisori ecc. rilevanti ai fini della corretta valutazione degli apporti termici gratuiti - UNI TS 11300:1 punto 13.1.2);
- consumi di energia elettrica nel caso di impianti autonomi a pompa di calore per riscaldamento. e produzione di acqua calda sanitaria (UNI TS 11300:2 punto 5.2.1 nota 6) o solo per quest'ultima.

*Dati da reperire a cura del professionista:*

- dati tipologici della costruzione: anno di costruzione se non noto all'amministratore o ai proprietari, modalità costruttiva (muratura portante, telaio in calcestruzzo armato e tamponamenti a cassa vuota ecc,)
- temperature esterne medie mensili reali rilevate da stazioni meteo presenti nell'area di ubicazione dell'edificio e relative alle annualità di cui si dispone dei consumi; se disponibili, valore massimo e minimo del giorno medio mensile; tali temperature permettono di calcolare i Gradi Giorno reali dello specifico anno preso in esame; è sottinteso che le stazioni meteorologiche devono essere localizzate in un sito con caratteristiche ambientali simili a quelle dell'edificio; qualora si disponga dei dati di più stazioni contrapposte rispetto all'edificio può essere utile utilizzare valori mediati in funzione della relativa distanza da quest'ultimo;
- dati di irraggiamento rilevati da stazioni meteo nell'area di ubicazione all'edificio riferite sempre alle annualità prese in esame.

## **5.2) DATI DA RILEVARE TRAMITE SOPRALLUOGO**

Il sopralluogo è un momento importante per l'audit in quanto permette al professionista di acquisire direttamente informazioni sul fabbricato, sullo stato di conservazione, sulla qualità degli impianti e delle relative manutenzioni, tutti elementi essenziali per una corretta simulazione termodinamica del sistema edificio



impianto e per l'individuazione degli interventi di riqualificazione. Le azioni da eseguire nell'ambito del sopralluogo sono le seguenti:

#### EDIFICIO

- verifica di conformità dei dati geometrici piano altimetrici e stratigrafici acquisiti nell'analisi preliminare di cui al precedente punto 5.1, con particolare attenzione alla rilevazione delle zone di involucro che presentano variazioni di spessore sia localizzate (velette e sottofinestra, cassonetti) che estese (rastremazione dei muri portanti verso i piani alti di edifici in muratura portante), nonché agli aggetti orizzontali e verticali; qualora non si disponga della stratigrafia dei componenti opachi dell'involucro è necessario quantomeno avere i relativi spessori rilevati dalle piante o altra documentazione progettuale disponibile, previa verifica a campione durante il sopralluogo, o misurati direttamente;
- rilievo fotografico delle facciate, coperture, cavedi, portici;
- individuazione delle zone termiche diversamente riscaldate dal punto di vista delle temperature e/o degli intervalli giornalieri e mensili di riscaldamento;
- rilievo di componenti fuori standard (bastioni murari, volte ribassate, muri portanti di spina a spessore elevato, movimentazioni architettoniche) e/o non rilevabili dalle planimetrie;
- rilievo degli edifici adiacenti, per ciascuna esposizione, con stima delle relative altezze totali e della distanza dal fabbricato oggetto dell'audit (il rilievo delle altezze può essere desunto dal numero di piani);
- tipologia dei serramenti esterni (finestre e oscuranti, cassonetti) ed interni (porte caposcala) e relativo stato di conservazione; qualora non si disponga dei prospetti è necessario rilevare le dimensioni di una finestra per ciascuna tipologia ripetitiva di serramento, ricostruendone la localizzazione, esposizione e numero a tavolino dall'analisi della documentazione fotografica;
- tipologia prevalente di pavimentazione interna;
- stato di conservazione degli intonaci esterni e delle coperture;
- la tipologia e le potenze impegnate di tutte le utenze elettriche;
- rilievo di eventuali sistemi di ombreggiamento estivo dei serramenti esterni (brise soleil, veneziane, tende esterne);
- eventuale rilevazione diretta, mediante termo flussimetro, della trasmittanza di componenti di involucro atipici, non riconducibili a nessuna delle tipologie costruttive previste nelle norme vigenti, qualora la relativa estensione sia significativa ai fini delle dispersioni termiche dell'edificio e più in generale del relativo comportamento termodinamico;
- eventuale analisi termografica diagnostica che evidenzii i ponti termici, l'eventuale presenza di tubazioni calde di distribuzione in facciata, eventuali anomalie nel comportamento termodinamico dell'involucro edilizio (UNI EN ISO 14683:08).



## IMPIANTO

- tipo e posizione prevalente dei sistemi di emissione (radiatori, fan coil ecc.), tipo di regolazione per singolo volume riscaldato, per zona e per l'intero immobile (presenza di valvole termostatiche, regolazione climatica per zona, ecc.);
- tipo di distribuzione per il riscaldamento (ad anello, a colonna) e per l'acqua calda sanitaria se centralizzata, anno di realizzazione, presenza di coibentazione sulle tubazioni e relativo stato;
- eventuale analisi termografica diagnostica che evidenzia, l'eventuale passaggio di tubazioni calde per la distribuzione in facciata o in copertura;
- caratteristiche e dati di targa dei generatori di calore, delle pompe di circolazione per il riscaldamento e per l'acqua calda sanitaria, delle eventuali pompe di ricircolo, età e stato di conservazione di tutti i suddetti componenti;
- caratteristiche dell'eventuale sistema di accumulo per acs o per il riscaldamento (volume, stato delle coibentazione);
- regime di funzionamento continuo, intermittente o attenuato e relativi intervalli temporali (la verifica va condotta rilevando le impostazioni del cronotermostato ambiente che controlla la caldaia);
- rilievo complessivo del posizionamento, tipologia e dati targa e di funzionamento di eventuali impianti a fonti rinnovabili e loro integrazione con i sistemi di riscaldamento, produzione acs e raffrescamento;
- posizione, tipologia di sistemi di contabilizzazione o ripartizione del calore.

## 6) SIMULAZIONE DEL COMPORTAMENTO TERMODINAMICO DELL'EDIFICIO (PROCEDURA TOP-DOWN)

I dati raccolti attraverso l'attività di cui ai punti precedenti sono necessarie per la simulazione del comportamento termodinamico del fabbricato che normalmente viene eseguita attraverso la metodologia indicata nella UNI TS 11300 parti 1, 2 e 3, e le norme ad essa correlate, cui fanno riferimento la maggioranza dei programmi commerciali per la progettazione termica degli edifici certificati dal CTI. Per amore di brevità non si entrerà nel dettaglio della metodologia, sottolineando però che una conoscenza approfondita delle ipotesi degli algoritmi in essa contenuti è indispensabile per l'elaborazione di una diagnosi corretta.

La metodologia prevede che vengano definiti in primo luogo i dati geografici e climatologici del sito. In merito a questi ultimi si evidenzia che il modello adottato per il calcolo dei fabbisogni energetici mensili ideali (al netto dei rendimenti di impianto) per il riscaldamento, la cui somma fornisce il valore annuale, è il seguente

$$Q_{H,nd} = Q_{H,tr} + Q_{H,ve} - \eta_{H,ng} (Q_{int} + Q_{sol})$$

dove:

$Q_{H,nd}$  = fabbisogno mensile ideale per l'energia termica dell'edificio;

$Q_{H,tr}$  = ammontare mensile di energia dispersa per trasmissione attraverso l'involucro edilizio;

$Q_{H,ve}$  = ammontare mensile di energia dispersa per ventilazione;



- $Q_{int}$  = apporti gratuiti interni mensili dovuti a presenza di persone e uso di macchinari ed elettrodomestici;  
 $Q_{sol}$  = apporti solari gratuiti mensili dovuti alla radiazione solare;  
 $\eta_{H,ng}$  = fattore di utilizzazione degli apporti termici.

I primi due termini a destra dell'equazione sono direttamente correlati alla temperatura dell'aria esterna mentre l'ultimo (apporti solari gratuiti) dipende dalla irradiazione solare media, sono quindi condizionati dalla specifica localizzazione dell'immobile e dalle fluttuazioni annue di queste grandezze nel corso degli anni. La norma UNI 10349 fornisce, per ciascuna località, la media storica delle grandezze climatiche rilevanti ai fini del progetto termico di un edificio; tali valori, contenuti nel data base dei principali programmi di progettazione termica degli edifici e forniti automaticamente una volta indicata la località, essendo medi non corrispondono in generale ai dati relativi alle specifiche annualità prese in esame e di cui si dispone dei consumi reali (bollette).

È buona norma eseguire un primo calcolo utilizzando i dati climatici indicati dalla UNI 10349, forniti automaticamente dal programma, inserendo stratigrafie dei componenti opachi, ponti termici, dimensioni e caratteristiche dei componenti trasparenti, dati geometrici dei volumi riscaldati, ombreggiamenti da edifici adiacenti e da aggetti esterni, caratteristiche degli impianti e relative modalità di funzionamento (intervalli di accensione/spengimento/attenuazione), apporti gratuiti, consumi di acqua calda sanitaria, lanciando infine il calcolo. Un primo confronto tra i fabbisogni calcolati dal programma sulla base di dati climatici standard ed i consumi reali consente un primo giudizio sulla correttezza dei dati inseriti. I programmi di calcolo più diffusi dispongono di banche dati interne che contengono le caratteristiche dei più comuni materiali e componenti da costruzione, utilizzando le quali diventa abbastanza agevole determinare le grandezze necessarie per il calcolo

Un aspetto problematico si individua nella definizione delle stratigrafie dei componenti opachi quasi sempre non note. Un criterio immediato per la relativa determinazione consiste nel utilizzo degli abachi riportati nella norma UNI 11300 che, in funzione della tipologia costruttiva (muratura piena, a cassa vuota) e dello spessore complessivo, consentono di individuare materiali e dimensione di ciascuno strato.

Una volta verificata, attraverso il suddetto calcolo preliminare, la correttezza del modello per quanto riguarda la struttura edile e gli impianti, si passa alla messa a punto dei dati climatici, sostituendo, sempre nel programma, i valori medi indicati dalla norma con i valori rilevati dalle centraline meteorologiche locali per le annate di cui si conoscono consumi. Si procede quindi ad uno specifico calcolo dei fabbisogni per ciascuna annata ed al confronto con i rispettivi consumi reali.

Alcuni codici di calcolo commerciali non consentono di modificare valori dei data base relativi alle caratteristiche climatiche del luogo. In questo caso una correzione climatica del fabbisogno, meno precisa ma comunque utile per una più realistica la simulazione dell'edificio, può essere apportata attraverso una procedura semplificata che prevede il calcolo dei gradi giorno<sup>1</sup> reali, per ciascun anno di cui si dispone dei dati climatici, e quindi del coefficiente correttivo:

$$AF_h = \frac{GG_{H,reali}}{GG_{H,DPR412}}$$

<sup>1</sup> Somma delle differenze tra la temperatura interna di 20°C ed il valor medio della temperatura esterna giornaliera, estesa al periodo convenzionale di riscaldamento. Nelle giornate in cui la temperatura media esterna è superiore a 20°C la differenza vien posta pari a 0.



che a sua volta consente di individuare il fabbisogno corretto dello specifico anno attraverso la relazione:

$$Q_{p,H,corretto} = AF_H Q_{p,H,UNI10349}$$

dove:

$GG_{H, reale}$  = gradi giorno relativi ai dati climatici reali di ciascuna annata rilevati dalle centraline;

$GG_{H,DPR 412}$  = gradi giorno relativi ai dati climatici medi e forniti dal DPR 412/1993 (forniti dal programma);

$Q_{p,H,corretto}$  = fabbisogno mensile di energia primaria calcolato sulla base dei dati climatici reali;

$Q_{p,H,UNI 10349}$  = fabbisogno mensile di energia primaria calcolato sulla base dei dati climatici medi standard fornite dalla norma UNI 10349 e contenuti nei data base dei codici commerciali.

Nel caso di impianti con produzione di acqua calda centralizzata di cui si conoscano i consumi per questo specifico servizio, particolare attenzione deve essere posta alla stima dei relativi fabbisogni, normalmente riferiti, in sede di calcolo, alla superficie utile dell'immobile (UNI/TS 11300-2) che viene richiesta come specifico dato di input dal programma. Una volta effettuato questo calcolo, si esegue il confronto con il consumo reale apportando eventualmente correzione alla superficie utile, che diventa di conseguenza fittizia per la sola produzione di acqua calda, al fine di rendere i due valori compatibili.

## 7) AFFINAMENTO DEL MODELLO DI SIMULAZIONE DELL'EDIFICIO (PROCEDURA BOTTOM-UP)

Le fasi descritte fin'ora seguono una procedura top-down descritta nella UNI 16212 che contiene le modalità di calcolo dei risparmi energetici derivanti da interventi di efficienza energetica. Partendo infatti dalle caratteristiche geometriche e fisiche del fabbricato, dell'involucro, degli impianti e dai dati relativi al clima si giunge, utilizzando un modello matematico, a determinare il consumo "teorico" di energia primaria per il riscaldamento e per la produzione di acqua calda del fabbricato. Il passaggio successivo consiste in un processo bottom-up volto a validare il modello attraverso una procedura inversa che, a partire dal confronto tra consumi reali e teorici, verifichi la correttezza dei dati di input e permetta eventuali aggiustamenti tali rendere i due consumi congruenti.

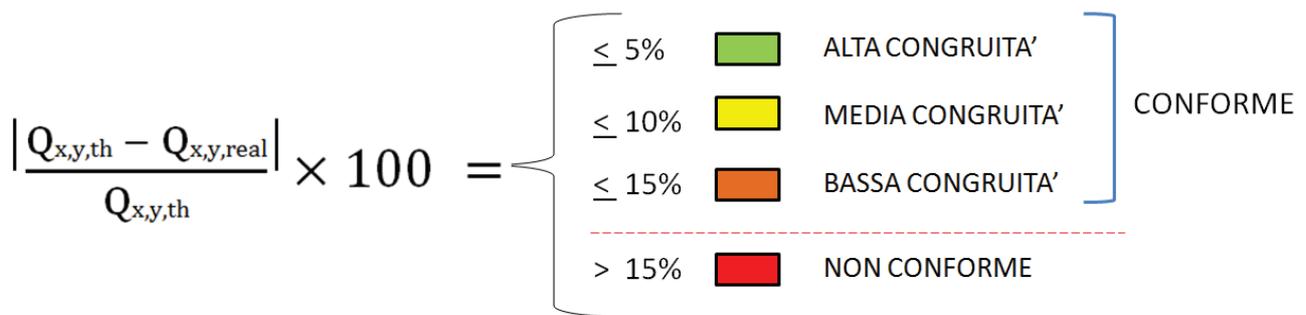
In primo luogo è necessario eseguire una verifica degli scostamenti tra stime e consumi reali. Nel caso si disponga sia dei consumi elettrici degli ausiliari (pompe di circolazione e di ricircolo) tale confronto va eseguito anche su tali grandezze.

