

Contabilizzazione a confronto: i primi risultati sperimentali

Marco Dell'Isola

Università degli Studi di Cassino e del Lazio Meridionale

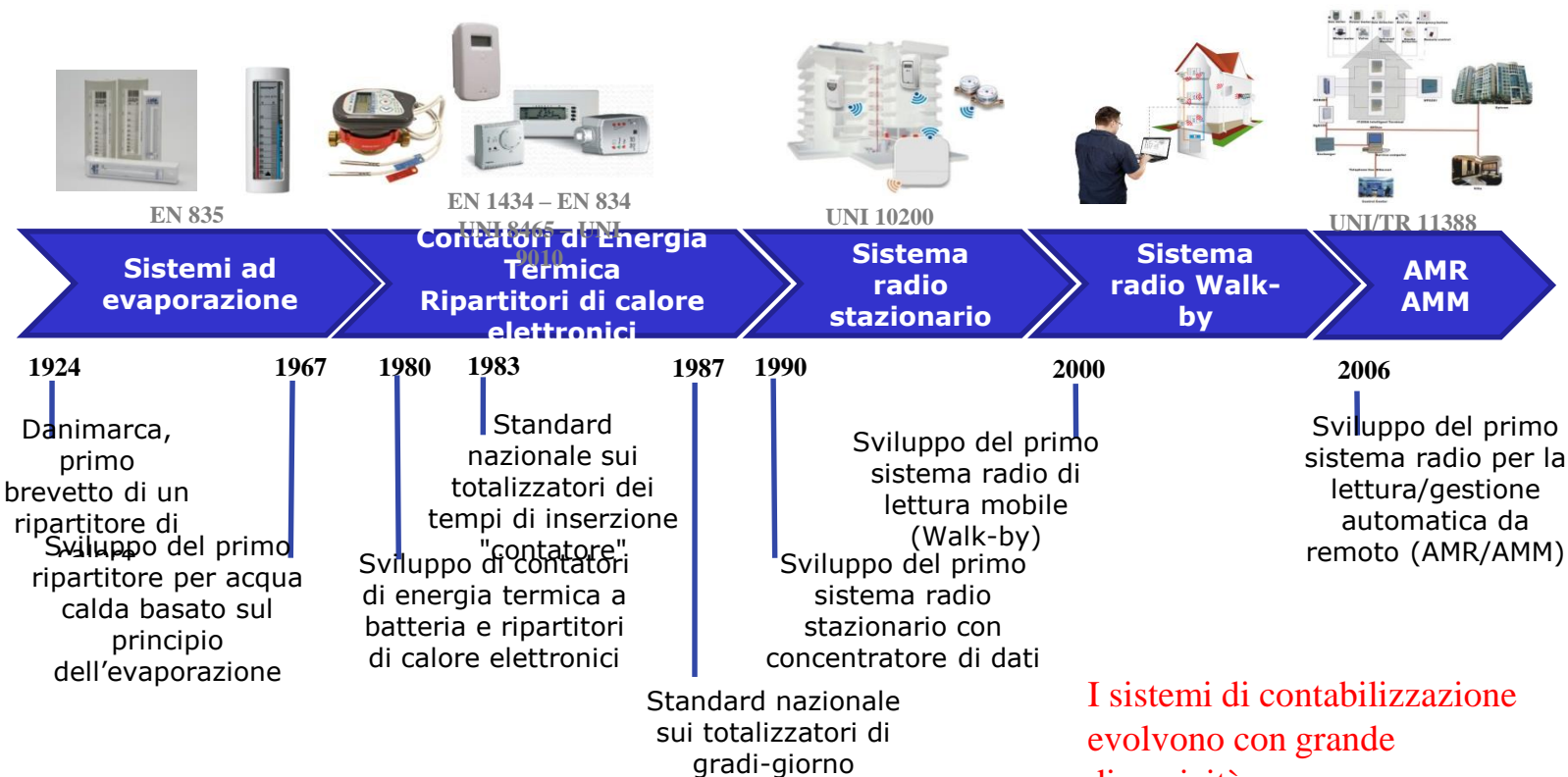


Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente



Tecnologie di misura: misure dirette ed indirette

Evoluzione tecnologica



I sistemi di contabilizzazione evolvono con grande dinamicità.

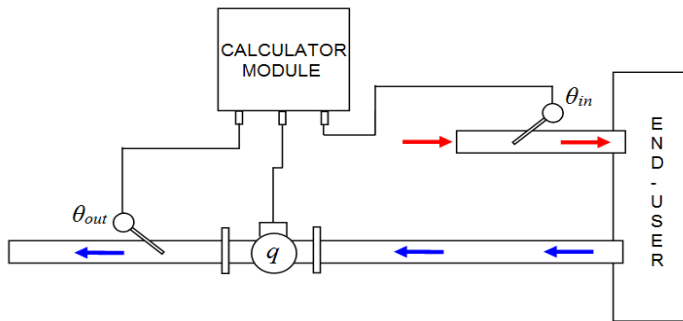
E' necessario garantire la scalabilità e la interoperabilità

Sistemi diretti (Heat Meter)

MI-004:2014, serie EN 1434, serie OIML R75

$$Q = \int_{t_1}^{t_2} \dot{V} \rho(T) c_p(T) \Delta T_{cl,i} dt = \int_{t_1}^{t_2} \dot{V} K \Delta T_{cl,i} dt$$

$$K(T_{in}, T_{out}) = \overline{\rho}(T_{in}, T_{out}) \cdot \overline{c_p}(T_{in}, T_{out})$$



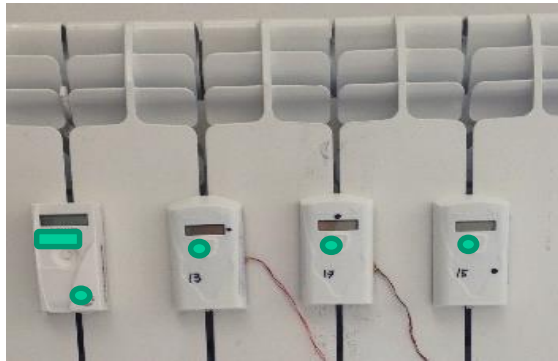
Statici



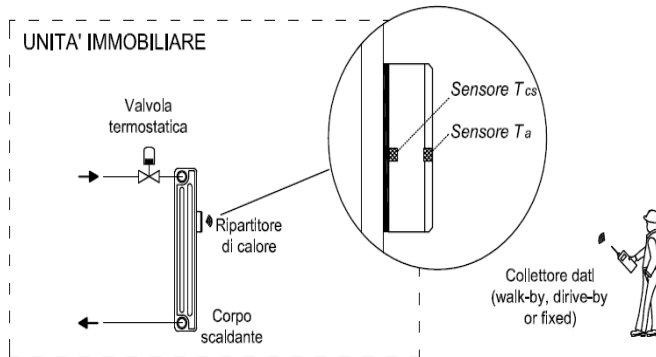
Dinamici

Sistemi indiretti (Heat Cost Allocator)

UNI EN 834: 2013



$$UR_{CS} = K_C \cdot K_Q \cdot K_T \int_{\theta} \left(\frac{\Delta T_{HCA}}{60} \right)^n d\theta$$



