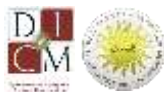


Mediclima 2017

nZEB - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA

Efficienza energetica e sistemi per la contabilizzazione del calore

Come la contabilizzazione e la termoregolazione possono contribuire a ridurre i fabbisogni di energia



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Sommario

1. *I sistemi di contabilizzazione del calore.*
2. *Affidabilità dei sistemi di contabilizzazione*
3. *Analisi costi-benefici*
4. *Conclusioni*



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

1. I sistemi di contabilizzazione del calore

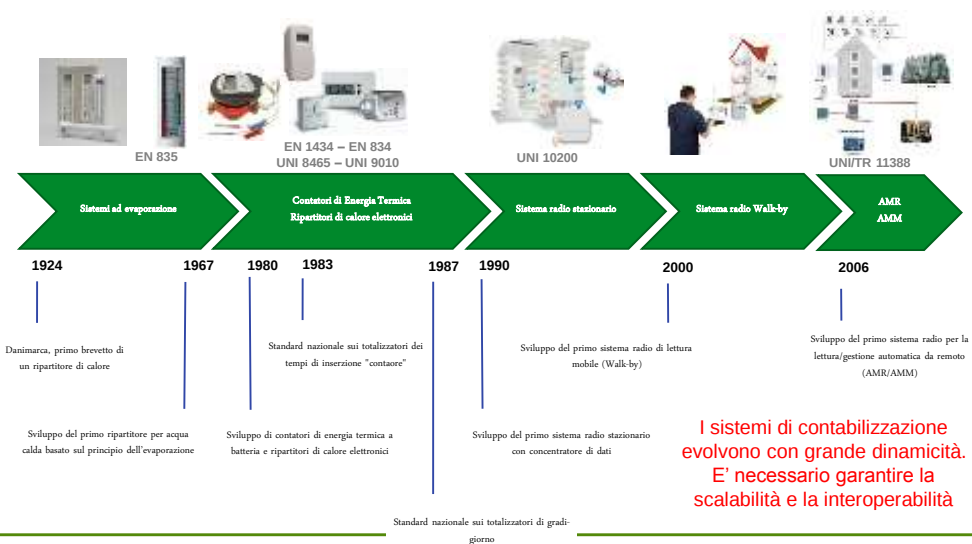


Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

L'evoluzione tecnologica dei sistemi di contabilizzazione



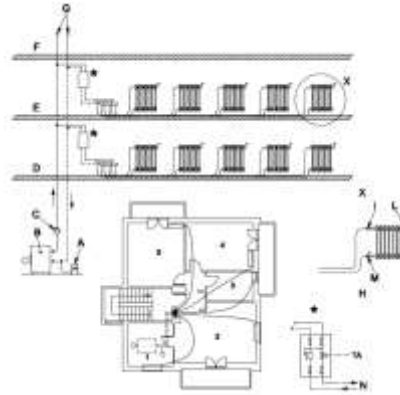
Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica («Sistema diretto»)

- Prima della Direttiva 2004/22/CE (+Dlgs 22/2007) la Metrologia Legale non regolava i Contatori di Calore
- Oggi: approvazione del modello, fabbricazione e verifica prima ai sensi della Direttiva 2014/32/EU (MID Recast + DLgs 84/2016) con moduli di approvazione: (B+F) *Conformità al tipo + Verifica del Prodotto*, (B+D) *Conformità al tipo + Garanzia della Qualità del Processo di Produzione*, (H1) *Garanzia di Qualità Totale ed Esame del Progetto*
- Non sono omologati per la misura del freddo
- DL 155/2013 per i controlli successivi



Legenda

- A: Vaso di espansione
- B: Caldaia
- C: Pompa di circolazione
- D: Piano primo
- E: Piano secondo
- F: Piano sottotetto
- G: Dispositivo di regolazione
- H: Radiatore
- I: Valvola di regolazione radiatore
- L: Dispositivo di regolazione
- M: Distributore
- N: Ai collettori
- * Cassella di derivazione di zona contenente gli organi di interruzione, combinatezza e regolazione



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica («Sistema diretto»)

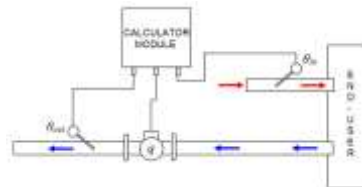
- Effettuano la misura dell'energia termica attraverso la misura della quantità di fluido termovettore e della differenza di entalpia tra fluido vettore in entrata ed in uscita dall'utenza.

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

$$K(T_{in}, T_{out}) = \bar{\rho}(T_{in}, T_{out}) \bar{c}_p(T_{in}, T_{out})$$

$$u_Q^2 = \left(\frac{u_V}{\dot{V}} \right)^2 + \left(\frac{u_{\Delta T}}{\Delta T} \right)^2 + \left(\frac{u_K}{K} \right)^2$$

Q thermal energy supplied during the heating period, kWh;
 $\dot{V}_i$ average volumetric flow-rate of the heat conveying fluid in the i^{th} time interval, $m^3 h^{-1}$;
 ρ_i average density of the heat conveying fluid in the i^{th} time interval, $kg m^{-3}$;
 $c_{p,i}$ heat capacity at constant pressure of the heat conveying fluid in the i^{th} time interval, $kJ kg^{-1} K^{-1}$;
 $\Delta T_{i,j}$ temperature difference of the heat conveying fluid entering and leaving the system in the i^{th} time interval, $^{\circ}C$;
 t_i i^{th} time interval, h;