Indicando con:

- $Q_{p,H,teorico}$  = fabbisogno energetico teorico annuo di energia primaria per il riscaldamento ad ACS
- $Q_{p,H,reale}$  = consumo energetico annuo reale di combustibile ricavato dalla lettura dei contatori e/o delle fatture di fornitura energetica;
- $Q_{el,H,teorico}$  = fabbisogno di energia elettrica teorico annuo per gli ausiliari del riscaldamento e dell'ACS
- $Q_{el,H, reale}$  = consumo di energia elettrica reale degli ausiliari del riscaldamento e dell'ACS per la durata della stagione di riscaldamento.

La verifica di congruità tra stime del modello e consumi reali va effettuata sulla base dello schema riportato di seguito:





Qualora gli scostamenti siano al di sotto del 15% per tutte le annate esaminate, si può concludere che il modello simula correttamente il comportamento dell'edificio ed è quindi da ritenere validato ai fini delle analisi successive.

Nel caso invece in cui la congruenza non sia verificata per più di un'annata, in primo luogo è necessario riprendere in esame i dati di input e le ipotesi adottate nella simulazione (es. periodi di spegnimento/attenuazione degli impianti, stratigrafie dei componenti opachi, periodi di occupazione parziale dell'immobile, eventuali anomalie nell'uso dell'immobile connesse alle specifiche annate anomale) per verificarne la correttezza. Se dal riesame non emergono incongruenze si rende necessario l'uso di un coefficiente correttivo da applicare ai risultati del modello, coefficiente pari a:

$$\zeta = \frac{\bar{Q}_{H, reale}}{\bar{Q}_{H, calcolato}}$$

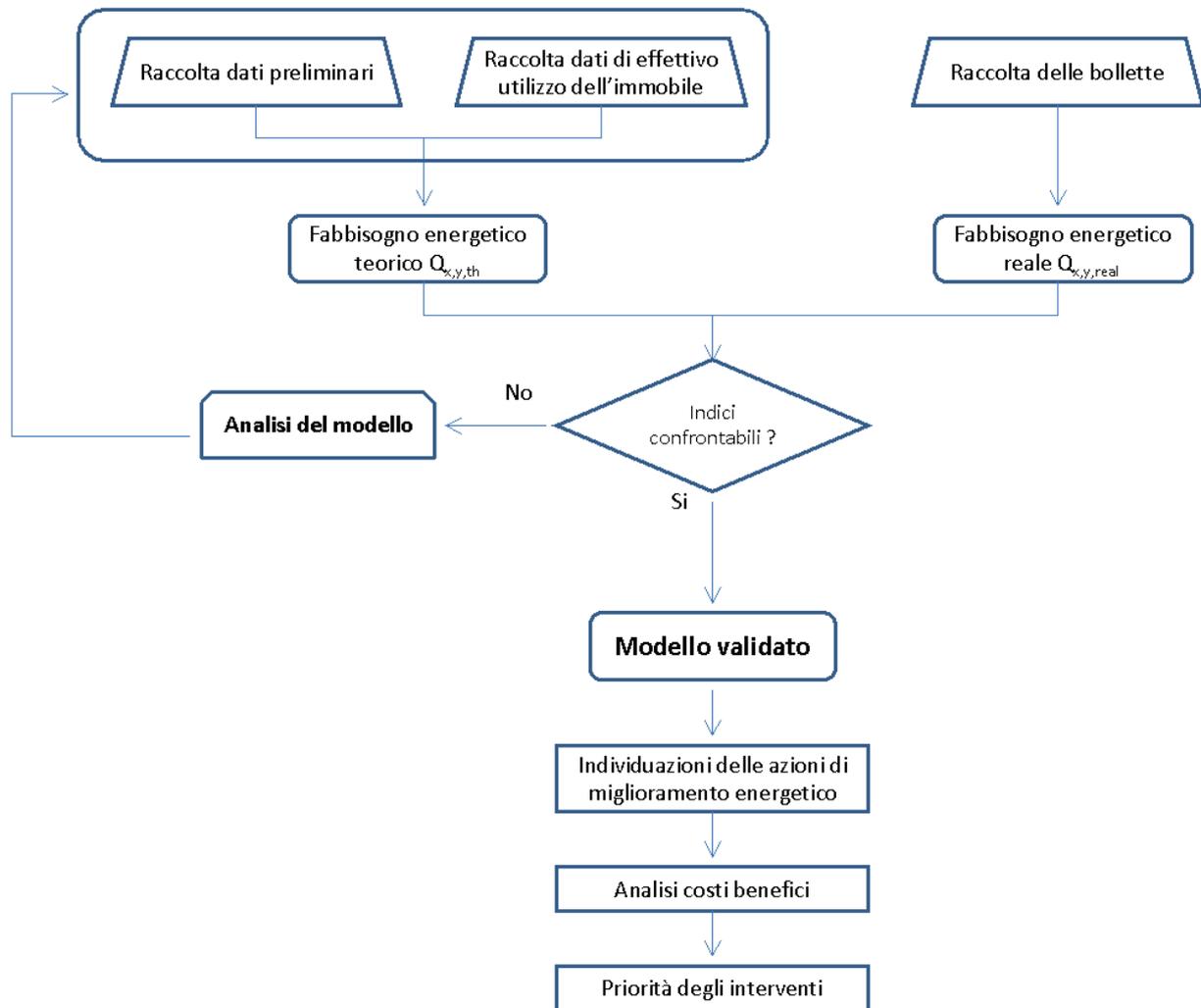
- $\bar{Q}_{H, reale}$  = valore medio dei consumi reali relativi alle annate prese in esame;
- $\bar{Q}_{H, calcolato}$  = valore medio dei fabbisogni calcolati relativi alle annate prese in esame.

Il suddetto coefficiente andrà applicato sia ai fabbisogni, sia, di conseguenza, ai risparmi energetici che si otterranno dalle simulazioni relative agli interventi di riqualificazione energetica analizzati.

Qualora i risultati relativi ad un'unica annata risultino fuori dal range di accettabilità, sarà compito del professionista valutare se l'anomalia sia accettabile o si renda comunque necessario adottare il coefficiente correttivo. Un criterio ragionevole consistere nell'eseguire un confronto tra le medie calcolate sull'insieme delle annate analizzate. Se lo scostamento tra i due valori medi, reale e calcolato, è inferiore al 15% il modello può essere considerato corretto, altrimenti si procede all'applicazione del coefficiente correttivo.

Di seguito si riporta lo schema riassuntivo della procedura per l'esecuzione della diagnosi energetica





## 8) INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI PER L'INCREMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DEL TEMA EDIFICIO IMPIANTO

Una volta messo a punto il modello attraverso la procedura sopra descritta si passa alla fase di simulazione degli interventi di riqualificazione energetica, modificando i dati di input del modello ed introducendo le modifiche all'involucro, agli impianti, ai sistemi di gestione e controllo ecc ed eseguendo per ciascuna modifica o sue combinazioni una specifica simulazione. È importante evidenziare a tal riguardo che un intervento consistente in più azioni (es. involucro + impianto + contabilizzazione) comporta vantaggi energetici diversi dalla somma di ciascuna di esse presa singolarmente per cui ogni combinazione deve essere oggetto di una specifica simulazione. I parametri climatici utilizzati nell'esecuzione dei calcoli tornano ad essere quelli standard indicati dalla UNI 10349.

I fabbisogni calcolati per ciascun intervento, eventualmente corretti attraverso il coefficiente  $\zeta$ , vengono quindi messi a confronto con quelli relativi alla situazione originale ante intervento, ottenuti dalla simulazione con dati climatici standard (UNI 10349) ed anche in questo caso corretti attraverso il coefficiente  $\zeta$  se necessario. Da tale confronto si ottiene il risparmio energetico come differenza.

Il passaggio successivo consiste nella stima degli indicatori economici atti a valutare la convenienza di ciascun intervento ipotizzato.

Ne esistono molteplici anche se quelli maggiormente utilizzati nel settore dell'audit energetico e che verranno proposti in questo lavoro sono tre e per l'esattezza:

- VAN = Valore Attualizzato Netto, che individua il guadagno totale a valore monetario corrente derivante un investimento, dopo un predeterminato intervallo temporale;
- tempo di ammortamento = intervallo temporale entro il quale i guadagni annui conseguenti ad un investimento permettono il recupero totale dell'investimento stesso; in altri termini, a valle di tale intervallo l'investimento comincia a produrre utili;
- IRR = Internal Rate of Return, che rappresenta costo del denaro massimo accettabile perché l'ammortamento del capitale avvenga entro un lasso di tempo predeterminato (spesso coincidente con quello individuato per il VAN); tale indice deve essere sempre maggiore del costo del denaro reale (al netto dell'inflazione e dell'indice di variazione dei costi energetici) perché un intervento sia profittevole;

Nello specifico:

$$VAN_n = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+i)} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+i)^n}$$

dove:

$VAN_n$  = VAN all'n-simo anno.

$CF_j = FC_j - I_j$  = flusso finanziario all'anno  $j$

$FC_j$  = flusso di cassa all'anno  $j$  pari agli introiti netti; nel caso in esame questi sono pari al risparmio energetico conseguenti agli interventi al netto della differenza dei costi di manutenzione e gestione rispetto alla situazione ante intervento

$I_j$  = investimento all'anno  $j$

$i$  = costo reale del denaro pari al costo del denaro al netto dell'inflazione e della variazione percentuale del costo del combustibile.

Il tempo di ammortamento viene ottenuto per tentativi, a partire dalla formula del VAN, individuando il valore di "n" per cui questo si annulla, mentre l'IRR che, sempre per tentativi, è dato dal valore di "i" che consente l'azzeramento del VAN dopo un numero n prestabilito di anni.

Le definizioni sopra riportate sono del tutto generali e consentono di tenere in considerazione eventuali incentivi distribuiti nel corso del tempo.

Ulteriori approfondimenti sono contenuti in Appendice C



## APPENDICE A

### ULTERIORI DATI UTILI ALL'ELABORAZIONE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA

Di seguito vengono riportati i dati utili all'elaborazione di una diagnosi energetica

#### **IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE E PRODUZIONE ACS**

Elenco degli elementi da rilevare per l'analisi energetica degli impianti

##### *IMPIANTI TERMICI*

Profilo di accensione giornaliero e stagionale.

##### *EMISSIONE*

Tipologia dei terminali per ogni zona termica.

Potenza eventuali ausiliari elettrici.

##### *REGOLAZIONE*

Tipologia di sistema di regolazione in ambiente (climatica, di zona, di locale).

Tipo di regolatore (on/off, proporzionale, PI, PID).

##### *DISTRIBUZIONE*

Tipologia di fluido termovettore (aria, acqua).

Caratteristiche tubazioni/canalizzazioni: presenza e stato di conservazione della coibentazione.

Temperatura di mandata (se impostata manualmente).

Potenza elettrica elettropompa.

##### *ACCUMULO RISCALDAMENTO*

Caratteristiche: dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato).

Temperatura di accumulo (se impostata manualmente).

##### *GENERAZIONE*

Tipologia di generatore (a combustione, pompa di calore a compressione, pompa di calore ad assorbimento, gruppo frigorifero, centrale di trattamento aria).

Configurazione di sistemi misti e multipli.

Tipo di combustibile.

Potenza ausiliari elettrici.

##### *GENERATORI A COMBUSTIONE*

Tipologia (condensazione, modulante).

Potenza utile a carico nominale.

Potenza al focolare a carico nominale.

Potenza a carico parziale.



Potenza minima.

Potenza ausiliari elettrici.

#### *POMPE DI CALORE*

COP (o GUE) nominale e a carichi parziali.

Potenza ausiliari elettrici.

#### *TELERISCALDAMENTO*

Potenza termica/elettrica nominale.

#### *IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS*

Produzione Profilo di utilizzazione.

#### *DISTRIBUZIONE ACS*

Caratteristiche tubazioni: presenza e stato di conservazione della coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato).

#### *ACCUMULO ACS*

Caratteristiche: dimensioni, coibentazione, dislocazione (ambiente riscaldato/non riscaldato), temperatura di stoccaggio.

#### *GENERAZIONE ACS*

Configurazione di sistemi misti e multipli.

### **IMPIANTI E UTENZE ELETTRICHE**

I dati riportati di seguito sono utili ai fini della determinazione degli apporti gratuiti sia per il riscaldamento che per l'acqua calda sanitaria.



### Illuminazione

Per determinare il fabbisogno energetico la norma di riferimento è la UNI EN 15193:2008. Di seguito è riportato un esempio di scheda di raccolta dati per gli apparecchi di illuminazione:

<b>ILLUMINAZIONE</b>	
Numero apparecchi uguali	
Potenza nominale [W]	
Potenza in stand-by [W]	
Intervallo giornaliero di funzionamento	
Intervallo giornaliero in stand-by	
Numero giorni di funzionamento	

### Utenze elettriche

<b>APPARECCHI ELETTRICI</b>	
Descrizione apparecchio/i	
Ubicazione	
Potenza nominale [W]	
Potenza in stand-by [W]	
Classe di rendimento	
Modalità di utilizzo [ore/anno]	

<b>MOTORI - POMPE</b>	
Descrizione apparecchio/i	
Ubicazione	
Potenza nominale [W]	
Classe di rendimento	
Modalità di utilizzo [ore/anno]	

## **PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI**

### Impianti fotovoltaici

Il metodo di calcolo per la stima della producibilità di impianti solari fotovoltaici segue il metodo della UNI 15316-4-6:2008.

La scheda di raccolta dati, al fine del calcolo della produzione di energia elettrica è composta dalle seguenti voci:

<b>IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>	
Potenza di picco dell'impianto [kWp]	
Produzione annua (kWh/anno)	
Data di allaccio alla rete nazionale	



### Impianti solari termici

Il metodo di calcolo per la stima della producibilità di impianti solari termici segue il metodo della UNI 15316-4-3:2008.