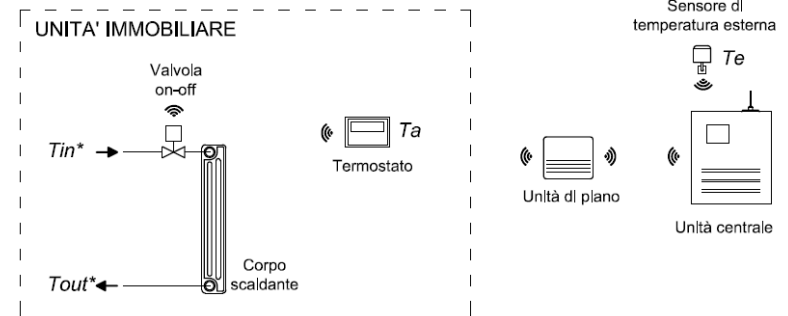
$$\frac{UR_{app,j}}{UR_{edif}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{cs,j}} UR_{cs,i,j}}{\sum_{j=1}^{n_{app,j}} \sum_{i=1}^{n_{cs,j}} UR_{cs,i,j}}$$

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile

Sistemi indiretti (Insertion Time Counter) UNI 11388: 2015 - UNI 9019: 2013

$$UR_{cs,AV,k} = \int_{\theta_{AV,k}} Q_i d\theta = K \dot{Q}_{cs} \int_{\theta_{AV,k}} \left(\frac{T_{m,i} - T_{a,i}}{T_{m,c} - T_{a,c}} \right)^n d\theta$$

$$UR_{cs,CV,k} = \int_{\theta_{CV,k}} Q_i d\theta = K \dot{Q}_{cs} \left(\frac{T_{m,i,c} - T_{a,i}}{T_{m,c} - T_{a,c}} \right)^n \int_{\theta_{CV,k}} e^{-\frac{\theta}{\tau}} d\theta = K \dot{Q}_{cs} \left(\frac{T_{m,i,c} - T_{a,i}}{T_{m,c} - T_{a,c}} \right)^n \frac{\tau}{n} \left(1 - e^{-\frac{\theta_{CV,k}}{\tau}} \right)$$

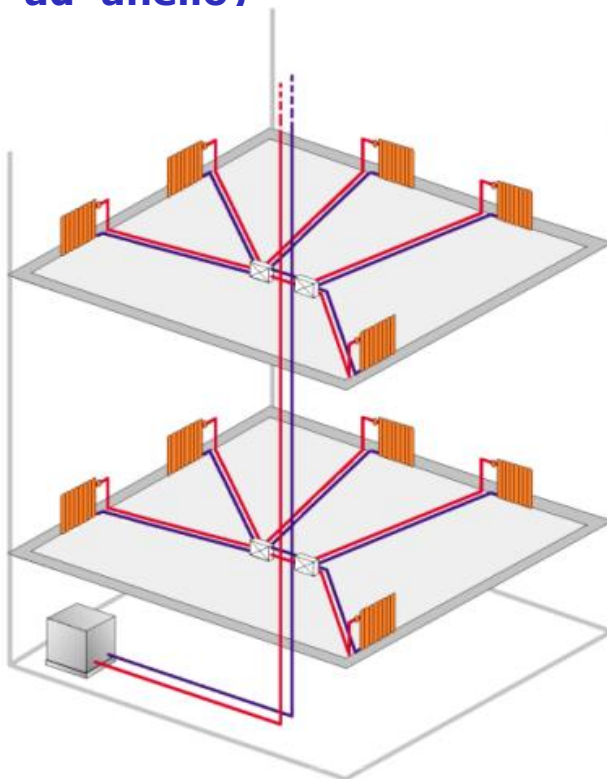


* Misurata in centrale termica

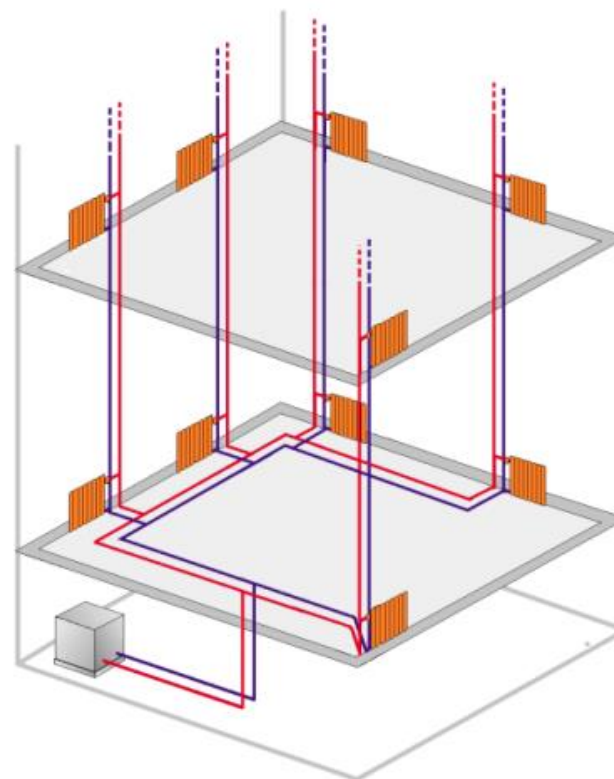
EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile

Tipologie di impianto termico

**Configurazione planare
 (e.g. a collettore complanare,
 ad anello)**



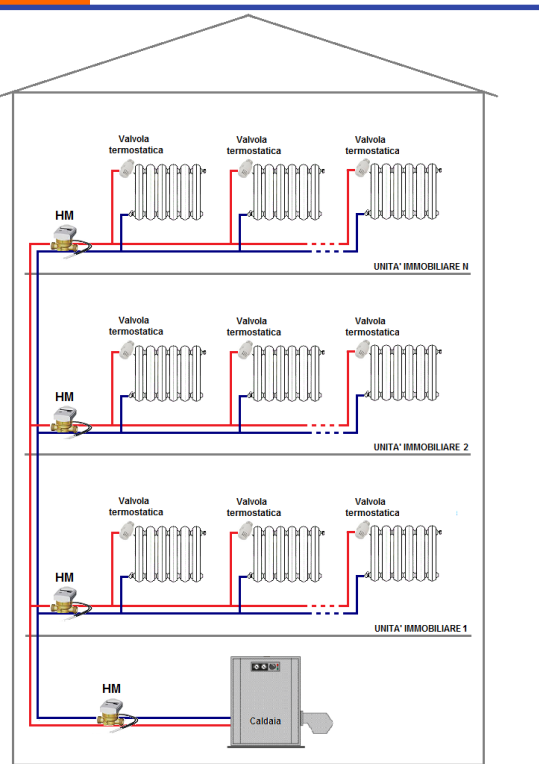
**Configurazione a colonne
 montanti (e.g. a sorgente, a
 cascata)**



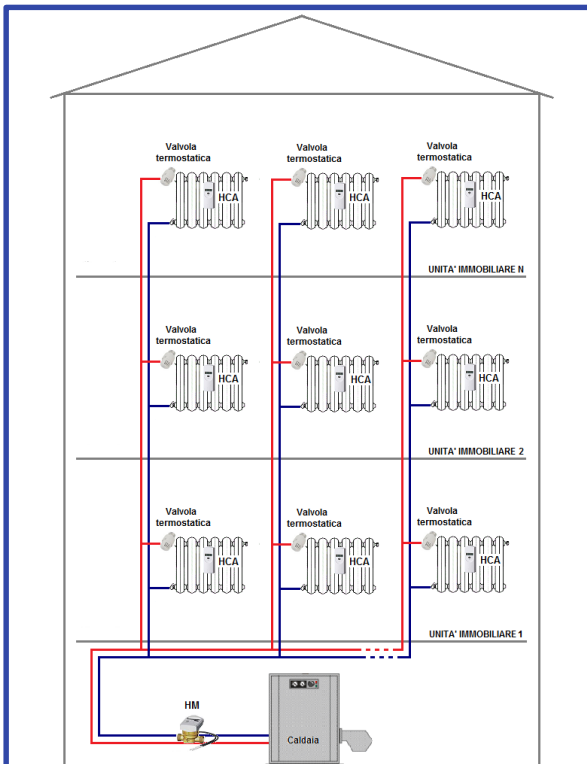
**EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
 CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
 Napoli, 1 aprile**