CET individuale diretto per singola unità abitativa (sensore di flusso meccanico o statico e coppia di sensori di T nelle tubazioni di mandata e ritorno)



Nuovo CET diretto da radiatore (sensore di flusso statico con sensore di T e valvola termostatica con sensore di T miniaturizzato wireless)



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica

Alcune prove di omologazione (EN 1434)

Disturbo del flusso
(EN 1434-4 par 6.22)



Durabilità
(EN 1434-4 par 6.18)

Prova di sovrappressione
(EN 1434-4 par 6.18)



EMC test
(EN 1434-4 par 6.11-17)



Perdite di carico
(EN 1434-4 par 6.19)



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica

Errori massimi permessi (MID+EN 1434)



$$MPE_1 = \pm \left[\left(1 + 0,01 \frac{q_p}{q} \right) + \left(0,5 + \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) + \left(0,5 + 3 \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) \right]$$

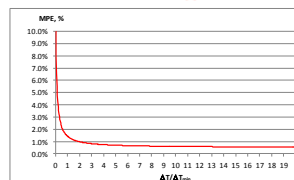
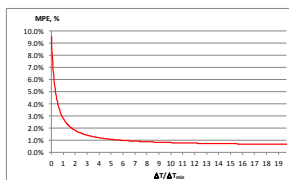
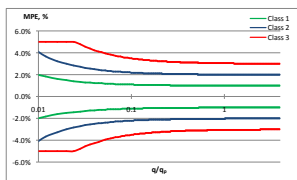
$$MPE_2 = \pm \left[\left(2 + 0,02 \frac{q_p}{q} \right) + \left(0,5 + \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) + \left(0,5 + 3 \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) \right]$$

$$MPE_3 = \pm \left[\left(3 + 0,05 \frac{q_p}{q} \right) + \left(0,5 + \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) + \left(0,5 + 3 \frac{\Delta\theta_{min}}{\Delta\theta} \right) \right]$$

max 3,5%
 max 5%
 max 9%

Uso commerciale e industria leggera
 Uso residenziale

Sensore di flusso Calcolatore Coppia di T



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica

Fabbricazione (Modulo B+D, H1) e Verifica Prima (EN 1434-5)

5.7 Complete meter

The verification of the complete meter shall be carried out, at least within each of the following ranges:

For heating applications:

R1	$\dot{Q}_{H_{min}} \leq \dot{Q} \leq 1,2 \dot{Q}_{H_{max}}$	and	$0,8 \dot{Q}_p \leq \dot{Q} \leq \dot{Q}_p$
R1	$10 K \leq \dot{Q} \leq 20 H$	and	$0,1 \dot{Q}_p \leq \dot{Q} \leq 0,11 \dot{Q}_p$
R2	$\dot{Q}_{H_{min}} \leq \dot{Q} \leq \dot{Q}_{H_{max}}$	and	$\dot{Q} \leq \dot{Q}_p \leq 1,1 \dot{Q}_p$



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

I contatori di energia termica

Controlli metrologici successivi (DL 155/2013)

- Verifica periodica da parte di Organismi di Ispezione privati riconosciuti da Unioncamere (procedura SCIA) e accreditati da ACCREDIA
- Controlli metrologici casuali senza periodicità e preavviso, eventualmente in contraddittorio e Vigilanza da parte degli Uffici Metrici delle CCIAA;
- Non sono definite le regole per la verifica in campo
- Non sono indicate le periodicità di controllo della coppia di sensori di Temperatura e del calcolatore

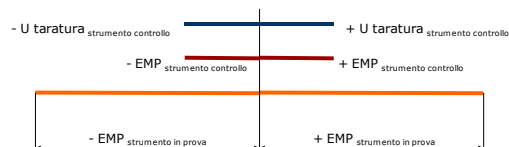
Frequenza del controllo

- Contatori di calore con portata Q_p fino a $3 \text{ m}^3/\text{h}$:
- a) con sensore di flusso meccanico: entro 6 anni
 - b) con sensore di flusso statico: entro 9 anni
- Contatori di calore con portata Q_p superiore a $3 \text{ m}^3/\text{h}$:
- a) con sensore di flusso meccanico: entro 5 anni
 - b) con sensore di flusso statico: entro 8 anni

Errori Massimi Permessi

Controllo	Referente	E.M.P.
Verifica periodica	Organismi di ispezione	Errori in controlli in servizio di cui alle norme armonizzate, o OIML. In assenza All. MI-004.
Controlli metrologici casuali	CCIAA	Superiori del 50% rispetto a quelli della verifica periodica.

Requisiti della strumentazione di controllo



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



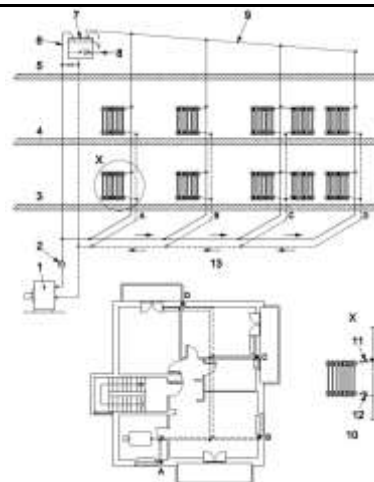
Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Sistemi di contabilizzazione «indiretti»

La Metrologia Legale non considera questi sistemi come “strumenti di misura” e come tali non rientrano nella Direttiva 2004/22/CE MID né nel successivo MID Recast 2014/32/UE.