La scheda di raccolta dati, al fine del calcolo della produzione di energia termica è composta dalle seguenti voci:

<b>IMPIANTO SOLARE TERMICO</b>	
Area lorda dei collettori [m <sup>2</sup> ]	
Tipologia collettore	
Utilizzo e tipologia del fluido vettore	
Temperatura dell'acqua calda sanitaria [°C]	
consumo medio mensile di richiesta di acqua calda per riscaldamento [kWh/mese]	
Temperatura di acquedotto [°C]	
Temperatura del/dei serbatoio/i di accumulo [°C]	
Volume del serbatoio di accumulo [l]	
Potenza della pompa di circolazione [W]	
Consumo di combustibile per la produzione di acqua calda sanitaria [mc metano, l gasolio]	
Data di entrata in funzione dell'impianto	



## APPENDICE B

### FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA PER IL RISCALDAMENTO DELL'EDIFICIO

La procedura di calcolo del fabbisogno di energia termica per il riscaldamento si calcola come da UNI 11300-1.

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nt} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol})$$

Per una diagnosi energetica sarà necessario utilizzare i dati direttamente forniti dall'utente per i seguenti parametri in grassetto.

$$Q_{H,tr} = [H_{tr,adj} \times (T_{int,setH} - T_e) + Q_r] \times t$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \times (T_{int} - \theta_e) \times t$$

#### T<sub>e</sub> Temperatura esterna

Dati di temperatura esterna misurati in sito o desunti da stazioni meteo alla zona di ubicazione dell'edificio.

#### T<sub>int,set,H</sub>: Temperatura interna di regolazione per il riscaldamento

Nel caso in cui il conduttore dei locali indichi una temperatura differente da quelle standard (definita nell'appendice D prospetto D.2 UNI 11300-1 ), si utilizzeranno per i calcoli i dati forniti dall'utenza.

	Orario di accensione t <sub>1</sub>	Temperatura set-point T <sub>set1</sub>	Orario attenuazione t <sub>2</sub>	Temperatura di attenuazione T <sub>set2</sub>
Lunedì				
Martedì				
Mercoledì				
Giovedì				
Venerdì				
Sabato				
Domenica				



## APPENDICE C

### ANALISI ECONOMICA

#### VALUTAZIONE ECONOMICA DA UNI 16212

In funzione degli scenari ottenuti, si indicano i miglioramenti possibili, i relativi costi di attuazione, gli obiettivi energetici (nuovi valori degli indicatori) che si prevede possano essere raggiunti, la ricaduta economica valutata attraverso un opportuno indicatore di tipo finanziario (SP, VAN, ROI, ROE...).

L'energia risparmiata deve essere valutata in riferimento ad una baseline determinata secondo il punto 6.2.2.3 della Uni 16212-12. L'energia risparmiata può essere valutata con la formula 7 della citata norma:

$$AES = AEC_0 * AF_0 - AEC_1 * AF_1 \text{ [kWh/annui]}$$

Indicando con 0 lo stato attuale e con 1 quello relativo al miglioramento.

AES= Energia Annua Risparmiata (ANNUAL ENERGY SAVING) [kWh/annui]

AEC= Energia Annua Consumata (ANNUAL ENERGY CONSUMPTION) [kWh/annui]

AF = fattore di aggiustamento per la normalizzazione dei consumi (Adjustment factor) [-]

I fattori di aggiustamento devono tenere conto

- dei dati climatici reali,
- dei livelli di occupazione degli immobili,
- dell'acqua calda sanitaria effettivamente prodotta

Si osservi che tale fattore può essere sia minore sia maggiore di uno e si applica solo per la frazione di energia che è influenzata dal fattore esterno.

#### Altri fattori

E' possibile tenere conto che i risparmi previsti possano essere influenzati da altri 4 fattori (cfr 6.2.4.2 UNI 16212-12): DC ( doppio conteggio), MP( effetto di moltiplicazione, FR( free rider), RE( Rebound effect).

Essi si riferiscono a:

DC: la possibilità che incentivi strutturali si sovrappongano ad offerte di mercato per cui che generino offerte particolarmente vantaggiose. Se è corretto tenere in conto entrambi i contributi, in generale NON è vero che il risparmio conseguito finale sia la somma dei singoli contributi, ma piuttosto la combinazione di essi. In generale questo coefficiente è <1.

MP: è possibile che soluzioni innovative abbiano successo sul mercato e che negli anni successivi non siano più disponibili soluzioni di tipo tradizionale con un conseguente aumento dei risparmi per scelte indotte dal mercato o dalle normative. Tale coefficiente è in genere >1.

FR: è possibile alcuni utenti possano aver implementato l'efficienza energetica dei propri sistemi edifici impianto anche in assenza di una azione collettiva condominiale. Le prestazioni del sistema sono affette da tali anomalie ed il coefficiente sarà < di 1.

RE: è possibile che ad esempio a seguito di installazione di una buona coibentazione di un sistema energeticamente molto efficiente il costo dell'energia scenda moltissimo rispetto al presente e gli utenti siano meno sensibili ai risparmi (ad esempio finestre aperte) oppure scelgano di avere un migliore confort aumentando di



qualche grado la temperatura. (si ricorda che una temperatura in casa di 21 gradi anzichè di 20, su di un delta T medio annuo di variabile tra 10° e 20° tipico Nord Italia ed un rendimento medio stagionale attorno al 80% incide per una percentuale variabile dal 6 al 12% della spesa energetica relativa al riscaldamento.

$$TAES = AES * DC * MP * FR * RE$$

TAES = Energia totale risparmiata annuale [kWh/annui]

Analogamente per i risparmi economici si deve tenere conto dei costi manutentivi e di invecchiamento dell'impianto o del miglioramento proposto:

$$AMS = (AEC0 * AF0 * EC0 - AEC1 * AF1 * EC1) * DC * MP * FR * RE$$

AMS = Risparmio monetario annuale [€/anno]

EC= Costo del singolo vettore energetico [€/kWh]

$$MS = AMS - O\&M_{annui} - DT_{annui}$$

O&M<sub>annui</sub>= costi manutentivi annui [€/anno]

DT= deterioramento = (Costo a nuovo rivalutato alla data di fine vita del prodotto/durata di vita del prodotto)

Si osservi che il fattore di deterioramento previsto dalla citata UNI 16212 può risultare ininfluenza se in fase di looping (riesecuzione dell'audit ad interventi effettuati al fine di valutare se gli obiettivi prefissati sono stati raggiunti) si confronta con i costi di gestione corrente che includono la manutenzione ma non l'ammortamento del bene.

### **Possibili valori dei coefficienti**

In assenza di migliori valutazioni economiche tali valori sono assunti pari a 1

*DC(doppio conteggio)*

L'effetto del doppio conteggio è escluso nelle trattazioni Top- down ma gioca un ruolo determinante nelle valutazioni bottom-up. Le cause potenziali del DC sono lo stesso tipo di misura, lo stesso tipo di valutazione economica, quando ruoli energeticamente diversi implementano separatamente ciascuno per proprio conto le stesse valutazioni di risparmio energetico. Per esempio la valutazione sul risparmio previsto nell'utilizzo di una caldaia a condensazione tiene conto anche dell'obbligo legislativo di termoregolazione con valvole automatiche. È possibile che sia il produttore della caldaia sia quello delle valvole tengano in conto il risparmio complessivo sovrastimando quindi per doppio conteggio i benefici indotti. Al momento le analisi economiche globali europee <http://www.euractiv.com/energy-efficiency/double-counting-fears-hang-eus-e-news-514105> non hanno dati certi anche in funzione dei diversi criteri di valutazione tra stato e stato. I valori macroeconomici globali consigliano di valutare tale fattore prossimo all'unità ( 0.98-1)

*MP(effetto di moltiplicazione)*

L'effetto di moltiplicazione è un effetto che in economia si basa sul concetto di quanto possa variare una variabile interna al sistema per effetti esterni al sistema stesso. Alla data di pubblicazione delle presenti linee guida non risultano studi Europei specifici per gli argomenti di efficientamento energetico e la loro futura variabilità anche in funzione delle nuove tecniche produttive. Salvo diverse informazioni si consiglia di utilizzare 1 quale valore di detto parametro.



FR(free rider)

Si definiscono tre categorie di Free riders

Cat 1.Totali. Coloro che avrebbero attuato l'efficiamento indipendentemente dall'agevolazione fiscale o dall'incentivo. Le motivazioni possono essere diverse da ragioni idealistiche a ragioni di necessità immediate.

Cat 2. Parziali. Coloro che avrebbero installato prodotti di corrente efficienza energetica sul mercato con predisposizione per miglioramenti complessivi ed avrebbero attuato alcuni piccoli miglioramenti in immediato, rimandando altri interventi nel successivo futuro.

Cat 3 Non free rider. Coloro che non avrebbero attuato alcuna misura di efficientamento senza incentivo.

Si propone di adottare la seguente tabella tratta da *Model Energy Efficiency Program Impact Evaluation Guide Product of the U.S. National Action Plan for Energy Efficiency Leadership Group U.S. Department of Energy and U.S. Environmental Protection Agency.*

Table 5-1. Example Free Rider Probability Assessment						
Free-Ridership Score	Already Ordered or Installed	Would Have Installed Without Program	Same Efficiency	Would have Installed All of the Measures	Planning to Install Soon	Already In Budget
100%	Yes	Yes	—	—	—	—
0%	No	No	—	—	—	—
0%	No	Yes	No	—	—	—
50%	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
25%	No	Yes	Yes	Yes	No	Yes
25%	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No
0%	No	Yes	Yes	Yes	No	No
25%	No	Yes	Yes	No	Yes	Yes
12.5%	No	Yes	Yes	No	No	Yes
12.5%	No	Yes	Yes	No	Yes	No
0%	No	Yes	Yes	No	No	No

Provided by Sami Khawaja of Quantec, LLC.

National Action Plan for Energy Efficiency

5-5

RE (Rebound effect).

L'effetto rimbalzo è generalmente espresso come il rapporto tra il beneficio perso rispetto al beneficio ambientale previsto quando si tiene costante consumo. Per esempio, se un miglioramento del 5% nel rendimento della caldaia comporta solo un calo del 2% nell'uso del combustibile, c'è un effetto di rimbalzo del 60% (poiché  $(5 - 2) / 5 = 60\%$ ). Il 'mancante' 3% potrebbe essere stato consumato da minore sensibilità ai risparmi energetici con maggiori ricambi d'aria o temperature più elevate rispetto al passato. Per gli impianti di riscaldamento in Europa si possono utilizzare valori compresi tra il 10 e il 30% (IEA, 2005; Sorrell et al, 2007) (cfr Project Website for Addressing the Rebound Effect) con un grado di affidabilità medio su base di analisi macroeconomica Europea) valori < del 20% secondo lo schema sotto riportato.



**Figure 5.2: Direct Rebound Effect Estimates (Source: IEA, 2005)**

Sector	Field of application	Direct rebound effect	Average
Private Households	Heat	10 – 30%	20%
Private Households	Air conditioning	0 – 50%	25%
Private Households	Hot water	<10 – 40%	25%
Private Households	Lighting	5 – 12%	8,5%
Private Households	White goods	0%	0%
Private Households	Cars	10 – 30%	20%
Industry and commerce	Lighting	0 – 2%	1%
Industry and commerce	Process technology	0 – 20%	10%

Source: IEA (2005)

L'effetto RE da mettere in conto nell'analisi è il valore complementare a 1 ossia nel caso si assuma un effetto Rebound pari al 30% nella formulazione economica bisogna inserire 0.7. Infatti coeff. 1 vuol dire nessuna perdita.

#### IL CONCETTO DI VALORE

Mentre i prezzi sono i dati espressi dai mercati, i valori sono grandezze stimate.

In economia il valore ha diverse accezioni: di mercato, di utilizzo, di ricostruzione, di riacquisto ecc. A seconda del campo di applicazione si ricorre alla definizione più appropriata.

#### IL VALORE DI MERCATO

Si tratta, in sostanza, del valore che si forma a seguito dell'incontro tra domanda ed offerta, in un mercato libero ed efficiente; Secondo IVSC (International Valuations Standards Committee) per valor di mercato si intende l'ammontare stimato a cui una proprietà dovrebbe essere ceduta e acquistata alla data della valutazione di stima a condizioni concorrenziali, dopo una adeguata commercializzazione in cui le parti abbiano agito entrambe in modo informato con cautela e senza coercizioni. E' pertanto il prezzo più probabile più ragionevole che si può ottenere sul mercato e che l'acquirente può decidere di ritenere conveniente pagare.

#### IL VALORE DI INVESTIMENTO

Il valore di investimento rappresenta il valore di un bene per un dato investitore e si basa sulle sue aspettative di ritorno dell'investimento. Coincide con il valore di mercato solo se le aspettative dell'investitore e del mercato coincidono.

#### I CRITERI DI VALUTAZIONE

Poiché esistono diverse accezioni di valore, esistono anche diversi criteri di valutazione.

Ai fini della diagnosi si possono prendere in considerazione il criterio al costo di riacquisto:

- il criterio di mercato
- il criterio finanziario



## IL CRITERIO AL COSTO DI RIACQUISTO

Il criterio al costo di riacquisto individua il valore del bene come il costo, comprensivo del margine dello sviluppatore/produttore necessario a realizzare un bene avente le stesse caratteristiche fisiche, funzionali, logistiche e di posizionamento in opera a quello esistente ( A. Borghi Finanza Immobiliare Milano Egea 2009)

Tale criterio quindi terra conto delle spese dirette che dovranno essere sostenute per il riacquisto del bene a fine vita dello stesso, ( operai supervisori, allacciamenti, smaltimento del vecchio bene) ed oneri indiretti di progettazione, assicurazione, legali, amministrativi e finanziari.

## IL CRITERIO DI MERCATO

Con il criterio di mercato il valutatore raggiunge un'opinione di valore attraverso l'analisi di beni comparabili ed il loro confronto con il bene in esame ( A. Borghi Finanza Immobiliare Milano Egea 2009)

Questo criterio è applicabile quando vi sia una vasta informazione commerciale di mercato e soprattutto questa sia comparabile. Nel campo energetico in completa evoluzione tale approccio è estremamente difficile senza una progettazione accurata degli interventi (ma la diagnosi energetica non comprende l'attività professionale di progettazione) e senza valori di riferimento affidabili. Nel contesto della recentissima normativa emanata il cd. Conto energia termico (DECRETO 28 dicembre 2012) si propone di adottare come riferimento uniforme per tutti i tecnici del settore, i costi unitari correlati ai relativi interventi di miglioramento e prestazioni attese proposte dal citato decreto e/o suoi futuri aggiornamenti.

