



**POLITECNICO  
DI TORINO**



**POLITECNICO DI TORINO**

Tesi di Master Universitario di II livello

**EDILIZIA SOSTENIBILE ED EFFICIENZA  
ENERGETICA**

**Anno Accademico 2012/2013**

**PER RISPARMIARE ENERGIA  
TERMOREGOLAZIONE E  
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE  
Facciamo i conti!**

Isabella Delfino

Marzo 2014

Master Universitario di II livello in Edilizia sostenibile ed efficienza energetica

Ed. II a.a. 2012/2013

Politecnico di Torino

## TESI DI MASTER

PER RISPARMIARE ENERGIA

TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

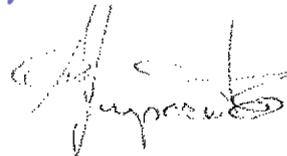
*Facciamo i conti!*

Isabella Delfino

Tutor accademico: Prof. Vincenzo Corrado



Tutor aziendale: Geom. Alessandro Imparato



COORDINATORE DEL MASTER Prof. Vincenzo Corrado

VICE-COORDINATORE DEL MASTER: Prof. Carlo Caldera

## INDICE

1. INTRODUZIONE	2
2. RIFERIMENTO NORMATIVO	5
3. TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE	9
3.1. TIPI DI CONTABILIZZAZIONE	10
3.2. LA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE INDIRETTA	11
3.3. CRITERI DI UTILIZZO DEI DISPOSITIVI	11
4. LA NORMA UNI 10200 AI FINI DELLA RIPARTIZIONE DELLA SPESA	13
4.1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	13
4.2. IMPIANTI TERMICI CENTRALIZZATI AI FINI DELLA CONTABILIZZAZIONE	14
4.3. VANTAGGI RISPETTO ALLA VERSIONE 2005	15
4.4. METODOLOGIA DI CALCOLO	16
4.4.1. MILLESIMI DI POTENZA INSTALLATA DELLE SINGOLE UNITA' IMMOBILIARI	18
4.4.2. MILLESIMI DI FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE DELLA SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE	18
4.4.3. POTENZE TERMICHE DEI CORPI SCALDANTI	19
5. LA SOLUZIONE DI CLIMAGEST s.r.l.	22
5.1. ESEMPIO: Condominio <i>Caso Studio</i>	22
5.1.1. LAVORANDO SULLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE	22
5.1.2. IMPRONTA DI CARBONIO: CALCOLO EMISSIONI DI CO <sub>2</sub>	35
5.2. CONFORME ALLE NORME	40
6. CONCLUSIONI	42
7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	44

## 1. INTRODUZIONE

*“Abbiamo un problema:  
dobbiamo riempire un secchio d’acqua con un rubinetto  
e scopriamo che il secchio è pieno di buchi.  
Cosa facciamo?  
Ci sono tre opzioni possibili:  
aumentiamo il flusso dell’acqua dal rubinetto,  
cambiamo il rubinetto  
o tappiamo i buchi.”  
(Maurizio Pallante)*

La metafora del saggista Maurizio Pallante rende bene l’idea della situazione energetica mondiale ed italiana in particolare.

La prima soluzione corrisponde ad un incremento della potenza o da numero di centrali elettriche tradizionali. La seconda rappresenta la volontà di utilizzare nuove forme di energia, nella fattispecie quelle rinnovabili. La terza soluzione si riferisce alle pratiche di risparmio energetico: tutte quelle scelte atte ad eliminare gli sprechi o quantomeno a diminuirle il più possibile.

Sebbene il risparmio energetico da solo non possa risolvere il problema energetico neanche ciascuna delle altre due alternative, se presa singolarmente, è in grado di porvi rimedio. La soluzione ottimale è da ricercare in un equilibrio tra le tre opzioni, ma sicuramente “tappare i buchi” è la prima iniziativa da intraprendere.

Gli sprechi energetici non convengono ai produttori in quanto a potenze maggiori degli impianti di produzione corrispondono costi maggiori (sia di installazione che di esercizio), non convengono agli utenti dato che li pagano in bolletta, ma soprattutto non convengono all’ambiente e quindi alla collettività.

Il presente lavoro di tesi, stesura di un lavoro compiuto in Climagest s.r.l., in relazione alla priorità di sensibilizzazione al risparmio energetico si pone come obiettivo lo studio e l’analisi della termoregolazione e contabilizzazione del calore, con un approfondimento sul tema delle emissioni di CO<sub>2</sub> prodotte da impianti centralizzati a fonti fossili.

Il periodo di stage trascorso, è stato occupato, quindi, fornendo soluzioni sostenibili e convenienti adatte ai bisogni di energia; facendo attenzione alle esigenze delle specifiche utenze e alla salvaguardia dell'ambiente.

Il servizio riscaldamento, una delle voci che maggiormente incidono sui bilanci condominiali, quindi delle famiglie e senza il conforto che a fronte di una così rilevante uscita corrisponda una adeguata soddisfazione degli utilizzatori. Conosciamo le diverse situazioni che si presentano negli edifici in condominio: appartamenti lasciati vuoti dalle famiglie per gran parte della giornata; appartamenti occupati per l'intero giorno da anziani soli; uffici e/o negozi con diverse esigenze d'orario rispetto alle civili abitazioni; appartamenti, uffici, negozi rimasti vuoti, inutilizzati per lunghi periodi, etc.

In considerazione di ciò, viene facile dedurre quanto sia improbabile riuscire a soddisfare in qualche modo, e "contemporaneamente", le diverse esigenze degli utenti, senza contrastare con il contenimento dei consumi, dei costi e quindi con il rispetto dell'ambiente.

Va ricordato che la Commissione europea ha recentemente e formalmente chiesto all'Italia di applicare integralmente la legislazione europea relativa al rendimento energetico degli edifici. Ciò allo scopo di ridurre significativamente il consumo energetico, per contribuire in tal modo alla lotta contro il riscaldamento climatico oltre che per vedere drasticamente ridotta la fattura energetica di ogni famiglia.

E' recente la ferma posizione presa dalle regioni in tema di contenimento dei consumi energetici nell'ambito condominiale, anche in riferimento all'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore, in linea con le raccomandazioni della direttiva europea 2010/31/UE del 19 maggio 2010.

Puntare al risparmio termico e al miglioramento dell'efficienza energetica è un buon investimento che non significa aumentare i costi, ma puntare sulla ottimizzazione delle spese di gestione con conseguente valorizzazione del patrimonio immobiliare.

Assumendo che gli edifici con numero di unità immobiliari maggiore o uguale a 5 sono definibili come condomini, si nota che rappresentano circa il 43% della volumetria del patrimonio edilizio italiano (con destinazione d'uso prevalentemente residenziale). A tali edifici si

associa un peso molto importante soprattutto se si tiene conto che la maggioranza di questi è localizzato nei grandi centri urbani, quindi dove la concentrazione di inquinanti e gas climalteranti raggiunge valori tali da suscitare un interesse prioritario. Risulta opportuno definire strategie finalizzate all'incentivazione e al supporto di interventi per il contenimento dei consumi energetici, in particolare per la climatizzazione invernale.

Tenendo inoltre presente che la gran parte degli edifici plurifamiliari presenti nei grandi centri urbani è stato progettato e realizzato durante l'espansione edilizia degli anni 60' 70' del novecento con dotazione di impianti di riscaldamento centralizzato. A tal proposito l'utente finale è stato identificato con il condominio e più precisamente con l'assemblea condominiale e quindi con i suoi componenti (proprietari e/o inquilini).

Quindi, l'utente finale ricopre un ruolo cruciale nel processo di attuazione dell'attività per rendere più efficienti gli edifici esistenti, poiché è colui che chiamato a sostenere per gli interventi da eseguire e ad assumere un corretto comportamento all'interno dell'edificio in relazione alle tematiche energetiche. Per ottenere questo scopo è molto importante che egli conosca i possibili interventi atti alla loro mitigazione e i corretti comportamenti da tenere affinché si ottenga la massimizzazione della redditività dell'investimento, salvaguardando il comfort all'interno dell'edificio e la salubrità dello stesso.

## 2. RIFERIMENTO NORMATIVO

- **LEGGE 10/1991 - *Approvazione della contabilizzazione del calore in assemblea di condominio.*** Per quanto concerne la contabilizzazione del calore, si segnala in particolare l'art. 26 comma 5, che recita testualmente: "*Per le innovazioni relative all'adozione di sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore e per il conseguente riparto degli oneri di riscaldamento in base al consumo effettivamente registrato, l'assemblea di condominio decide a maggioranza, in deroga agli articoli 1120 e 1136 del codice civile*". In merito a questo è bene osservare che in altri punti della stessa legge, per altri interventi considerati dalla stessa legge, il legislatore fa riferimento a maggioranze diverse che considerano anche le quote millesimali, mentre su questo punto è stato tralasciato qualsiasi riferimento esplicito a maggioranze diverse da quella delle teste presenti all'assemblea regolarmente convocata.
- **D.P.R. 412/1993 - *Orario di accensione dell'impianto centralizzato con impianto di contabilizzazione del calore.*** Il decreto contiene indicazioni attuative rispetto alla Legge 10/1991 precedentemente citata. Spiega che è consentito mantenere acceso l'impianto di riscaldamento centralizzato 24 ore su 24 qualora nel condominio con sistema di contabilizzazione sia possibile la regolazione autonoma della temperatura all'interno delle unità immobiliari in modo automatico. In alternativa, si spiega che è comunque possibile mantenere l'impianto sempre acceso se la centrale termica è dotata di gruppo termoregolatore pilotato da una sonda di rilevamento della temperatura esterna con programmatore che consenta la regolazione almeno su due livelli della temperatura ambiente nell'arco delle 24 ore (di notte l'impianto deve funzionare in regime attenuato, a temperatura più bassa). In entrambi i casi l'impianto termico deve essere posteriore al 1993, coi relativi requisiti tecnici.
- **D.P.R. 551/1999: *obbligatorietà della contabilizzazione del calore.*** Questo decreto prende in esame l'impiantistica dei sistemi di riscaldamento. L'art. 5 rende obbligatoria la

contabilizzazione del calore negli edifici di nuova costruzione. Si fa presente che in questi casi è tecnicamente ed economicamente più vantaggiosa la contabilizzazione diretta del calore (un solo contatore per ogni unità immobiliare).

- **D.P.R. 59/2009: *Obbligo di contabilizzazione del calore per impianti con distribuzione non equilibrata.*** Il decreto, noto tra gli addetti ai lavori in quanto disciplina la certificazione energetica degli edifici, obbliga alla termoregolazione e contabilizzazione del calore nel caso in cui l'edificio con impianto centralizzato abbia dei locali che superano i valori massimi di temperatura consentiti dalla legge; l'installazione del sistema deve avvenire tassativamente solo in caso di sostituzione del generatore di calore. Si veda in particolare l'art. 4, comma 6, punto E del decreto.
- **D.P.R. 74/2013 - Regolamento recante definizione dei criteri generali in materia di esercizio, conduzione, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici per la climatizzazione invernale ed estiva degli edifici e per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e c), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.**
- **D.L. 192/2005 e 311/2006: *obbligo valvole termostatiche.*** I due decreti legislativi prendono in considerazione una serie di aspetti tecnici sul rendimento energetico in edilizia, rettificando anche alcune parti della precedente Legge 10/1991. Relativamente alla contabilizzazione del calore, impongono l'installazione delle valvole termostatiche in tutto il condominio nel caso di ristrutturazione dell'impianto termico.
- ***Legge per l'utilizzo delle valvole termostatiche e la contabilizzazione in Lombardia e Piemonte 2013.*** Confermata l'obbligatorietà della termoregolazione e contabilizzazione dal 1° agosto 2013 negli edifici esistenti per potenze installate superiori a 350 kW e impianti anteriori al 1/8/97.

In Lombardia è stata istituita una legge regionale per preservare l'ambiente e permettere a ogni famiglia di poter fruire di un risparmio energetico e conseguentemente economico.

Con la Delibera della Giunta regionale n. IX/3855 del 25 luglio 2012, la Regione Lombardia, ha disposto di posticipare l'obbligo di dotazione dei sistemi di termoregolazione e di contabilizzazione del calore al 1° agosto 2013 per tutti gli impianti di riscaldamento centralizzato alimentati a gas naturale, con potenza termica superiore ai 350 kW e installati prima del 1° agosto 1997. La proroga segue lo slittamento dell'obbligo di installazione di dispositivi di termoregolazione e contabilizzazione del calore per gli impianti di più recente installazione deciso a maggio 2012.

In Lombardia fino al 31 dicembre 2016 è sospesa l'applicazione delle sanzioni per i responsabili degli impianti termici centralizzati che non hanno installato i dispositivi per la termoregolazione degli ambienti e la contabilizzazione autonoma del calore per ogni unità immobiliare.

Ad essere sospese sono solo le sanzioni e non l'obbligo di contabilizzazione, in vigore dal 1° agosto 2013 per quasi tutti gli impianti termici.