Il fabbricante effettua le prove sul tipo su base volontaria secondo le normative tecniche disponibili (armonizzate o nazionali):

- ✚ EN 834:2013 – Heat cost allocator (Ripartitori di calore)
- ✚ UNI 11388:2015 - Sistemi di contabilizzazione indiretta del calore basati sui tempi di inserzione dei corpi scaldanti compensati dalla temperatura media del fluido termovettore
- ✚ UNI 9019:2013 - Sistemi di contabilizzazione indiretta basati sul totalizzatore di zona termica e/o unità immobiliare per il calcolo dell'energia termica utile tramite i tempi di inserzione del corpo scaldante compensati dai gradi-giorno dell'unità immobiliare



Legenda

1. Caldaia
2. Pompa di circolazione
3. Primo piano
4. Piano interrato
5. Piano sottotetto
6. Tubo di ritorno
7. Vaso d'espansione aperto
8. Rete
9. Rete di allego unit
10. Particolari in sezione
11. Valvola di regolazione in sezione
12. Iniezione
13. Montaggio a valle del piano sottotetto

Figura A.1 - Impianto tradizionale a colonne montanti con distribuzione del basso (a sorgente)



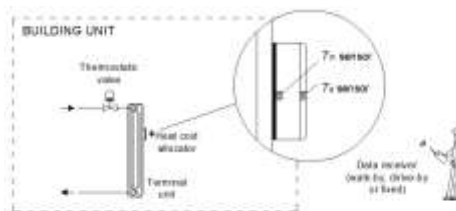
Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Fico

1. Ripartitori di calore (EN 834:2013)

- ❑ Determinano le unità di consumo sulla base della temperatura del corpo scaldante e della temperatura ambiente;
- ❑ Assenza di normativa cogente per approvazione di modello, verifica prima e periodica
- ❑ La disponibilità di una norma armonizzata consente l'approvazione del modello a seguito del superamento delle prove di tipo
- ❑ non è regolata la verifica della conformità al tipo in produzione (e.g. MID Modulo D/E) di parte terza (diversa da ISO 9001) né la verifica periodica in esercizio



$$Q \propto AU_i = \sum_{i=1}^n RF_i \int_t (T_{s,i} - T_{amb,i}) dt$$

- AU_i unità di ripartizione del singolo radiatore;
 RF_i fattore di conteggio del singolo radiatore ($K_c K_q K_r$);
 $T_{s,i}$ temperatura media superficiale del radiatore;
 $T_{amb,i}$ temperatura ambiente;
 t tempo;
 n numero di radiatori nell'appartamento.



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016

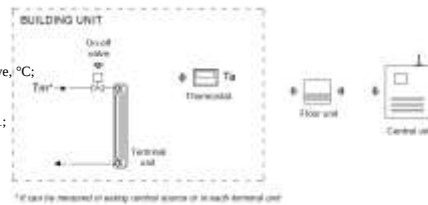


Relatore:
Ing. Giorgio Fico

2. **Totalizzatori dei tempi di inserzione compensati con la temperatura media del fluido termovettore** (UNI 11388:2015)

$$Q = \sum_{j=1}^n \phi_{jv} t_j \propto \sum_{k=1}^z \left[\left(\frac{T_{mk} - T_{ak}}{\Delta T_{ap}} \right)^{fe} \phi_{cs} \right] \left[t_k + \tau \left(1 - e^{-\frac{t_{c,k}}{\tau}} \right) \right]$$

Q thermal energy supplied during the whole heating period, kWh;
 ϕ_{jv} average thermal power of the heating terminal unit in the j^{th} day, kW;
 t_j equivalent operative time in the j^{th} day, h;
 T_{mk} average temperature of the heat conveying fluid in the k^{th} opening interval of the valve, °C;
 T_{ak} room temperature in the k^{th} opening interval of the valve, °C;
 ΔT_{ap} temperature drop at nominal power of the heating terminal unit, °C;
 fe distinctive coefficient or the non linearity emitting factor of the heating terminal unit, 1;
 ϕ_{cs} nominal thermal power of the heating terminal unit, kW;
 t_k k^{th} opening interval of the valve, h;
 τ time constant of the heating terminal unit, h;
 $t_{c,k}$ k^{th} closing time of the valve following t_k , h;



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016

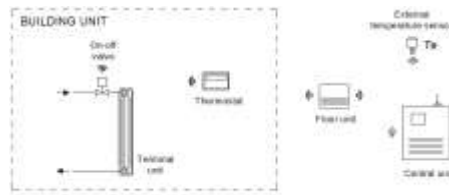


Relatore:
 Ing. Giorgio Ficco

3. **Totalizzatori dei tempi di inserzione compensati con i gradi giorno** (UNI 9019:2013)

$$Q = \sum_{j=1}^n \phi_{jv} t_j \propto \sum_{k=1}^z \left[\frac{T_{ac} - T_{ek}}{T_{ac} - T_{ec}} \phi_{cs} \right] \left[t_k + \tau \left(1 - e^{-\frac{t_{c,k}}{\tau}} \right) \right]$$

Q thermal energy supplied during the whole heating period, kWh;
 ϕ_{jv} average thermal power of the heating terminal unit in the j^{th} day, kW;
 t_j equivalent operative time in the j^{th} day, h;
 T_{ac} conventional room temperature that zeroes heating regulation, °C;
 T_{ek} external average temperature at the k^{th} opening time of the valve, °C;
 T_{ec} external minimum temperature giving 100% of thermal power, °C;
 ϕ_{cs} nominal thermal power of the heating terminal unit, kW;
 t_k k^{th} opening interval of the valve, h;
 τ time constant of the heating terminal unit, h;
 $t_{c,k}$ k^{th} closing time of the valve following t_k , h;