## IL CRITERIO FINANZIARIO

Tra i differenti strumenti di valutazione messi a disposizione dall'analisi costi-benefici ne vengono di seguito scelti e presentati due:

- tempo di ritorno semplice (SP);
- valore attuale netto (VAN).

Affinchè un intervento di riqualificazione energetica risulti economicamente fattibile, è necessario che, rispetto agli indicatori economici scelti, siano verificate le seguenti condizioni:

- VAN >0;
- SP < vita utile prevista dell'intervento.

Vediamo ora nel dettaglio quali siano le formule di calcolo per la valutazione dell'SP e del VAN.

Tempo di Ritorno Semplice (SP)

Il Tempo di Ritorno Semplice (o simple pay-back time) viene definito come il numero di anni necessari affinché i flussi di cassa (escluso il pagamento del debito) eguagliano l'investimento totale, e viene calcolato secondo la seguente equazione di calcolo:

$$SP = \frac{C - IG}{(C_{ener} + C_{capa} + C_{RE} + C_{GHC}) - (C_{O\&M} + C_{fuel})}$$

dove:

C è il costo iniziale del progetto;

IG sono gli incentivi e le sovvenzioni;

C<sub>ener</sub> è il risparmio dovuto alla riduzione del consumo di energia;

C<sub>capa</sub> è il risparmio dovuto alla riduzione della potenza rispetto ai sistemi di produzione esistenti (minore potenza installata può implicare minori spese di manutenzione o tipologie di contratti coi fornitori diverse);



$C_{RE}$  sono le entrate legate alla produzione di energia rinnovabile;

$C_{GHC}$  sono le entrate legate alla riduzione di gas serra;

$C_{O\&M}$  sono i costi di manutenzione e di utilizzo;

$C_{fuel}$  è il costo del combustibile.

Gli indici sopra elencati devono essere inseriti dal valutatore e contestualizzate allo specifico intervento.

L'interpretazione dell'indice SP.

In pratica, il Tempo di Ritorno Semplice fornisce uno degli indicatori finanziari più importanti in quanto permette di determinare il tempo necessario per recuperare il capitale investito mediante l'analisi dei flussi annui derivanti dallo specifico intervento.

Poiché si tratta di una metodologia che non valuta i flussi di cassa successivi al tempo di recupero del capitale e non considera le possibili variazioni della moneta nel tempo, è necessario confrontare il valore calcolato in anni per l'SP con la vita utile prevista dell'intervento. Affinché la soluzione risulti economicamente fattibile, è necessario che SP sia inferiore alla vita utile dell'intervento.

Nel caso in cui il Tempo di Ritorno Semplice sia utilizzato come strumento per confrontare e scegliere la soluzione che a parità di raggiungimento dei target energetici prefissati sia in grado di meglio soddisfare esigenze economico-finanziarie, verranno favorite la/e soluzione/i con il valore SP più ridotto.



**ALLEGATO 1**  
**LA RELAZIONE DELLA DIAGNOSI ENERGETICA**



## Diagnosi energetica

Edificio sito in xxxxxxx

### **RELAZIONE FINALE**

---

Preparato da:

Controllato da:

Approvato da:

Revisione numero: 0

Data:

---

0				REVISIONE BASE
REV.	DATA	ESTENSORE	PARTECIPANTI	DESCRIZIONE



## Sommario

Sommario .....	2
Premessa.....	3
Oggetto dell’incarico .....	3
Normativa di riferimento .....	4
Procedura dello studio di fattibilità .....	7
1. Analisi generale del sistema edificio impianto – stato attuale .....	9
1.1 Descrizione generale.....	10
1.2 Validazione del metodo di calcolo per l’analisi energetica.....	12
2 Impostazione dell’analisi economica .....	14
2.1 Premessa .....	14
3. Analisi di fattibilità e costi/benefici di soluzioni applicabili al fabbricato .....	17
3.1 Sostituzione della caldaia e installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore .....	19
3.2 Isolamento involucro edilizio .....	27
3.3 Interventi combinati: isolamento dell’involucro, sostituzione caldaia, installazione valvole termostatiche e sistema di contabilizzazione .....	30
4 Conclusioni .....	34
4.1 Sintesi degli interventi di miglioramento proposti .....	34



## Premessa

### Oggetto dell'incarico

Nel mese di Aprile 2013 è stato affidato ai sottoscritti tecnici l'incarico di redigere la diagnosi energetica del fabbricato indicato, analizzando lo stato attuale e particolari soluzioni di interesse per il miglioramento energetico.

E' stato analizzato il fabbisogno attuale confrontato con i consumi energetici dell'ultimo triennio.

Lo studio è stato eseguito tramite sopralluoghi in loco, ed attività di analisi documentale sulla scorta dei dati e degli elaborati tecnici forniti dall'Amministratore delle proprietà comuni oggetto dello studio.

Le soluzioni di miglioramento analizzate sono le seguenti:

- a) Coibentazione dell'involucro edilizio con insufflaggio nell'intercapedine dei muri perimetrali, isolamento dei cassonetti di alloggiamento delle tapparelle, isolamento dei sottofinestra, coibentazione del solaio dell'ultimo piano verso sottotetto, coibentazione del solaio verso i box.
- b) Sostituzione della caldaia esistente con una moderna caldaia a condensazione, contestuale installazione di sistemi di misura dei consumi e regolazione della temperatura negli appartamenti.
- c) Intervento complessivo: isolamenti involucro e sostituzione caldaia compreso installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore.

L'attività di diagnosi è proseguita valutando i costi ed i benefici dati degli interventi.



---

## Normativa di riferimento

Le valutazioni tecnico economiche sono effettuate considerando la normativa tecnica vigente per il calcolo dei fabbisogni energetici del complesso di edifici, la normativa vigente in materia di contenimento del fabbisogno energetico degli edifici e degli impianti per la valutazione dei requisiti tecnici richiesti agli interventi considerati, regolamenti nazionali e locali per quello che riguarda eventuali limitazioni o ulteriori imposizioni normative.

L'impianto legislativo su cui è basata la presente analisi è regolato essenzialmente da:

- Legge n.10/91 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- D.P.R. n. 412/1993, "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento di energia, in attuazione dell'art.4, comma 4, della legge 9 Gennaio 1991, n.10";
- D.Lgs. 192/05 "Attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";
- D.Lgs. 311/2006, "Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- D.Lgs. 115/08 "Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE";
- D.M. 11/03/08, "Attuazione dell'art. 1 comma 24 lettera a) della legge 24.02.07/244 per la definizione dei valori limite di fabbisogno di energia primaria annuo e di trasmittanza termica ai fini dell'applicazione dei commi 344 e 345 dell'art.1 della legge 27.12.06/296";
- D.M. 26.06.09, "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";
- D.P.R. 59/09, "Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente l'attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";
- D.M. 26 giugno 2009 "Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici";



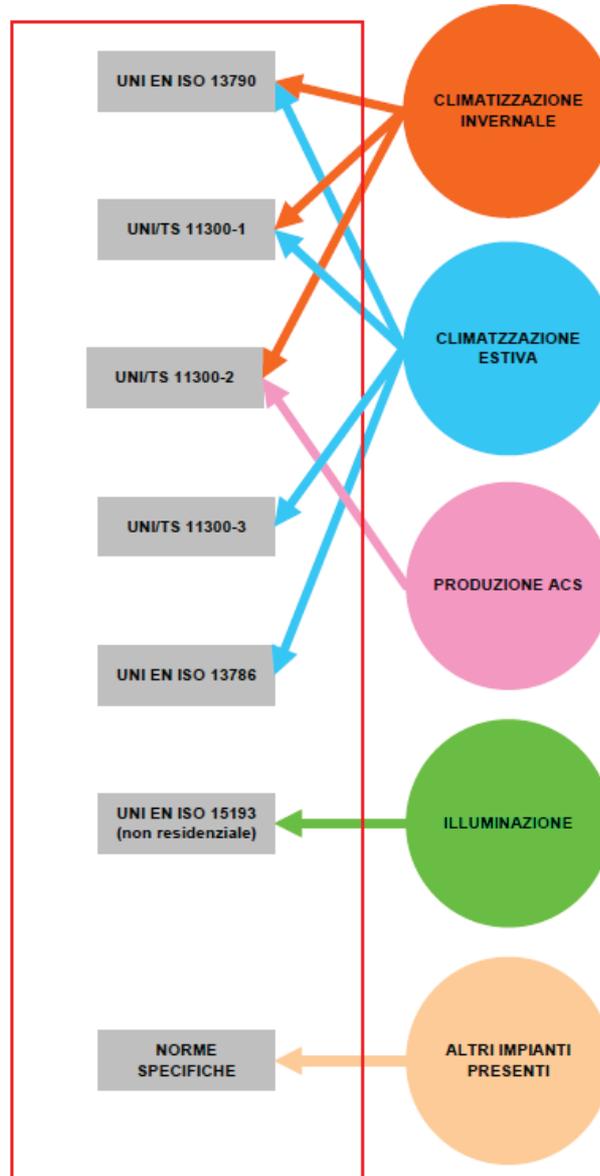
- Legge Regione Liguria n. 1 del 22 Gennaio 2009 “Regolamento di attuazione articolo 29 della legge regionale 29 maggio 2007, n. 22”, modificata con Legge Regionale 23/2012
- Regolamento Regionale n. 6 del 21/11/2012

Le principali normative tecniche di riferimento sono:

- UNI TS 11300-Parte 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.
- UNI TS 11300-Parte 2 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- UNI TS 11300-Parte 3 Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.
- UNI TS 11300-Parte 4 Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
- UNI EN 12831 Impianti di riscaldamento negli edifici Metodo di calcolo del carico termico di progetto
- UNI EN 16212 Calcoli dei risparmi e dell’efficienza energetica - Metodi top-down (discendente) e bottom-up (ascendente)

Lo schema di applicazione delle normative tecniche elencate è riportato in figura.

### PRINCIPALI NORME DI RIFERIMENTO





---

## Procedura dello studio di fattibilità

Lo studio di fattibilità richiesto si configura come una procedura di audit energetico per il condominio. Per audit energetico si intende una procedura sistematica finalizzata alla conoscenza degli usi finali di energia e all'individuazione e all'analisi di eventuali inefficienze e criticità energetiche del sistema edificio-impianto.

La fase di audit è composta da una serie di operazioni consistenti nel rilievo ed analisi di dati relativi al sistema edificio-impianto in condizioni di esercizio (dati geometrico-dimensionali, termofisici dei componenti l'involucro edilizio, prestazionali del sistema impiantistico, ecc.) nell'analisi e nelle valutazioni economiche dei consumi energetici dell'edificio.

La finalità dello studio di fattibilità è quello di valutare sotto il profilo costi-benefici i possibili interventi in analisi, quantificando in termini economici il risparmio ottenibile mediante i diversi interventi in termini di risparmio gestionale e di consumo di energia primaria.

Gli obiettivi dello studio saranno:

- analizzare la configurazione attuale e lo stato dell'impianto, individuando possibili miglioramenti o criticità nella componentistica e nella configurazione attuale;
- definire il bilancio energetico del sistema edificio-impianto;
- definire un indicatore di congruità fra consumi effettivi dell'ultimo triennio e consumi attesi, calcolati con opportuni fattori di aggiustamento a partire dalle condizioni standard
- valutare in termini energetici le variazioni conseguenti all'adozione delle diverse soluzioni proposte;
- valutare in termini economici di investimento iniziale e costi di gestione le diverse soluzioni proposte, anche in riferimento ad incentivi fiscali disponibili;
- proporre miglioramenti anche di tipo gestionale rispetto alla soluzione attuale

L'analisi energetica del sistema edificio-impianto è condotta utilizzando un modello energetico degli edifici e dell'impianto conforme alle norme precedentemente citate. La validazione di tale



modello viene eseguita tramite opportuni fattori di aggiustamento tenendo conto dei dati climatici reali, del reale utilizzo del fabbricato.

La relazione sarà composta da una parte riassuntiva dei risultati e delle analisi effettuate in conformità a quanto indicato nelle Linee Guida Regionali, e da una appendice riportante i calcoli e le valutazioni di dettaglio.

## 1. Analisi generale del sistema edificio impianto – stato attuale



*Fotografia 1: Edificio*



*Fotografia 2: Centrale termica*



## 1.1 Descrizione generale

Il sistema edificio impianto è caratterizzato da:

### Strutture disperdenti: Componenti opachi

- struttura a telaio in C.A. con tamponamenti in laterizio a cassa vuota,
- muri divisorii fra appartamenti e vano scala in laterizio semipieno intonacato sulle due facce
- solai in latero-cemento non coibentati (compreso il solaio di copertura)
- porte caposcala tradizionali e blindate

### Componenti trasparenti

Per quanto riguarda le aperture finestrate, a seguito del sopralluogo effettuato all'interno di una delle unità abitative, si sono considerate finestre in legno con doppio vetro ed aria come gas di riempimento.

### Impianto di riscaldamento

La centrale termica a servizio del condominio è posta in un semiinterrato rispetto al palazzo; è costituito da una caldaia per riscaldamento, in particolare:

Caldaia BIKLIM PR1, mod. 350, 407 kW potenza utile, 450 kcal/h al focolare, 5 bar pressione di bollo, anno costruzione 1992/93, n. fabbrica P01831 14

Mantello: dimensioni: altezza = 120, lunghezza = 150 cm, larghezza 95 cm (V= 1,71 mq, sup. = 8,73 mq): Capienza: 200 lt

Bruciatore FINTERM, matr. 32502760, anno di installazione di settembre 1993; Alimentazione: Gas metano; Min 150 kW, max 529 kW

Il miscelatore è stato sostituito indicativamente nel 2010.



Sottosistema di distribuzione dotato di tubazioni a colonna montante non coibentate passanti in intercapedine.

Sottosistema di regolazione: dotato di sonda esterna termoregolazione.

La regolazione agisce sulla temperatura di mandata ai termosifoni, effettuando una miscelazione tra la linea di mandata e la linea di ritorno.

Non sono stati rilevati regolatori di zona o ambiente.

Tale regolazione non permette di compensare eventuali apporti gratuiti solari, o eventuali condizioni sfavorevoli, come esposizioni e ombreggiamenti che vadano ad aumentare il carico termico richiesto da alcuni ambienti o zone.

Questo comporta la possibilità di avere contemporaneamente zone eccessivamente favorite (con temperature interne elevate,  $>20^{\circ}\text{C}$  in inverno lato Sud), e zone eccessivamente sfavorite lato Nord in cui si ha difficoltà a raggiungere la temperatura di progetto ( $20^{\circ}\text{C}$  in inverno). Una temperatura superiore a quella di progetto comporta un dispendio energetico maggiore a quello previsto, mentre una temperatura inferiore genera una condizione di non-comfort all'interno degli ambienti.