Tipiche applicazioni dei sistemi di contabilizzazione del calore

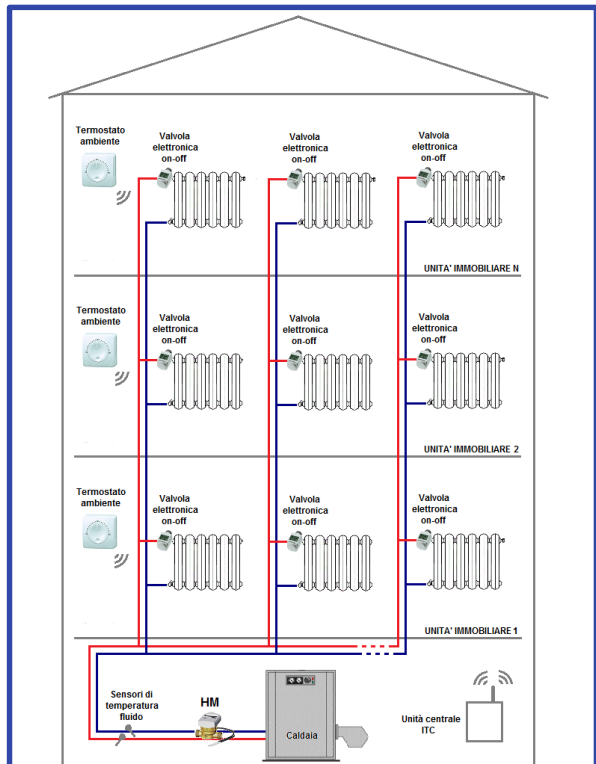
EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI - OBBLIGO



Misura dell'energia termica delle unità immobiliari mediante HM



Ripartizione mediante HCA



Ripartizione mediante ITC



DIRETTIVA 2012/27/UE

sull'efficienza energetica



D. Lgs. n.102 2014

*Attuazione direttiva europea
sull'efficienza energetica*

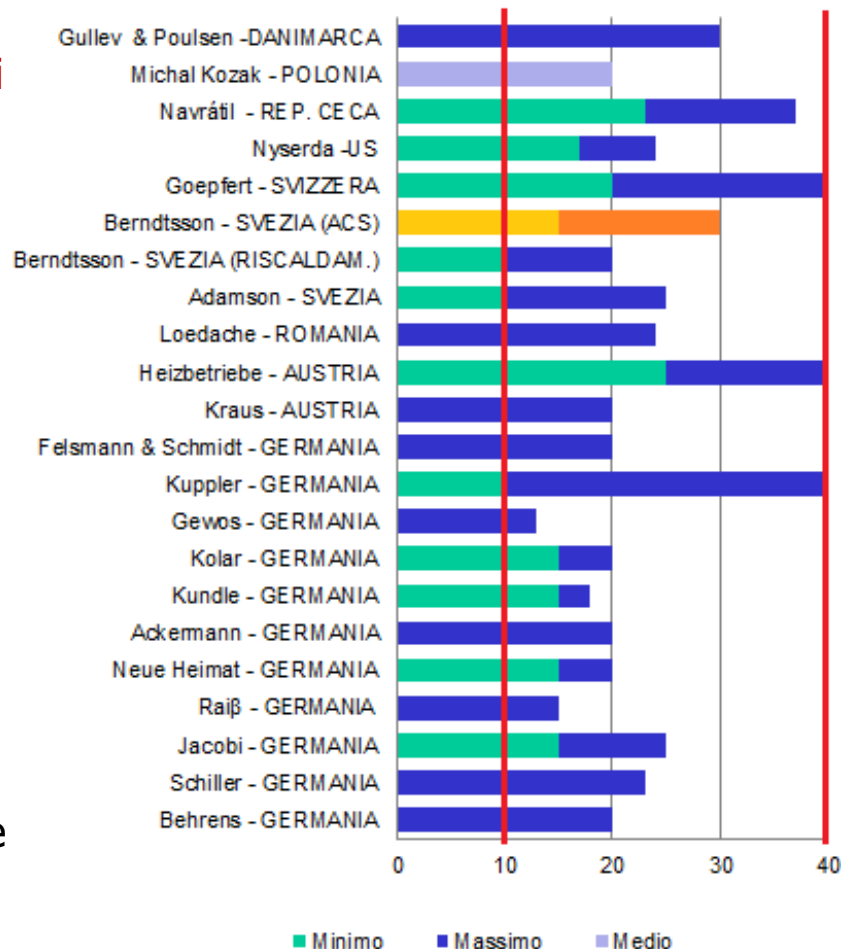
- **obbligo di installazione di contatori di energia termica nei punti di fornitura**, per edifici alimentati da una rete di teleriscaldamento/ teleraffrescamento o da una fonte centrale che alimenta più edifici.
- **obbligo, al 31 dicembre 2016, di sistemi per la ripartizione dei costi** in edifici forniti da una fonte di riscaldamento/raffreddamento centrale o da una rete di teleriscaldamento "nella misura in cui sia tecnicamente possibile, efficiente in termini di costi e proporzionato rispetto ai risparmi energetici potenziali"

Fattibilità Tecnica- Economica



Quanto si può risparmiare mediante la contabilizzazione del calore

- Le abitazioni residenziali nell'EU27 sono responsabili di circa il **25% dei consumi** di energia (circa l'80% è dovuta al riscaldamento e all'ACS).
- In alcuni paesi europei (Germania, Austria, Danimarca, Polonia, Romania) il risparmio energetico risulta **circa il 20% dei consumi energetici possono essere ridotti**.
- Un fattore essenziale al risparmio energetico è però la **consapevolezza dell'utente**. Il contatore deve essere, pertanto, lo strumento per informare gli utenti e non solo un mezzo per ripartire.



APPROCCIO SEGUITO IN ALTRI PAESI EUROPEI

Nel recepire la Direttiva EED, le autorità nazionali degli Stati Membri stanno adottando diversi approcci e soluzioni nelle prescrizioni di installazione dei sistemi di ripartizione:

- è previsto ***l'obbligo per quasi tutti*** gli edifici (esistenti e di nuova costruzione), salvo alcune puntuali eccezioni;
- **è prevista sempre una verifica tecnico-economica;**
- **l'obbligo è molto limitato** perché nella maggior parte dei casi i sistemi di ripartizione sono ritenuti economicamente poco efficienti.

Orientamento in EU

L'orientamento nei **tavoli Tecnici Europei** è quello suggerire alcune azioni potenzialmente implementabili dalle Autorità Nazionali degli Stati Membri relativamente alla misurazione individuale ed alla fatturazione informativa dei consumi di energia termica al fine di massimizzare i risparmi energetici.

Le suddette azioni potrebbero essere raggruppate per tipologia:

- **classificazione dell'edificio;**
- verifica dell'edificio;
- **efficienza economica;**
- azioni sull'edificio;
- evidenza;
- supporto e controllo;
- criteri di ripartizione.