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
 Ing. Giorgio Ficco

Sistemi per la contabilizzazione del calore

	Direct Systems		Indirect Systems	
	HM	CHM	HCA	ITC
Legal metrology requirement				
Applicable Technical Standard	EN 1434 [13]	EN 1434 [13]	EN 834 - EN 835	UNI 11388 - UNI 9019
Control surface for energy balancing	Flow and return (plant)	Flow and return (radiator)	Radiator surface	Flow and return (radiator)
Expected accuracy	high	medium-high	medium	medium
Unit	kWh	kWh	dimensionless	kWh
Type approval	MID	(MID)*	not mandatory	not mandatory
Marking	CE+M	CE (-+M)*	CE	CE
Initial verification	mandatory	not specified	not mandatory	not mandatory
Subsequent verifications	mandatory	not specified	not mandatory	not mandatory
Purchasing and installation costs	medium	medium-high	low	high
Feasibility in vertical pipe central heating plant configuration with heating element type:				
Radiator	uneconomical	optimal	optimal	optimal
Convection heater	uneconomical	optimal	good	optimal
Fan coil	uneconomical	optimal	not feasible	not optimal**
Underfloor heating panel	uneconomical	not feasible	not feasible	feasible
Wall/Ceiling heating panel	uneconomical	not feasible	not feasible	feasible
Hot air booster	optimal	not feasible	not feasible	not feasible
Feasibility in horizontal pipe central heating plant configuration with heating element type:				
Radiator	optimal	good	good	good
Convection heater	optimal	good	good	good
Fan coil	optimal	good	not feasible	not optimal**
Underfloor heating panel	optimal	not feasible	not feasible	feasible
Wall/Ceiling heating panel	optimal	not feasible	not feasible	feasible
Hot air booster	optimal	not feasible	not feasible	not feasible

* HMIs for single radiators are not explicitly regulated by Legal Metrology

** feasible only for fan coils at fixed velocity



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

2. Affidabilità dei sistemi di contabilizzazione



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Analisi delle incertezze del singolo strumento*

Dispositivo	Incertezza estesa estesa tipica	Incertezza estesa estesa minima	Incertezza estesa estesa massima	Criticità operative
Contatore di calore (diretto)	5.5%	3.3%	8.3%	Montaggio (verticale, orizzontale); Effetti di installazione (curve, valvole, profondità di
Ripartitore di calore	8.1%	4.9%	37.7%	Montaggio (resistenza di contatto); Posizionamento (temperatura media del radiatore);
Totalizzatore dei tempi di inserzione inserzione compensati con la temperatura temperatura media del fluido termovettore termovettore	10.3%	5.7%	37.1%	Temperatura di mandata; Temperatura ambiente; Installazione e posizionamento dei sensori di
Totalizzatore dei tempi di inserzione inserzione compensati con i gradi giorno gradi giorno	10.3%	5.7%	37.1%	Effetti di inst. (cavità, mensola); Coibentazione linea di mandata. Temperatura esterna (schermatura);

* L.Celenza, M.Dell'Isola, G.Ficco, B.I.Palella, G.Riccio, "Heat accounting in historical buildings", Energy and Buildings 95 (2015) 47–56



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

La ripartizione dei consumi (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.

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

La **Ripartizione** dei consumi volontari di energia termica utile delle singole j-esime unità immobiliari per climatizzazione invernale viene effettuata sulla base della relazione semplificata:

$$S_j = \frac{AU_{ap,j}}{AU_b} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{rad,j}} AU_{rad,i,j}}{\sum_{j=1}^{n_{ap}} \sum_{i=1}^{n_{rad,j}} AU_{rad,i,j}}$$

- $AU_{ap,j}$ e AU_b sono le unità di ripartizione del singolo appartamento e dell'intero edificio,
- $n_{rad,j}$ e n_{ap} sono il numero di radiatori nel singolo appartamento ed il numero di appartamenti nell'edificio



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Modello per la Stima dell'Incertezza della Ripartizione*

$$\begin{aligned}
 u^2(S_j) = & \sum_{i=1}^{n_{rad}^{ap}} \frac{u_A^2(AU_{rad,i}) + u_B^2(AU_{rad,i})}{(n_{rad}^{ap})^2} + \sum_{i=1}^{n_{rad}^b} \frac{u_A^2(AU_{rad,i}) + u_B^2(AU_{rad,i})}{(n_{rad}^b)^2} \\
 & + 2r_{rad}^{ap} \sum_{i_1=1}^{n_{rad}^{ap}-1} \sum_{i_2=i_1+1}^{n_{rad}^{ap}} \frac{u_B(AU_{rad,i_1}) u_B(AU_{rad,i_2})}{n_{rad}^{ap} n_{rad}^{ap}} \\
 & + 2r_{rad}^b \sum_{j_1=1}^{n_{rad}^b-1} \sum_{j_2=j_1+1}^{n_{rad}^b} \frac{u_B(AU_{rad,j_1}) u_B(AU_{rad,j_2})}{n_{rad}^b n_{rad}^b} \\
 & - 2r_{ap}^b \sum_{i=1}^{n_{rad}^{ap}} \sum_{j=1}^{n_{rad}^b} \frac{u_B(AU_{rad,i}) u_B(AU_{rad,j})}{n_{rad}^{ap} n_{rad}^{ap}}
 \end{aligned}$$