#### Sottosistema di emissione

Abbiamo ipotizzato, anche a seguito del sopralluogo effettuato all'interno di un appartamento, che i terminali di emissioni siano radiatori su parete esterna non isolata, adatti per sistemi ad elevata temperatura (temperatura di mandata del fluido pari a  $70-80^{\circ}\text{C}$ ); l'impianto funziona con una differenza di temperatura nominale di  $20^{\circ}\text{C}$ .

La tipologia di terminali di emissioni è conforme alla tipologia di impianto, soddisfa quindi il carico termico di progetto funzionando ad "alta temperatura".



## 1.2 Validazione del metodo di calcolo per l'analisi energetica

Il metodo di calcolo per l'analisi del risparmio energetico deve essere validato confrontando i risultati ottenuti dal calcolo standard con correzioni per le reali condizioni d'uso e climatiche con i dati di consumo reali dell'impianto.

E' stato possibile analizzare le bollette relative alle scorse tre annualità (2009-2010, 2010-2011, 2011-2012). Si è poi proceduto alla conversione delle quantità fisiche di metano (mc) consumate in energia termica (kWh), in modo da poter confrontare i consumi reali e quelli teorici; il potere calorifico inferiore del metano considerato è stato: 9,94 kWh/Nm<sup>3</sup>.

I dati desunti sono riassunti nella tabella seguente:

	2009-2010	2010-2011	2011-2012
CONSUMI DA BOLLETTA			
euro	29.041	27.254	33.749
mc di metano	37.740	32.338	36.411
CONSUMI ENERGETICI			
kWh per riscaldamento	375.135	321.439	361.925
PCI metano - kWh/Nm <sup>3</sup>	9,94		

Il metodo di calcolo utilizzato per il calcolo dei consumi teorici dell'edificio segue la normativa tecnica UNI/TS 11300, e si basa su dati climatici (temperatura esterna, insolazione) di riferimento secondo dati climatici standard basati sulla zona climatica di appartenenza del sito analizzato.

Sulla base di tali dati è stato costruito e analizzato il modello utilizzato il condominio esaminato. Per effettuare la modellizzazione ed i calcoli necessari a valutare il consumo teorico è stato utilizzato il software AERMEC MC11300 su base nazionale.

Il risultato fornito dal SW in termini di fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento allo stato attuale risulta essere pari a 391.541 kWh

Tale risultato è stato quindi "corretto" sulla base delle caratteristiche climatiche locali, ossia secondo quanto desumibile dalla centralina climatica installata a Rossiglione, che, per la vicinanza con il sito in esame, risulta essere quella più idonea per rilevare i dati su cui elaborare il coefficiente di correzione climatica: questo è calcolato come rapporto tra i gradi giorno



misurati, per località e per anno, e i gradi giorno standard: per la zona climatica E, cioè quella in cui è situata Masone, tale valore è pari a 2715 GG:

$$A_{f,h} = \frac{\text{(gradi giorno misurati)}}{\text{(gradi giorno standard)}}$$

anno	GG misurati	GG standard	$A_{f,h}$
2009	2904	2715	<b>1,07</b>
2010	2753	2715	<b>1,01</b>
2011	2680	2715	<b>0,99</b>

Determinazione della congruità =

(Consumi di energia reale - fabbisogno energia primaria th con fattore di aggiustamento climatico)

fabbisogno energia primaria th con fattore di aggiustamento climatico

**Valore di congruità**

2009-2010 → 10,4%

2010-2011 → 19,0%

2011-2012 → 6,3%

**CONGRUITA'**

<= 5

<= 10

<= 15

> 15

**ALTA**

**MEDIA**

**BASSA**

**NON CONFORME**

Anno di riferimento	Consumo teorico [kWh/anno]	fattore di correzione climatica $A_{f,h}$	Consumo teorico corretto [kWh/anno]	Percentuale di congruità del modello - $(E_{reale} - \Phi_{hl}) / \Phi_{hl}$
2009-2010	391.451	1,07	418701	-10,4
2010-2011		1,01	396929	-19,0
2011-2012		0,99	386404	-6,3

## MODELLO VALIDATO

Il modello appare nel complesso conforme: per il periodo 2009 – 2010 si registra una confidenza media, per il periodo 2011- 2012 la congruenza è media; solo nel periodo 2010-2011 il modello risulta non conforme.



## 2 Impostazione dell'analisi economica

### 2.1 Premessa

L'analisi economica ha lo scopo di calcolare i tempi di rientro degli investimenti relativi agli interventi di miglioramento proposti.

L'analisi si basa sulla stima del costo di investimento iniziale, dei costi di conduzione fissi in base alla configurazione di impianto, dei costi di conduzione legati al consumo di combustibile, e delle agevolazioni fiscali ottenibili.

In funzione dei risultati ottenuti per i diversi interventi proposti, si indicano i miglioramenti possibili, i relativi costi di attuazione, gli obiettivi energetici (nuovi valori degli indicatori) che si prevede possano essere raggiunti, la ricaduta economica valutata attraverso il fattore DCS (discounted cash flow).

L'energia risparmiata è valutata in riferimento ad una baseline determinata secondo il punto 6.2.2.3 della Uni 16212-12. L'approccio scelto è

B1) before method

L'approccio è basato sui dati esistenti

L'approccio B1 non è possibile per le innovazioni in quanto non esiste riferimento di base ( cfr 6.1.2 UNI 1621-12)

L'energia risparmiata può essere valutata con la formula 7 della citata Norma

$$AES = AEC_0 \times AF_0 - AEC_1 \times AF_1 \text{ [kWh/annui]}$$

Indicando con 0 lo stato attuale e con 1 quello relativo al miglioramento.

AES= Energia Annuo Risparmiata (ANNUAL ENERGY SAVING) [kWh/annui]

AEC= Energia Annuo Consumata (ANNUAL ENERGY CONSUMPTION) [kWh/annui]

AF = fattore di aggiustamento per la normalizzazione dei consumi (Adjustment factor)

I fattori di aggiustamento devono tenere conto

- dei dati climatici reali,



- dei livelli di occupazione degli immobili,
- dell'acqua calda sanitaria effettivamente prodotta

Si osservi che tale fattore può essere sia minore sia maggiore di uno e si applica solo per la frazione di energia che è influenzata dal fattore esterno.

#### Altri fattori

E' possibile tenere conto che i risparmi previsti possano essere influenzati da altri 4 fattori (cfr 6.2.4.2 uni 16212-12): DC MP, FR,RE( Rebound effect).

DC(doppio conteggio): la possibilità che incentivi strutturali si sovrappongano ad offerte di mercato per cui che generino offerte particolarmente vantaggiose. Se è corretto tenere in conto entrambi i contributi, in generale NON è vero che il risparmio conseguito finale sia la somma dei singoli contributi, ma piuttosto la combinazione di essi. In generale questo coefficiente è <1  
MP(effetto di moltiplicazione) : è possibile che soluzioni innovative abbiano successo sul mercato e che negli anni successivi non siano più disponibili soluzioni di tipo tradizionale con un conseguente aumento dei risparmi per scelte indotte dal mercato o dalle normative. Tale coefficiente è in genere >1

FR(free rider): è possibile alcuni utenti possano aver implementato l'efficienza energetica dei propri sistemi edifici impianto anche in assenza di una azione collettiva condominiale. Le prestazioni del sistema sono affette da tali anomalie ed il coefficiente sarà < di 1.

RE (Rebound effect):. è possibile che ad esempio a seguito di installazione di una buona coibentazione di un sistema energeticamente molto efficiente il costo dell'energia scenda moltissimo rispetto al presente e gli utenti siano meno sensibili ai risparmi (ad esempio finestre aperte) oppure scelgano di avere un migliore confort aumentando di qualche grado la temperatura (si ricorda che una temperatura in casa di 21 gradi anzichè di 20, su di un delta T medio annuo di variabile tra 10° e 20° tipico Nord Italia ed un rendimento medio stagionale attorno al 80% incide per una percentuale variabile dal 6 al 12% della spesa energetica relativa al riscaldamento).

$$TAES = AES \times DC \times MP \times FR \times RE$$

TAES = Energia totale risparmiata annuale [kWh/anno]

Analogamente per i risparmi economici si deve tenere conto dei costi manutentivi e di invecchiamento dell'impianto o del miglioramento proposto

AMS : Risparmio monetario annuale [€/anno]



$$AMS = (AEC_0 \times AF_0 \times EC_0 - AEC_1 \times AF_1 \times EC_1) \times DC \times MP \times FR \times RE$$

EC: Costo del singolo vettore energetico [€/kWh]

$$MS = AMS - O\&M_{annui} - DT_{annui}$$

O&M<sub>annui</sub>: costi manutentivi annui [€/anno]

DT: deterioramento = (Costo a nuovo rivalutato alla data di fine vita del prodotto/ vita utile del prodotto)

Si osservi che il fattore di deterioramento previsto dalla citata UNI 16212 può risultare ininfluenza se in fase di looping si confronta con i costi di gestione corrente che includono la manutenzione ma non l'ammortamento del bene.



### 3. Analisi di fattibilità e costi/benefici di soluzioni applicabili al fabbricato

Alla luce di quanto emerso dall'analisi dello stato attuale del sistema edificio impianto si propone di coibentare le strutture condominiali al fine di ridurre i valori delle trasmittanze termiche dei vari componenti, ciò implica la possibilità di accedere agli incentivi fiscali che consistono in una detrazione fiscale pari al 50% del costo.

Si precisa che attuando interventi di isolamento termico tali da raggiungere i valori limiti delle trasmittanze termiche per la zona climatica di appartenenza dell'edificio si avrebbe la possibilità di accedere agli incentivi fiscali di detrazione del 65% del costo dell'intervento ad oggi riconosciuto per interventi realizzati entro il 30 giugno 2014.

Per non inficiare l'efficacia di interventi migliorativi sul sistema edificio-impianto, e per garantire condizioni di comfort all'interno di tutti gli ambienti, si rende necessaria la sostituzione dell'attuale generatore di calore con caldaia a condensazione classificata \*\*\*\* con potenza differente dalla precedente e ricalcolata, nel caso di intervento complessivo in funzione del minor fabbisogno determinato dall'installazione dell'isolamento termico dell'involucro.

Il Condominio oggetto di studio è sito nella ZONA CLIMATICA E.

#### Opzione 1: intervento proposto solo sull'impianto:

- Sostituzione dell'attuale caldaia a metano ad una stella con due generatori a condensazione \*\*\*\* di potenza complessiva  $P = 300\text{kW}$ , in modo da soddisfare il carico termico per il riscaldamento, tenendo presente gli andamenti climatici delle scorse annate. Il funzionamento modulante della caldaia permette di adattare il funzionamento alle necessità variabili degli utenti, in base al maggiore o minore utilizzo degli appartamenti e degli ambienti.
- Installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore ai terminali di emissione, in modo da modulare la richiesta termica in base alle reali necessità dei singoli appartamenti e contemporaneamente contabilizzare i consumi in modo da tarare



le bollette per far pagare il dovuto e non una quota stabilita in base ai millesimi, che però non rispecchia i consumi reali.

Opzione 2: intervento proposto sull'involucro:

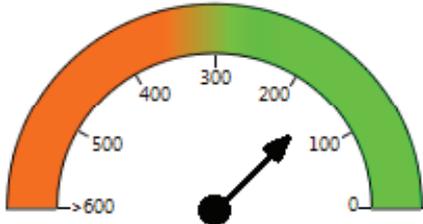
<b>Intervento</b>	Trasmittanza stato attuale [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza post intervento Ipotesi 1 [W/m <sup>2</sup> K]	Trasmittanza post intervento Ipotesi 2 [W/m <sup>2</sup> K]
Insufflaggio di materiale coibente all'interno dell'intercapedine d'aria della muratura perimetrale a cassa vuota	1,1	0,375	0,375
isolamento cassonetti	6	1	1
Isolamento sottofinestre	2,01	1,2	1,2
isolamento solaio verso sottotetto	1,6	1,4	0,230
isolamento solaio verso box	1,35	1,35	0,298
isolamento vano scala	1,81	0,667	0,260

Opzione 3: intervento combinato involucro + impianto:

A seguito dell'intervento sull'involucro edilizio descritto nell'opzione 2 si opziona la possibilità di sostituire l'attuale caldaia con due nuove caldaie modulari a condensazione della potenza installata complessiva di 180 kW, in cui il dimensionamento è stato quantificato sulla base del minor fabbisogno di energia termica dell'edificio per il riscaldamento a seguito dell'intervento sull'involucro.

### 3.1 Sostituzione della caldaia e installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore

#### Prestazione energetica del condominio in oggetto allo STATO ATTUALE

EPi,invol	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	88,077
EPi	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	152,974
EPi limite	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	61,345
Verifica EPi	-	Negativa
EPacs	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	57,804
Epgl	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	152,974
Classe energetica	-	F
ngms	-	0,5758
I dati si riferiscono all'ultima elaborazione del: 18/07/2013 16:54:35		
<p><b>Prestazione energetica globale (EPgl)</b></p> 		

La scelta del materiale per per l'insufflaggio delle strutture opache verticali e per l'isolamento dei solai consentono di accedere alla detrazione fiscale del 50%. Il periodo di ammortamento della spesa sostenuta è calcolato intorno ai 4 anni.

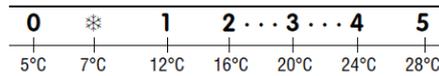
Sull'impianto attuale si propone l'installazione sui corpi scaldanti (terminali di emissione) di valvole termostatiche, e di contabilizzatori di calore di tipo indiretto (applicati sui singoli corpi scaldanti).

Le **valvole termostatiche** sono componenti che vengono installati sulla linea di distribuzione in prossimità dei radiatori, e che permettono di mantenere la temperatura ambiente ad un valore fissato, evitando indesiderati incrementi di temperatura.

Il gruppo valvola è composto da un componente di linea (raccordo a T dotato di guarnizioni) che può essere montato sulla linea esistente, e una "testa termostatica" che agisce regolando la portata in funzione della temperatura ambiente e della temperatura impostata mediante una scala di regolazione manuale. Se la temperatura ambiente ha un valore uguale o superiore alla temperatura impostata la valvola ostruisce completamente il passaggio della portata.