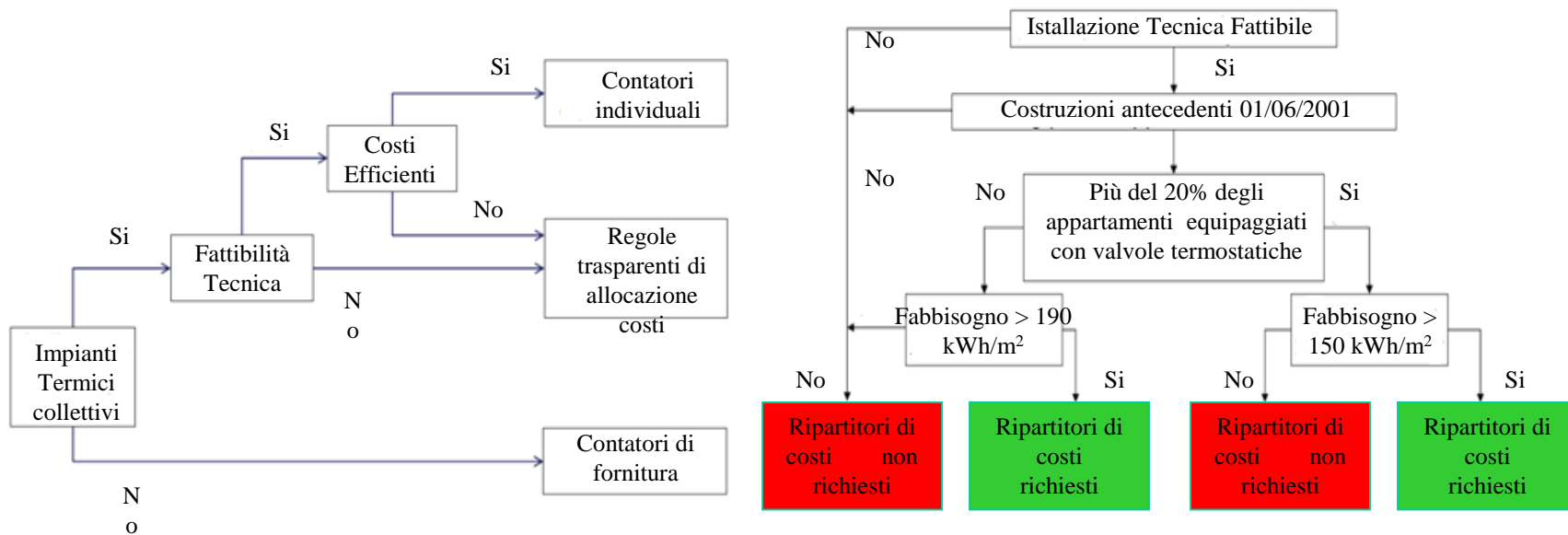
CLASSIFICAZIONE DELL'EDIFICIO

In merito alla classificazione l'orientamento è quello di **individuare tre classi di edificio**, in relazione alla tipologia e destinazione d'uso:

- **edifici obbligati**: quando è probabile che solo pochi edifici della tipologia potranno essere valutati negativamente in fase di verifica della fattibilità tecnica ed economica;
- **edifici esenti**: quando si ha la ragionevole evidenza che nessuno degli edifici della tipologia potrà essere valutato positivamente in fase di verifica della fattibilità tecnica ed economica;
- **edifici da valutare**: ovvero quegli edifici che non ricadono nelle precedenti due classi e per i quali dovrà essere effettuata una verifica puntuale della fattibilità tecnica ed economica.

Un Esempio di Classificazione: Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC – France)

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
 CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
 Napoli, 1 aprile

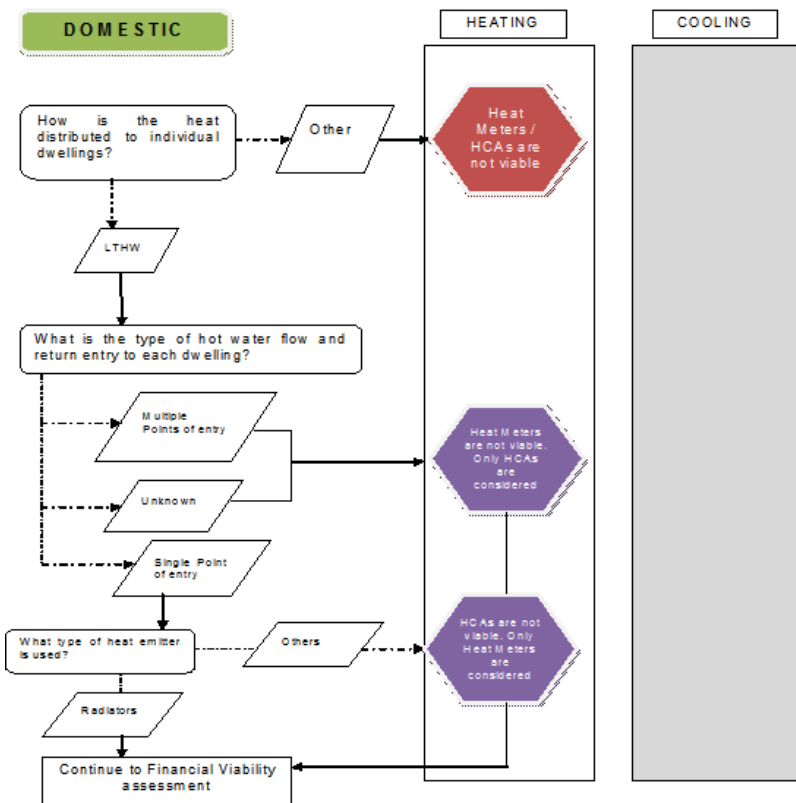


Esempio di non Fattibilità Tecnica: Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC – France)

Non Fattibilità Tecnica:

- Sistemi di Riscaldamento a pavimento
- Sistemi di Riscaldamento Monotubo
- Sistemi di Condizionamento a tutt'aria
- Sistemi di Riscaldamento a vapore
- Sistemi di Riscaldamento con ventilconvettori con distribuzione verticale

Un Esempio di Tool Standardizzato (DECC- UK)



Technical and Financial Viability Testing of Individual Heat and Cooling Metering and HCAs

RESULTS

DOMESTIC

Heating

There is data missing in the GENERAL INFORMATION section. Please review and complete the information required.

There is data missing in the GENERAL INFORMATION section. Please review and complete the information required.

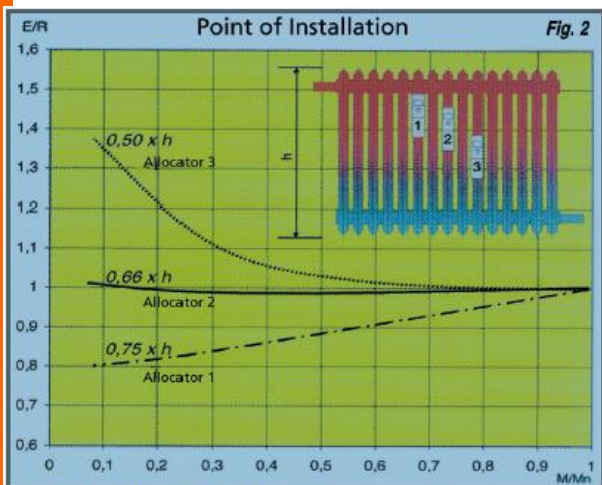
Energy and costs

Notes

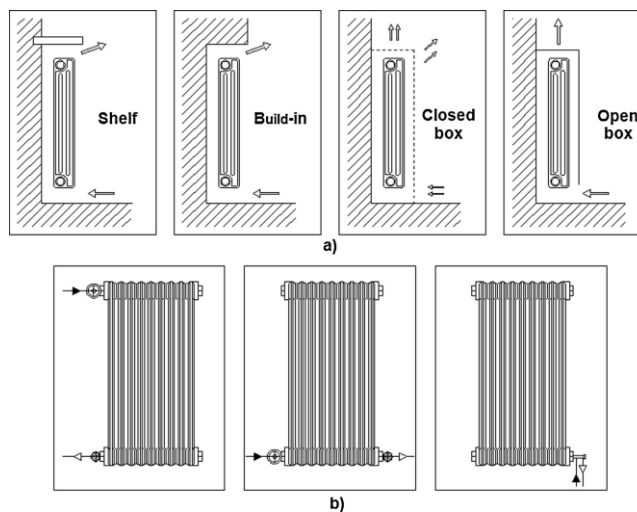
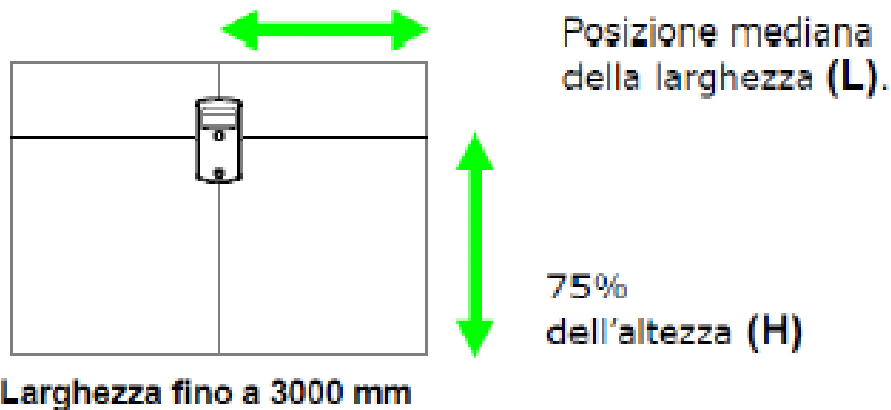
Incertezze di misura:

si possono contenere solo con una accurata
progettazione ed installazione

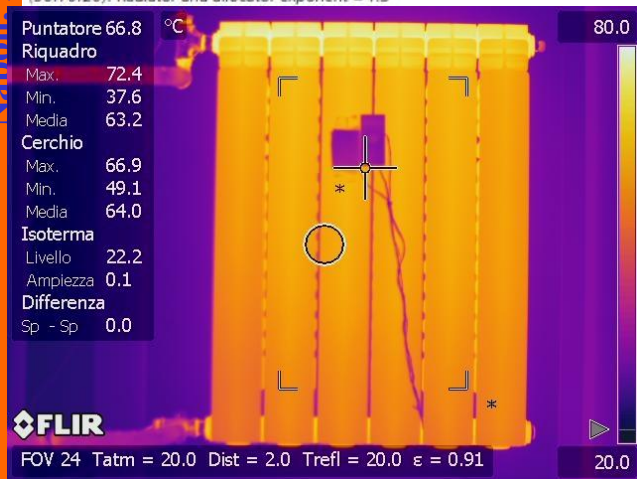
Problematiche di misura



E/R = emitted energy from the radiator per registered unit on the allocator
M/Mn = Volume flow through the radiator in proportion to the norm volume flow (90/70/20). Radiator and allocator exponent = 1.3



EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli 1 aprile



AICARR

Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente

Incertezza teorica dei sistemi di contabilizzazione del calore in campo

Dispositivo	Incertezz a estesa tipica	Criticità operativa
Direct Heat meters	4.4%	Montaggio (verticale, orizzontale); Effetti di installazione (curve, valvole, profondità di immersione)
Heat cost allocators	9.2%	Montaggio (resistenza di contatto); Posizionamento (temperatura media del radiatore); Effetti di installazione (cavità, mensola);
Insertion time counters* compensated with the temperature of heat conveying fluid	13.4%	Installazione e posizionamento dei sensori di temperatura; Effetti di installazione (cavità, mensola); Coibentazione linea di mandata;
Insertion time counters compensated with the degree-days	21.6%	Effetti di installazione. (cavità, mensola); Coibentazione linea di mandata. Temperatura esterna (schermatura);

* il valore indicato è stato stimato dagli autori con riferimento al modello di calcolo previsto dalla vecchia versione della UNI 11388

La ripartizione dei consumi per la climatizzazione invernale (UNI 10200:2015)

consumo volontario: Consumo riconducibile all'azione del singolo utente sui sistemi di termoregolazione, al fine di garantire determinate condizioni climatiche in relazione anche alle caratteristiche dell'unità immobiliare.

La **ripartizione** dei consumi di energia termica utile delle singole unità immobiliari per climatizzazione invernale viene effettuata sulla base della relazione semplificata:

$$\frac{UR_{app,j}}{UR_{edif}} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{cs,j}} UR_{cs,i,j}}{\sum_{j=1}^{n_{app,j}} \sum_{i=1}^{n_{cs,j}} UR_{cs,i,j}}$$

consumo involontario: Consumo dovuto alle dispersioni dell'impianto (per distribuzione secondaria, accumulo e distribuzione primaria), non riconducibile all'azione dei singoli utenti.

Modello Stima Incertezza Ripartizione

L'**incertezza di ripartizione** è funzione di:

i_A e i_B le **incertezze relative di tipo A e di tipo B** dei singoli corpi scaldanti;

il **numero di corpi scaldanti** nel singolo appartamento $n_{cs,app}$ e nell'intero edificio $n_{cs,edif}$;

$r_{cs,app}$ ($r_{cs,edif}$) i coefficienti di **correlazione tra gli errori nei consumi dei corpi scaldanti** dello stesso appartamento (dell'intero edificio);

$r_{app,app}$ ($r_{app,edif}$) il coefficiente di **correlazione tra errori nei consumi dell'appartamento** in esame e degli altri appartamenti (intero edificio).

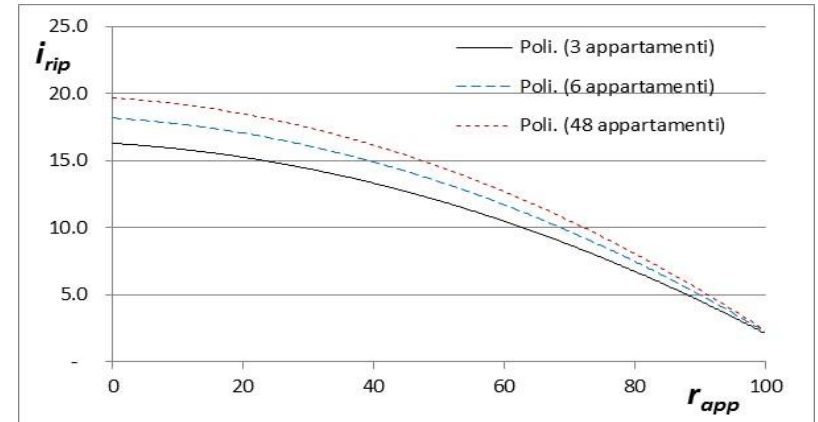
$$i_{app}^2 \left(\frac{UR_{app}}{UR_{edif}} \right) = \sum_{i=1}^{n_{cs}^{app}} \frac{i_A^2(UR_{cs,i}) + i_B^2(UR_{cs,i})}{(n_{cs}^{app})^2} + \sum_{i=1}^{n_{cs}^{edif}} \frac{i_A^2(UR_{cs,i}) + i_B^2(UR_{cs,i})}{(n_{cs}^{edif})^2} + 2r_{cs,app} \sum_{i_1=1}^{n_{cs}^{app}-1} \sum_{i_2=i_1+1}^{n_{cs}^{app}} \frac{i_B(UR_{cs,i_1}) i_B(UR_{cs,i_2})}{n_{cs}^{app} n_{cs}^{app}} + 2r_{cs,edif} \sum_{i_1=1}^{n_{cs}^{edif}-1} \sum_{i_2=i_1+1}^{n_{cs}^{edif}} \frac{i_B(UR_{cs,i_1}) i_B(UR_{cs,i_2})}{n_{cs}^{edif} n_{cs}^{edif}} - 2r_{app,edif} \sum_{j_1=1}^{n_{app}^{app}-1} \sum_{j_2=j_1+1}^{n_{app}^{app}} \frac{i_B(UR_{cs,j_1}) i_B(UR_{cs,j_2})}{n_{app}^{app} n_{app}^{app}} - 2r_{app,app} \sum_{j_1=1}^{n_{cs}^{edif}-1} \sum_{j_2=j_1+1}^{n_{cs}^{edif}} \frac{i_B(UR_{cs,j_1}) i_B(UR_{cs,j_2})}{n_{cs}^{edif} n_{cs}^{edif}}$$



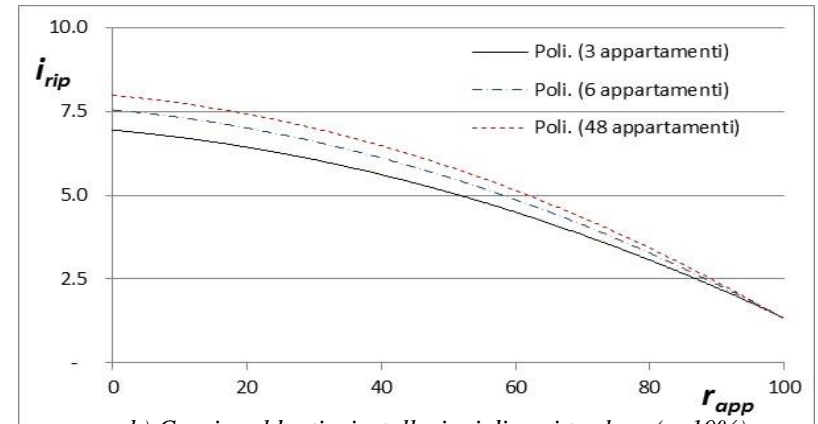
$$i_{app}^2 \left(\frac{UR_{app}}{UR_{edif}} \right) = \frac{i_A^2(UR_{cs}) + i_B^2(UR_{cs})}{n_{cs}^{app}} + \frac{i_A^2(UR_{cs}) + i_B^2(UR_{cs})}{n_{cs}^{edif}} + r_{cs,app} \frac{(n_{cs}^{app} - 1)}{n_{cs}^{app}} i_B^2(UR_{cs}) + r_{cs,edif} \frac{(n_{cs}^{edif} - 1)}{n_{cs}^{edif}} i_B^2(UR_{cs}) + -r_{app,edif} \left(\frac{1}{n_{cs}^{app}} + \frac{n_{cs}^{app} - 1}{n_{cs}^{app}} r_{cs,app} \right) i_B^2(UR_{cs}) - r_{app,app} \left(\frac{1}{n_{cs}^{edif}} + \frac{n_{cs}^{edif} - 1}{n_{cs}^{edif}} r_{cs,edif} \right) i_B^2(UR_{cs})$$

Accuratezza della Ripartizione

L'incertezza di ripartizione presenta una notevole compensazione al crescere della correlazione r_{app} (migliore nel caso di corpi scaldanti e relative installazioni dei sistemi di misura molto diversi tra loro - caso b). L'effetto della compensazione degli errori è più rilevante nei piccoli condomini



a) Corpi scaldanti e installazioni simili ($r_{cs}=90\%$)



b) Corpi scaldanti e installazioni diversi tra loro ($r_{cs}=10\%$)

la = 3% Tipo A
lb = 15% Tipo B
Ncs = 10

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile



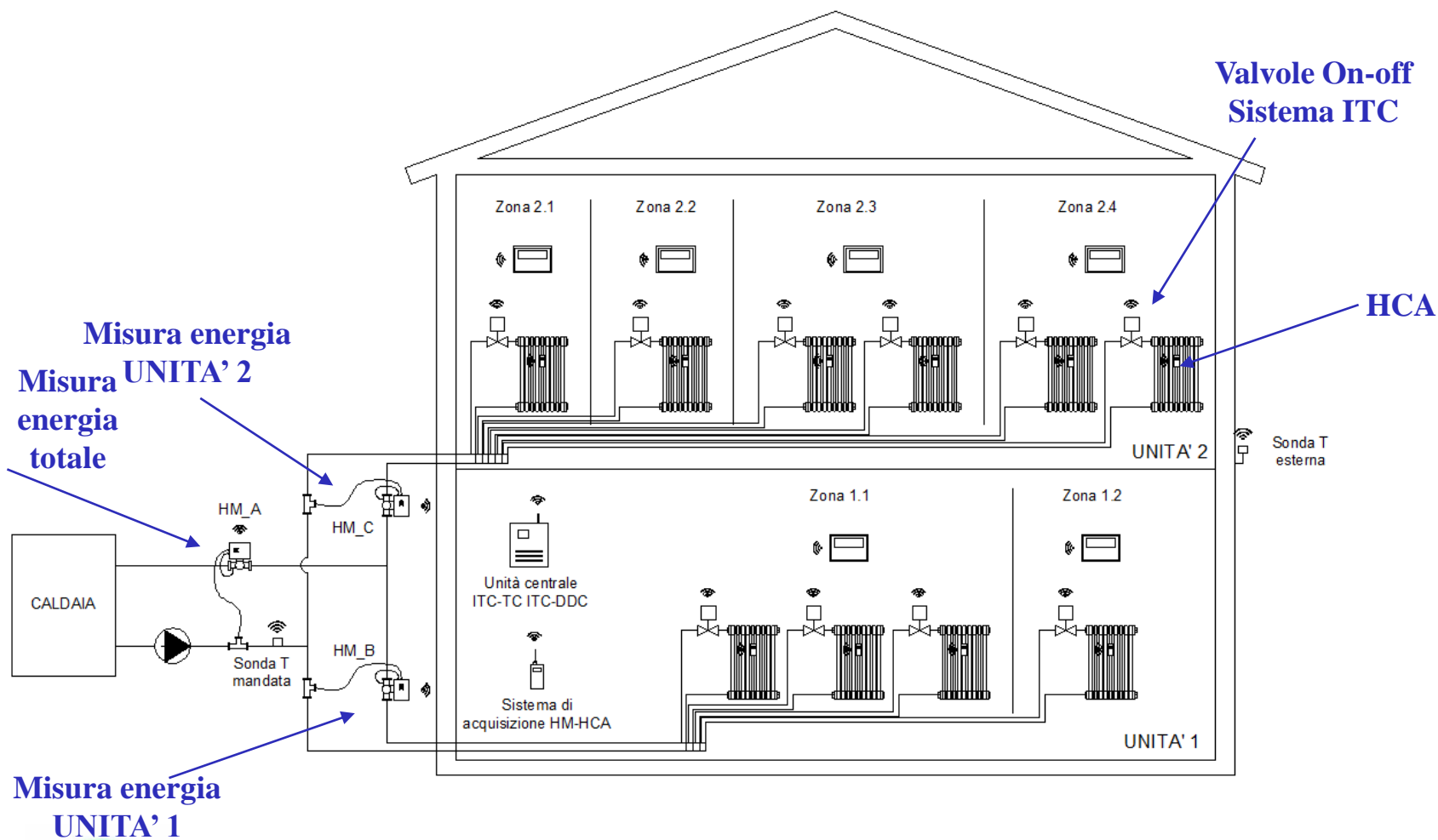
Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente



23 agenzia napoletana energia e ambiente

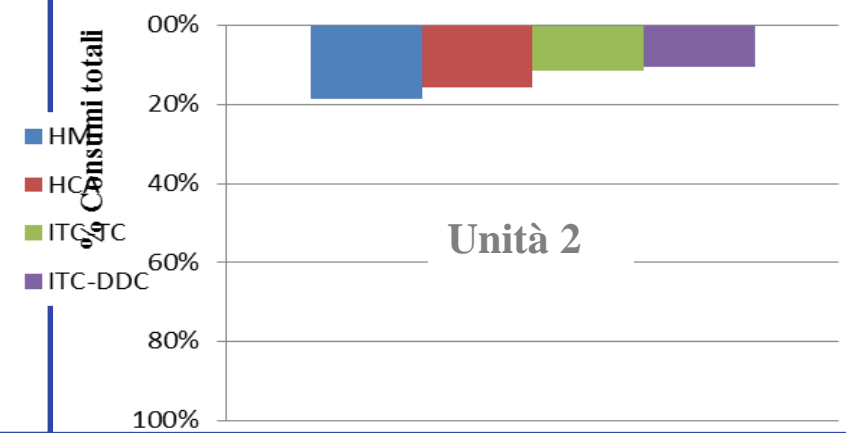
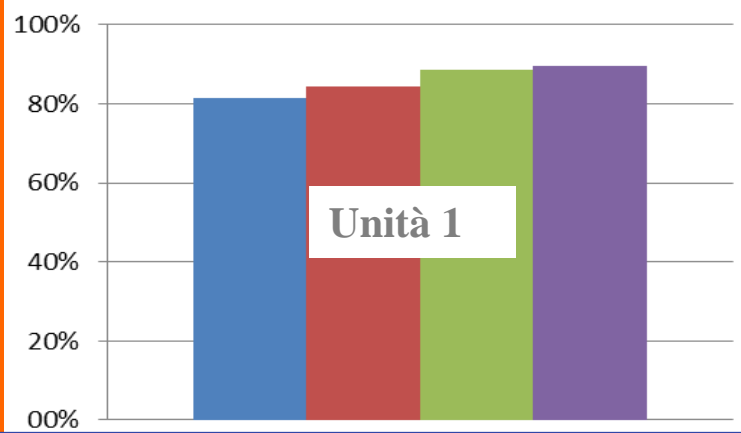
Campagna sperimentale

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
 Napoli, 1 aprile

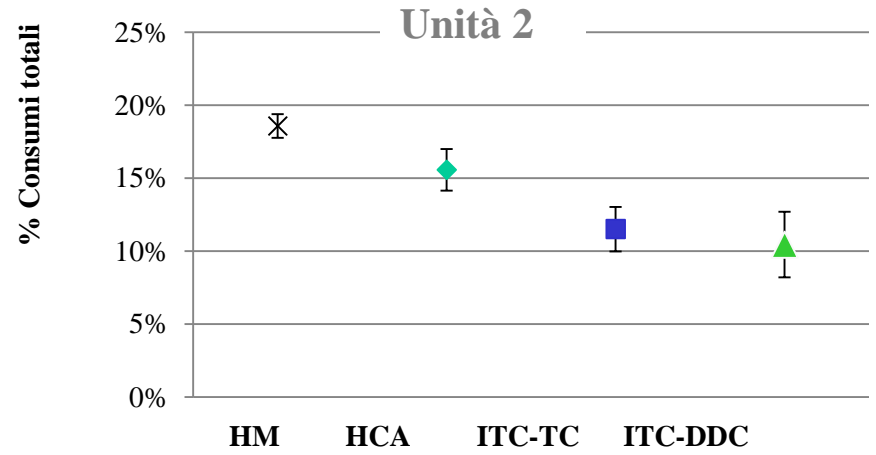
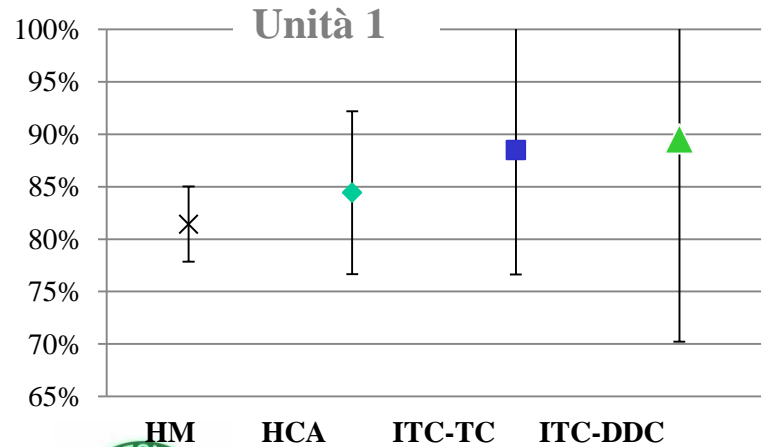


Risultati - Intera stagione

**EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
 CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
 % Consumi totali
 Napoli, 1 aprile**



• Compatibilità dei risultati



La Metrologia Legale

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile

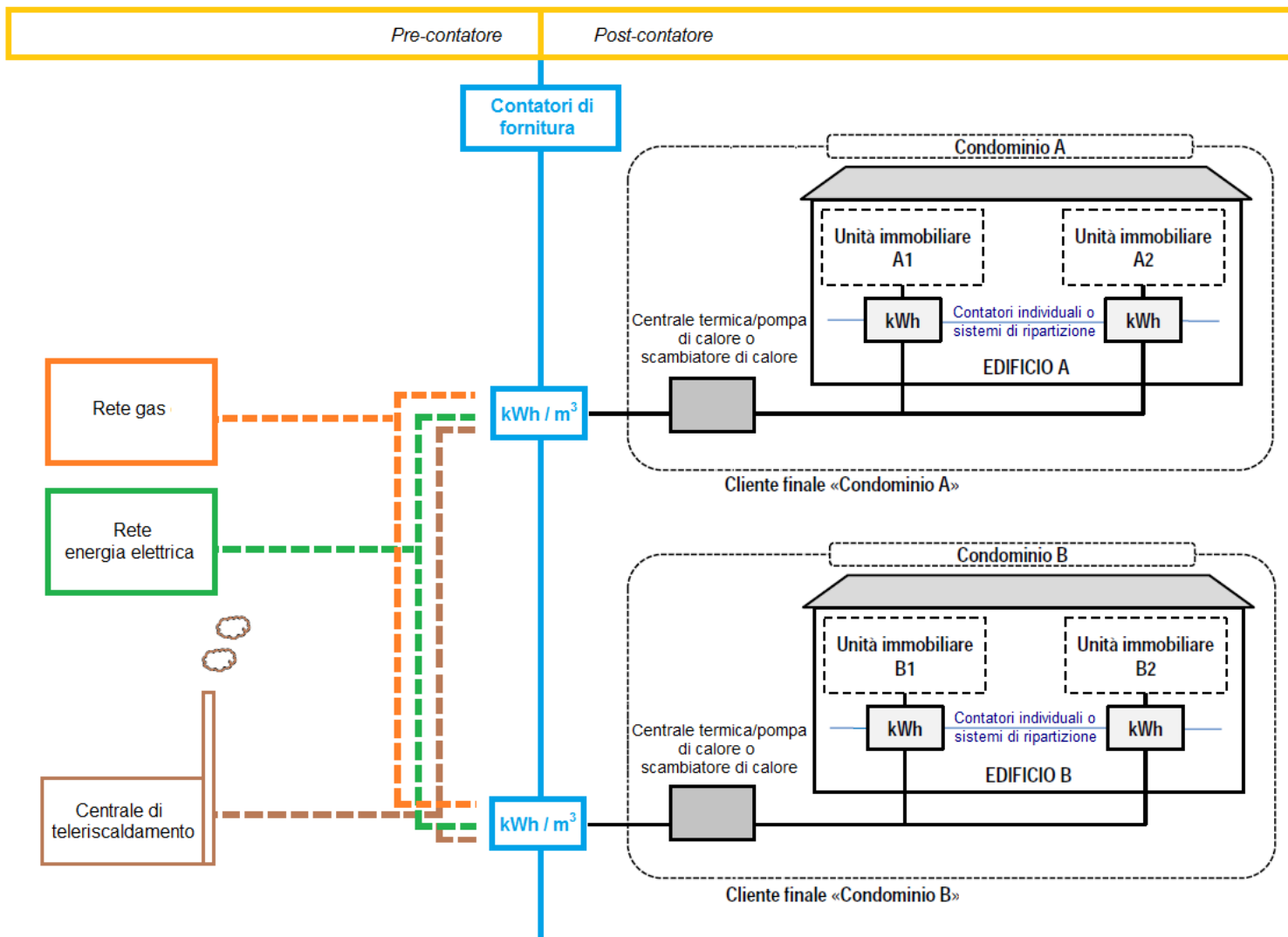


Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente



26

Perimetro Competenze



**EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
 CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
 Napoli, 1 aprile**

		<i>Metodi diretti</i>		<i>Metodi indiretti</i>			
<i>Sistema di contabilizzazione</i>		HM	CHM	HCA	HCA	ITC-TC ITC-DDC	
<i>Norma Applicabile</i>		MID (EN 1434)	EN 1434 (MID)	EN 834	EN 835	UNI 11388 UNI 9019	
<i>Sistema di controllo (su cui si effettua il bilancio termico)</i>		Impianto termico appartamento	Corpo scaldante	Ambiente riscaldato (escluso terminali di emissione)	Ambiente riscaldato (escluso terminali di emissione)	Zona termoregolata (incluso impianto di distribuzione e corpi scaldanti)	Zona termoregolata (incluso impianto di distribuzione, corpi scaldanti e murature perimetrali)
<i>Accuratezza</i>		Elevata	Medio-alta	Media	Bassa	Media Medio-bassa	
<i>Unità di misura</i>		kWh		unità di ripartizione adimensionale			
<i>Conformità</i>	<i>Approvazione modello</i>	MID	Nessun Obbligo	Nessun Obbligo			
	<i>Marcatura</i>	MID	Marcatura CE	Marcatura CE (non metrologica)			
	<i>Verifiche periodiche</i>	DM 155/2013	Nessun Obbligo	Nessun Obbligo			
<i>Costi acquisto e installazione</i>		Medio-alti (installazione complessa)		Bassi (installazione semplice)			

**EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile**

Conclusioni

Cosa è Necessario Fare

Es.

Definire una **classificazione degli edifici Obbligati /Esenti** semplice, non ambigua e discriminante rispetto ai fattori economici

- Anno costruzione
- Fabbisogno energetico
- Consumi reali
- Superficie utile

Definire una classificazione degli edifici Obbligati /Esenti semplice, non ambigua e discriminante rispetto ai fattori tecnici

- Destinazione d'uso edificio
- Tipo di impianto termico

Definire il **beneficio atteso** ed i **costi** (fissi e di esercizio) per l'acquisto, l'installazione e l'utilizzo dei sistemi di ripartizione di riferimento

- Costi Massimi
- Benefici Attesi Minimi
- Software standard per analisi

Definire **standard di riferimento** per la frequenza di bollettazione e modalità di lettura

- Frequenza Fatturazione (bimestrale/ sem./ annuale)
- Lettura automatica/manuale

Definire degli e le modalità di verifica per **errori massimi tollerati** eventuali contenziosi

- EMP < 5%?
- Verifiche MID?

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE

Napoli, 1 aprile

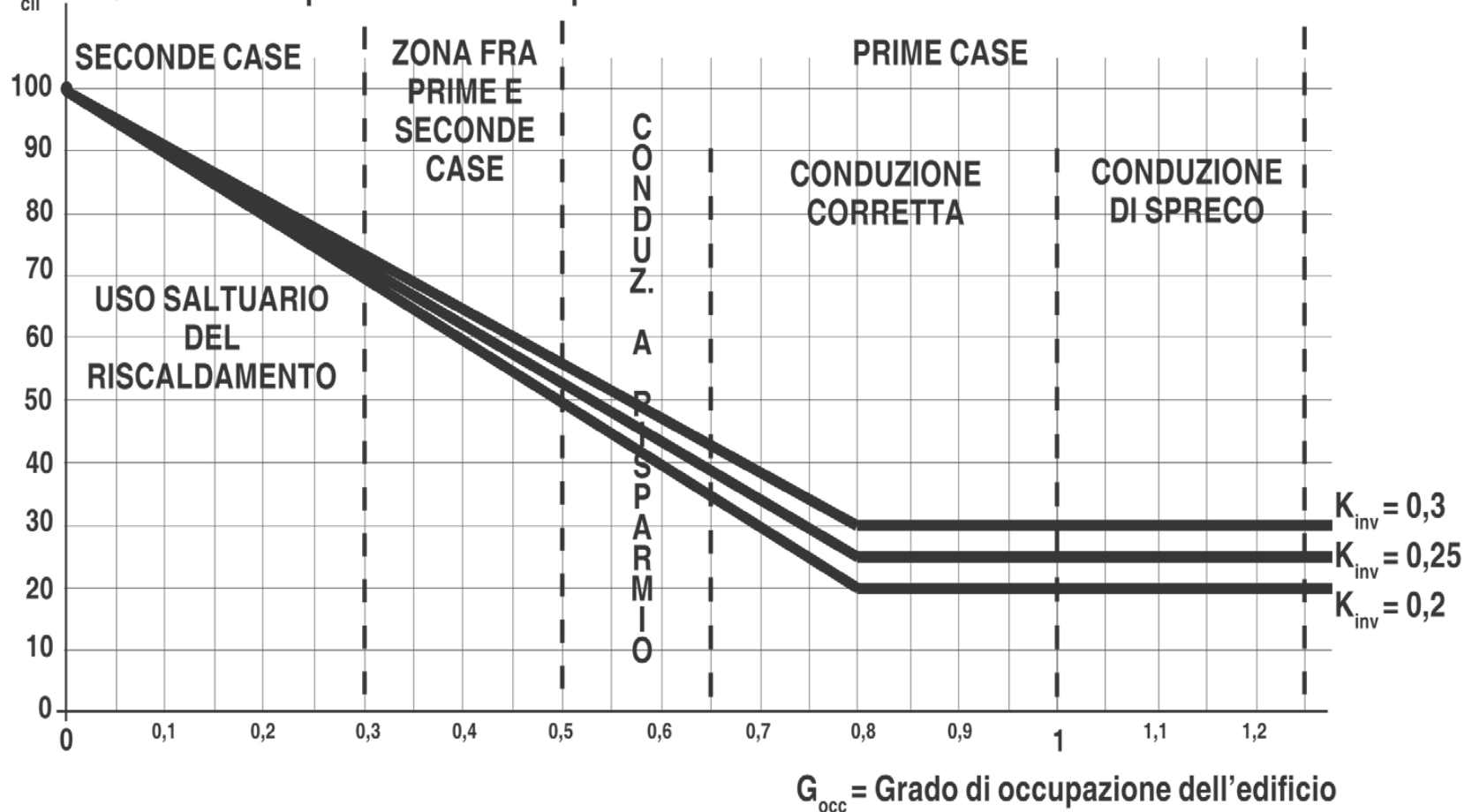


Cultura e Tecnica per Energia Uomo e Ambiente



Grado di occupazione

$QF_{cli} \%$ = QUOTA FISSA percentuale delle spese del combustibile



EDIFICI CONDOMINIALI ESISTENTI: OBBLIGO
CONTABILIZZAZIONE DEL CALORE
Napoli, 1 aprile