- n_{rad}^{ap}, n_{rad}^b numero di radiatori nel singolo appartamento e nell'intero edificio;
- r_{rad}^{ap}, r_{rad}^b coefficienti di correlazione tra $AU_{rad,i}$ di ogni radiatore nell'appartamento e nell'edificio;
- r_{ap}^b coefficiente di correlazione tra $AU_{ap,j}$ del singolo appartamento con l'edificio AU_b ;
- u_A, u_B incertezza standard ($k=1$) di tipo A e tipo B delle AU di ogni singolo radiatore

* M. Dell'Isola, G. Ficco, F. Arpino, G. Cortellessa, L. Canale. A model for heat accounting uncertainty estimation, Submitted



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

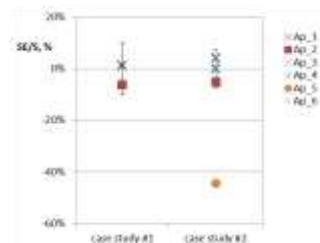
Modello Semplificato per la Stima dell'Incertezza della Ripartizione

Nell'ipotesi di:

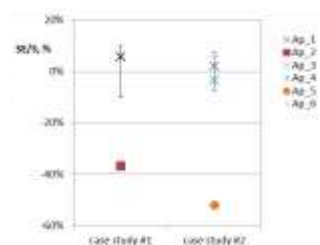
- u_A e u_B uguali e costanti per ciascun dispositivo;
- n_{rad}^{ap} e AU_{ap} simili nei singoli appartamenti dell'edificio.

$$\begin{aligned}
 u^2(S_j) = & \frac{u_A^2(AU_{rad}) + u_B^2(AU_{rad})}{n_{rad}^{ap}} + \frac{u_A^2(AU_{rad}) + u_B^2(AU_{rad})}{n_{rad}^b} + \\
 & r_{rad}^{ap} \frac{(n_{rad}^{ap} - 1)}{n_{rad}^{ap}} u_B^2(AU_{rad}) + r_{rad}^b \frac{(n_{rad}^b - 1)}{n_{rad}^b} u_B^2(AU_{rad}) + \\
 & - r_{ap}^b \left(\frac{1}{n_{rad}^{ap}} + \frac{1}{n_{rad}^b} + \frac{n_{rad}^{ap} - 1}{n_{rad}^{ap}} r_{rad}^{ap} + \frac{n_{rad}^b - 1}{n_{rad}^b} r_{rad}^b \right) u_B^2(AU_{rad})
 \end{aligned}$$

1) HCA



2) TTC



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016

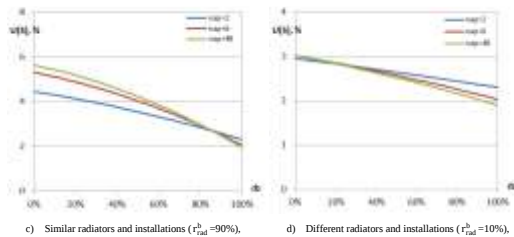


Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

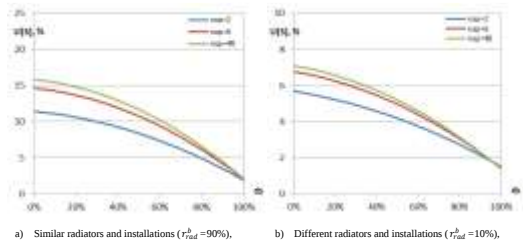
Accuratezza della Ripartizione

in funzione del coefficiente di correlazione r_b e del numero di appartamenti nell'edificio nell'ipotesi di $n_{rad}^{ap}=6$

Condizioni ottimali $uA = 2.3\%$, $uB = 2.0\%$



Condizioni critiche $uA = 1.4\%$, $uB = 6.0\%$



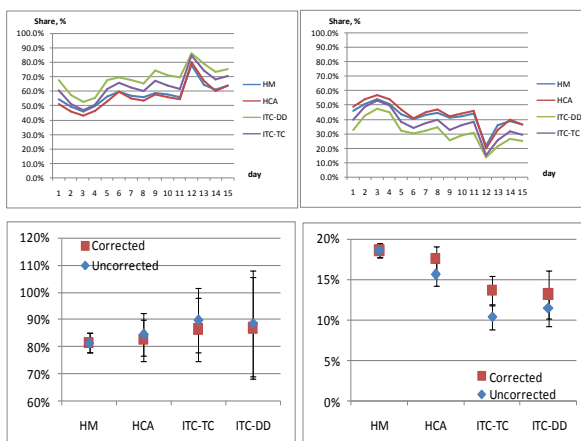
Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Accuratezza della Ripartizione*

Risultati di una sperimentazione in campo (villetta bifamiliare)



* G.Ficco, L.Celenza, M.Dell'Isola, P.Vigo. Experimental comparison of heat allocation systems in a residential building at critical conditions. Energy and Buildings 130 (2016) 477–487



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Accuratezza della Ripartizione*

Risultati di una sperimentazione in campo (edificio con 6 appartamenti)

I risultati sperimentali ottenuti dimostrano che:

1. lo scostamento tra HM e HCA:
 - a) per appartamenti omogenei (due per piano) è pari a 2.3%, 0.1% e 4.4 %;
 - b) su due piani (quindi 2 coppie non pienamente omogenee di appartamenti) è variabile tra -9.4% e +7.5%;
 - c) sull'intero edificio (quindi 3 coppie non omogenee di appartamenti) è variabile tra -6.5% e +10%
2. lo scostamento tra HM e ITC-TC (4 appartamenti) è variabile tra -1.5% e +2.7% e gli appartamenti con consumi inferiori risultano avvantaggiati nella ripartizione.