**Figura 1. Esempio di valvola termostatica completa**



**Figura 2. Esempio di scala graduata per l'impostazione della temperatura ambiente**



**Figura 3. Esempio di valvola contabilizzatore di calore indiretto installato su un radiatore**

I **contabilizzatori di calore** di tipo indiretto (o ripartitori) sono componenti che vengono installati in aderenza ai radiatori, e che permettono di valutare i consumi individuali di ogni singolo



radiatore, e quindi di ogni singolo appartamento sommando i contributi di tutti i radiatori presenti.

I contabilizzatori dispongono di un'interfaccia di comunicazione per la trasmissione in radiofrequenza o wireless dei dati di conteggio all'esterno dell'abitazione. In questo modo i dati possono essere rilevati dal conduttore dell'impianto o da una ditta specializzata per la ripartizione dei costi.

L'intervento è quindi composto da:

- sostituzione della caldaia con una a condensazione (Riello TAU N 150 da 150 kW di potenza massima, in modo da raggiungere il carico termico richiesto e soddisfare le richieste di ACS)
- installazione di valvole termostatiche sui corpi scaldanti per la regolazione della temperatura di ogni singolo ambiente – non avendo avuto accesso ai singoli appartamenti del condominio non è stato possibile verificare il numero esatto di unità radianti: per le simulazioni e per l'analisi economica degli interventi è stato necessario stimare un numero certo di radiatori;
- installazione di contabilizzatori di calore indiretti sui singoli corpi scaldanti.

In questo modo la temperatura viene regolata nei singoli ambienti, compensando gli apporti gratuiti e le diverse esposizioni.

L'applicazione dei contabilizzatori di calore permette di responsabilizzare l'utente nella regolazione della temperatura a cui vengono impostate le valvole termostatiche. Inoltre permette di misurare l'effettivo consumo di un appartamento, sommando i valori forniti dai singoli contabilizzatori.

La presenza dei contabilizzatori di calore non modifica alcun parametro dell'analisi energetica.

La temperatura degli ambienti interni (di set-point delle valvole termostatiche) su cui si basa la valutazione del risparmio energetico è di  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ .

Non vi sono vincoli tecnico-normativi.



La differenza tra le due soluzioni, a parità di temperatura dei singoli ambienti impostata a 20°C, e perfetto bilanciamento del circuito idraulico, è dovuta al rendimento di regolazione corrispondente alle due configurazioni.

Nel caso attuale la regolazione climatica con sonda esterna ha un rendimento che dipende fortemente dalle condizioni climatiche, con valori medi mensili anche molto penalizzanti (80% in Marzo), ed una conseguente dispersione energetica molto elevata.

La regolazione con valvole termostatiche ad azione proporzionale, con banda passante  $\pm 1^\circ\text{C}$ , ha invece un rendimento molto elevato (98%), e costante nell'arco della stagione di riscaldamento.

Il risparmio calcolato deriva in larga parte anche dalla differenza del valore di rendimento di regolazione.



---

### Vantaggi funzionali.

L'utente ha la possibilità di stabilire una temperatura desiderata in ogni singolo ambiente limitando il consumo secondo le esigenze di utilizzo degli ambienti e di comfort personali (es: diminuzione di qualche grado della temperatura di ambienti poco utilizzati).

La presenza dei contabilizzatori di calore responsabilizza il comportamento dell'utente, se la ripartizione dei costi per riscaldamento viene effettuata anche sulla base dei consumi effettivi.

In via generale, l'installazione di contabilizzatori di calore, anche di tipo indiretto (ossia montati con sigilli adesivi sui radiatori), possa contribuire ad una ripartizione in funzione degli effettivi consumi.

I contabilizzatori di calore permettono di quantificare l'energia effettivamente emessa dai singoli radiatori, permettendo di identificare la "spesa" energetica di ogni appartamento, mediante telelettura.

La spesa per la conduzione dell'impianto potrebbe quindi essere ripartita in due quote percentuali, una dipendente dai millesimi posseduti, l'altra dipendente dagli effettivi consumi contabilizzati..

A nostro avviso una suddivisione razionale sarebbe:

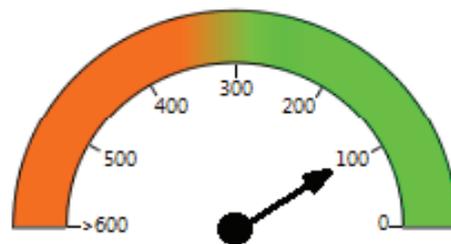
- ripartizione dei costi fissi (manutenzione, controlli periodici, spese per prevenzione incendi, ecc.) in base ai millesimi posseduti ;
- ripartizione del costo del combustibile in base all'effettivo utilizzo.

**Prestazione energetica del condominio in oggetto dopo l'intervento sull'impianto:**

EP <sub>e, invol</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	3,878
EP <sub>i, invol</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	88,077
EP <sub>i</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	108,553
EP <sub>i</sub> limite	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	61,345
Verifica EP <sub>i</sub>	-	Negativa
EP <sub>acs</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	57,804
EP <sub>gl</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	108,553
Classe energetica	-	E
η <sub>gms</sub>	-	0,8114

I dati si riferiscono all'ultima elaborazione del: 18/07/2013 11.58.43

**Prestazione energetica globale (EP<sub>gl</sub>)**



**Hp.1 ANALISI ECONOMICA DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO – sostituzione caldaia (potenza nuova caldaia 300 kW), installazione valvole termostatiche e contabilizzatori di calore.**

Q,H,p	AEC0	391.451,82	kWh	
Q,H,p	AEC1	275.484,59	kWh	
AEC	0	391.451	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	0	1		Adjustment Factor
AEC	1	275.484	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	1	1		Adjustment Factor
AES	1	115.967	kWh/anno	Energia Annua Risparmiata
DC	<1	1		Incentivi ed offerte
MP	>1	1		Innovazioni completamente sostitutive
FR	<1	1		Migliorie dei singoli
RE	<1	1		Minor sensibilità al risparmio
TAES	0	115.967	kWh/anno	Energia Totale Annua Risparmiata
EC	0	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
EC	1	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
AMS	0	€ 9.857	€/anno	Annual Monetary Saving
ELC	0			Costo rivalutato fine utilizzo
LL	0		anni	Vita Utile
DT	0		€/anno	Deterioramento
O&M	0		€/anno	Costi di manutenzione ed utilizzo
MS	0	€ 9.857	€/anno	Monetary Saving
C	0	€ 50.000	€	Costi intervento
IG	0	€ 25.000	€	Incentivi e sovvenzioni
		€ 2.500	€	Detrazione annua
SP	0	4	anni	Tempo di ritorno semplice

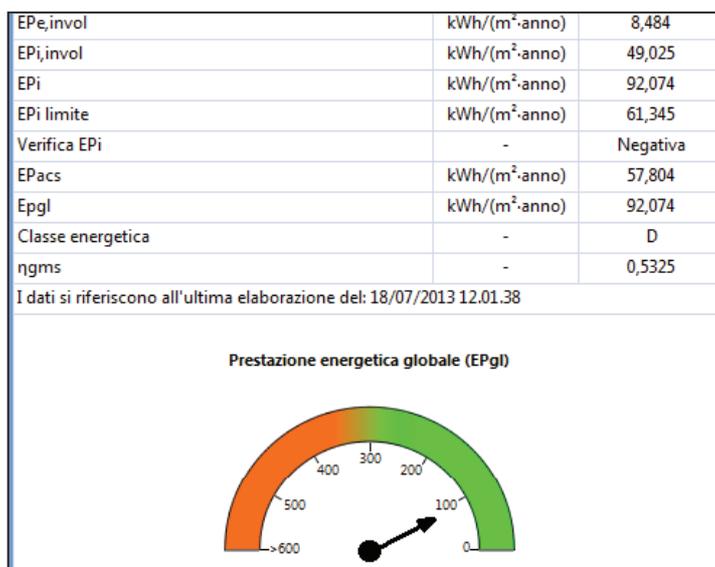


La valutazione economica dei costi è meramente indicativa; il costo del generatore di calore è stato quantificato sulla base del costo massimo specifico ammissibile del cosiddetto decreto “Conto Termico” (per impianti a condensazione con potenza nominale maggiore di 35 kWt tale valore è pari a 130 €/kWt), il costo di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore è stata quantificato sulla base dei costi di mercato allo stato attuale, in sintesi si veda la seguente tabella:

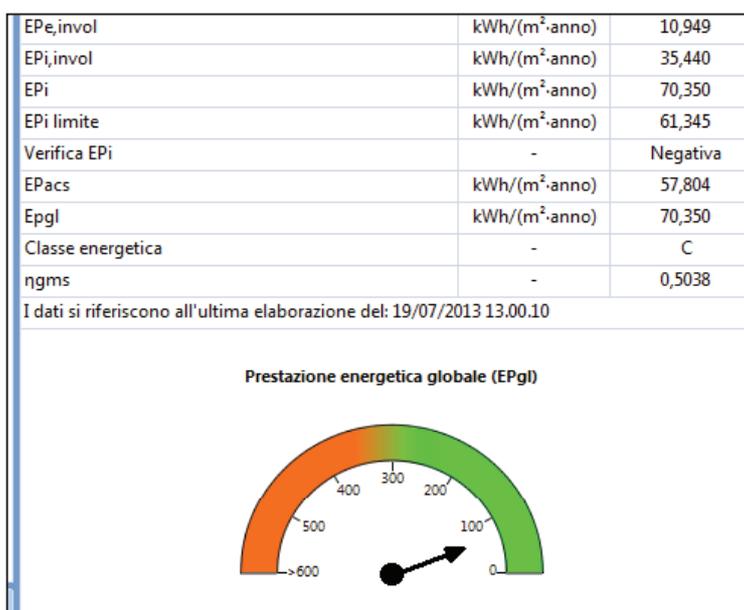
Costo generatore di calore	100 euro/kWt
Nuova potenza installata	300 kWt
	<b>30.000</b> euro
n. radiatori e contabilizzatori	144 rad
costo valvole e contabilizzatori	130 euro/rad
	<b>18.720</b> euro
<b>totale</b>	<b>48.720 euro</b>

### 3. 2 Isolamento involucro edilizio

#### Prestazione energetica del condominio in oggetto dopo l'intervento sull'involucro – Ipotesi 1:



#### Prestazione energetica del condominio in oggetto dopo l'intervento sull'involucro – Ipotesi 2:





## Hp.2 ANALISI ECONOMICA DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO – isolamento involucro – Ipotesi 1

Q,H,p	AEC0	391.451,82	kWh	
Q,H,p	AEC1	235.609,54	kWh	
AEC	0	391.451	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	0	1		Adjustment Factor
AEC	1	235.609	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	1	1		Adjustment Factor
AES	1	155.842	kWh/anno	Energia Annuo Risparmiata
DC	<1	1		Incentivi ed offerte
MP	>1	1		Innovazioni completamente sostitutive
FR	<1	1		Migliorie dei singoli
RE	<1	1		Minor sensibilità al risparmio
TAES	0	155.842	kWh/anno	Energia Totale Annuo Risparmiata
EC	0	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
EC	1	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
AMS	0	€ 13.247	€/anno	Annual Monetary Saving
ELC	0			Costo rivalutato fine utilizzo
LL	0		anni	Vita Utile
DT	0		€/anno	Deterioramento
O&M	0		€/anno	Costi di manutenzione ed utilizzo
MS	0	€ 13.247	€/anno	Monetary Saving
C	0	€ 70.000	€	Costi intervento
IG	0	€ 35.000	€	Incentivi e sovvenzioni
		€ 3.500	€	Detrazione annua
SP	0	4,2	anni	Tempo di ritorno semplice

La valutazione dei costi di tale intervento è stata effettuata sulla base dei costi di mercato allo stato attuale quantificati come segue:

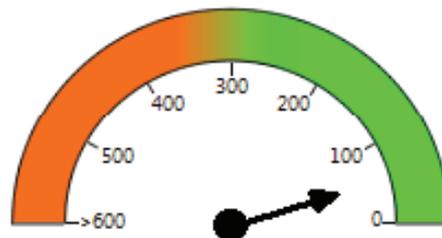
Volume intercapedine	130	m3
travi e pilastri	0	%
Volume da riempire	130	m3
costo isolamento con insufflaggio	180	euro/m3
	<b>23.366</b>	euro
isolamento cassonetti	20	euro/cd
n. cassonetti	151	n.
	<b>3.020</b>	euro
isolamento sottofinestra	30	euro/cd
n. sottofinestre	63	n.
	<b>1.890</b>	euro
isolamento solaio verso box	40	euro/m2
superficie box	448	m2
	<b>17.939</b>	euro
isolamento solaio verso sottotetto	12	euro/m2
superficie sottotetto	197	m2
	<b>2.361</b>	euro
isolamento vanoscala	50	euro/m2
superficie vanoscala	363	m2
	<b>18.170</b>	
<b>totale</b>	<b>66.746</b>	<b>euro</b>

### 3.3 Interventi combinati: isolamento dell'involucro, sostituzione caldaia, installazione valvole termostatiche e sistema di contabilizzazione

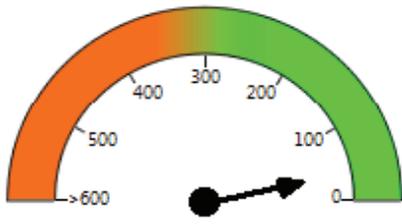
EP <sub>e,inv</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	8,484
EP <sub>i,inv</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	49,025
EP <sub>i</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	56,532
EP <sub>i</sub> limite	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	61,345
Verifica EP <sub>i</sub>	-	Positiva
EP <sub>acs</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	57,804
EP <sub>gl</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	56,532
Classe energetica	-	B
ng <sub>ms</sub>	-	0,8672

I dati si riferiscono all'ultima elaborazione del: 18/07/2013 12.03.42

**Prestazione energetica globale (EP<sub>gl</sub>)**



*Prestazione energetica: Intervento sull'involucro - Ipotesi1*

EP <sub>e, invol</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	10,949
EP <sub>i, invol</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	35,440
EP <sub>i</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	40,708
EP <sub>i</sub> limite	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	61,345
Verifica EP <sub>i</sub>	-	Positiva
EP <sub>acs</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	57,804
EP <sub>gl</sub>	kWh/(m <sup>2</sup> ·anno)	40,708
Classe energetica	-	B
ng <sub>ms</sub>	-	0,8706
I dati si riferiscono all'ultima elaborazione del: 19/07/2013 13.07.01		
<p><b>Prestazione energetica globale (EP<sub>gl</sub>)</b></p> 		

*Prestazione energetica: Intervento sull'involucro – Ipotesi 2*

**Hp.3 ANALISI ECONOMICA DELL'INTERVENTO DI MIGLIORAMENTO – isolamento involucro Ipotesi 1 e sostituzione caldaia (potenza nuova caldaia 180 kW) compreso installazione valvole termostatiche e contabilizzatori di calore.**

Q,H,p	AEC0	391.451,82	kWh	
Q,H,p	AEC1	143.152,41	kWh	
AEC	0	391.451	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	0	1		Adjustment Factor
AEC	1	143.152	kWh/anno	Annual Energy Consumption
AF	1	1		Adjustment Factor
AES	1	248.299	kWh/anno	Energia Annua Risparmiata
DC	<1	1		Incentivi ed offerte
MP	>1	1		Innovazioni completamente sostitutive
FR	<1	1		Migliorie dei singoli
RE	<1	1		Minor sensibilità al risparmio
TAES	0	248.299	kWh/anno	Energia Totale Annua Risparmiata
EC	0	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
EC	1	€ 0,085	€/kWh	Energy Cost
AMS	0	€ 21.105	€/anno	Annual Monetary Saving
ELC	0			Costo rivalutato fine utilizzo
LL	0		anni	Vita Utile
DT	0		€/anno	Deterioramento
O&M	0		€/anno	Costi di manutenzione ed utilizzo
MS	0	€ 21.105	€/anno	Monetary Saving
C	0	€ 120.000	€	Costi intervento
IG	0	€ 60.000	€	Incentivi e sovvenzioni
		€ 6.000	€	Detrazione annua
SP	0	4.4	anni	Tempo di ritorno semplice



La quantificazione dei costi dell'intervento combinato è stato ottenuto sommando i costi dei singoli interventi.