Obbligo di installazione delle valvole termostatiche in Regione Piemonte entro il 1° settembre 2014. La Regione Piemonte intende prorogare al 1° settembre 2014 la scadenza per l'introduzione delle valvole termostatiche negli edifici con riscaldamento centralizzato anteriori al 1991.

- **NORMA UNI 10200:2013 - Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria.** La norma stabilisce i principi per l'equa ripartizione delle spese di climatizzazione invernale e acqua calda sanitaria in edificio di tipo condominiale provvisti o meno di dispositivi per la climatizzazione dell'energia termica.
- **NORMA EN 834 - Norme tecnica sui ripartitori di calore.** La norma europea descrive le caratteristiche tecniche che si

richiedono agli apparecchi elettronici per la contabilizzazione indiretta del calore (contatori di calore, ripartitori di calore,..).

- **NORMA UNI TR 11388:2010 - Sistemi di ripartizione delle spese di climatizzazione invernale utilizzando valvole di corpo scaldante e totalizzatore dei tempi di inserzione.** La contabilizzazione del calore avviene totalizzando il tempo di inserzione del riscaldamento corretto dalla differenza di temperatura ambiente e quella media dell'acqua di mandata/ritorno.
- **NORMA UNI 9019:2013 - Sistemi di contabilizzazione indiretta basati sul totalizzatore di zona termica e/o unità immobiliare per calcolo dell'energia termica utile tramite i tempi di inserzione del corpo scaldante compensati dai gradi-giorno dell'unità immobiliare.** Finalità della nuova edizione è avere una nuova metodologia di calcolo indiretto dell'energia termica erogata all'unità immobiliare al fine di ottenere risultati paragonabili a quelli di altri metodi indiretti (UNI TR 11388; UNI EN 834).
- **NORMA EN 442-2:1999 - Norma tecnica sulla determinazione della potenza radiante dei termosifoni.** Questa norma europea, alla quale si attengono tutti i produttori di termosifoni, regola la determinazione della potenza radiante dei termosifoni.
- **NORME UNI EN ISO 14064:2012 - Gas ad Effetto Serra: specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di Gas ad effetto serra e della loro rimozione.** La norma ISO 14064 si propone di essere di beneficio per organizzazioni, governi, proponenti di progetti ed altre parti coinvolte a livello globale fornendo chiarezza e coerenza per quantificare, monitorare, rendicontare e convalidare o verificare inventari di GHG o progetti relativi a i GHG.

### 3. TERMOREGOLAZIONE E CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

La contabilizzazione individuale dei consumi, in particolare nell'ambito della climatizzazione invernale, rappresenta uno strumento di grande interesse nell'ambito dell'obiettivo del contenimento dei consumi energetici.

E' facile intuire che non avrebbe significato una contabilizzazione del calore senza dare la possibilità al singolo utente di agire autonomamente variando i consumi stessi in funzione delle sue esigenze. Per tale ragione, quando parliamo di contabilizzazione dei consumi di riscaldamento, implicitamente stiamo richiamando il concetto di "termoregolazione e contabilizzazione individuale".

E' essenziale, quindi, che l'utente valuti questi due aspetti come un'opportunità di riduzione dei costi e di ottenere le proprie puntuali esigenze di comfort, salvaguardando però allo stesso tempo i medesimi aspetti visti nell'ottica della collettività rappresentata da tutti gli utenti che abitano nel medesimo stabile.

Per tale motivo deve essere debitamente tenuto in conto il tema del calcolo della *Tariffa Binomia*, ovvero il calcolo delle percentuali della spesa energetica da ripartire a millesimi di riscaldamento (quota fissa) e quella da imputare a una ripartizione secondo i consumi individuali registrati dalla strumentazione.

Per risparmiare energia, specie negli impianti centralizzati un po' datati, non è sufficiente intervenire in modo approssimativo sulla temperatura dell'acqua dei radiatori con una centralina di regolazione climatica sulla base della temperatura esterna rilevata con una sonda, ma è indispensabile poter regolare la temperatura di ogni singolo locale sfruttando anche gli apporti gratuiti di energia (sia esterni solari che interni, dovuti cioè alla presenza di persone, al funzionamento di elettrodomestici, ecc.). Ciò si ottiene installando sui corpi scaldanti le valvole termostatiche, che sono dei dispositivi che regolano automaticamente l'afflusso di acqua calda in base alla temperatura

scelta ed impostata su una apposita manopola graduata. In questo in sintesi consiste la termoregolazione.

La contabilizzazione invece riguarda la determinazione dell'energia termica volontariamente prelevata da ogni singola unità immobiliare, cioè il consumo di ogni famiglia. La sua adozione, di per sé, non fa risparmiare energia ma è la modifica del cambiamento comportamentale dell'utente che porta poi, in effetti, a considerevoli riduzioni dei consumi (sapendo che si pagherà esattamente ciò che si utilizza, quando si ha caldo non si aprono più le finestre ma si regola diversamente il proprio impianto).

La contabilizzazione conferisce ad ogni utente l'autonomia gestionale. L'utente è tenuto a pagare un addebito corrispondente alla quantità di calore volontariamente prelevata dall'impianto centralizzato per soddisfare le esigenze di temperatura del proprio alloggio (consumo volontario) al costo di produzione degli impianti condominiali. L'utente non può esimersi dal pagamento di una quota corrispondente alla quantità di calore dispersa dall'impianto al fine di rendere disponibile il servizio (consumo involontario). L'utente deve avere la possibilità di controllare il proprio consumo e di valutarne il costo.

### 3.1. TIPI DI CONTABILIZZAZIONE

La contabilizzazione dell'energia si distingue, in funzione dei dispositivi e dei principi utilizzati, in:

- contabilizzazione indiretta
- contabilizzazione diretta

La contabilizzazione indiretta si basa sulla valutazione dell'energia prelevata dall'utenza, mediante la misura di parametri di proporzionalità con l'emissione termica (temperatura superficiale del corpo scaldante e temperatura ambiente), nota la potenza termica nominale del corpo scaldante.

La contabilizzazione diretta si basa sulla misura dell'energia termica prelevata da ogni utenza, attraverso la misura, direttamente sul fluido termovettore, di parametri atti a definire la differenza di entalpia fra l'ingresso e l'uscita del circuito utilizzatore.

### 3.3 LA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE INDIRETTA

Oggetto di studio di questa tesi sarà la contabilizzazione indiretta, utilizzata principalmente negli impianti a distribuzione “verticale” a colonne montanti. In questi impianti la contabilizzazione diretta sarebbe infatti improponibile per l'impossibilità di identificare un circuito relativo all'unità immobiliare.

Installando un ripartitore su ogni corpo scaldante, il principio di funzionamento si baserà sulla conoscenza della potenza termica nominale dello stesso e sulla misura delle sue condizioni di funzionamento (differenza tra temperatura media superficiale e temperatura ambientale) dalle quali dipende l'emissione termica, integrandola nel tempo.

### 3.4 CRITERIO E UTILIZZO DEI DISPOSITIVI

I dispositivi attualmente utilizzati, completamente elettronici, derivano da dispositivi meno evoluti basati sul principio dell'evaporazione di un liquido, tanto maggiore quanto maggiore è la temperatura del corpo scaldante.

Il ripartitore fornisce unità di ripartizione proporzionali ad una determinata quantità di energia erogata dal corpo scaldante che si incrementano nel tempo. La somma delle unità totalizzate in una stagione è proporzionale all'energia termica emessa dal corpo scaldante nello stesso periodo. L'unità di ripartizione, rappresenta l'elemento di proporzionalità con l'energia erogata (vedi *prospetto\_1*).

$$UR = K \cdot \int (T_r - T_a)$$

dove:

**K** coefficiente che tiene conto di:

- tipologia del radiatore
- potenza nominale del radiatore
- modalità di montaggio

**Tr** temperatura superficiale radiatore

**Ta** temperatura ambiente

*prospetto\_1*

Fonte: UNI EN 834

La normativa prevede che il ripartitore elettronico debba essere corredato di un visualizzatore dei dati sul display (vedi *figura\_1*).



Un sensore è sempre dedicato alla misura della temperatura del radiatore, il secondo sensore, se presente, misura la temperatura ambiente.

Nel caso di un solo sensore, per la temperatura ambiente è assunto un valore costante di 20°C. Per una corretta contabilizzazione va previsto il dispositivo a due sensori.

Per una contabilizzazione corretta e “trasparente” è necessario effettuare la “programmazione” dei ripartitori prima della loro installazione.

Solo attraverso la programmazione l’indicazione che appare sul display è effettivamente “proporzionale” al calore erogato.

I ripartitori cominciano a contabilizzare le unità di calore (HCA) consumate dal corpo scaldante e a memorizzarle inviando i dati alle antenne.

Il sistema trasforma gli impianti di riscaldamento centralizzati esistenti in impianti termo-autonomi ed effettua una valutazione del calore consumato dalla singola utenza per una ripartizione equa dei costi di riscaldamento.

Grazie all’impiego della moderna tecnologia wireless, l’installazione non richiede alcun intervento edile o elettrico.

## 4. LA NORMA UNI 10200 AI FINI DELLA RIPARTIZIONE DELLA SPESA

### 4.1. SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La contabilizzazione del calore diventa più puntuale e trasparente. È stata pubblicata la nuova versione della norma tecnica UNI 10200, norma tecnica dal titolo *“Impianti termici centralizzati di climatizzazione invernale ed acqua calda sanitaria – Criteri di ripartizione delle spese di climatizzazione ed acqua calda sanitaria”*, che fornisce i criteri per una corretta ed equa ripartizione della spesa per la climatizzazione invernale e per l'acqua calda sanitaria nei condomini serviti da impianto termico centralizzato o da impianto di teleriscaldamento.

La presente norma fornisce i principi e le indicazioni per la ripartizione delle spese in proporzione dei consumi volontari di energia termica delle singole unità immobiliari da tutti gli altri consumi. Il prelievo di calore volontario corrisponde al calore che esce dai corpi scaldanti e viene prelevato dall'utente in conseguenza delle sue azioni sul sistema di regolazione (valvole termostatiche o termostato ambiente). La rimanente parte del calore immesso in casa è costituito dalle dispersioni delle reti di distribuzione del riscaldamento e dell'acqua calda sanitaria, che sono indipendenti dalle azioni del singolo utente e quindi vengono ripartite a “millesimi di riscaldamento”..

Alla base della metodologia di calcolo, la spesa totale per climatizzazione invernale e ACS viene definita come somma delle seguenti voci:

- la spesa totale per il consumo di energia termica utile delle unità immobiliari;
- la spesa totale per il consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo;
- la spesa totale per potenza termica installata.

L'aggiornamento offre maggiori garanzie ai condomini, grazie a un'adeguata documentazione da fornire a ciascuna unità immobiliare, e permette di calcolare meglio la ripartizione della spesa totale.

## 4.2. IMPIANTI TERMICI CENTRALIZZATI AI FINI DELLA CONTABILIZZAZIONE INDIRETTA

Gli impianti termici centralizzati sono suddivisi in primo luogo tra:

- impianti dotati di termoregolazione per il prelievo volontario di energia termica utile da parte dei singoli utenti;
- impianti sprovvisti di termoregolazione.

Nell'ambito degli impianti dotati di termoregolazione, ove il singolo utente deve poter determinare il proprio consumo volontario di energia termica mediante azione sui dispositivi di termoregolazione, si distinguono inoltre:

- impianti provvisti di dispositivi di contabilizzazione diretta;
- impianti provvisti di dispositivi di contabilizzazione indiretta.

La contabilizzazione indiretta dell'energia termica utile è utilizzabile qualora non sia prevista nel progetto la contabilizzazione diretta, con adeguata motivazione, e sia presente la termoregolazione. La contabilizzazione indiretta è basata su dispositivi per la contabilizzazione dell'energia termica utile conformi alla UNI EN 834 (ripartitori) o alla UNI TR 11388 o alla UNI 9019.

La contabilizzazione indiretta dell'energia termica prevede, in questo caso, di un ripartitore e di una valvola termostatica, che può essere dimensionata secondo i criteri riportati nel *prospetto\_2* per ciascun radiatore o in alternativa l'utilizzo di uno o più termostati ambientale.

### Progettazione dell'impianto

- rilievo di tutti i corpi scaldanti installati e la determinazione della potenza termica installata nelle diverse utenze (vedi *prospetto\_4*);
- dettaglio dell'installazione dei dispositivi di contabilizzazione;
- rilievo del tipo di attacco del radiatore e della sua dimensione ai fini della individuazione del modello di corpo valvola;
- il tipo di testa termostatica e del relativo sensore
- dimensionamento della pompa di circolazione atta a garantire le portate di progetto in relazione al tipo di valvola di regolazione adottata;
- la certificazione delle potenze memorizzate nei sistemi di contabilizzazione;
- la formulazione del prospetto della ripartizione delle spese.

*prospetto\_2*

Fonte: UNI 10200:2013

I dispositivi utilizzati in caso di contabilizzazione indiretta, in particolare i ripartitori, devono essere programmati in funzione delle caratteristiche e

della potenza termica dei corpi scaldanti su cui vengono installati. Per le modalità di installazione dei ripartitori si deve fare riferimento alla UNI EN 834.

Nel *prospetto\_3* che segue sono definiti i criteri di utilizzo dei dispositivi di contabilizzazione.

<b>Criteri di utilizzo dei dispositivi di contabilizzazione</b>		
dispositivo	contabilizzazione diretta	contabilizzazione indiretta
<i>Contatore di calore</i>	x	
<i>Ripartitore</i>		x
<i>Sistemi di ripartizione per la contabilizzazione conformi alla UNI TR 11388 e alla UNI 9019</i>		x

*prospetto\_3*

**Fonte:** UNI 10200:2013

#### 4.3. VANTAGGI RISPETTO ALLA VERSIONE DEL 2005

Rispetto alla versione del 2005 della presente norma, i criteri di ripartizione sono stati estesi anche ai condomini sprovvisti di sistemi di contabilizzazione e termoregolazione ed inoltre sono stati aggiornati rivedendo la metodologia di calcolo.

Altra novità riguarda i cosiddetti millesimi di riscaldamento. La nuova UNI 10200 prevede che siano riconducibili ai millesimi di potenza termica installata o ai millesimi di fabbisogno di energia utile, calcolati secondo le specifiche della UNI TS 11300 (in sostanza solo l'energia che fa lavorare l'impianto nella singola unità immobiliare). Nella vecchia versione contavano solo i primi: adesso dunque si introduce un criterio più equo.

Dal punto di vista tecnico, una novità risiede nella stima del consumo involontario dovuto alle dispersioni della rete di distribuzione, dispersioni che influiscono sulla spesa della quota fissa.

Per concludere, la nuova norma aggiorna il metodo di calcolo della potenza termica installata, introducendo il metodo UNI EN 442-2 basato sulla potenza termica nominale del corpo scaldante ed estendendo l'utilizzo della contabilizzazione del calore indiretta anche ai sistemi conformi alla UNI TR 11388 e alla UNI 9019.

#### 4.4. METODOLOGIA DI CALCOLO

Secondo riportato nella UNI 10200:2013 al punto 8 della procedura di calcolo, la ripartizione della spesa totale [ $S_t$ ] di climatizzazione invernale deve essere ripartita in funzione della componente di spesa considerata:

$$S_t = S_{ui,cli} + S_{uc,cli} + S_{p,cli}$$

- la spesa totale per il consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare [ $S_{ui}$ ] deve essere ripartita in base ai consumi di energia termica utile delle singole unità immobiliare;

$$S_{ui,cli} = c_{cli} \times Q_{ui,cli} \quad [€]$$

$c_{cli}$  costo unitario dell'energia termica utile per climatizzazione invernale [€/kWh]

$Q_{ui,cli}$  consumo di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale [kWh]

→ qualora si disponga di ripartitori

$$Q_{ui,cli} = (Q_{cli} - \sum Q_{cc,cli} - \sum Q_{sc,cli} - Q_{inv,cli}) \times (ur / \sum ur) \quad [kWh]$$

$Q_{cli}$  consumo totale di energia termica utile [kWh]

$Q_{cc,cli}$  consumo di energia termica utile della singola utenza (ad uso collettivo) dotato di contatore di calore [kWh]

$Q_{sc,cli}$  consumo di energia termica utile della singola utenza (ad uso collettivo) prima di contatore di calore [kWh]

$Q_{inv,cli}$  consumo involontario di energia termica utile [kWh]

$$Q_{inv,cli} = Q_{h,cli} \times k_{inv} \quad [kWh]$$

$Q_{h,cli}$  fabbisogno ideale di energia termica dell'edificio per climatizzazione invernale nel periodo considerato (secondo UNI TS 11300-1) [kWh]

$k_{inv}$  frazione del fabbisogno ideale di energia termica utile dell'edificio per climatizzazione invernale da attribuire al consumo involontario (valori dati nel *figura\_2*)

in presenza di ripartitori:

$$Q_{inv} = P_{cli} \quad [kWh]$$

$P_{cli}$  sono le perdite dell'impianto, dati da:

$$P_{cli} = P_d + P_a + P_{dp}$$

$P_d, P_a, P_{dp}$  perdite di distribuzione, accumulo e distribuzione primaria, calcolate secondo UNI TS 11300-2 [kWh]

$ur$  unità di ripartizione della singola unità immobiliare [HCA]

$$ur = L2 - L1$$

$L1$  lettura iniziale del ripartitore [HCA]

$L2$  lettura finale del ripartitore [HCA]

- la spesa totale per il consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo da attribuire alla singola unità immobiliare [ $S_{uc}$ ]

deve essere ripartita in base ai millesimi di proprietà delle singole unità immobiliari [ $m_p$ ];

	$S_{uc,cli}^* = c_{cli} \times Q_{uc,cli,t} \quad [€]$
$c_{cli}$	costo unitario dell'energia termica utile per climatizzazione invernale [€/kWh]
$Q_{ui,cli,t}$	consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per climatizzazione invernale [kWh]
<u>Spesa totale per il consumo di energia utile dei locali ad uso collettivo da attribuire alla singola unità immobiliare</u>	
	$S_{uc,cli} = S_{uc,cli}^* \times (m_p / 1000) \quad [€]$
$S_{uc,cli}^*$	spesa totale per il consumo di energia termica utile dei locali ad uso collettivo per climatizzazione invernale [€]
$m_p$	millesimi di proprietà della singola unità immobiliare [-]

- la potenza totale per potenza termica installata [ $S_p$ ] deve essere ripartita in base ai millesimi di fabbisogno di energia termica utile delle singole unità immobiliari [ $m_{Qh}$ ].

	$S_{p,cli}^* = (c_{cli} \times Q_{inv,cli}) + S_{cm,cli} + S_{cr,cli} \quad [€]$
$c_{cli}$	costo unitario dell'energia termica utile per climatizzazione invernale [€/kWh]
$Q_{inv,cli}$	consumo involontario di energia termica utile per climatizzazione invernale [kWh], dato dal calcolo semplificato ( <u>edifici esistenti</u> ):
$S_{cm,cli}$	spesa per conduzione e manutenzione ordinaria dell'impianto termico centralizzato per climatizzazione invernale [€]
$S_{cr,cli}$	spesa per la gestione del servizio di contabilizzazione dell'energia termica utile per climatizzazione invernale [€]
<u>Spesa per potenza termica installata da attribuire alla singola unità immobiliare</u>	
	$S_p = S_{p,cli}^* \times (m_{Qh,cli} / 1000)$
$S_{p,cli}^*$	spesa totale per potenza termica installata per climatizzazione invernale [€]
$m_{Qh,cli}$	millesimi di fabbisogno di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale [-]

Oltre al calcolo dei millesimi di fabbisogno, le UNI TS 11300 sono state introdotte, come sopra citato, per la stima del consumo involontario riconducibile alle dispersioni della rete di distribuzione (distribuzione primaria, secondaria e accumulo), calcolo che viene richiesto nel caso in cui la contabilizzazione del calore sia affidata ai ripartitori. Tuttavia, a tal proposito, la UNI 10200 permette in alternativa un calcolo semplificato tramite l'utilizzo di coefficienti (come in *figura\_2*) che attribuiscono valori prestabiliti al consumo involontario.

Tipologia di impianto		$k_{nv}$ [-]		
		A <sup>1)</sup>	B <sup>1)</sup>	C <sup>1)</sup>
Impianto a distribuzione verticale a colonne	Edificio ad un piano	0,23	0,25	0,30
	Edificio a due piani	0,22	0,24	0,28
	Edificio a tre piani	0,21	0,23	0,265
	Edificio a quattro piani ed oltre	0,20	0,22	0,25
Impianto a distribuzione orizzontale con collettori complanari o monotubo <sup>2) 5)</sup>		0,10		
Impianto con satelliti di utenza <sup>4)</sup> con valvole a due vie modulanti e $\Delta t$ elevato <sup>2) 5)</sup>		0,10		
Impianto con satelliti di utenza <sup>4)</sup> con valvole a tre vie e regolazione on-off <sup>2) 5)</sup>		0,25		
Impianto con satelliti di utenza <sup>4)</sup> con valvole a due vie modulanti e $\Delta t$ elevato; produzione di acqua calda sanitaria con scambiatori collegati alla medesima rete <sup>3) 5)</sup>		0,35		
Impianto con satelliti di utenza <sup>4)</sup> con valvole a tre vie e regolazione on-off; produzione di acqua calda sanitaria con scambiatori collegati alla medesima rete <sup>3) 5)</sup>		0,50		

figura\_2

Valori indicativi del coefficiente  $k_{nv}$  per edifici esistenti

Fonte: UNI 10200:2013

#### 4.4.1. MILLESIMI DI POTENZA INSTALLATA DELLE SINGOLE UNITA' IMMOBILIARI

I millesimi di potenza termica installata della singola unità immobiliare  $[m_\phi]$  sono dati dalla seguente formula:

$$m_\phi = (\Phi_{ui} / \sum \Phi_{ui}) \times 1000 \quad [-]$$

$\Phi_{ui}$  potenza termica totale installata della singola unità immobiliare [W], data da:

$$\Phi_{ui} = \sum \Phi_{cs}$$

$\Phi_{cs}$  potenza termica totale emessa dal corpo scaldante [W]

#### 4.4.2. MILLESIMI DI FABBISOGNO DI ENERGIA TERMICA UTILE DELLA SINGOLA UNITA' IMMOBILIARE

I millesimi di fabbisogno di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale o riscaldamento  $[m_{Qh,cli}]$  sono dati dalla seguente formula:

$$m_{Qh,cli} = (Q_{h,cli} / \sum Q_{h,cli}) \times 1000 \quad [-]$$

$Q_{h,cli}$  fabbisogno di energia termica utile della singola unità immobiliare per climatizzazione invernale, calcolato secondo UNI TS 11300-1 [kWh]

#### 4.4.3. POTENZE TERMICHE DEI CORPI SCALDANTI

Il metodo di calcolo è valido esclusivamente per radiatori e piastre radianti (emissione di energia per convezione e irraggiamento).

Il calcolo delle potenze termiche dei corpi scaldanti è finalizzato a:

- determinazione dei millesimi di potenza termica installata nelle singole unità immobiliari;
- programmazione dei ripartitori;
- determinazione delle portate di fluido termovettore.

Tutte le potenze termiche devono essere riferite al salto termico di 60°C.

$$\Phi_{cs} = \Phi_{\Delta t60} + \Phi_{tb,in} + \Phi_{tb,out}$$

$\Phi_{cs}$	Potenza termica totale [W]
$\Phi_{\Delta t60}$	Potenza termica emessa dal corpo scaldante per $\Delta_{t60}$ [W]
$\Phi_{tb,in}$	Potenza termica emessa dalla tubazione in ingresso [W]
$\Phi_{tb,out}$	Potenza termica emessa dalla tubazione in uscita [W]

La potenza può essere calcolata con due differenti metodi:

- Metodo UNI EN 442-2

Il metodo UNI EN442 deve essere utilizzato per tutti i corpi scaldanti per i quali siano disponibili dati conformi a tale norma, e comunque per tutti quelli prodotti a partire dal 1995.

La potenza termica emessa dal corpo scaldante [ $\Phi_{cs}$ ] è funzione del salto termico tra l'ambiente ed il fluido termovettore contenuto nel corpo scaldante. Il dato di potenza normalmente dichiarato dal costruttore, è relativo ad un salto termico di 50°C e ad un corpo scaldante costituito da almeno 10 elementi.

$$\Phi_{el\Delta t60} = \Phi_{elUNI442} \times (60/50)^n$$

dove:

$\Phi_{el\Delta t60}$	potenza termica emessa dal singolo elemento per $\Delta_{t60}$ [W]
$\Phi_{elUNI442\Delta t50}$	potenza termica emessa dal singolo elemento per $\Delta_{t50}$ (dichiarata dal costruttore) [W]
n	esponente caratteristico del corpo scaldante (dichiarato dal costruttore, in assenza di dati assumere valore 1,3)
Superficie del corpo scaldante costituito da 10 elementi $S_{10}$	
$S_{10} = 2 \times h_{el} \times l_{el} \times 10 + 2 \times p_{el} \times l_{el} \times 10 + 2 \times p_{el} \times h_{el}$	
$S_{10}$	superficie di un corpo scaldante costituito da 10 elementi [m <sup>2</sup> ]
$h_{el}$	altezza del singolo elemento [m]
$l_{el}$	larghezza del singolo elemento [m]
$p_{el}$	profondità singolo elemento [m]

#### NOTA:

**$h=h_{el}$**

l'altezza del corpo scaldante è identica all'altezza del singolo elemento, e non deve comprendere eventuali piedini

**$p=p_{el}$**

la profondità del corpo scaldante è identica alla profondità del singolo elemento

**$l=l_{el} \times n_{el}$**

la lunghezza del corpo scaldante è data dalla lunghezza del singolo elemento moltiplicata per il numero degli elementi, e non deve comprendere tappi o riduzioni.

**Volume del corpo scaldante costituito da 10 elementi  $V_{10}$** 

$$V_{10} = h_{el} \times l_{el} \times p_{el} \times 10$$

$V_{10}$  volume di un corpo scaldante costituito da 10 elementi [ $m^3$ ]

$h_{el}$  altezza del singolo elemento [m]

$l_{el}$  larghezza del singolo elemento [m]

$p_{el}$  profondità singolo elemento [m]

**Coefficiente C del corpo scaldante**

$$C = (10 \times \Phi_{el\Delta t60} - 314 \times S_{10}) / V_{10}$$

C coefficiente del corpo scaldante [ $W/m^3$ ]

$\Phi_{el\Delta t60}$  potenza termica emessa dal singolo elemento per  $\Delta t_{60}$  [W]

$S_{10}$  superficie di un corpo scaldante costituito da 10 elementi [ $m^2$ ]

$V_{10}$  volume di un corpo scaldante costituito da 10 elementi [ $m^3$ ]

- Metodo dimensionale

Tale metodo è basato sulle dimensioni del corpo scaldante (*figura\_2*), viene utilizzato per corpi scaldanti antecedenti al 1995 o qualora non siano reperibili dati conformi alla UNI EN 442-2.

La potenza termica del corpo scaldante per un salto termico pari a  $60^\circ C$  [ $\Phi_{\Delta t60}$ ] è data dalla seguente formula:

$$\Phi_{\Delta t60} = (314 \times S) + (C \times V)$$

$\Phi_{\Delta t60}$  Potenza termica emessa dal corpo scaldante per  $\Delta t_{60}$  [W]

C coefficiente del corpo scaldante [ $W/m^3$ ] (come da *figura\_3*)

S superficie effettiva del corpo scaldante [ $m^2$ ]

V volume effettivo del corpo scaldante [m]

**Calcolo della superficie effettiva del corpo scaldante S**

$$S = 2 \times h \times l + 2 \times p \times l + 2 \times p \times h$$

S superficie effettiva del corpo scaldante [ $m^2$ ]

h altezza del corpo scaldante [m]

l larghezza del corpo scaldante [m]

p profondità del corpo scaldante [m]

**Calcolo del volume effettivo del corpo scaldante V**

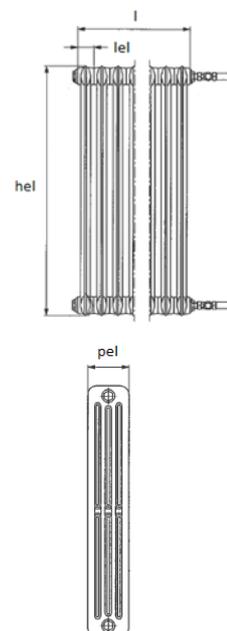
$$V = h \times p \times l$$

V volume effettivo del corpo scaldante [ $m^3$ ]

h altezza del corpo scaldante [m]

l larghezza del corpo scaldante [m]

p profondità del corpo scaldante [m]



**figura\_3**

Fonte: UNI 10200:2013

Si nota come il coefficiente C si ottiene attraverso dati ricavati per differenti tipologie di corpi scaldanti, quindi in funzione quasi esclusiva della forma ed in misura trascurabile del materiale (vedi *figura\_4*).

Materiale	Tipologia	Descrizione	C [W/m <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>
Ghisa		Colonne piccole (sezione ≤ (30 x 30) mm)	Mozzo 50 mm 18 000
			Mozzo 55 mm 16 900
		Colonne grandi (sezione > (30 x 30) mm)	Mozzo 55 mm 18 000
			Mozzo 60 mm 17 000
Ghisa o Acciaio		Colonne unite da diaframma	16 900
Piastra di Ghisa		Colonne lisce	20 300
		Colonne alettate	21 400
Alluminio		Molto alettato	28 100
		Mediamente alettato	24 800
		Poco alettato	21 400
Acciaio		Piastra senza alettatura	20 300
		Con alettatura posteriore	23 600
		Con alettatura fra i ranghi	22 500
Tubo nudo <sup>2)</sup>		Tubi verticali ed orizzontali	7 000

figura\_4  
Coefficiente C per tipologia di corpo scaldante

Valori di C per differenti tipologie di corpi scaldanti validi per spessore dei mozzi compreso tra 50 mm e 60 mm.

Fonte: UNI 10200:2013

Potenza termica emessa dalle tubazioni in ingresso [ $\Phi_{tb,in}$ ] ed uscita [ $\Phi_{tb,out}$ ]

$$\Phi_{tb,in} = \epsilon_{tb,in} \times L_{tb,in}$$

$$\Phi_{tb,out} = \epsilon_{tb,out} \times L_{tb,out}$$

$\epsilon_{tb,in}$ ,  $\epsilon_{tb,out}$  emissione specifica delle tubazioni in ingresso ed uscita [W/m] (vedi figura\_5)

$L_{tb,in}$ ,  $L_{tb,out}$  lunghezza delle tubazioni in ingresso ed uscita [m]

**NOTA:** per le tubazioni di collegamento tra corpo scaldante e montante, se la tubazione è sottotraccia può essere assunta una lunghezza convenzionale di 3 m (comprendente la tubazione di andata e di ritorno).

Diametro della tubazione (mm o ")	$\epsilon_{tb}$ (W/m)
10	16
12	20
14	23
16	27
18	29
1/2"	35
3/4"	44
1"	55

figura\_5  
Emissione specifica delle tubazioni [ $\epsilon_{tb}$ ]

Fonte: UNI 10200:2013

## 5. LASOLUZIONE DI CLIMAGEST s.r.l.

### 5.1. ESEMPIO: Condominio *Caso Studio*

Per spiegare il lavoro svolto durante il tirocinio ho ritenuto opportuno inserire un caso tipo, che chiameremo Condominio *Caso Studio* in cui è stato valutato la contabilizzazione indiretta del calore e calcolate le emissioni di CO2 equivalente in base alla quantità di combustibile utilizzato.

Questo caso tipo spiegherà in modo coerente quello che è stato eseguito per molti altri condomini gestiti da Climagest s.r.l..

#### 5.1.1. LAVORANDO SULLA CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

Il sistema di contabilizzazione elettronica del calore, usato in Climagest s.r.l., permette ai singoli condomini di regolare la propria temperatura di comfort in maniera indipendente. Per mezzo di tre tipologie di apparecchi – uno collocato su ogni radiatore di ogni appartamento, uno nel vano scale e una centralina dotata di modem gsm all'interno dell'edificio – Climagest rileva in remoto, senza bisogno cioè di entrare in casa, la produzione effettiva di calore di ogni radiatore. Potendo così ripartire i consumi specifici di ogni appartamento, comunicati direttamente all'amministratore del condominio. Il rilevamento avviene ogni mese: un vantaggio che permette di evidenziare eventuali anomalie.

Lo studio del Condominio *Caso Studio* riguarda la "Riqualificazione energetica fabbricato a civile abitazione plurifamiliare comprendente inserimento di valvole termostatiche e contabilizzatori di calore indiretti su ogni corpo scaldante.

- La valvola termostatica

La valvola termostatica è composta dalla valvola idraulica e dalla testina termostatica. La prima è il componente attraverso il quale passa l'acqua

che entra nel radiatore, la seconda, invece, ha il compito di automatizzare l'apertura o la chiusura della valvola in base alla temperatura ambiente impostata. Il livello di temperatura desiderato viene impostato ruotando la testina termostatica secondo la scala graduata rappresentata in seguito.

0		1	2	3	4	5
Chiusa	Antigelo	12°C	16°C	20°C	24°C	MAX

I valori di temperatura riportati nella tabella sono puramente indicativi poiché possono variare in funzione di molteplici fattori quali la posizione delle testine termostatiche (es. vicinanza a fonti di calore, finestre, mobili o altri ostacoli che contribuiscono a modificare la temperatura nell'area circostante la testina) o per la diversa esposizione delle stanze dell'unità immobiliare.

- Il ripartitore dei costi di riscaldamento

Sui radiatori viene installato un ripartitore dei costi di riscaldamento. Questo apparecchio elettronico è dedicato alla lettura individuale del consumo del radiatore. Esso è alimentato da una batteria al litio e funziona autonomamente per circa 10 anni e rileva la quantità di calore erogata da ogni termosifone, giorno per giorno, per tutta la durata del periodo di riscaldamento.

Sul display a cristalli liquidi sono evidenziati dei valori che, rapportati alla dimensione e al tipo di termosifone, permettono di calcolare la quantità di calore utilizzata nell'ambiente. Ogni ripartitore trasmette a intervalli regolari le informazioni a una centralina posizionata all'esterno degli appartamenti, normalmente nel vano scala. Tale centralina raccoglie le informazioni sullo stato di funzionamento di ogni ripartitore: consumi, anomalie, manomissioni. La centralina ha inoltre la funzione di memorizzare tutti i dati relativi al consumo mensile di ogni termosifone. Alla fine della stagione invernale un tecnico specializzato provvede a rilevare dalla centralina tutti i dati relativi al consumo di ogni corpo scaldante. I dati raccolti permettono di effettuare la contabilizzazione del calore per ogni unità abitativa e la conseguente ripartizione delle spese di riscaldamento.

Impostando la testina termostatica a 20°C, manterrà la valvola termostatica aperta e quindi il radiatore rimarrà caldo fino a quando nell'ambiente sarà raggiunta tale temperatura. Quando la temperatura dell'ambiente si avvicina ai 20°C impostati, la testina termostatica azionerà la valvola idraulica che comincerà a chiudere il passaggio dell'acqua. In questa fase il radiatore potrebbe presentarsi più caldo nella parte superiore e meno caldo nella parte inferiore.

La correttezza del calcolo è garantita dalla possibilità di parametrizzare il ripartitore con le caratteristiche fisiche di qualsiasi radiatore in commercio. Il display del ripartitore, consentendo la visualizzazione dei consumi, garantisce all'utente finale la trasparenza della fatturazione. La centralizzazione e i dati via radio semplifica il rilievo dei dati di consumo e la pronta segnalazione di eventuali anomalie.

- La Mappatura del condominio

L'identificazione (o mappatura) dei radiatori è la fase più importante della contabilizzazione con i ripartitori.

Infatti i ripartitori misurano nel tempo una differenza di temperatura (tra la superficie del radiatore e la temperatura dell'aria in ambiente): non misurano direttamente un calore, ma permettono di misurare il consumo di calore effettivo nota la potenza nominale del singolo radiatore (cioè la quantità di calore che il radiatore è in grado di cedere nell'unità di tempo). La mappatura è appunto la fase dell'installazione durante la quale si acquisiscono le caratteristiche dei singoli corpi scaldanti (tipologia, dimensioni, etc) per determinare tale potenza nominale. La mappatura è pertanto una sorta di carta di identità di ogni singolo radiatore. Si può procedere con la parametrizzazione solo dopo aver effettuato una completa mappatura dei corpi scaldanti dell'impianto, compilando un "modulo di mappatura" (vedi figura\_7) dove sono riportati i seguenti dati:

- le misure del corpo scaldante (altezza, profondità, numero elementi ecc.),
- la tipologia del corpo scaldante (piastra, a elementi, tubolari, ecc.)
- il materiale di cui sono composti (ghisa, alluminio acciaio ecc.)
- il fattore di correzione K e Kc - per diversi tipi di radiatore la correzione dei valori di lettura deve essere necessariamente diversa. L'incremento del conteggio è causato dal calore sulla superficie di contatto, tipo radiatore e dimensioni non sono considerati. Il valore di lettura viene corretto in funzione del valore K (esempio: valore di lettura 100; valore K 1,9; valore consumo 190).

STANZA	VALVOLE	DETTENTORE	Tecnica contabilizz.	Tecnica con serviz.	Valvola già contabilizz. a	TIPO TERMO	EL	COL	MOZ	ALT	PROF	C	DIMENSIONI CORPO SCALDANTE				DIMENSIONI TUBAZIONE				CODICE RIPARTIZIONE	Controllo	Note		
													LARGH. EL.	COL.	MOZ.	ALT.	PROF.	C.	d.tub. (mm)	L (m)				L (m)	L (m)
1																							Si	No	
2																								Si	No
3																								Si	No
4																								Si	No
5																								Si	No
6																								Si	No
7																								Si	No
8																								Si	No
9																								Si	No
10																								Si	No
11																								Si	No
12																								Si	No
13																								Si	No
14																								Si	No
15																								Si	No
16																								Si	No
17																								Si	No
18																								Si	No
19																								Si	No
20																								Si	No

<b>NOTE</b>	
CONDOMINIO _____ PROPRIETARIO _____ TELEFONO _____	Via _____ Città _____ Cap. _____
MAPPATURA ESEGUITA IL 2013	ATTIVAZIONE IN DATA 2013
TECNICO _____	OCCUPANTE PIANO 0 Struttura A/0/0 cellulare SCALA A N° PROG. DI PIANO 0 telefono N° INTERNO N° ALL. 0 PIANO DI CONDOMINIO 0 FIRMA CLIENTE _____

Da notare come i coefficienti di forma C sono assenti nella mappatura, utili, come abbiamo detto in precedenza, per calcolo della potenza nominale dei corpi scaldanti. Inoltre la nuova norma UNI 10200:2013 non prevede più nel calcolo l'utilizzo dei watt del singolo elemento. Per questo si potrebbe assumere un nuovo modello di Mappatura che potrà essere secondo la *figura\_8* riportata di seguito.

codice contabilizz. altre	STANZA	VALVOLE	DETTENTORE	Tecnica contabilizz.	Tecnica con serviz.	Valvola già contabilizz. a	TIPO TERMO	DIMENSIONI CORPO SCALDANTE							DIMENSIONI TUBAZIONE							CODICE RIPARTIZIONE	Controllo	Note		
								LARGH. EL.	COL.	MOZ.	ALT.	PROF.	C	d.tub. (mm)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)	L (m)				L (m)	L (m)
	1																								Si	No
	2																								Si	No
	3																								Si	No
	4																								Si	No
	5																								Si	No
	6																								Si	No
	7																								Si	No
	8																								Si	No
	9																								Si	No
	10																								Si	No
	11																								Si	No
	12																								Si	No
	13																								Si	No
	14																								Si	No
	15																								Si	No
	16																								Si	No
	17																								Si	No
	18																								Si	No
	19																								Si	No
	20																								Si	No

<b>NOTE</b>	
CONDOMINIO _____ PROPRIETARIO _____ TELEFONO _____	Via _____ Città _____ Cap. _____
MAPPATURA ESEGUITA IL ATTIVAZIONE IN DATA	TECNICO _____
PIANO DI CONDOMINIO 0	OCCUPANTE PIANO 0 Struttura 0/0/0 cellulare SCALA 0 N° PROG. DI PIANO 0 telefono N° INTERNO N° ALL. 0 PIANO DI CONDOMINIO 0 FIRMA CLIENTE _____

- La Struttura del condominio

Nella Struttura del condominio vengono riportate, per singolo condomino, tutte le somme riguardanti la contabilizzazione:

- totale dei corpi scaldanti
- totale ripartitori
- totale contatori acqua
- area della singola unità immobiliare
- volume della singola unità immobiliare

In tal modo, per ogni condomino si ha un quadro riassuntivo, come nella *figura\_9*, qui di seguito.

CONDOMINIO		N° SCALE	
INDIRIZZO		VOLUME EDIFICIO [mc]	
CITTA'		SUPERFICIE PIANTA [mq]	
PROVINCIA		N° ALLOGGI	
LOCALIZZAZIONE E GEOGRAFICA			
AMMINISTRAZIONE		CONTABILIZZAZIONE	<b>INDIRETTA</b>
		MARCA	

PIANO TERRA

N° PROGRESSIVO U.I.	CODICE U.I.	INT.	OCCUPANTE	PROPRIETARIO	N° Ripartitori	N° Corpi scaldanti	N° Contatori acqua	N° contatori diretti	NOTE	VOLUME UNITA' IMMOBILIARE [mc]	ALTEZZA UNITA' IMMOBILIARE [m]	SUPERFICIE UNITA' IMMOBILIARE [mq]

....

- Inserimento dei dati nel WEB APP

Inserendo i dati di Mappatura e Struttura all'interno dell'applicazione è possibile, da parte dell'utenza e dell'amministratore, monitorare e gestire i consumi degli impianti, risparmiando risorse e contribuendo a migliorare l'impatto ambientale.

La possibilità di avere la gestione e le statistiche degli impianti in tempo reale impostando il periodo di riferimento per la visualizzazione di analisi, rendicontazioni e statistiche. Il grafico che verrà mostrato, visualizzerà l'andamento dei consumi nel periodo scelto, suddiviso in edificio o per utenza per un'analisi approfondita e una diagnosi precisa.

- Calcolo consumi e ripartizione delle spese

Resta ora da individuare come debbano essere calcolati i consumi in quanto la Legge non contiene indicazioni in questo senso.

Esiste sul punto la norma di carattere volontario UNI 10200 in tema di ripartizione delle spese per la climatizzazione invernale. La norma, come detto, è di carattere volontario e, pertanto, non obbligatoria.

Nel caso della Legge 10/91, invece, non vi è un espresso richiamo alla norma UNI che riguarda la materia in esame. Non sussisterebbe quindi un obbligo di Legge all'adozione della norma UNI 10200, tuttavia, questa, è la regola dell'arte in tema di ripartizione delle spese per la climatizzazione invernale che consente di calcolare correttamente i consumi effettivi.

La spesa totale per climatizzazione invernale è principalmente composta da due voci:

- consumo volontario di energia termica utile per climatizzazione invernale, effettuato dal condomino nella propria unità immobiliare, regolando l'apertura (e quindi il prelievo di calore) della valvola termostatica;
- spesa per potenza termica installata, principalmente composta dalla spesa per consumo involontario di energia termica (dispersioni di calore nella rete); a questa voce si dovrà poi aggiungere la spesa per la conduzione e la manutenzione ordinaria dell'impianto termico centralizzato.

Un primo approccio è stato calcolare una previsione di spesa, in questo caso, per riscaldamento del condominio *Caso Studio*.

Partendo da una previsione di spesa, calcolando la percentuale di consumo involontario e volontario considerando il fabbisogno di energia termica dell'edificio e le perdite di impianto (prospetto\_4), si è voluto arrivare a un confronto tra due criteri di ripartizione della spesa totale:

1. in base alla Tariffa Binomia
2. conforme alla norma UNI 10200:2013 (in base ai millesimi di fabbisogno di energia termica utile).

**PREVISIONE DI SPESA TOTALE PER RISCALDAMENTO  
CONDOMINIO Caso Studio**

vettori energetici	metano
generatori	caldaia a condensazione per climatizzazione invernale
numero unità immobiliari	24
locali ad uso collettivo	0
tipologia dicontabilizzazione consumi	ripartitori
periodo considerato	ottobre-marzo

**CALCOLO PERCENTUALE PER CONSUMO INVOLONTARIO E VOLONTARIO**

(da relazione tecnica allegato B - Attestato di Certificazione Energetica)

FABBISOGNO ENERGIA TERMICA UTILE EDIFICIO	233321 kWh	
perdite di emissione	12647,56	
perdite di distribuzione	8072,72	
perdite di regolazione	7078,36	* secondo UNI TS 11300-2
perdite di generazione	41590,23	
perdite di impianto	69388,87 kWh	

<b>PERCENTUALE DOVUTA AL CONSUMO INVOLONTARIO</b>	<b>29,74%</b>
<b>PERCENTUALE DOVUTA AL CONSUMO VOLONTARIO</b>	<b>70,26%</b>

**SPESA ANNUALE PREVISTA**

consumo combustibile	-----	mc
<b>spesa prevista</b>	<b>20000,00</b>	€ * IPOTESI DA ASSEMBLEA CONDOMINIALE

<b>SPESA CONSUMO VOLONTARIO</b>	<b>14052,1</b>
<b>SPESA CONSUMO INVOLONTARIO</b>	<b>5947,9</b>

utente	piano	PREVISIONE SPESA PER CONSUMO VOLONTARIO						PREVISIONE SPESA PER CONSUMO INVOLONTARIO						PREVISIONE DI SPESA TOTALE PER RISCALDAMENTO	
		potenza u.imm. [W]	potenza tot [W]	=	%	x	spesa tot da ripartire	previsione spesa consumo volontario	fabbr.energia termica u.imm. [kWh]	fabbr.energia termica edificio [kWh]	=	MM	x		spesa tot da ripartire
01	P1	9880			5.7%		801,6	10074			0,04			265,5	1067,1
02	P1	11209			6.5%		909,5	13358			0,06			352,1	1261,5
03	P1	5920			3.4%		480,3	9972			0,04			262,8	743,1
04	P1	6808			3.9%		552,4	7289			0,03			192,1	744,5
05	P2	8685			5.0%		704,7	6924			0,03			182,5	887,2
06	P2	6789			3.9%		550,8	8878			0,04			234,0	784,8
07	P2	6572			3.8%		533,2	7311			0,03			192,7	725,9
08	P2	3721			2.1%		301,9	7480			0,03			173,3	499,0
09	P3	5640			3.3%		457,6	6574			0,03			173,1	630,9
10	P3	8989			5.2%		729,3	8793			0,04			231,7	961,1
11	P3	6240			3.6%		506,3	7310			0,03			192,7	699,0
12	P3	7572	173191		4.4%	14052,07	614,4	7165			0,03			188,8	803,2
13	P4	7920			4.6%		642,6	6925	225678		0,03	5947,93		182,5	825,1
14	P4	6911			4.0%		560,7	8879			0,04			234,0	794,7
15	P4	5401			3.1%		438,2	7311			0,03			192,7	630,9
16	P4	3962			2.3%		321,5	7490			0,03			197,4	518,9
17	P5	6478			3.7%		525,6	6930			0,03			182,6	708,2
18	P5	5678			3.3%		460,7	8879			0,04			234,0	694,7
19	P5	6875			4.0%		557,8	7311			0,03			192,7	750,5
20	P5	6742			3.9%		547,0	7494			0,03			197,5	744,5
21	P6	7888			4.6%		640,0	13431			0,06			354,0	994,0
22	P6	8760			5.1%		710,8	18489			0,08			487,3	1198,0
23	P6	8851			5.1%		718,1	15620			0,07			411,7	1129,8
24	P6	9700			5.6%		787,0	15791			0,07			416,2	1203,2

Considerando che la spesa deve essere ripartita sulla base dei consumi effettivi e, stante l'imperatività dell'articolo 26 comma 5 Legge 10/91, è nullo ogni altro criterio di riparto che prescinda da questi; pur non essendo obbligatorio ex lege, appare opportuno che per il calcolo dei "consumi effettivi" si faccia ricorso alla norma tecnica di settore (UNI 10200:2013).

## dati generali

vettore energetico		gas naturale
generatore		caldaia a condensazione per climatizzazione invernale
numero unità immobiliari		24
numero locali ad uso collettivo		0
tipologia dei consumi di energia termica		ripartitori
periodo considerato		stagione di riscaldamento
criterio di ripartizione delle spesa totale per potenza termica installata per climatizzazione invernale		millesimi di fabbisogno di energia termica utile
spesa totale per conduzione e manutenzione dell'impianto	Scm [€]	0
spesa totale per la gestione del servizio di contabilizzazione	Scr[€]	930
fabbisogno di energia primaria	Qph [kWh]	189289,00
energia utile al netto di perdite recuperate	Q'h [kWh]	113828,00
energia utile effettiva	Qhr = Q'h + Pe + Prg [kWh]	137917,20
	Pd = Qhr x (1 - ηd) / ηd [kWh]	8336,46
perdite di impianto	Pe = Q'h x (1 - ηe) / ηe [kWh]	12647,56
	Prg = (Q'h + Pe) x (1 - ηrg) / ηrg	11441,65
perdite dell'impianto di climatizzazione invernale nel periodo considerato	Qinv=Pcli= Pd +Pe + Prg [kWh]	32425,66
Fabbisogno di energia termica utile dell'edificio per climatizzazione invernale	Qh,cli [kWh]	233321
rendimento medio del generatore	η [%]	70,66%

## vettori energetici

		gas naturale (metano)
lettura iniziale contatore combustibile	L1 [mc]	0
lettura finale contatore combustibile	L2 [mc]	19835
PCI metano	[kWh/mc]	9,94
coeff. di ripartizione per climatizzazione invernale	kcli [-]	1 * asservito ad un unico servizio
fabbisogno per climatizzazione invernale	Qve,cli [mc]	18217
costo unitario	cve [€/mc]	0,848

## letture ripartitori unità immobiliari

utente	piano	ur	consumi registrati dai ripartitori [HCA]						totale lettura
			ottobre	novembre	dicembre	gennaio	febbraio	marzo	
01	P1	ur1	117	382	955	1968	936	305	4663
02	P1	ur2	189	788	1755	3875	1213	521	8341
03	P1	ur3	102	313	864	1025	897	182	3383
04	P1	ur4	108	335	825	1272	921	190	3651
05	P2	ur5	122	418	906	1452	903	255	4056
06	P2	ur6	92	351	983	1124	822	201	3573
07	P2	ur7	105	387	1123	1322	724	189	3850
08	P2	ur8	72	218	755	735	381	178	2339
09	P3	ur9	93	311	857	983	632	197	3073
10	P3	ur10	146	548	1022	2024	980	332	5052
11	P3	ur11	95	287	922	904	603	234	3045
12	P3	ur12	118	402	1031	1855	891	322	4619
13	P4	ur13	133	415	1393	1166	655	404	4166
14	P4	ur14	89	346	988	980	811	379	3593
15	P4	ur15	103	489	1066	967	798	454	3877
16	P4	ur16	85	376	789	519	322	307	2398
17	P5	ur17	111	481	1146	903	874	322	3837
18	P5	ur18	98	458	922	961	674	214	3327
19	P5	ur19	122	410	1343	1147	898	376	4296
20	P5	ur20	115	423	1277	1055	821	390	4081
21	P6	ur21	107	480	1208	1187	921	412	4315
22	P6	ur22	165	523	1690	1724	987	486	5575
23	P6	ur23	155	479	1852	1674	956	498	5614
24	P6	ur24	122	445	981	2133	913	434	5028
<b>totale edificio</b>	urtot		2764	10065	26653	32955	19533	7782	99752

valori ipotizzati

<b>calcolo dei contributi di energia termica utile del generatore</b>		$Q_{gn,cli} = (L2 - L1) \times PCI \times \eta \times k_{cli}$	139313,19 kWh
<b>calcolo del consumo totale</b>		$Q_{cli} = Q_{gn,cli}$	139313,19 kWh
<b>Calcolo della spesa per climatizzazione invernale</b>	spesa energetica	$Se,cli = c_{ve} \times Q_{ve,cli}$	15448,02 €
	spesa per conduzione e manutenzione	$Scm,cli = Scm \times k_{cli}$	0 €
	spesa per la gestione del servizio di contabilizzazione	$Scr,cli = Scr \times k_{cli}$	930 €
	<b>spesa totale per climatizzazione invernale</b>	$St,cli = Se,cli + Scm,cli + Scr,cli$	16378,02 €
<b>calcolo del costo unitario dell'energia termica utile per climatizzazione invernale</b>		$c_{cli} = Se,cli / Q_{cli}$	0,1109 €/kWh
<b>calcolo del consumo involontario di energia termica utile per climatizzazione invernale</b>		$Q_{inv,cli} = P_{cli}$	32425,66 kWh

		unità immobiliare		
<b>calcolo dei consumi di energia termica utile per climatizzazione invernale delle singole unità immobiliari</b>	01		4996,56 kWh	
	02		8937,65 kWh	
	03		3624,99 kWh	
	04		3912,17 kWh	
	05		4346,14 kWh	
	06		3828,59 kWh	
	07		4125,40 kWh	
	08		2506,31 kWh	
	09		3292,82 kWh	
	10		5413,38 kWh	
	11		3262,82 kWh	
	12		4949,41 kWh	
	13	$Q_{u,cli} = (Q_{cli} - Q_{inv,cli}) \times (ur / \sum ur)$		4464,00 kWh
	14			3850,02 kWh
	15			4154,33 kWh
	16			2569,54 kWh
	17			4111,47 kWh
	18			3564,99 kWh
	19			4603,30 kWh
	20			4372,92 kWh
	21			4623,66 kWh
	22			5973,79 kWh
	23			6015,58 kWh
	24			5387,67 kWh
	<b>totale</b>	$Q_{u,cli,t}$	<b>106887,52 kWh</b>	

<b>calcolo delle componenti della spesa totale per climatizzazione invernale [St]</b>	calcolo della spesa totale per il consumo di energia termica utile delle unità immobiliari	$S_{cli} = S_{ui,cli} = c_{cli} \times Q_{u,cli,t}$	11852,43 €
	calcolo della spesa totale per potenza termica installata	$S_{p,cli} = (c_{cli} \times Q_{inv,cli}) + Scm,cli + Scr,cli$	4525,58 €
	<b>calcolo della spesa totale</b>	$S_{cli,t} = S_{cli} + S_{p,cli}$	<b>16378,02 €</b>

		unità immobiliare	$S_{u,clin} = c_{cli} \times Q_{u,clin}$	$S_{p,clin} = S_{p,cli} \times (m_{Qh,cli} / 1000)$	<b><math>S_{cli} = S_{u,cli} + S_{p,cli}</math></b>
<b>calcolo delle spese delle singole unità immobiliari</b>	01		554,05	202,02	<b>756,07 €</b>
	02		991,07	267,87	<b>1258,94 €</b>
	03		401,96	199,97	<b>601,94 €</b>
	04		433,81	146,17	<b>579,98 €</b>
	05		481,93	138,85	<b>620,78 €</b>
	06		424,54	178,03	<b>602,57 €</b>
	07		457,45	146,61	<b>604,06 €</b>
	08		277,92	150,00	<b>427,92 €</b>
	09		365,13	131,83	<b>496,96 €</b>
	10		600,27	176,33	<b>776,60 €</b>
	11		361,80	146,59	<b>508,39 €</b>
	12		548,82	143,68	<b>692,51 €</b>
	13		495,00	138,87	<b>633,87 €</b>
	14		426,92	178,05	<b>604,97 €</b>
	15		460,66	146,61	<b>607,27 €</b>
	16		284,93	150,20	<b>435,13 €</b>
	17		455,91	138,97	<b>594,88 €</b>
	18		395,31	178,05	<b>573,36 €</b>
	19		510,45	146,61	<b>657,06 €</b>
	20		484,90	150,28	<b>635,18 €</b>
	21		512,70	269,34	<b>782,04 €</b>
	22		662,42	370,77	<b>1033,18 €</b>
	23		667,05	313,23	<b>980,28 €</b>
	24		597,42	316,66	<b>914,08 €</b>

Consideriamo invece il calcolo della tariffa Binomia per la valutazione annuale di contabilizzazione, analizzando:

- la lettura dei consumi individuali registrati dagli strumenti di contabilizzazione;
- la ripartizione tra gli utenti delle spese sostenute per l'esercizio dell'impianto di riscaldamento secondo i consumi individuali.

Tutte le spese relative all'impianto di riscaldamento, ovvero:

- spese gestionali: conduzione, manutenzione ordinaria, gestione amministrativa;
- spese di esercizio: combustibile, energia elettrica a servizio del riscaldamento

Va comunque ricordato che per avere lo stesso comfort degli appartamenti situati al centro del condominio, un appartamento esposto richiede più calore e che il suo proprietario/inquilino dovrebbe, quindi, contribuire di più alle spese di riscaldamento. Da ciò la "compensazione di posizione" inserita nel calcolo di riparto tiene conto di questo svantaggio.

Quindi lo scopo del calcolo che segue, visibile nel *prospetto\_4*, è quello di determinare i coefficienti compensativi da applicare alle quote di riparto dei contatori di calore installati su ogni singolo corpo scaldante del condominio oggetto di studio.

I ripartitori di calore rilevano la temperatura effettiva di ogni radiatore e in base ad alcuni parametri reimpostati, che tengono conto della superficie radiante e del tipo di installazione, determinano il consumo di energia di ogni singolo radiatore. In questo modo è possibile attribuire ad ogni appartamento una quota di riparto delle spese di riscaldamento proporzionale al consumo effettivo.

Il problema si pone però per alcuni appartamenti, che per le loro caratteristiche di esposizione hanno consumi specifici molto più elevati e quindi con il criterio di ripartizione in base ai consumi effettivi vengono particolarmente penalizzati.

Essendo lo scopo principale del sistema di ripartizione quello di limitare gli sprechi di calore premiando l'utilizzo virtuoso delle valvole termostatiche, indipendentemente dai fabbisogni termici nei singoli

appartamenti, è necessario individuare un criterio che renda il consumo indipendente dall'esposizione dell'unità immobiliare.

Per fare ciò è necessario eseguire il calcolo termico dell'intero edificio in condizioni semi stazionarie. Rapportando il fabbisogno termico calcolato al volume riscaldato è possibile determinare il fabbisogno specifico di ogni appartamento.

Se tutti gli appartamenti avessero le medesime caratteristiche di esposizione i fabbisogni i sarebbero identici. In realtà i fabbisogni differiscono proprio per le differenti caratteristiche delle unità immobiliari. Per limitare questa differenza è necessario calcolare il fabbisogno medio dell'edificio, dato dalle dispersioni complessive divise per il volume riscaldato e calcolare i coefficienti compensativi dati dal rapporto fra il fabbisogno medio e i fabbisogni dei singoli appartamenti. In questo modo, chi è costretto a consumare di più rispetto alla media per avere 20°C avrà un coefficiente di riduzione da applicare alle tabelle di ripartizione; viceversa chi potrà ottenere i 20°C consumando di meno rispetto alla media, grazie all'esposizione più favorevole, avrà un coefficiente di maggiorazione da applicare alle tabelle di ripartizione.

subalterno	piano	volume riscaldato [mc]	fabbisogno energia termica [kWh]	rapporto [kWh/mc]	coeff. compensativo
1	Primo	200,69	10074	50,20	0,88
2	Primo	236,63	13358	56,45	0,79
3	Primo	205,34	9972	48,56	0,91
4	Primo	205,82	7289	35,41	1,25
5	Secondo	200,69	6924	34,50	1,28
6	Secondo	236,09	8878	37,60	1,18
7	Secondo	206,87	7311	35,34	1,25
8	Secondo	205,42	7480	36,41	1,22
9	Terzo	200,37	6574	32,81	1,35
10	Terzo	235,44	8793	37,35	1,19
11	Terzo	206,90	7310	35,33	1,25
12	Terzo	205,44	7165	34,88	1,27
13	Quarto	201,07	6925	34,44	1,29
14	Quarto	236,44	8879	37,55	1,18
15	Quarto	206,31	7311	35,44	1,25
16	Quarto	205,44	7490	36,46	1,22
17	Quinto	200,45	6930	34,57	1,28
18	Quinto	236,49	8879	37,54	1,18
19	Quinto	206,31	7311	35,44	1,25
20	Quinto	205,50	7494	36,47	1,22
21	Sesto	200,64	13431	66,94	0,66
22	Sesto	236,12	18489	78,30	0,57
23	Sesto	206,28	15620	75,72	0,59
24	Sesto	205,28	15791	76,92	0,58
Intero edificio		5092,03	225678	44,32	

*prosetto\_4*  
Coefficiente di  
compensazione da  
applicare alle quote  
di riparto

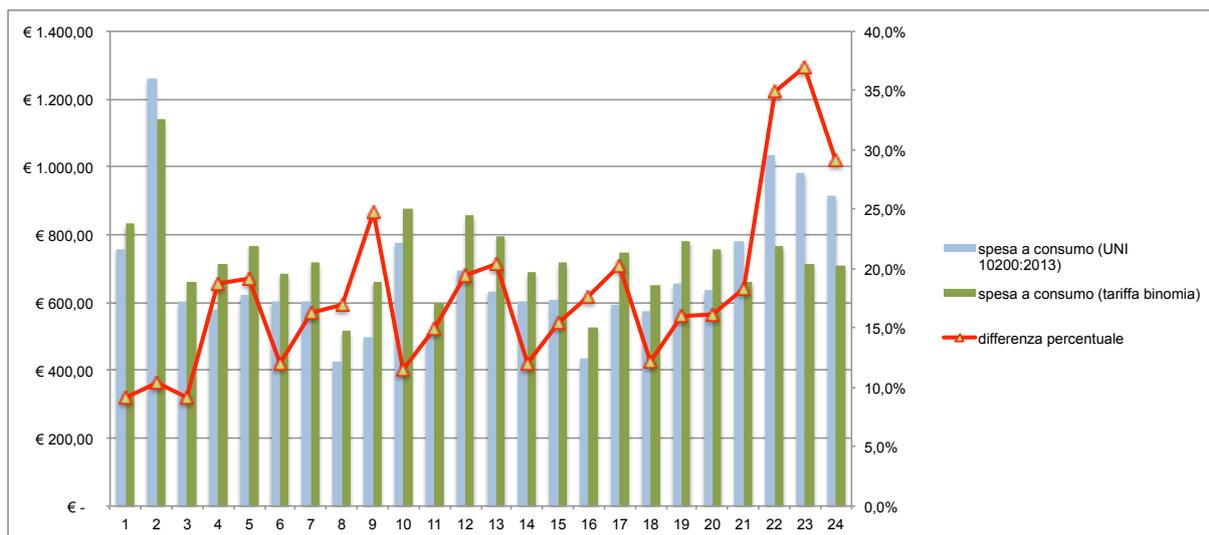
In seguito, le spese totali vengono accorpate in un'unica voce [St] e la suddivisione viene così effettuata:

- quota fissa [Qf] (cioè quei costi sostenuti a prescindere dalla produzione di calore, come ad esempio la manutenzione ordinaria della caldaia), le dispersioni termiche ed il calore indiretto (cioè il calore proveniente dal riscaldamento dei muri attraversati dalle colonne montanti dell'impianto): pari ad una percentuale fissa della spesa totale St (nel nostro caso il 30%, valore stabilito in sede di assemblea condominiale). Questa quota viene poi ripartita fra i condomini in funzione delle quote millesimali di proprietà.
- quota a consumo [Qc]: la rimanente parte della spesa ( $Qc = St - Qf$ ) viene poi ripartita in parti proporzionali al consumo individuale misurato.

<b>totale spesa per riscaldamento</b>	<b>16623</b>	€
<b>spesa a millesimi</b>	<b>30%</b>	<b>4986,9</b> €
<b>spesa a consumo</b>	<b>70%</b>	<b>11636,1</b> €

unità immobiliare	MM riscaldamento	spesa MM riscaldamento ripartito	n. corpi scaldanti	unità consumo [HCA]	coeff. compensativo	unità consumo compensato	spesa consumo riscaldamento ripartito	spesa letture riscaldamento	totale spesa
1	66,89	€ 333,56	7	4663	0,88	4117,06	€ 460,67	€ 38,50	€ 832,73
2	72,97	€ 363,87	8	8341	0,79	6548,54	€ 732,73	€ 44,00	€ 1.140,60
3	55,84	€ 278,48	7	3383	0,91	3087,39	€ 345,46	€ 38,50	€ 662,44
4	32,85	€ 163,81	7	3651	1,25	4569,09	€ 511,25	€ 38,50	€ 713,56
5	31,60	€ 157,57	5	4056	1,28	5210,33	€ 583,00	€ 27,50	€ 768,06
6	34,01	€ 169,59	8	3573	1,18	4211,08	€ 471,19	€ 44,00	€ 684,78
7	28,53	€ 142,29	7	3850	1,25	4828,14	€ 540,23	€ 38,50	€ 721,02
8	32,84	€ 163,76	6	2339	1,22	2846,88	€ 318,55	€ 33,00	€ 515,30
9	31,59	€ 157,55	7	3073	1,35	4151,11	€ 464,48	€ 38,50	€ 660,53
10	32,71	€ 163,11	8	5052	1,19	5995,22	€ 670,82	€ 44,00	€ 877,93
11	28,53	€ 142,29	5	3045	1,25	3819,69	€ 427,40	€ 27,50	€ 597,19
12	32,84	€ 163,77	7	4619	1,27	5869,69	€ 656,77	€ 38,50	€ 859,05
13	31,59	€ 157,55	7	4166	1,29	5360,99	€ 599,86	€ 38,50	€ 795,91
14	34,01	€ 169,61	8	3593	1,18	4240,45	€ 474,48	€ 44,00	€ 688,09
15	28,53	€ 142,29	6	3877	1,25	4848,84	€ 542,55	€ 33,00	€ 717,84
16	32,84	€ 163,77	7	2398	1,22	2915,08	€ 326,18	€ 38,50	€ 528,45
17	31,60	€ 157,59	7	3837	1,28	4918,84	€ 550,38	€ 38,50	€ 746,47
18	34,01	€ 169,59	8	3327	1,18	3927,35	€ 439,44	€ 44,00	€ 653,04
19	28,53	€ 142,29	7	4296	1,25	5372,87	€ 601,18	€ 38,50	€ 781,97
20	32,84	€ 163,77	7	4081	1,22	4959,79	€ 554,96	€ 38,50	€ 757,24
21	59,65	€ 297,48	8	4315	0,66	2856,86	€ 319,66	€ 44,00	€ 661,14
22	73,86	€ 368,33	8	5575	0,57	3155,46	€ 353,07	€ 44,00	€ 765,40
23	63,21	€ 315,21	6	5614	0,59	3285,84	€ 367,66	€ 33,00	€ 715,87
24	68,13	€ 339,77	8	5028	0,58	2896,88	€ 324,14	€ 44,00	€ 707,91
totale unità di consumo						103993,47			
<b>TOTALE SPESA EDIFICIO</b>							<b>€ 17.552,50</b>		

Facendo un confronto tra i due metodi, visibile dal grafico che segue, si può dimostrare come la differenza percentuale tra il calcolo normato dalla UNI 10200:2013, preso come “modello vero”, e quello dato dalla Tariffa Binomia varia da circa 9% fino a un massimo del 37%.



Considerando che il margine di differenza del 37% circa, sia molto, la mia domanda è: “Quale delle due strade è quella più corretta da seguire?”

Nel caso della Legge 10/91, invece, non vi è un espresso richiamo alla norma UNI 10200 che riguarda la materia in esame. Non sussisterebbe quindi un obbligo di legge all'adozione della norma, tuttavia, questa, è la regola dell'arte in tema di ripartizione delle spese per la climatizzazione invernale che consente di calcolare correttamente i consumi effettivi.

Ne consegue che un criterio forfettario indicato dall'assemblea che, ad esempio, quantifichi la spesa per potenza termica impegnata (c.d. quota fissa) al 20% o al 40%, non tenendo quindi in considerazione le dispersioni di rete (valutabili caso per caso a seconda dell'edificio e dell'impianto di distribuzione del calore), oppure un criterio determinato senza essere stato preceduto dal rilievo del numero e delle dimensioni dei corpi scaldanti (preferibilmente acquisito a verbale) è da considerarsi nullo (quindi impugnabile in ogni tempo) in quanto non consente di calcolare i consumi effettivi.

Riassumendo, il ricorso alla norma UNI 10200 non è obbligatorio, tuttavia la norma tecnica di settore, in quanto elaborata da esperti, consente una ripartizione della spesa corrispondente ai consumi effettivi così come espressamente richiesto dal Legislatore nella Legge 10/91.

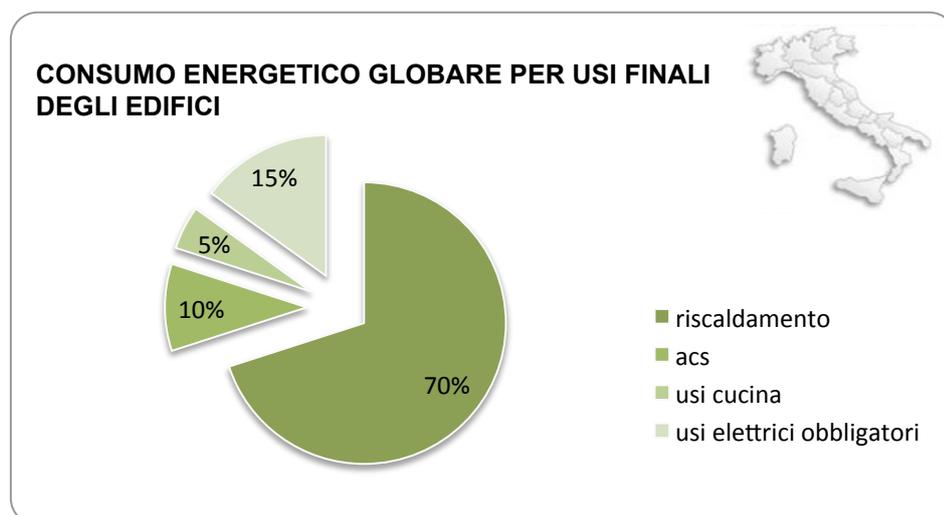
### 5.1.2. IMPRONTA DI CARBONIO: CALCOLO EMISSIONI DI CO<sub>2</sub>

La recente crisi economica, le incertezze legate ai costi e all'approvvigionamento dell'energia, il crescente livello delle emissioni e il rischio di cambiamenti climatici, mettono seriamente in discussione la sostenibilità dell'attuale sistema economico-produttivo mondiale.

È opinione condivisa che gli interventi prioritari da assumere, a livello globale, per affrontare tali problematiche, riguardino in primo luogo la diffusione di tecnologie e di comportamenti per un uso razionale dell'energia. Ma se gli interventi sull'efficienza, in particolare negli usi finali dell'energia, costituiscono una condizione necessaria per affrontare le sfide dell'energia e del clima, una prospettiva di lungo termine non può essere affrontata se non accelerando l'impegno nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie, che consenta da una parte un ricorso pulito alle fonti fossili, e dall'altra il pieno utilizzo delle fonti rinnovabili.

Gli edifici sono i principali responsabili del consumo energetico in Europa. L'energia impiegata nel settore residenziale e terziario, composto per la maggior parte da edifici, rappresenta oltre il 40 % del consumo finale di energia della Comunità, nettamente superiore al consumo dell'industria (28%) e dei trasporti (32%). Essendo questo un settore in espansione, i consumi di energia e quindi le emissioni di CO<sub>2</sub> ad esso correlate sono destinati ad aumentare.

Il consumo medio per la climatizzazione di un'abitazione in Italia si aggira attorno ai 150-200 kWh/mq anno, con una ripercussione di circa 86000 milioni di tonnellate di CO<sub>2</sub> all'anno.



Fonte: *elaborazione ENEA su dati MSE*

L'interesse e la sensibilità nei confronti delle tematiche ambientali ha portato lo sviluppo di programmi d'azione e politiche internazionali volte alla riduzione dei consumi di energia primaria e delle emissioni di anidride carbonica, come il Protocollo di Kyoto e il Pacchetto 20-20-20 dell'Unione Europea.

Uno degli obiettivi a lungo periodo dell'UE è la promozione dei cosiddetti "edifici a energia ed emissioni zero" o ZEB (Zero Emission/Energy Building), che non riducano solo il consumo di energia ma che producano l'energia necessaria tramite fonti energie rinnovabili, avendo come obiettivo dunque l'autosufficienza energetica.

Sono molte le definizioni e le interpretazioni possibili. L'espressione Zero Emission indica la produzione di energia (calore ed elettricità) oppure la trasformazione di questa da una forma a un'altra senza avere nessuna delle emissioni tipiche che si sprigionano dalla combustione di combustibili fossili, come la CO<sub>2</sub>.

Sempre più spesso i termini Zero Emission divengono oggetto di convegni, mostre mercato, articoli divulgativi e scientifici. L'uomo con le emissioni derivate dalle proprie attività produce inquinamento e danni alla salute ed all'ambiente, ma in molti casi questo avviene per la scarsa attenzione che viene prestata alle emissioni da parte di chi ne è responsabile e per una certa pigrizia tecnologica. Da qui l'invito a ridurre le emissioni: magari il limite zero è solo sogno o utopia, ma miglioramenti significativi possono essere conseguiti ed oggi questo carattere è divenuto un marchio di qualità del quale aspirano a fregiarsi città, industrie, enti pubblici e privati.

La Carbon Footprint (Impronta di Carbonio) rappresenta quindi, il contributo che le attività umane producono sull'effetto serra, espresso in tonnellate di Biossido di Carbonio equivalente (tCO<sub>2</sub>e). E' un valido strumento:

- \* per raggiungere un maggior controllo delle prestazioni ambientali di un prodotto e/o di un processo;
- \* come indicatore sintetico, per stabilire target interni;
- \* gli stakeholders possono percepire le emissioni indirette legate alle attività svolte come potenziali passività che devono essere comunque gestite e possibilmente ridotte.

**-20%**   
delle emissioni di gas  
a effetto serra

**+20%**   
di miglioramento nei  
processi energetici

**+20%**   
di energia da fonti rinnovabili  
(17% per l'Italia)

Oggi è un sistema di certificazione ambientale predisposto in coerenza con quanto prescritto dalla norma UNI EN ISO 14064 – *Gas ad Effetto Serra: Specifiche e Guida, al livello dell'Organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di Gas ad effetto serra e della loro rimozione*. Essa è suddivisa in tre capitoli, tra loro interconnessi:

- UNI EN ISO 14064-1:2013 “Gas ad effetto serra – Parte 1: Specifiche e guida, al livello dell'organizzazione, per la quantificazione e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra e della loro rimozione”.
- UNI EN ISO 14064-2:2013 “Gas ad effetto serra – Parte 2: Specifiche e guida, al livello di progetto, per la quantificazione, il monitoraggio e la rendicontazione delle emissioni di gas ad effetto serra o dell'aumento della loro rimozione”.
- UNI EN ISO 14064-3:2013 “Gas ad effetto serra – Parte 3: Specifiche e guida per la validazione e la verifica delle asserzioni relative ai gas ad effetto serra”.

Seguendo la stima riportata nella norma UNI EN ISO 14064, il calcolo delle emissioni di CO<sub>2</sub> è stato eseguito con i seguenti passi operativi:

1. quantificazione dell'emissione annua di gas serra secondo la norma

$$\text{Emissioni CO}_2 = \text{dato attività} \times \text{FECO}_2$$

dove:

dato attività (quantità di combustibile consumato) I dati relativi all'attività si basano sul consumo di combustibile. La quantità di combustibile utilizzata è espressa in termini di contenuto netto di energia del combustibile consumato [TJ] durante il periodo di riferimento:

$$E_{\text{comb}} = \text{quantità combustibile} \times \text{PCI}$$

PCI potere calorifico inferiore del combustibile

FECO<sub>2</sub> fattore emissione di CO<sub>2</sub> dei combustibili

Fonte: UNI ISO  
14064:2006

2. possibili interventi di “azzeramento” dell'emissione di gas serra, serra può essere effettuato con una o con la combinazione delle seguenti metodologie:

- Attuazione di progetti di efficienza e risparmio energetico;
- Acquisto / produzione di elettricità da fonte rinnovabile;

- Produzione di energia termica da fonte rinnovabile;
- Negoziazione di diritti di emissione di quote di gas serra;
- Attività di riforestazione / confinamento di gas serra.

I principali vantaggi derivanti dall'applicazione dello standard UNI EN ISO 14064 sono:

- \* aumentare l'integrità ambientale promuovendo la trasparenza e la credibilità nella quantificazione di gas serra, nel loro controllo, rendicontazione e verifica;
- \* permettere alle utenze di valutare e controllare le emissioni di gas a effetto serra, nonché di gestirne i rischi;
- \* sostenere lo sviluppo e l'implementazione di progetti, iniziative e programmi di abbattimento e riduzione dei gas a effetto serra.

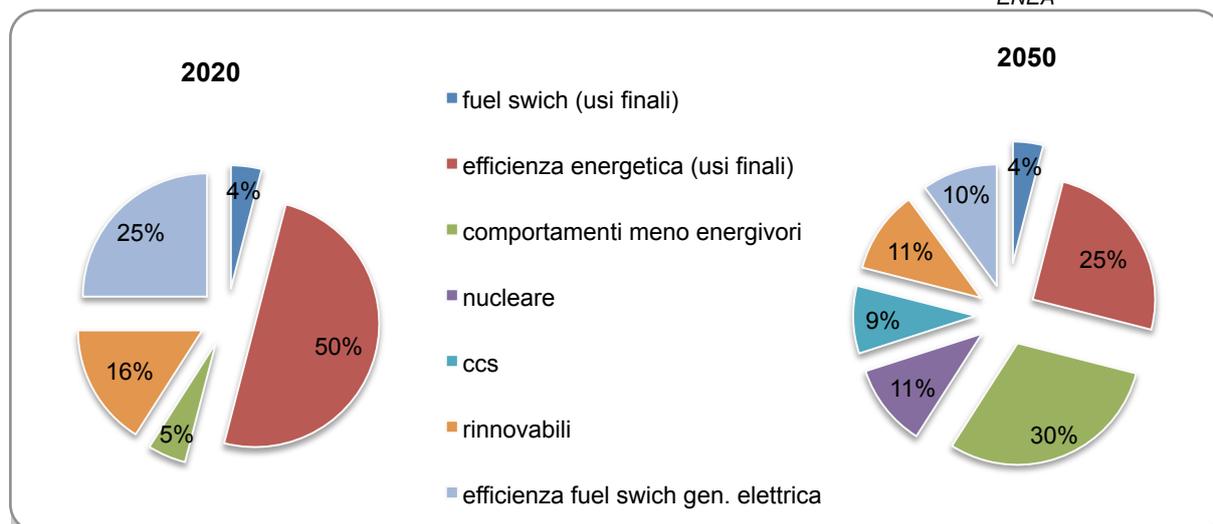
Aspetti del progetto riguardano le emissioni da impianti di riscaldamento attraverso il controllo sia degli impianti e delle loro condizioni operative che delle temperature garantite e idonei provvedimenti tecnici per mantenere il contenuto termico degli appartamenti quanto più costante possibile.

#### ▪ Emissioni CO<sub>2</sub> a confronto

Il contributo dell'efficienza energetica, nei diversi settori economici, non solo è fondamentale per ridurre la dipendenza dai paesi esportatori di fonti energetiche primarie, limitando così l'esposizione all'instabilità dei prezzi e a rischi nell'approvvigionamento di energia, ma ha un ruolo rilevante per l'abbattimento delle emissioni climalteranti, in linea con gli impegni internazionali per la lotta ai cambiamenti climatici.

Riduzione di emissioni di CO<sub>2</sub> per famiglia di tecnologie negli anni 2020 e 2050

Fonte: *Rapporto Energia e Ambiente - Analisi e Scenari 2009, ENEA*



Gli scenari energetici elaborati dall'ENEA per l'Italia mostrano come, soprattutto nel periodo 2020, la possibilità di riduzioni importanti delle emissioni di CO<sub>2</sub> sia legata in primo luogo a un significativo miglioramento dell'efficienza energetica e ad un uso massiccio di tecnologie più efficienti che richiedono investimenti importanti.

Dal confronto fatto tra diversi edifici campione con locazione Torino, si nota però che l'utilizzo dei combustibili, elaborato nel grafico di seguito, confrontato in funzione della tipologia di edificio e dal numero di unità immobiliare, sia ancora molto legato alle nostre "comode" abitudini.

#### Confronto tra edifici campione (sede Torino) - 2013

Penso, quindi, che prima ancora di fare interventi di miglioramento energetico, dei grossi risultati si potranno ottenere con investimenti minori, puntando sui comportamenti.

Una seconda opzione, tecnologica, è rappresentata dall'efficienza energetica: quasi il 50% della riduzione è attribuibile ad interventi di efficienza nei settori di uso finale. Nel lungo periodo, invece, diviene necessario il pieno sviluppo delle tecnologie riguardanti le rinnovabili e, oltre alla decarbonizzazione dei sistemi di generazione elettrica, assume grande importanza un uso più razionale dell'energia da parte dei consumatori finali.

## 5.2. CONFORME ALLE NORME

Partendo dal presupposto che, per la disciplina europea, per norma si intende una specifica tecnica, adottata da un organismo di normazione riconosciuto, per l'applicazione ripetuta o continua, alla quale non è obbligatorio conformarsi. Come detto le norme tecniche sono del tutto volontarie, perché costituiscono un riferimento che le parti interessate si impongono spontaneamente.

Dal punto di vista tecnico, la novità principale è rappresentata dalla stima del consumo involontario dovuto alle dispersioni della rete di distribuzione e che influiscono sulla spesa totale da ripartire tra i condomini. Un'altra novità riguarda i millesimi di riscaldamento, poiché la nuova norma prevede che gli stessi possano essere ricondotti non solo ai millesimi di potenza installata, come previsto precedentemente, ma anche ai millesimi di fabbisogno di energia utile, calcolati secondo le specifiche della predetta norma UNI TS 11300.

Durante il periodo di stage ho effettuato i calcoli per la rendicontazione del consumo di calore seguendo la norma UNI 10200:2005, con il solo calcolo dei millesimi di potenza installata, attraverso il metodo dimensionale (per corpi scaldanti montati prima del 1995) o il metodo secondo UNI EN 442-2 (per corpi scaldanti successivi al 1995 o contrassegnati dalla marcatura CE ai sensi della Direttiva 89/106).

La ripartizione evidenzia i problemi negli edifici: chi ha unità immobiliari più esposte vedrà bollette più elevate, esattamente come un impianto autonomo.

Da notare come appena sotto il titolo della UNI 10200 è scritto: "La norma stabilisce i principi per l'equa ripartizione delle spese di climatizzazione invernale e acqua calda sanitaria in edifici di tipo condominiale provvisti o meno di dispositivi per la contabilizzazione dell'energia termica". Quindi, per la legge e la normativa tecnica, è equo pagare in proporzione a quello che si consuma, non prevedendo coefficienti riduttivi. Tra l'altro la UNI 10200, in tutte le versioni che si sono succedute, non ha mai previsto coefficienti di questo tipo.

Le **norme** sono documenti che definiscono le caratteristiche (dimensionali, prestazionali, ambientali, di qualità, di sicurezza, di organizzazione, ecc.) di un prodotto, processo o servizio, secondo lo stato dell'arte.

Tuttavia se l'assemblea condominiale volesse suddividere le spese compensando gli alloggi maggiormente sfavoriti in termini di esposizione, è possibile adottare il principio di compensazione, che ha lo scopo di tener conto delle situazioni sfavorevoli a causa dell'ubicazione dell'alloggio all'interno del condominio (ad esempio l'esposizione verso nord o la posizione dell'alloggio sotto tetto).

## 6. CONCLUSIONI

Sono sostenibili tutte quelle azioni che non comportano un danneggiamento o una perdita di risorse naturali e che quindi si svolgono nel pieno rispetto dell'ambiente. In particolare, in campo energetico, ciò significa che sono sostenibili quei modi di produrre ed utilizzare le diverse forme di energia che non inquinano l'atmosfera, il suolo e le acque e che si avvalgono di fonti energetiche rinnovabili, oppure che non consumano le fonti energetiche non rinnovabili ad una velocità che supera abbondantemente quella della loro formazione. Inoltre, le fonti non rinnovabili di energia comportano una doppia "insostenibilità": oltre a consumare risorse naturali ad una velocità superiore alla loro formazione, immettono in atmosfera un'elevata quantità di gas ad effetto serra, tra cui CO<sub>2</sub> ed altri inquinanti.

Il risparmio energetico, che a prima vista potrebbe sembrare lontano dalla definizione sopra presentata, rientra in realtà a pieno titolo tra le azioni sostenibili energeticamente.

Risparmiare energia è di per sé una fonte di energia, pulita ed economica!

Infatti, ogni volta che si riesce ad usare meno energia (rispetto allo standard attuale) sia attraverso migliorie tecnologiche che attraverso l'eliminazione di eventuali sprechi, si ottiene, oltre ad un sicuro risparmio economico, un quantitativo di energia in più a disposizione, visto che non è andato perso; e questa è una vera e propria fonte di energia.

La presente relazione riassume i risultati del lavoro d'indagine sulla validità dei metodi di ripartizioni delle spese per consumi di energia termica.

Come ovvio, trattandosi di una ricerca centrata sulla riduzione dei consumi, il lavoro ha indagato sull'apporto alla riduzione dei consumi di un impianto di contabilizzazione del calore.

Al di là della normativa locale, in tutti i casi in cui è necessario sostituire la caldaia o comunque ristrutturare l'impianto, l'adozione del sistema della contabilizzazione è obbligatorio per legge nazionale (legge 10/91 e successive numerose modifiche ed integrazioni).

La contabilizzazione del calore, così come quella dell'acqua potabile, è una cosa che serve per migliorare il nostro modo di abusare dell'energia e delle risorse del Pianeta: non deve essere preso come una vessazione ma anzi come un qualcosa che va a vantaggio di tutti, sia dei virtuosi sia dei meno attenti.

Concludendo posso aggiungere che, i vantaggi sono molteplici nella realizzazione di un impianto di termoregolazione e contabilizzazione, dal maggior confort ottenibile ai risparmi energetici raggiungibili. Per quest'ultimo punto, il sistema di contabilizzazione non realizza nessuna innovazione particolare, ma può semplicemente correggere gli errati usi dell'energia, sia termica sia elettrica, da parte dell'utente.

## 7. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

### da libri:

Balsamelli L., La diagnosi e la contabilizzazione energetica nell'edilizia residenziale, in "Atti e rassegna tecnica della società degli ingegneri e degli architetti in Torino", a. LXVI, n. 1-2-3, aprile-giugno 2012

Rossi N., Manuale del termotecnico. Fondamenti: riscaldamento, condizionamento, refrigerazione, ed. Hoepli, 2007

Bordolli G., Di Rango G., La nuova disciplina del condominio degli edifici, Maggioli Editore, 2013

### da siti web:

AA.VV., Legge per l'utilizzo delle valvole termostatiche e la contabilizzazione in Lombardia e Piemonte 2013, Honeywell (internet). 2013 (consultato 9 gennaio 2014).

[http://energysaver.honeywell.it/Normativa\\_Riscaldamento/Normative\\_E\\_Regolamenti.kl](http://energysaver.honeywell.it/Normativa_Riscaldamento/Normative_E_Regolamenti.kl)

AA.VV. Le Normative. Centro Specializzato Contabilizzazione del calore (CSC) (internet). 2014 (consultato 10 gennaio 2014).

[http://www.contabilizzazionecalore.it/pages/normative#legge\\_101991](http://www.contabilizzazionecalore.it/pages/normative#legge_101991)

Aquario D., Contabilizzazione più chiara con la nuova UNI. Casa 24 Plus (internet). 2013 (consultato 10 gennaio 2014).

<http://www.casa24.ilsole24ore.com/art/condominio/2013-03-27/contabilizzazione-calore-chiara-nuova-133222.php?uuid=AbXDy3hH>

Fossati S., Contabilizzatori di calore al test dei risparmi effettivi, Il Sole24 ore (internet). 2013 (consultato 10 gennaio 2004).

<http://www.ilsole24ore.com/art/norme-e-tributi/2013-04-02/contabilizzatori-calore-test-risparmi-093527.html>

Iannascoli A., Riqualificazione energetica degli edifici: termoregolazione e contabilizzazione dei consumi. slideshare.it. 2013 (consultato 3 febbraio 2014).

<http://www.slideshare.net/unioneartigianimilano/corso-presentazione-unione-artigiani#>