1. Analisi per piano della ripartizione dei consumi (dati omogenei)

Piano	HM	HCA	ITC-TC	Scostamento HM-HCA	Scostamento HM-ITC-TC
1°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
2°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
3°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
4°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
5°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
6°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
7°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
8°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
9°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
10°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
11°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
12°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
13°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
14°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
15°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
16°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
17°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
18°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
19°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
20°	1000	1000	1000	0.0%	0.0%

2. Analisi della ripartizione II e III piano (dati non omogenei)

Piano	HM	HCA	ITC-TC	Scostamento HM-HCA	Scostamento HM-ITC-TC
II	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
III	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
IV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
V	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
IX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
X	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%

3. Analisi della ripartizione per l'intero edificio (dati non omogenei)

Piano	HM	HCA	ITC-TC	Scostamento HM-HCA	Scostamento HM-ITC-TC
I	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
II	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
III	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
IV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
V	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
VIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
IX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
X	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XV	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVI	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XVIII	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XIX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%
XX	1000	1000	1000	0.0%	0.0%

* M. Dell'Isola, P. Vigo, G. Ficco, L. Celenza. Rapporto di Ricerca DICEM-ENEA Ricerca di Sistema Elettrico. PAR 2015 "Sperimentazione e caratterizzazione metrologica dei sistemi di misura per la contabilizzazione e ripartizione del calore", 2016



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

3. Analisi costi-benefici



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Dati di ingresso per l'analisi costi-benefici

Il tool di calcolo ENEA-DICeM in fase di sviluppo prevede :

- **periodo di ammortamento** $p=12$ anni per i contatori di calore e ACS;
- **tasso di attualizzazione** (incluso il tasso di inflazione) $TI = 4\%$;
- **tariffa media del gas** T_{GAS} (€/Sm³) pari a 0,80 €/Sm³ IVA inclusa
- **tariffa elettrica** (per teleraffrescamento) T_{HR} pari a 0.1895 €/kWh IVA inclusa con servizio di raffrescamento fp_{tot} pari a 2.42, come stabilito nel DM 26 giugno 2015 "requisiti minimi";
- **tariffa dell'acqua fredda** T_w pari a € 1.70/m³ IVA inclusa;
- costo medio del **progetto del sistema di contabilizzazione**, inclusa l'emissione dell'attestato di prestazione energetica (APE) pari a 100 €/app (IVA esclusa);
- **superficie media** per appartamento $S=80$ m²;
- **numero di appartamenti** per edificio $N_{app}=5$
- aliquota **IVA** del 10% sui CAPEX e il 22% sugli OPEX
- **costo dell'installazione e dell'avviamento** del sistema di raccolta dei dati include il costo di acquisto e installazione del software;
- **costi gestionali** (prevedono la lettura e la fatturazione almeno bimestrale)



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Analisi costi-benefici per il singolo edificio

Ai fini della verifica della convenienza economica degli impianti di contabilizzazione negli "edifici **da valutare**":

- è proposto il calcolo del valore attuale netto dell'investimento (vedi **UNI EN 15459**, norma armonizzata richiamata nel DL 102/2014)
- la contabilizzazione individuale è obbligatoria quando il valore attuale netto è maggiore di zero, considerando un **tempo di ammortamento** di 12 anni ed un **tasso di sconto** del 4% (comprensivo del tasso di inflazione):

$$VAN = \sum_{j=1}^n \frac{(Benefici - Costi)_j}{(1 + TI)^j}$$



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Analisi dei costi standard

L'analisi dei costi standard di acquisto, installazione e gestione dei contatori di calore e dei contatori di ACS (AEEGSI Documento per la Consultazione DCO 252/2016/R/TLR)

Costi capitali e di gestione dei Contatori di Energia Termica

Descrizione	Portata q_p , m³/h			
	$q_p \leq 3$	$3 < q_p \leq 15$	$15 < q_p \leq 30$	$q_p > 30$
Contatore individuale, €/APP	€ 180.00	€ 553.00	€ 1,194.49	€ 1,527.28
Installazione ¹ contatore HM, €/APP	€ 55.00	€ 122.63	€ 219.50	€ 278.50
Gestione annuale ¹ contatore HM, €/APP	€ 10.00	€ 18.00	€ 23.50	€ 27.00
Gruppo valvola/detentore/testa termostatica, €/CS	€ 40.00			
Sistema Centrale di Acquisizione (SAD), €/Ed	€ 580.00			
Eventuali concentratori/ripetitori SAC, €/un.	€ 33.25			
Progetto sistema contabilizzazione, incluso APE, €/APP	€ 100.00			
Pompa di ricircolo, €/APP	€ 100.00			
Installazione Pompa di ricircolo, €/Ed	€ 200.00			

q_p è il valore di portata di permanenza così come definito dalla direttiva MID e dalle relative norme armonizzate.

Costi capitali e di gestione dei Contatori di Acqua Calda Sanitaria

Descrizione	Portata Q_{cs} , m³/h					
	2.5 m³/h	4.0 m³/h	6.3 m³/h	10 m³/h	16 m³/h	25 m³/h
Contatore ACS individuale, €/APP	€ 55.00	€ 54.50	€ 150.00	€ 150.00	€ 220.00	€ 387.00
Installazione ¹ contatore ACS, €/APP	€ 40.00	€ 35.00	€ 50.00	€ 89.62	€ 84.81	€ 100.00
Gestione annuale ACS, €/APP/anno	€ 10.00	€ 9.00	€ 10.00	€ 9.50	€ 9.50	€ 10.00
Sistema Centrale di Acquisizione (SAD), €/Ed	€ 580.00					
Eventuali concentratori/ripetitori SAC, €/un.	€ 33.25					

Q_{cs} è il valore di portata di permanenza così come definito dalla direttiva MID e dalle relative norme armonizzate.
¹ Sono da intendersi escluse eventuali opere murarie ed idrauliche da effettuarsi

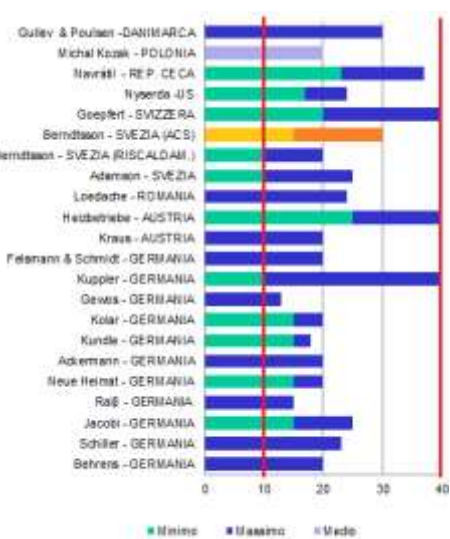
L'analisi dei costi standard del servizio di lettura e ripartizione delle spese (AEEGSI Documento per la Consultazione DCO 71/2017/R/TLR)

Descrizione		
Servizio di lettura Ripartitori (€/rad)		€ 1.00 - € 5.00
Servizio di lettura CET (€/un.)		€ 3.00 - € 5.00
Servizio di ripartizione (€/rad)		€ 2.50 - € 6.00

Analisi del beneficio nei paesi EU

- 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) già esiste una forte regolazione da alcuni anni che dimostra che l'impatto della contabilizzazione del calore sul risparmio energetico può portare a una riduzione di **circa il 20% dei consumi energetici**.
- Un fattore essenziale al risparmio energetico è la **consapevolezza dell'utente**. Il contatore deve essere, pertanto, lo strumento per informare gli utenti e non solo un mezzo per ripartire i consumi.

Stato Membro	Beneficio stimato		
	medio	minimo	massimo
Germania	20.2%	9%	30%
UK	20%	15-17%	30%
Svezia	n.d.	10%	40%
Danimarca	n.d.	15%	17%
Polonia	15%	8%	33%
Francia	20%	19.8%	n.d.
Austria	n.d.	10%	30%
UE	n.d.	n.d.	30%



Analisi del beneficio in Italia

Non sono disponibili studi specifici relativi all'Italia ed ai paesi con clima Mediterraneo

E' possibile affermare che il beneficio ottenibile è variabile in funzione di:

- **condizioni climatiche** : (il beneficio atteso per l'utilizzo delle valvole termostatiche all'aumentare degli apporti gratuiti e delle variazioni climatiche giornaliere cresce da circa il 5-10% a circa il 15-20%);
- **tipologia edificio** (maggiore beneficio con peggiori prestazioni energetiche);
- **grado di occupazione** (il beneficio si riduce al diminuire del GO);
- **numero di appartamenti** nell'edificio;
- **feedback** e informazione dell'utente (i.e. lettura diretta e frequent billing);
- **anno dall'installazione** (beneficio atteso pari alla metà nel primo anno);
- **criteri di ripartizione** adottati (quota per consumi volontari/involontari).

E' verosimile stimare un livello **minimo 10%** e **massimo 20%** di beneficio economico atteso in ambito nazionale (fonte AEEGSI, Documento per la Consultazione DCO 252/2016/R/TLR).



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Analisi costi-benefici*

Figure 1: Net present value with calculation period 7-10 years as a function of TEP₀ (a) Direct heat meters, (b) District heat meter allocation

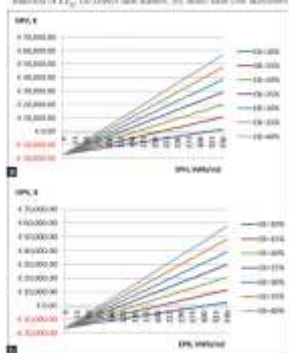


Figure 3: Pay-back period as a function of TEP₀ (a) Direct heat meters, (b) District heat meter allocation

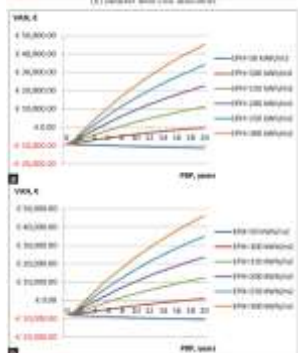
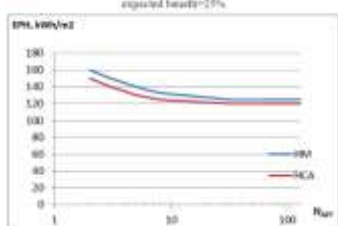


Figure 4: Energy needs lower limit for a variable number of flats and expected benefits=20%



* L.Celenza, M.Dell'Isola, G.Ficco, M.Greco, M.Grimaldi. Economic and technical feasibility of metering and sub-metering systems for heat accounting. International Journal of Energy Economics and Policy, 2016, 6(3), 581-587

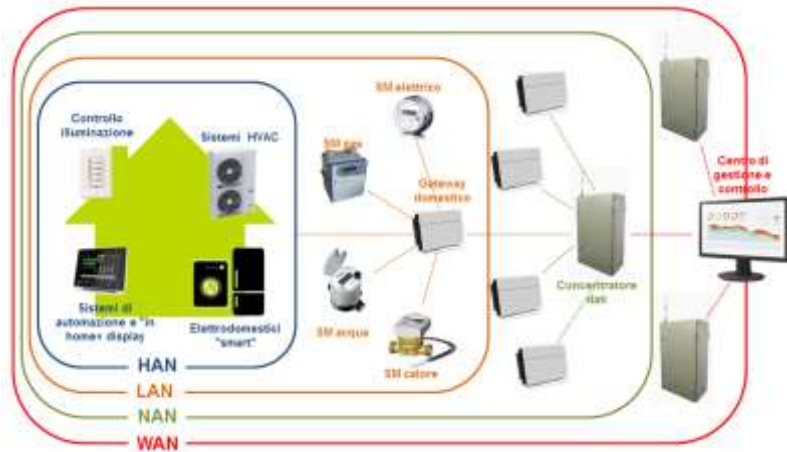


Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Architettura Smart Metering



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Informative e frequent billing (EED annex VII)

Fatturazione basata sul consumo effettivo

Per consentire al cliente finale di regolare il proprio consumo di energia, la fatturazione dovrebbe avvenire sulla base del consumo effettivo almeno una volta l'anno e le informazioni sulla fatturazione dovrebbero essere rese disponibili almeno ogni trimestre, su richiesta, o quando i consumatori hanno optato per la fatturazione elettronica, altrimenti due volte l'anno.

Consigli sull'efficienza energetica allegati alle fatture e altre informazioni al cliente finale

Quando inviano contratti, modifiche contrattuali e fatture ai clienti finali o nei siti web destinati ai clienti individuali i distributori di energia, i gestori del sistema di distribuzione o le società di vendita di energia al dettaglio comunicano ai loro clienti in modo chiaro e comprensibile i recapiti dei centri indipendenti di assistenza ai consumatori , dove i clienti possono ottenere informazioni e consigli sulle misure di efficienza energetica disponibili, profili comparativi sui loro consumi di energia,

Informazioni minime che figurano sulla fattura

Gli Stati membri provvedono affinché, se del caso, i clienti finali dispongano delle seguenti informazioni in modo chiaro e comprensibile

- prezzi correnti effettivi e consumo energetico effettivo;
- confronti tra il consumo attuale di energia del cliente finale e il consumo nello stesso periodo dell'anno precedente, preferibilmente sotto forma di grafico;
- informazioni sui punti di contatto per le organizzazioni dei clienti finali, le agenzie per l'energia o organismi analoghi, compresi i siti internet, da cui si possono ottenere informazioni sulle misure di miglioramento dell'efficienza energetica disponibili, profili comparativi di clienti finali e specifiche tecniche obiettive per le apparecchiature che utilizzano energia.
- inoltre, ogniqualvolta ciò risulti utile e possibile, gli Stati membri provvedono affinché le fatture, i contratti, le transazioni e le ricevute emessi dalle stazioni di distribuzione contengano, siano accompagnati o rimandino a confronti rispetto a un cliente finale medio o di riferimento della stessa categoria di utenza



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Informative e frequent billing (EED annex VII)



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Conclusioni

- ✚ La contabilizzazione individuale dei consumi di energia termica rappresenta uno strumento efficace per il risparmio energetico;
- ✚ In diversi stati UE sono stati stimati benefici potenziali variabili tra il 10 e il 40%
- ✚ Per il raggiungimento di obiettivi reali di risparmio energetico è cruciale la comunicazione agli utenti finali (frequent ed informative billing)
- ✚ I contatori individuali sono regolati dalla Metrologia Legale
 - per **approvazione di modello, fabbricazione e verifica prima** (Direttiva MID): da parte di un Organismo Notificato accreditato responsabile dell'approvazione del modello e che esercita una funzione di controllo sul processo di Produzione e Verifica Prima.
 - per la **verifica in esercizio** (Decreto 155/2013): a frequenze stabilite e da parte di un Organismo di Ispezione accreditato, mentre gli Uffici Metrici delle CCIAA eseguono controlli casuali e sono responsabili della Vigilanza del mercato.
- ✚ I sistemi indiretti non sono regolati dalla Metrologia Legale: L'approvazione di modello dei sistemi indiretti è fatta su base volontaria rispetto a norme tecniche armonizzate (EN 834 per i ripartitori) e nazionali (UNI 9019 e UNI 11388 per i totalizzatori) mentre non sono disponibili regole e norme tecniche per la loro verifica in esercizio.
- ✚ Le modalità di installazione dei radiatori e dei sistemi di contabilizzazione determinano sensibili effetti sulle prestazioni metrologiche del sistema;
- ✚ Le modalità di conduzione dell'edificio e dell'impianto possono determinare sensibili variazioni delle prestazioni metrologiche dei sistemi di contabilizzazione.



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco

Grazie per l'attenzione!



Mediclima 2017 - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuovo DM minimi e del D.lgs 141/2016



Relatore:
Ing. Giorgio Ficco