## 4 Conclusioni

### 4.1 Sintesi degli interventi di miglioramento proposti

Si riassume in tabella l'analisi economica delle soluzioni proposte e fattibili dal punto di vista tecnico e normativo, con i tempi di ritorno in relazione all'intervento iniziale effettuato per ciascuna soluzione.

INTERVENTO	investimento iniziale	priorità di intervento	tempo di ritorno semplice	Classe energetica raggiungibile
Stato attuale	-	-	-	F
Sostituzione caldaia, installazione valvole termostatiche e contabilizzatori di calore	50.000,00€	1	4	E
Coibentazione termica dell'involucro disperdente condominiale – Ipotesi 1	70.000,00€	2	4,2	D
Coibentazione termica dell'involucro disperdente condominiale – Ipotesi 1, sostituzione della caldaia con contabilizzazione consumi per il riscaldamento e regolazione della temperatura negli appartamenti	120.000,00€	3	4,4	B

### Tabella di riepilogo

Anno di costruzione	1969
Volume lordo riscaldato [mc]	8388
Numero unità abitative	31
Superficie disperdente [mq]	3373,51
Superficie utile [mq]	2571,74
Rapporto di forma S/V	0,402
Zona Climatica	E
GG - Gradi Giorno	2715
Impianto di riscaldamento	centralizzato
Sistema di generazione: potenza nominale caldaia [kW]	450
Tipo di Combustibile	gas metano
Rendimento globale medio stagionale [%]	57,22
Acqua Calda Sanitaria - ACS	a parte

### Consumi e spese: (2009-2010); (2010-2011); (2011-2012)

consumi [m3]	37.740; 32.338; 36.411	35.496	m3 - dato medio
costi combustibile [€]	29.041; 27.254; 33.749	30.015	euro - dato medio
consumi elettrici [kWhel]			
costi energia elettrica [€]	1.033; 867,31; 932,75	944	euro - dato medio

		Intevento 1	Intevento 2	Intevento 3
<b>Prestazione energetica</b>	<b>stato attuale</b>	sostituzione caldaia, regolazione, contabilizzazione (P 300 kW)	isolamento involucro – ipotesi 1	intervento complessivo (P 180 kW)
EPgl [kWh/mq .anno]	152,9	108,6	92,1	56,5
Epi, inv [kWh/mq .anno]	88	88	49	49
libertàCLASSE ENERGETICA (base nazionale)	F	E	D	B
Emissioni di CO2 [KgCO2/m2 anno]	53,829	41,472	36,983	27,106
Energia annua risparmiata [kWh/anno]		115.967,23	155.842,28	248.299,41
Risparmio monetario annuale [€/anno]		9.857	13.247	21.105
Costo intervento [euro]		50.000	70.000	120.000
Tempo di ritorno semplice (considerando gli incentivi statali del 50%) [anni]		4	4,2	4,4

Genova, li ...

**ALLEGATO 2**  
**SINTESI DELL'ANALISI E FLUSSI ECONOMICI**

## SINTESI ANALISI DELLO STATO ATTUALE

### INVOLUCRO

#### COMPONENTI OPACHI

Struttura a telaio in cemento armato con tamponamenti in laterizio a cassa vuota; muri divisori fra appartamenti, vano scala in doppio paramtero di laterizio semipieno intonacato sulle due facce con cassa vuota. Solai in laterocemento, porte caposcala tradizionali e blindate.

#### COMPONENTI TRASPARENTI

Finestre o portefinestre con vetro singolo e telaio in legno tenero; finestre o portefinestre con vetro singolo o doppio con telaio in metallo senza taglio termico o legno tenero.

### IMPIANTO

Volume lordo riscaldato: 8388 m<sup>3</sup>  
 Generazione: n. I caldaia con impianto dedicato al solo riscaldamento.  
 BIKLIM PRI, modello 350 a gas metano  
 Potenza al focolare: 450 kW  
 Distribuzione a colonne verticali, non coibentate passanti in intercapedine.  
 Regolazione: centralina di regolazione climatica che agisce sulla temperatura di mandata ai radiatori.  
 Emissione: radiatori su parete esterna e interna non isolata.

### INDICI E CONSUMI

descrizione	unità di misura	situazione attuale
<b>Indice di prestazione energetica globale</b>	kwh/m <sup>2</sup> anno	<b>152,97</b>
<b>consumo energetico</b>	kWh/anno	<b>393.409</b>
<b>costo riscaldamento</b>	€ / anno	<b>33.440</b>
<b>classe energetica</b>		<b>F</b>

### ESBORSO NEI PROSSIMI 10 ANNI IN ASSENZA DI INTERVENTI (SIMULAZIONE)

STATO ATTUALE		1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	in 10 anni
Costo combustibile €/ kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	
Manutenzione ordinaria e straordinaria €		€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>33.440</b>	<b>34.276</b>	<b>35.133</b>	<b>36.011</b>	<b>36.912</b>	<b>37.834</b>	<b>38.780</b>	<b>39.750</b>	<b>40.743</b>	<b>41.762</b>	<b>374.641</b>

# PROPOSTA DI INTERVENTO 1

## DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

### Interventi sull'involucro:

### interventi sull'impianto:

sostituzione della caldaia attuale con caldaia avente potenza pari a P = 300 kW, installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore.

### altro:

descrizione	unità di misura	post intervento	situazione attuale
<b>Indice di prestazione energetica globale</b>	kwh/m²anno	<b>108,6</b>	<b>152,97</b>
<b>consumo energetico</b>	kWh/anno	<b>279.170</b>	<b>393.409</b>
<b>costo riscaldamento</b>	€ / anno	<b>23.729</b>	<b>33.440</b>
<b>risparmio energetico</b>	kWh/anno	<b>114.239</b>	
<b>risparmio economico</b>	€ / anno	<b>9.711</b>	
<b>costo intervento</b>	€	<b>50.000,00</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento</b>	anni	<b>5,1</b>	
<b>incentivo fiscale 50% da recuperare</b>	€	<b>25.000</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento con incentivo</b>	anni	<b>4,1</b>	
<b>classe energetica</b>		<b>E</b>	<b>F</b>

STATO ATTUALE		1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	in 10 anni
Costo combustibile €/kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	
Manutenzione ordinaria e straordinaria €		€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>33.440</b>	<b>34.276</b>	<b>35.133</b>	<b>36.011</b>	<b>36.912</b>	<b>37.834</b>	<b>38.780</b>	<b>39.750</b>	<b>40.743</b>	<b>41.762</b>	<b>374.641</b>
<b>CON INTERVENTO I</b>												
Costo combustibile €/kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	23.729	24.322	24.930	25.554	26.192	26.847	27.518	28.206	28.911	29.634	
Costo intervento €	50.000											
Ipotesi rateizzazione		10.000	10.000	10.000	10.000	10.000						
Recupero fiscale	50%	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>31.229</b>	<b>31.822</b>	<b>32.430</b>	<b>33.054</b>	<b>33.692</b>	<b>24.347</b>	<b>25.018</b>	<b>25.706</b>	<b>26.411</b>	<b>27.134</b>	<b>290.845</b>
<b>Differenza sulla rata annua</b>		<b>-2.211</b>	<b>-2.454</b>	<b>-2.703</b>	<b>-2.958</b>	<b>-3.219</b>	<b>-13.487</b>	<b>-13.762</b>	<b>-14.043</b>	<b>-14.332</b>	<b>-14.628</b>	<b>-83.796</b>

## PROPOSTA DI INTERVENTO 2

### DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

**Interventi sull'involucro:** coibentazione pareti verticali e orizzontali tramite insufflaggio nell'intercapedine d'aria della muratura perimetrale a cassa vuota; applicazione di pannelli coibenti soilaio verso box e verso sottotetto sottofinestre, isolamento cassonetti, isolamento vano scala.

**interventi sull'impianto:**

**altro:**

descrizione	unità di misura	post intervento	situazione attuale
<b>Indice di prestazione energetica globale (funz. reale)</b>	kwh/m <sup>2</sup> anno	<b>92,1</b>	<b>152,97</b>
<b>consumo energetico</b>	kWh/anno	<b>236.790</b>	<b>393.409</b>
<b>costo riscaldamento</b>	€ / anno	<b>20.127</b>	<b>33.440</b>
<b>risparmio energetico</b>	kWh/anno	<b>156.619</b>	
<b>risparmio economico</b>	€ / anno	<b>13.313</b>	
<b>costo intervento</b>	€	<b>70.000</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento</b>	anni	<b>5,3</b>	
<b>incentivo fiscale 50% da recuperare</b>	€	<b>35.000</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento con incentivo</b>	anni	<b>4,2</b>	
<b>classe energetica</b>		<b>D</b>	<b>F</b>

STATO ATTUALE		1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	in 10 anni
Costo combustibile €/kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	
Manutenzione ordinaria e straordinaria €		€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>33.440</b>	<b>34.276</b>	<b>35.133</b>	<b>36.011</b>	<b>36.912</b>	<b>37.834</b>	<b>38.780</b>	<b>39.750</b>	<b>40.743</b>	<b>41.762</b>	<b>374.641</b>
<b>CON INTERVENTO I</b>												
Costo combustibile €/kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	20.127	20.630	21.146	21.675	22.216	22.772	23.341	23.925	24.523	25.136	
Costo intervento €	70.000											
Ipotesi rateizzazione		14.000	14.000	14.000	14.000	14.000						
Recupero fiscale	50%	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	3.500	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>30.627</b>	<b>31.130</b>	<b>31.646</b>	<b>32.175</b>	<b>32.716</b>	<b>19.272</b>	<b>19.841</b>	<b>20.425</b>	<b>21.023</b>	<b>21.636</b>	<b>260.490</b>
<b>Differenza sulla rata annua</b>		<b>-2.813</b>	<b>-3.146</b>	<b>-3.487</b>	<b>-3.837</b>	<b>-4.195</b>	<b>-18.562</b>	<b>-18.939</b>	<b>-19.325</b>	<b>-19.721</b>	<b>-20.126</b>	<b>-114.151</b>

## PROPOSTA DI INTERVENTO 3

### DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO

**Interventi sull'involucro:** coibentazione pareti verticali e orizzontali, copn insufflaggio, applicazione di pannelli coibenti solaio verso box e verso sottotetto, isolamento sottofinestre, isolamento cassonetti, isolamento vano scala.

#### interventi sull'impianto:

sostituzione della caldaia attuale con caldaia avente potenza pari a P = 180 kW, installazione di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore.

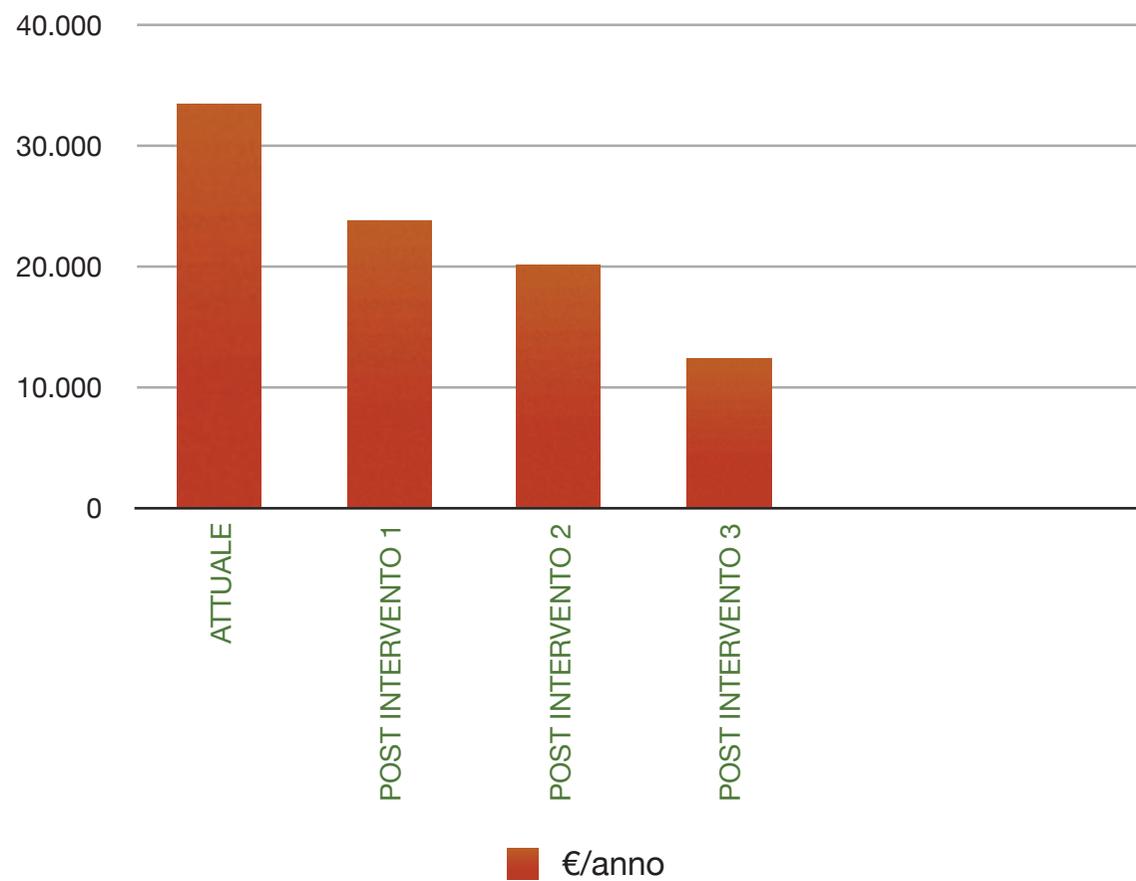
#### altro:

descrizione	unità di misura	post intervento	situazione attuale
<b>Indice di prestazione energetica globale</b>	kwh/m²anno	<b>56,5</b>	<b>152,97</b>
<b>consumo energetico</b>	kWh/anno	<b>145.386</b>	<b>393.409</b>
<b>costo riscaldamento</b>	€ / anno	<b>12358</b>	<b>33.440</b>
<b>risparmio energetico</b>	kWh/anno	<b>248.023</b>	
<b>risparmio economico</b>	€ / anno	<b>21.082</b>	
<b>costo intervento</b>	€	<b>120.000</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento</b>	anni	<b>5,7</b>	
<b>incentivo fiscale 50% da recuperare</b>	€	<b>60.000</b>	
<b>tempo di ritorno semplice dell'investimento con incentivo</b>	anni	<b>4,4</b>	
<b>classe energetica</b>		<b>B</b>	<b>F</b>

STATO ATTUALE		1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	in 10 anni
Costo combustibile €/ kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	
Manutenzione ordinaria e straordinaria €		€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	€ 0	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>33.440</b>	<b>34.276</b>	<b>35.133</b>	<b>36.011</b>	<b>36.912</b>	<b>37.834</b>	<b>38.780</b>	<b>39.750</b>	<b>40.743</b>	<b>41.762</b>	<b>374.641</b>
<b>CON INTERVENTO I</b>												
Costo combustibile €/ kWh	0,08											
Consumo combustibile €	incr. 2,5%	12.358	12.667	12.984	13.308	13.641	13.982	14.331	14.690	15.057	15.433	
Costo intervento €	120.000											
Ipotesi rateizzazione		24.000	24.000	24.000	24.000	24.000						
Recupero fiscale	50%	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	
<b>Esborso annuo per spesa riscaldamento €</b>		<b>30.358</b>	<b>30.667</b>	<b>30.984</b>	<b>31.308</b>	<b>31.641</b>	<b>7.982</b>	<b>8.331</b>	<b>8.690</b>	<b>9.057</b>	<b>9.433</b>	<b>198.451</b>
<b>Differenza sulla rata annua</b>		<b>-3.082</b>	<b>-3.609</b>	<b>-4.149</b>	<b>-4.703</b>	<b>-5.271</b>	<b>-29.852</b>	<b>-30.449</b>	<b>-31.060</b>	<b>-31.686</b>	<b>-32.329</b>	<b>-176.190</b>

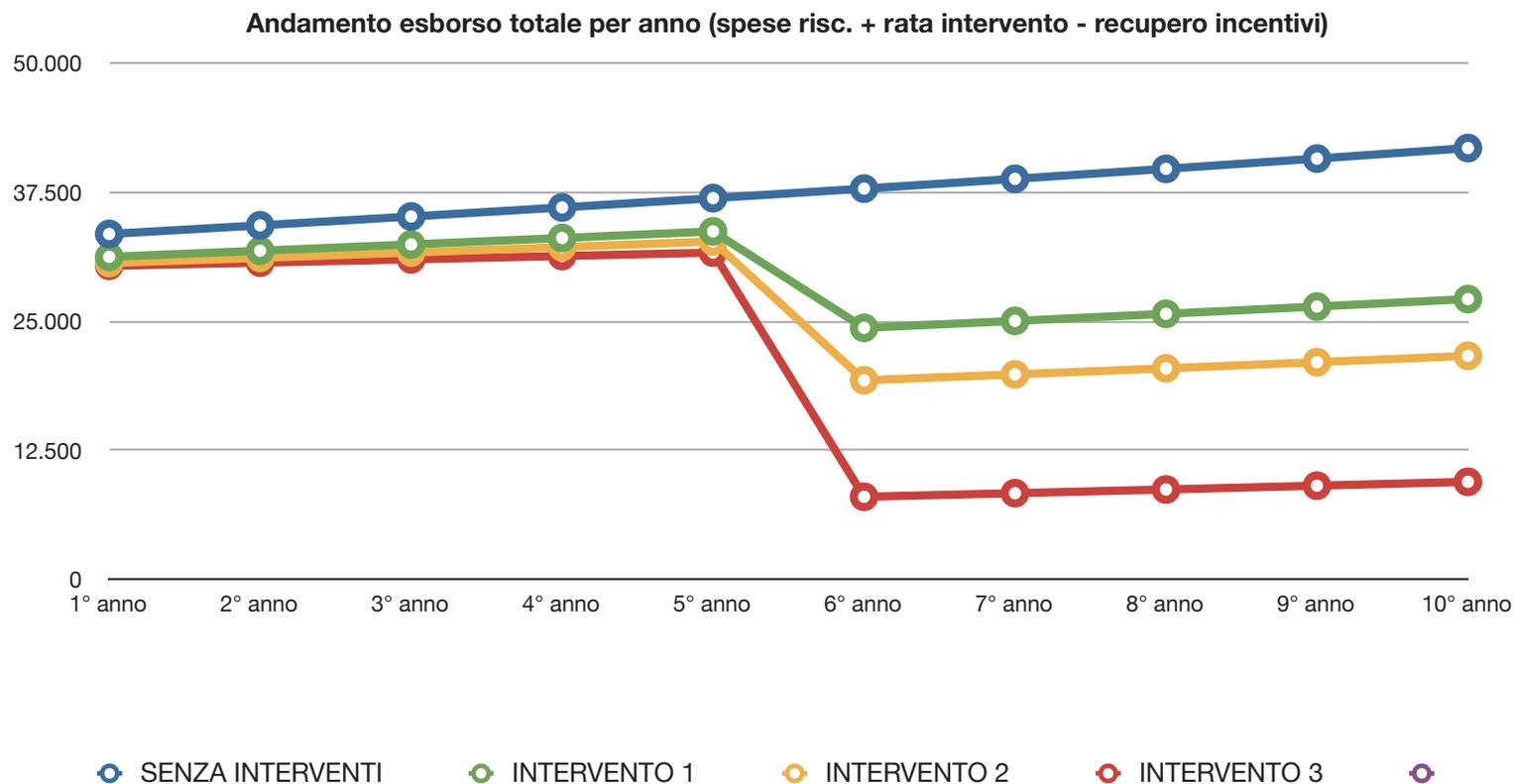
<b>ATTUALE</b>	<b>POST INTERVENTO 1</b>	<b>POST INTERVENTO 2</b>	<b>POST INTERVENTO 3</b>
33.440	23.729	20.127	12.358

**Esborso per riscaldamento post intervento**



ANDAMENTO ESBORSO TOTALE PER ANNO SU 10 ANNI

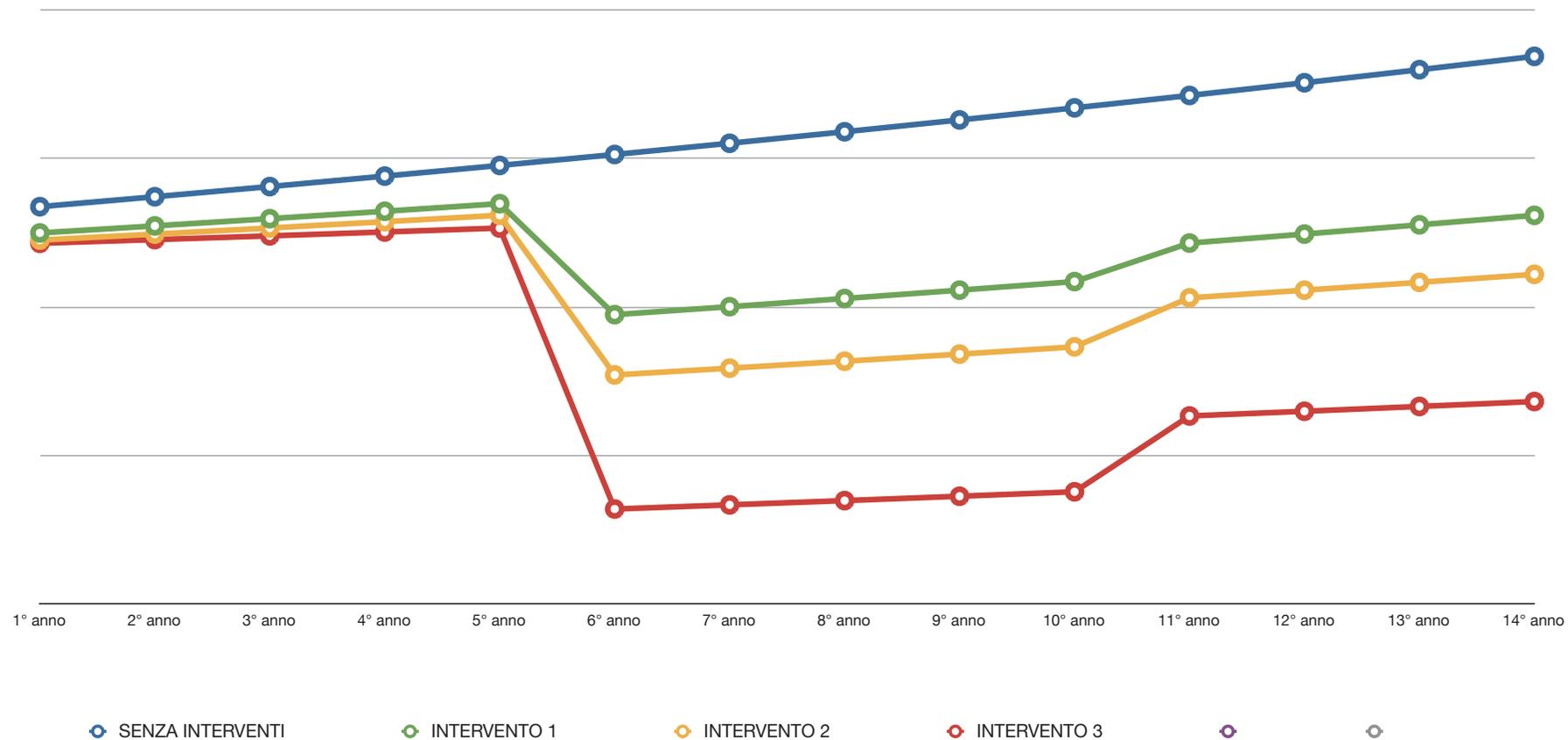
	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	in 10 anni
<b>SENZA INTERVENTI</b>	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	374.641
<b>INTERVENTO 1</b>	31.229	31.822	32.430	33.054	33.692	24.347	25.018	25.706	26.411	27.134	290.845
<b>INTERVENTO 2</b>	30.627	31.130	31.646	32.175	32.716	19.272	19.841	20.425	21.023	21.636	260.490
<b>INTERVENTO 3</b>	30.358	30.667	30.984	31.308	31.641	7.982	8.331	8.690	9.057	9.433	198.451



ANDAMENTO ESBORSO TOTALE PER ANNO SU 15 ANNI

	1° anno	2° anno	3° anno	4° anno	5° anno	6° anno	7° anno	8° anno	9° anno	10° anno	11° anno	12° anno	13° anno	14° anno	15° anno
<b>SENZA INTERVENTI</b>	33.440	34.276	35.133	36.011	36.912	37.834	38.780	39.750	40.743	41.762	42.806	43.876	44.973	46.097	47.250
<b>INTERVENTO 1</b>	31.229	31.822	32.430	33.054	33.692	24.347	25.018	25.706	26.411	27.134	30.376	31.135	31.913	32.711	33.529
<b>INTERVENTO 2</b>	30.627	31.130	31.646	32.175	32.716	19.272	19.841	20.425	21.023	21.636	25.764	26.409	27.069	27.746	28.439
<b>INTERVENTO 3</b>	30.358	30.667	30.984	31.308	31.641	7.982	8.331	8.690	9.057	9.433	15.819	16.214	16.620	17.035	17.461

Andamento esborso totale per anno (spese risc. + rata intervento - recupero incentivi)



Le presenti “Linee guida per audit energetici su edifici residenziali” sono state realizzate nell’ambito dell’iniziativa “Condomini Intelligenti in Provincia di Genova”, da:

Provincia di Genova

Fondazione Muvita

Agenzia Regionale per l’Energia della Liguria

Università di Genova, *Dipartimento di Ingegneria Meccanica per l’Energia, la Produzione, i Trasporti e i Modelli matematici*

grazie al sostegno diretto della Provincia di Genova.

Gruppo di lavoro:

Dario Miroglio (Provincia di Genova);

Marco Castagna, Barbara Gatti (Fondazione Muvita)

Maria Fabianelli, Ludovica Marenco, Pierpaolo Rossodivita (ARE Liguria)

Corrado Schenone, Paolo Cavalletti (Unige – DIME)

Le linee guida sono state testate - con il coordinamento tecnico dell’ing. P. Rossodivita e dell’ing. P. Cavalletti - su 16 condomini in Provincia di Genova con il supporto dei seguenti professionisti (selezionati tramite evidenza pubblica):

A. Ariccio, M. Badino, M. Battistrada, M. Bernardoni, A. Cabella, N. Canessa, A. Cardinali,

L. Costa, D. Costanzo, L. Dallavalle, C. Fabbri, S. Franzolini, T. Gamaleri, T. Ghiglione,

M. Gotta, C. Granelli, F. Levrero, M.R. Menicucci, N. Montaldo, A. Orsi, L. Pagani,

S. Patrone, E. Porta, A. Sarto.

Si ringraziano al riguardo per la collaborazione fornita gli amministratori dei condomini coinvolti.

# Condomini Intelligenti

è un'iniziativa di:



Camera di Commercio  
Genova



realizzata in collaborazione con:



nell'ambito del Progetto Europeo:



come strumento per la realizzazione del:

