



Mediclima 2017

nZEB - ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA

Sistemi per la climatizzazione estiva:
*requisiti di legge ed esempi applicativi
 nei climi mediterranei*

GFA
 Gruppo Fisica Tecnica Ambientale

OIC
 ORDINE INGEGNERI CAGLIARI
 commissione energia OIC

Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti
 con la collaborazione del Dott. Ing. Massimo Planta

Decreto 26 giugno 2015 – DM requisiti minimi

Contiene le **prescrizioni e i requisiti minimi** in materia di prestazioni energetiche degli edifici **e la metodologia di calcolo di tali prestazioni** sia per edifici di nuova costruzione che per quelli esistenti, e le prescrizioni minime per gli “edifici ad energia quasi zero”.

1. QUADRO COMUNE GENERALE PER IL CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI E PER LA LORO CLASSIFICAZIONE IN BASE ALLA DESTINAZIONE D'USO

2. PRESCRIZIONI COMUNI PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE, GLI EDIFICI OGGETTO DI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI O GLI EDIFICI SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

3. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICI PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI PRIMO LIVELLO. REQUISITI DEGLI EDIFICI A ENERGIA QUASI ZERO.

4. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICI PER GLI EDIFICI SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI SECONDO LIVELLO

5. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

in caso di:

- nuova costruzione,
- demolizione e ricostruzione,
- Ampliamento o sopraelevazione,
- ristrutturazione importante di primo livello

i requisiti sono determinati con l'utilizzo dell'edificio di riferimento



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

EDIFICIO DI RIFERIMENTO

Con “edificio di riferimento” si intende un edificio identico a quello in esame in termini di:

- geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti);
- orientamento;
- ubicazione territoriale;
- destinazione d'uso;
- situazione al contorno.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

EDIFICIO DI RIFERIMENTO

Con "edificio di riferimento" si intende un edificio identico a quello in esame

e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati in accordo all'Appendice A dell'Allegato 1 del DM 26/6/15.

Per i tutti i dati di input e i parametri non definiti si utilizzano i valori dell'edificio reale



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

EDIFICIO DI RIFERIMENTO

L'analisi dell'edificio di riferimento è necessaria per il calcolo di:

- $EP_{H,nd}$: l'indice di prestazione termica utile per il riscaldamento;
- **$EP_{C,nd}$: l'indice di prestazione termica utile per il raffrescamento;**
- $EP_{gl,tot}$: l'indice di prestazione energetica globale dell'edificio.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

EDIFICIO DI RIFERIMENTO

Sulle modalità di costruzione dell'edificio di riferimento le FAQ del MISE specificano inoltre quanto segue:

- **Schermature mobili** (FAQ 2.43): si considera sempre un g_{gl+sh} di 0,35 a prescindere o meno che ci siano schermature mobili nell'edificio reale.
- Per le **strutture opache** verso l'esterno si considera il coefficiente di assorbimento solare dell'edificio reale.
- **Impianti rinnovabili** in situ (FAQ 2.59): l'edificio di riferimento è considerato privo di impianti in situ utilizzando fonti rinnovabili (ndr anche se presenti nell'edificio reale).



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

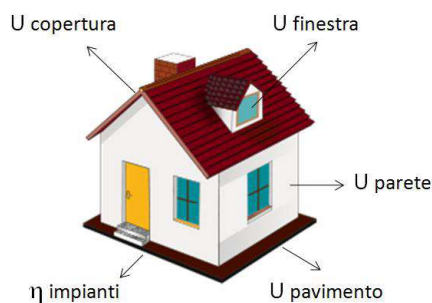


ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:

Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

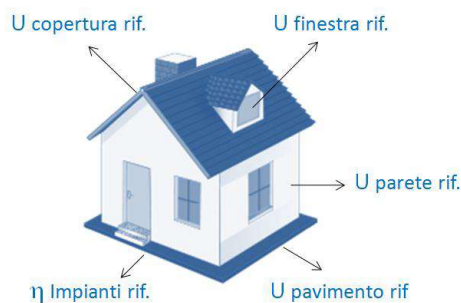
EDIFICIO DI PROGETTO



Calcolo di

$EP_{H,nd}$
 $EP_{C,nd}$
 $EP_{gl,tot}$

EDIFICIO DI RIFERIMENTO



Calcolo di

$EP_{H,nd, limite}$
 $EP_{C,nd, limite}$
 $EP_{gl,tot, limite}$

Fonte: pubblicazione ANIT



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:

Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

INDICI DI PRESTAZIONE TERMICA ED ENERGETICA

La prestazione **termica** è definita sostanzialmente attraverso gli indici di prestazione:

- $EP_{H,nd}$ indice di prestazione termica utile per riscaldamento kWh/m^2
- $EP_{C,nd}$ **indice di prestazione termica utile per raffrescamento kWh/m^2**



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

La prestazione **energetica** è definita sostanzialmente attraverso gli indici di prestazione

- EP_H -climatizzazione invernale kWh/m^2
- **EP_C - climatizzazione estiva kWh/m^2**
- EP_W - produzione acqua calda sanitaria kWh/m^2
- EP_V ventilazione kWh/m^2
- EP_L – illuminazione kWh/m^2
- EP_T - trasporto di persone e cose kWh/m^2

$$EP_{gl} = EP_H + EP_C + EP_W + EP_V + EP_L + EP_T$$

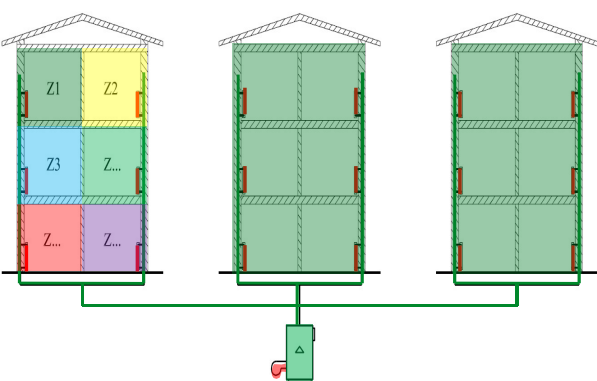


Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti



$$\eta_c = \frac{Q_c}{Q_{p,c}}$$

GFA Gruppo Tecnico Ambientale
 Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici
OIC ORDINE INGEGNERI CAGLIARI
 Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

Tabella 8 – Efficienze medie η_{gn} dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi di H, C, W e per la produzione di energia elettrica in situ.

Sottosistemi di generazione:	Produzione di energia termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
- Generatore a combustibile liquido	0,82	-	0,80	-
- Generatore a combustibile gassoso	0,95	-	0,85	-
- Generatore a combustibile solido	0,72	-	0,70	-
- Generatore a biomassa solida	0,72	-	0,65	-
- Generatore a biomassa liquida	0,82	-	0,75	-
- Pompa di calore a compressione di vapore con motore elettrico	3,00	(*)	2,50	-
- Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico	-	2,50	-	-
- Pompa di calore ad assorbimento	1,20	(*)	1,10	-

Tabella 7 – Efficienze medie η_u dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi di H, C, W

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione η_u :	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aeraulica	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

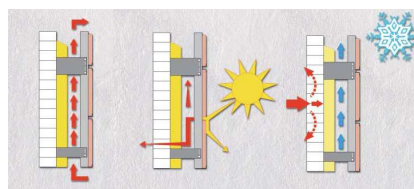
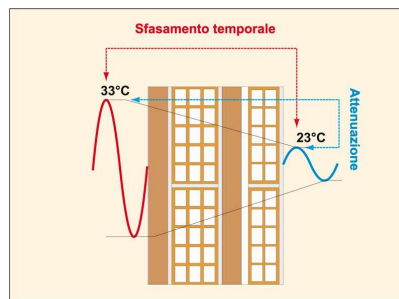
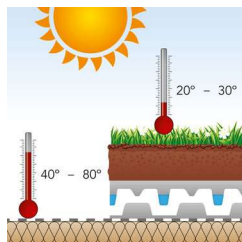
GFA Gruppo Tecnico Ambientale
 Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici
OIC ORDINE INGEGNERI CAGLIARI
 Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

Evoluzione normativa nazionale finalizzata alla limitazione del fabbisogno di climatizzazione estiva

Il regime transitorio del D. lgs. 192/05 prevedeva una sola prescrizione:

Le pareti verticali opache, orizzontali ed inclinate, devono soddisfare almeno una delle seguenti verifiche:

1. massa superficiale $M_s > 230 \text{ kg/m}^2$;
2. l'utilizzo di tecniche e materiali, anche innovative che permettano di contenere le oscillazioni di temperatura



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Evoluzione normativa nazionale finalizzata alla limitazione del fabbisogno di climatizzazione estiva

DPR 59/09

- 1) **Valutare l'efficacia dei sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni**
- 2) **Esclusione verifica M_s delle pareti verticali opache con esposizione nel quadrante NO-N-NE**
- 3) **Nuova alternativa alla verifica della massa superficiale, introduzione della trasmittanza termica periodica Y_{ie} che deve essere inferiore a determinati valori limite**



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Evoluzione normativa nazionale finalizzata alla limitazione del fabbisogno di climatizzazione estiva

DPR 59/09

- 4) **Obbligatoria la presenza di sistemi schermanti esterni**, oppure superfici vetrate con fattore solare < 0,5
- 5) **Valutare l'efficacia dei sistemi filtranti o schermanti delle superfici esterne** se le superfici vetrate possiedono fattore solare > 0,5
- 6) **Verifica** dell'indice di prestazione energetica dell'involucro per la prestazione estiva (**Epe,invol**) che deve essere inferiore ai valori limite tabellati

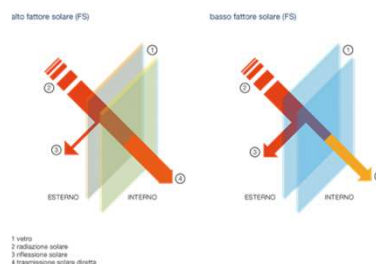
I LIMITI PER Epe,invol (calcolato con UNI/TS 11300-1)

E1 (collegi – conventi – case di pena – caserme):

- 40 kWh/m² per zone A e B
- 30 kWh/m² per zone C, D, E e F

Tutti gli altri edifici:

- 14 kWh/m³ per zone A e B
- 10 kWh/m³ per zone C, D, E e F



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Le prescrizioni previste dalla normativa permettono di progettare edifici a basso consumo energetico estivo?

Definizioni

parametro in grado di valutare la capacità di una struttura opaca nell'attenuare e sfasare l'onda termica lungo l'arco temporale delle 24 h

Come si determina

UNI EN ISO 13786

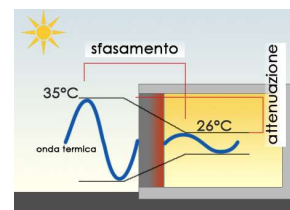
$$Y_{ie} = f \times U$$

$$f = q_{\max} / q'_{\max}$$

$$0 < f < 1$$

f=0 totale accumulo calore

f=1 accumulo di calore nullo



Yie pareti < 0,12 W/m²K

Yie copertura < 0,20 W/m²K



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Le prescrizioni previste dalla normativa permettono di progettare edifici a basso consumo energetico estivo?

Il limite della trasmittanza termica periodica e l'importanza della capacità termica periodica interna

Caso pareti:

$Y_{ie} = U \times f_d$ → Possibilità di realizzare pareti super isolate e a bassa massa

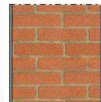
$$Y_{ie} \leq 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Y_{ie} = U \times f_d$$

$$0,12 = 1 \times 0,12$$

$$Y_{ie} = U \times f_d$$

$$0,12 = 0,12 \times 1$$



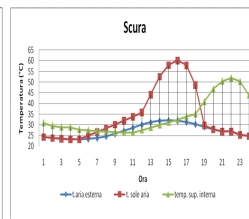
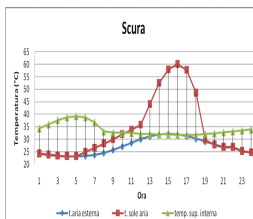
Alta massa
con poco isolamento



Bassa massa
con alto isolamento

SECONDO LE
LINEE GUIDA

Trasmittanza termica periodica [W/m ² K]	Capacità termica areica interna periodica [kJ/m ² K]
$Y_{ie} \leq 0,04$	$C_{ip} \geq 50$
$0,04 < Y_{ie} \leq 0,08$	$C_{ip} \geq 70$
$0,08 < Y_{ie} \leq 0,12$	$C_{ip} \geq 90$



Parete elevata inerzia:
 $U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $Y_{ie}=0,08$
 $f=0,20$, Ritardo 13 ore
Cip= 50 kJ/m²K

Parete bassa inerzia:
 $U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $Y_{ie}=0,08$
 $f=0,69$, Ritardo 6 ore
Cip= 27 kJ/m²K



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Le prescrizioni previste dalla normativa permettono di progettare edifici a basso consumo energetico estivo?

Parete elevata inerzia termica

$U=0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Y_{ie}=0,08$; $f=0,20$,
Ritardi 13 ore; Cip= 50 kJ/m²K

Parete bassa inerzia termica

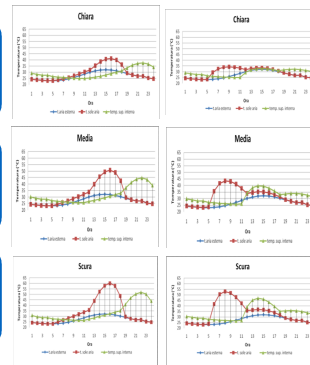
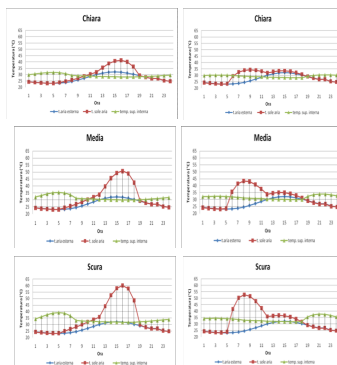
$U=0,11 \text{ W/m}^2\text{K}$; $Y_{ie}=0,08$; $f=0,69$,
Ritardo 6 ore Cip= 27 kJ/m²K

Confronto:

**Importanza del
coefficiente di
assorbimento**

**Oscillazioni elevate
temperatura
superficiale interna**

**Trascurare i parametri
dinamici genera
risultati non affidabili**



fonte: annuario «Reflexion APF in clima mediterraneo» ingg. A. Meloni, G. Costante



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Evoluzione normativa nazionale finalizzata alla limitazione del fabbisogno di climatizzazione estiva

Novità:

$$\frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile}} < \frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile,lim}} \quad (\text{ad eccezione di E.1(3)}) \quad (\text{Tab. 11 - App. A})$$

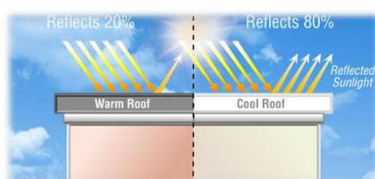
pareti opache verticali (eccezione NO-N-NE):
 $M_s \geq 230 \text{ kg/m}^2$ oppure
 $Y_{IE} < 0.10 \text{ W/m}^2\text{K}$

pareti opache orizzontali e inclinate:
 $Y_{IE} < 0.18 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$$

$$\eta_c > \eta_{C,limite}$$

- materiali ad alta riflettanza solare
- Tecnologie di raffreddamento passivo



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

Temperatura Aria-sole

Uno dei concetti più importanti per lo studio della Termofisica dell'edificio è quella della **Temperatura Aria-sole** cioè di una temperatura fittizia che tiene conto contemporaneamente sia degli scambi termici (conduttivi e convettivi) con l'aria esterna che dell'irraggiamento solare ricevuto.

Pertanto la temperatura aria-sole dipende dal **fattore di assorbimento** dei materiali, dalle **capacità di scambio convettivo** e **dall'irraggiamento solare**.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

La **temperatura aria-sole** è legata all'esposizione della parete e quindi al suo irraggiamento solare.

La temperatura aria-sole è quella temperatura dell'aria esterna che apporterebbe sulla superficie esterna di una parete lo stesso flusso termico che si ha nella realtà per effetto della radiazione solare incidente e della adduzione con l'aria esterna



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Inerzia termica

Una parte importante dei carichi istantanei è emessa sotto forma di radiazione e il suo effetto in ambiente si fa sentire con un certo **ritardo**.

La radiazione viene assorbita da un corpo solido, la cui temperatura aumenta, e viene poi ceduta all'aria ambiente per convezione. Si ha pertanto uno **scambio di calore per conduzione** nella massa del materiale ed uno **scambio per convezione** con l'aria che lambisce la sua superficie.



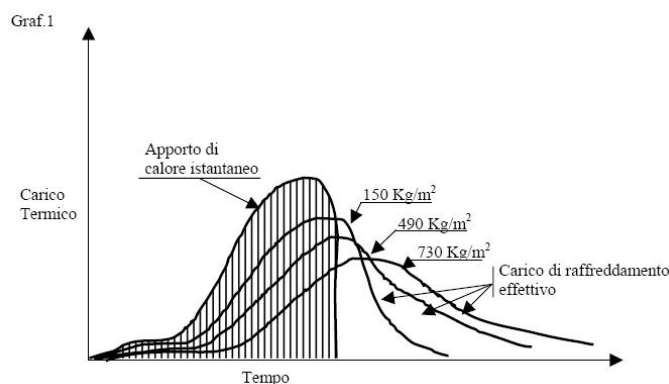
Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

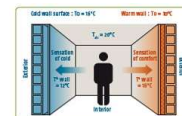
Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Le due quantità di calore dipendono dalle caratteristiche tecniche del materiale ed, in generale, la maggior parte del calore per irraggiamento si trova immagazzinata nel materiale.



Il comfort termico dipende da:

- Temperatura dell'aria (18- 23° C)
- Umidità dell'aria (poco influente)
- Velocità dell'aria (< 0,2 m/s)
- Temperatura delle superfici radianti
- Attività svolta
- Abbigliamento



La *temperatura* che noi percepiamo è quella *operante* (T_o), che tiene conto della temperatura dell'aria (T_{aria}) e di quella media radiante (T_{mr}) delle superfici che racchiudono l'ambiente.

Congiuntamente ai limiti sulla trasmittanza termica stazionaria e trasmittanza termica periodica (che tengono conto di carichi esterni, sfasamento termico e fattore di attenuazione), è opportuno valutare un parametro che consideri anche i carichi interni, e più precisamente la **capacità termica areica interna periodica (Cip)**.

La capacità termica areica periodica interna Cip, è funzione della profondità di penetrazione dell'onda termica, descrive la capacità effettiva di accumulo del calore sul lato interno di un componente edilizio e rappresenta lo spessore della massa termica interna che effettivamente contribuisce, in estate, a ridurre le temperature superficiali interne e attenuare la temperatura operante.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Edificio scolastico

Analisi sperimentale Università di Ancona

Sono state elaborate 5 tipologie di pareti fittizie caratterizzate da determinati limiti per trasmittanza termica stazionaria e periodica. In particolare, le tipologie sono state elaborate a parità di $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$, aumentando di volta in volta lo spessore dell'isolante e diminuendo lo spessore di massa inerziale della struttura verticale dell'involucro (mattoni pieni) in modo da mantenere costante il valore fissato di Y_{ie} .

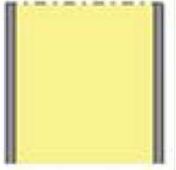


Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

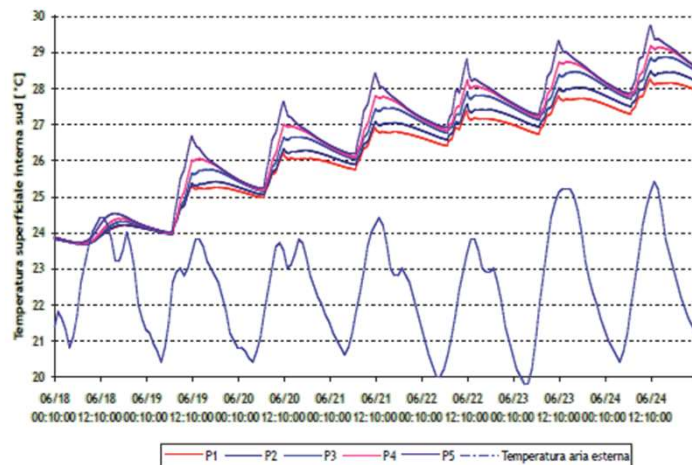
Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

	P1	P2	P3	P4	P5	
interno						esterno
	sp. = 26,2 cm fd = 0,25 $\varphi = 8,0$ ore $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$ $M_s = 320,7 \text{ kg/m}^2$ $C_{ip} = 151,7 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	sp. = 26,1 cm fd = 0,38 $\varphi = 7,1$ ore $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$ $M_s = 237,4 \text{ kg/m}^2$ $C_{ip} = 150,5 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	sp. = 28,1 cm fd = 0,57 $\varphi = 6,7$ ore $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ $M_s = 154,9 \text{ kg/m}^2$ $C_{ip} = 107,1 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	sp. = 29,4 cm fd = 0,67 $\varphi = 6,5$ ore $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ $M_s = 113,7 \text{ kg/m}^2$ $C_{ip} = 71,0 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	sp. = 29,5 cm fd = 0,74 $\varphi = 5,8$ ore $Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$ $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$ $M_s = 72,1 \text{ kg/m}^2$ $C_{ip} = 31,9 \text{ kJ/m}^2\text{K}$	

Fase estiva con elevati carichi interni

Consideriamo le 5 tipologie di pareti, a parità di trasmittanza periodica Y_{ie} , e si confrontano le temperature superficiali interne a sud in una condizione con elevati carichi interni (persone, elettrodomestici, radiazione diffusa in ingresso dalle superfici vetrate) **ragionando in termini di comfort** (temperature superficiali, temperature operative, asimmetria radiante)

Tab. IV - Temperature superficiali interne delle 5 pareti per 1 settimana estiva (18-24 giugno) nell'edificio scolastico in presenza di carichi interni.



Fissare il parametro di **trasmissione termica periodica** ad un valore basso ($Y_{ie} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$) si è dimostrato **valido per ridurre l'ingresso dei carichi termici dall'esterno** ma risulta limitativo ai fini del controllo del raggiungimento comfort e quindi ai fini energetici (climatizzazione estiva). 

La scelta di **una struttura a bassa inerzia** e fortemente coibente (P5) determina, in relazione all'introduzione dei carichi interni, oscillazioni maggiori delle temperature interne, temperature superficiali più elevate e di conseguenza temperature operanti più alte.

Una soluzione di questo tipo è, dunque, **sfavorita** dal punto di vista del comfort.

Analisi Caso Studio



Edificio scolastico



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Situazione antecedente i lavori

Finanziamento	PO FESR 2007-2013. ASSE III. Linea di attività 3.1.1.B e 3.1.2.A. Bando per il finanziamento di operazioni finalizzate al risparmio e all'efficienza energetica negli edifici degli Enti Pubblici della Sardegna (EE11)
Lavori di	Riqualificazione energetica dello stabile comunale di via Della Vittoria - Scuola Sebastiano Satta
Importo Finanziamento	€ 1.520.500,00, di cui € 1.500.000,00 a valere su Fondi RAS e per € 20.000,00 a valere su fondi Comunali
Importo Progetto	€ 1.520.500,00 di cui € 1.240.000,00 per lavori e oneri della sicurezza ed € 280.500,00 per somme a disposizione
Progetto	RTP Costante – Zini - Salaris
Collaudo	ing. Lucia Pilleri



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Edificio prima dell'Intervento



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Situazione antecedente i lavori

CRITICITA' ENERGETICHE

- ELEVATA TRASMITTANZA STRUTTURE OPACHE VERTICALI VERSO ESTERNO;
- ELEVATA TRASMITTANZA STRUTTURE OPACHE DI COPERTURA VERSO ESTERNO;
- ELEVATA TRASMITTANZA STRUTTURE OPACHE ORIZZONTALI DI PAVIMENTO;
- ELEVATA TRASMITTANZA CHIUSURE TRASPARENTI;
- BASSO RENDIMENTO DI COMBUSTIONE CALDAIA;
- ASSENZA ISOLAMENTO CIRCUITI DI DISTRIBUZIONE FLUIDI TERMOMETTORI;
- MANCATA SEPARAZIONE DEI CIRCUITI PER ZONE CLIMATICHE OMOGENEE;
- ASSENZA DISPOSITIVI ANTISURRISCALDAMENTO LOCALI IN PRESENZA DI APPORTI GRATUITI;
- MANCATA FUNZIONALITÀ DEL SISTEMA DI TERMOREGOLAZIONE CLIMATICA;
- CORPI ILLUMINANTI EQUIPAGGIATI DI LAMPADE CON BASSI RENDIMENTI LM/W;
- ASSENZA DI SISTEMI DI RILEVAZIONE DEL CONTRIBUTO DELLA LUCE SOLARE ESTERNA;
- ASSENZA DI SISTEMI DI RILEVAZIONE PRESENZA PERSONE;
- MANCATA PARZIALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE;
- MANCATO COORDINAMENTO TRA I SISTEMI DI OSCURAMENTO E IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE;
- ELEVATI ORARI DI ACCENSIONE ANNUALI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Impianto termico prima dell'Intervento



A	< 1.49 [kWh/m³ anno]
A	< 2.98 [kWh/m³ anno]
B	< 4.47 [kWh/m³ anno]
C	< 5.96 [kWh/m³ anno]
D	< 7.45 [kWh/m³ anno]
E	< 10.42 [kWh/m³ anno]
F	< 14.89 [kWh/m³ anno]
G	>= 14.89 [kWh/m³ anno]

Rif. legislativo = 5.96 [kWh/m³ anno]



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Situazione antecedente i lavori



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Intervento



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Cappotto in EPS con Graffite



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Cappotto in Lana di roccia a doppia densità



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Intervento



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Copertura – Tetto Rovescio isolato con XPS



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Intervento



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Pannelli solari termici



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Colibentazione Tubazioni in Centrale termica



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Intervento



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Pompa di Calore



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Lavori in Corso – Centrale termica riqualificata



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Interventi - realizzati

- Coibentazione superfici verticali opache
- Coibentazione copertura
- Coibentazione solaio di base (su piano non riscaldato)
- Sostituzione Infissi
- Vetri con fattore solare <0,50
- Retrofit impianto esistente
- Suddivisione dei circuiti in zone climatiche omogenee
- Generazione ACS con pannelli solari



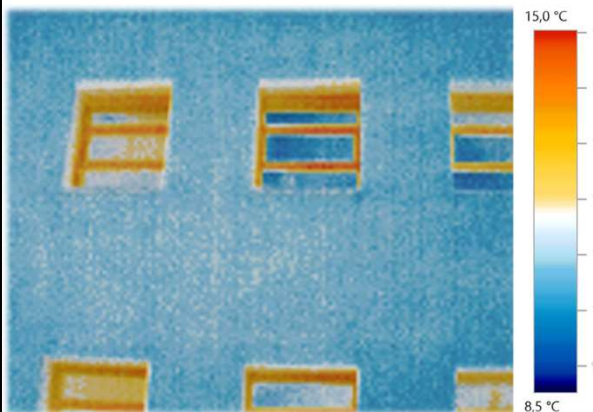
Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Analisi Termografica Parete Esterna in Pietra coibentata con sistema a cappotto

La coibentazione delle pareti perimetrali con il sistema a cappotto ha consentito la riduzione delle dispersioni termiche e l'eliminazione dei ponti termici. Nella termografia della parete dall'esterno si vede l'assenza di zone ad elevata temperatura conseguenti a dispersioni termiche elevate



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Istituto Comprensivo Statale Sebastiano Satta – Via della Vittoria Carbonia
Analisi Termografica Radiatore – funzionamento a bassa temperatura

La riduzione delle dispersioni termiche, dovute alla coibentazione dell'involucro, ha consentito l'utilizzo della rete di distribuzione e del sistema di emissione esistente prima dell'intervento riducendo le temperature del fluido termovettore, rendendo possibile l'utilizzo della pompa di calore per il riscaldamento invernale.



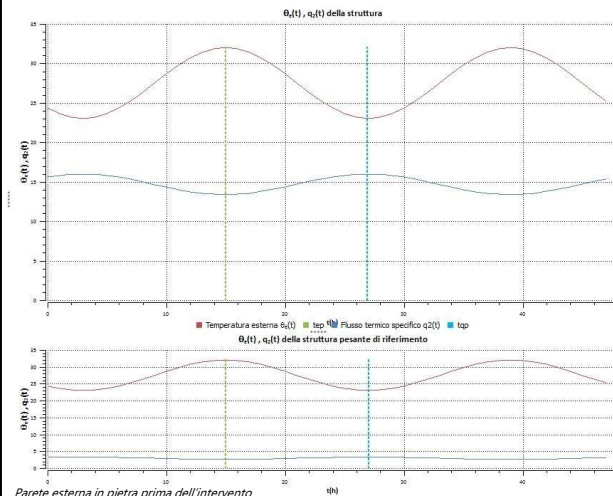
Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Descrizione	Valore
Periodo sul quale si calcolano i parametri dinamici [s]	86400
Ora di massima temperatura estiva	15
➤ Risultati della struttura reale	
Massa superficiale [kg/m ²]	900
Trasmittanza termica in regime stazionario [W/(m ² ·K)]	1,956
Trasmittanza termica periodica mod/vee12 [W/(m ² ·K)]	0,290
Istante t _{tp} (h) in cui si raggiunge il picco di q _{2i}	26,9
Valore del picco q _{2i(tp)} [W/(m ² ·K)]	15,94
Picco della temperatura esterna theta_e(tp) [°C]	32,0
Valore medio di temperatura esterna theta_e,m [°C]	27,5
Valore medio di flusso termico specifico q _{2m} [W/(m ² ·K)]	14,67
Sfasamento della trasmittanza termica periodica t _s [h]	11,9
Fattore di smorzamento [f]	0,148
Capacità termica sup. int. [kJ/(m ² ·K)]	69,61
Capacità termica sup. est. [kJ/(m ² ·K)]	124,45
➤ Risultati della struttura "pesante" di riferimento	
Strut. di riferimento	Parete verticale_pori_*
Massa superficiale [kg/m ²]	229
Trasmittanza termica in regime stazionario [W/(m ² ·K)]	0,400
Trasmittanza termica periodica mod/vee12 [W/(m ² ·K)]	0,082
Istante t _{tp} (h) in cui si raggiunge il picco di q _{2i}	27,0
Valore del picco q _{2i(tp)} [W/(m ² ·K)]	3,37
Picco della temperatura esterna theta_e(tp) [°C]	32,0
Valore medio di temperatura esterna theta_e,m [°C]	27,5
Valore medio di flusso termico specifico q _{2m} [W/(m ² ·K)]	3,00
Sfasamento della trasmittanza termica periodica t _s [h]	12,0
Fattore di smorzamento [f _p]	0,205

Fattore di smorzamento
 $f_{\text{leggera}} < f_{\text{pesante}}$ di riferimento
 Time Shift
 $t_s \text{ "leggera"} < t_s \text{ "pesante"}$ di riferimento



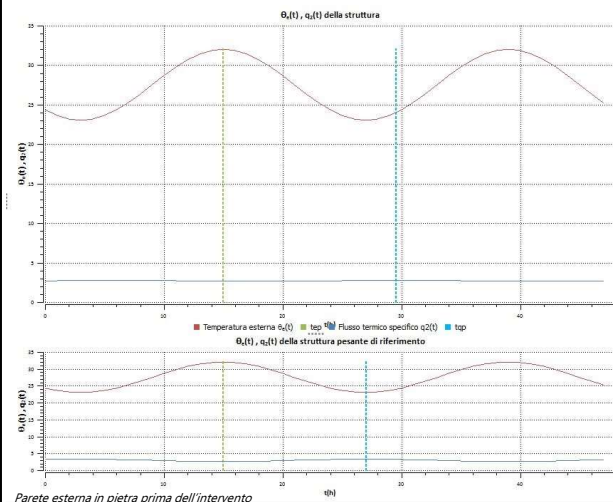
Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Descrizione	Valore
Periodo sul quale si calcolano i parametri dinamici [s]	86400
Ora di massima temperatura estiva	15
➤ Risultati della struttura reale	
Massa superficiale [kg/m ²]	907
Trasmittanza termica in regime stazionario [W/(m ² ·K)]	0,364
Trasmittanza termica periodica mod/vee12 [W/(m ² ·K)]	0,014
Istante t _{tp} (h) in cui si raggiunge il picco di q _{2i}	29,5
Valore del picco q _{2i(tp)} [W/(m ² ·K)]	2,79
Picco della temperatura esterna theta_e(tp) [°C]	32,0
Valore medio di temperatura esterna theta_e,m [°C]	27,5
Valore medio di flusso termico specifico q _{2m} [W/(m ² ·K)]	2,73
Sfasamento della trasmittanza termica periodica t _s [h]	14,5
Fattore di smorzamento [f]	0,038
Capacità termica sup. int. [kJ/(m ² ·K)]	65,74
Capacità termica sup. est. [kJ/(m ² ·K)]	10,00
➤ Risultati della struttura "pesante" di riferimento	
Strut. di riferimento	Parete verticale_pori_*
Massa superficiale [kg/m ²]	229
Trasmittanza termica in regime stazionario [W/(m ² ·K)]	0,400
Trasmittanza termica periodica mod/vee12 [W/(m ² ·K)]	0,082
Istante t _{tp} (h) in cui si raggiunge il picco di q _{2i}	27,0
Valore del picco q _{2i(tp)} [W/(m ² ·K)]	3,37
Picco della temperatura esterna theta_e(tp) [°C]	32,0
Valore medio di temperatura esterna theta_e,m [°C]	27,5
Valore medio di flusso termico specifico q _{2m} [W/(m ² ·K)]	3,00
Sfasamento della trasmittanza termica periodica t _s [h]	12,0
Fattore di smorzamento [f _p]	0,205

Fattore di smorzamento
 $f_{\text{leggera}} < f_{\text{pesante}}$ di riferimento
 Time Shift
 $t_s \text{ "leggera"} > t_s \text{ "pesante"}$ di riferimento



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
 NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
 Dott. Ing. Gianluigi Costante
 Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Principali Strutture Disperdenti - Ex Ante

Rif.	Descrizione	U [W/m ² K]	Ms [kg/m ²]	Yie [W/m ² K]	ts [h]	f	ks int [W/m ² K]	q2m int [W/m ² K]
ST-03	Parete Scuola esterna in pietra + cappotto	1,956	900,00	0,29	11,9	0,148	69,61	14,67
ST-04	Parete a cassetta isolata + cappotto	0,360	152,00	0,159	8,90	0,440	61,75	2,7
ST-22	Tetto + cappotto	0,595	470,00	0,064	12,90	0,108	60,96	4,46

Principali Strutture Disperdenti - Ex Post

Rif.	Descrizione	U [W/m ² K]	Ms [kg/m ²]	Yie [W/m ² K]	ts [h]	f	ks int [W/m ² K]	q2m int [W/m ² K]
ST-03	Parete Scuola esterna in pietra + cappotto	0,364	900,00	0,014	14,5	0,038	65,74	2,73
ST-04	Parete a cassetta isolata + cappotto	0,194	153,00	0,011	12,50	0,055	59,62	1,46
ST-22	Tetto + cappotto	0,228	473,00	0,004	15,30	0,019	60,31	1,71

Variazioni Ex Ante - Ex Post

Rif.	Descrizione	U [W/m ² K]	Ms [kg/m ²]	Yie [W/m ² K]	ts [h]	f	ks int [W/m ² K]	q2m int [W/m ² K]
ST-03	Parete Scuola esterna in pietra + cappotto	-81,4%	0,0%	-95,2%	21,8%	-74,3%	-5,6%	-81,4%
ST-04	Parete a cassetta isolata + cappotto	-46,1%	0,7%	-93,1%	40,4%	-87,5%	-3,4%	-45,9%
ST-22	Tetto + cappotto	-61,7%	0,6%	-93,8%	18,6%	-82,4%	-1,1%	-61,7%

L'isolamento delle superfici esterne è stato pensato per **ottimizzare anche il funzionamento in regime estivo**, garantendo lo **sfasamento e l'attenuazione dei picchi del flusso termico interno** dovuti alle variazioni di temperatura esterna e in modo da **preservare l'elevata capacità termica interna in modo da laminare i picchi di carico interno**.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Risultati conseguiti



Situazione Ante Intervento:

E_{Pi} = 28,17 kWh/(m³ anno) = 139,72 (kWh/m² anno)
E_{Pi,invol} = 15,82 kWh/(m³ anno) = 78,62 (kWh/m² anno)
E_{Pe,invol} = 4,64 kWh/(m³ anno) = 23,06 (kWh/m² anno)

Fabbisogno energia primaria per
riscaldamento invernale - **95%**

Fabbisogno energia ideale per
riscaldamento invernale - **83%**

Situazione Post Intervento:

E_{Pi} = 1,36 kWh/(m³ anno) = 7,21 (kWh/m² anno)
E_{Pi,invol} = 2,56 kWh/(m³ anno) = 13,57 (kWh/m² anno)
E_{Pe,invol} = 9,66 kWh/(m³ anno) = 28,99 (kWh/m² anno)

Fabbisogno energia ideale per
raffrescamento estivo + **20%**



Verifiche d.P.R. 59/2009: 28,99 < 30 (kWh/m² anno)

Norme UNI /TS 11300 vers. 2008 UNI 10349 vers. 1994



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Attualizzazione risultati

Scenario 1 - Situazione Ante Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	79,13	25,03	22,66
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	14,85	18,38	19,05
H'T	1,62	0,60	0,60

Scenario 2 - Situazione Post Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,48	25,08	22,24
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,52	14,21	14,96
H'T	0,56	0,60	0,60

Verifiche effettuate sulla base del d.m. 26/06/2015
Calcoli su base UNI/TS 11300-1:2014, 11300-2:2014
Clima UNI 10349:2016

Il comportamento energetico del sistema edificio – impianto è stato analizzato anche in riferimento al contesto normativo attualmente in vigore.

Il confronto tra i risultati ottenuti mette in evidenza quanto segue:

- La coibentazione dell'edificio comporta un «*apparente*» peggioramento del comportamento dell'involucro ai fini estivi;
- I parametri dell'edificio di riferimento non sono fissi, ma vengono modificati in base all'edificio reale ove non definiti dal decreto.

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Attualizzazione risultati

Scenario 1 - Situazione Ante Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	79,13	25,03	22,66
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	14,85	18,38	19,05
H'T	1,62	0,60	0,60

Scenario 2 - Situazione Post Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,48	25,08	22,24
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,52	14,21	14,96
H'T	0,56	0,60	0,60

Verifiche effettuate sulla base del d.m. 26/06/2015
Calcoli su base UNI/TS 11300-1:2014, 11300-2:2014
Clima UNI 10349:2016

Dall'analisi dei risultati conseguiti si evince anche che tale comportamento viene ereditato anche dall'edificio di riferimento per la definizione degli NZEB.

I valori di EP_{C,nd} dell'edificio di riferimento per gli NZEB sono superiori a quelli relativi all'edificio di riferimento attuale.



$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Analisi di sensitività

Scenario 1 - Situazione Ante Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	79,13	25,03	22,66
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	14,85	18,38	19,05
H ⁺ T	1,62	0,60	0,60

Scenario intermedio – Edificio non coib.+sostituzione infissi:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	58,16	24,99	22,10
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	10,58	14,67	15,45
H ⁺ T	1,16	0,60	0,60

Scenario 2 - Situazione Post Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,48	25,08	22,24
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,52	14,21	14,96
H ⁺ T	0,56	0,60	0,60

Verifiche effettuate sulla base del d.m. 26/06/2015
Calcoli su base UNI/TS 11300-1:2014, 11300-2:2014
Clima UNI 10349:2016

$$F_{sh,gl} = [(1 - f_{sh,with}) \times g_{gl} + f_{sh,with} \times g_{gl+sh}] / g_{gl}$$

Dal confronto tra i valori di EP_{C,nd} nello scenario intermedio si evince che:

- L'utilizzo di vetri con fattore solare <0,5 riduce il valore di EP_{C,nd} **dell'edificio reale** del 28,7%
- L'utilizzo di vetri con fattore solare <0,5 riduce il valore di EP_{C,nd} **dell'edificio di riferimento** del 20,2% ovvero in misura inferiore

$F_{sh,gl}$: fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili (UNI/TS 11300-1:2014)



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Confronto tra strategie per la riduzione degli apporti estivi

Scenario 2 - Situazione Post Intervento (vetrate con $f_s < 0,5$):

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,48	25,08	22,24
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,52	14,21	14,96
H ⁺ T	0,56	0,60	0,60

Scenario 4 – Edificio coibentato+scherm. solari mobili:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,61	21,86	19,10
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,8	20,66	21,70
H ⁺ T	0,56	0,60	0,60

Scenario 5 – Edificio coibentato+ombreggiatura fissa:

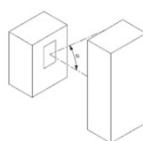
	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	24	23,17	22,51
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	16,42	13,85	14,58
H ⁺ T	0,56	0,60	0,60

Verifiche effettuate sulla base del d.m. 26/06/2015
Calcoli sulla base della 11300-1:2014, 11300-2:2014
Clima 10349:2016

Il confronto tra i tre scenari riportati evidenzia che possibili strategie per la riduzione degli apporti interni sono valutate secondo metriche differenti.

Nell'esempio l'utilizzo di vetrate con elevato fattore solare o schermature mobili conduce a due soluzioni energeticamente analoghe, ma la prima non risponde alla norma, la seconda sì.

La **soluzione energeticamente migliore** (scenario 5) è **penalizzata!!**



$F_{sh,ob}$: fattore di riduzione degli apporti solari per ombreggiatura relativa ad ostruzioni esterne, ad oggetti orizzontali e verticali (UNI/TS 11300-1:2014)



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Analisi sensitività

Scenario 1 - Situazione Ante Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	79,13	25,03	22,66
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	14,85	18,38	19,05
H _T	1,62	0,60	0,60

Scenario 2 - Situazione Post Intervento:

	ED. Reale	ED. Rif.	ED. NZEB
EP _{H,nd} [kWh/m ²]	22,48	25,08	22,24
EP _{C,nd} [kWh/m ²]	17,52	14,21	14,96
H _T	0,56	0,60	0,60

Verifiche effettuate sulla base del d.m. 26/06/2015
Calcoli sulla base della 11300-1:2014, 11300-2:2014
Clima 10349:2016

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

L'isolamento delle pareti viene tradotto dalla modellizzazione fatta e dalle prescrizioni di norma sempre in termini di un peggioramento del comportamento estivo. La semplificazione del modello di calcolo estivo della UNI /TS 11300-1 rischia di far perdere alcuni aspetti essenziali del comportamento del fabbricato ed è anche peggiore quando viene inserito un impianto.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Analisi sensitività

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Theta e [°C]	3.50	8.80	11.00	13.20	18.50	22.30	24.10	24.10	20.10	17.30	12.60	10.30
P _{v,e} [kPa]	0.97	0.96	1.04	1.15	1.50	1.53	1.76	1.81	1.73	1.47	1.09	1.13
H _{bh} [MJ/m ²]	3.30	5.80	7.20	8.80	10.20	12.00	11.30	10.50	8.40	6.40	3.70	2.20
H _{dh} [MJ/m ²]	3.40	4.30	6.10	8.20	9.80	10.70	10.30	9.60	7.20	5.60	3.70	3.20

Theta e [°C] Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna
P_{v,e} [kPa] Valori medi mensili della pressione di vapore media giornaliera dell'aria esterna
H_{bh} [MJ/m²] Irradiazione solare giornaliera media mensile diretta sul piano orizzontale
H_{dh} [MJ/m²] Irradiazione solare giornaliera media mensile diffusa sul piano orizzontale

Temperature medie mensili
Carbonia
Clima UNI 10349:2016

$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$

Nel calcolo del fabbisogno ideale di energia per il raffrescamento estivo, si tiene conto del bilancio apporti-dispersioni valutato in regime stazionario per ciascun mese. Poiché nel caso in esame la temperatura esterna media mensile è sempre inferiore a quella interna normativamente stabilita (26 ° C), la coibentazione dell'involucro agisce sempre da «freno» alla dissipazione dei carichi interni.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Analisi sensitività

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
0	5.00	6.20	9.90	13.90	17.90	21.40	24.60	23.90	21.20	18.20	10.80	6.40
1	4.50	5.80	9.50	13.50	17.50	21.00	24.20	23.50	20.70	15.70	10.30	5.90
2	4.10	5.30	9.00	13.00	17.00	20.50	23.70	23.00	20.30	15.30	9.90	5.50
3	3.70	4.90	8.70	12.60	16.70	20.20	23.40	22.60	19.90	14.90	9.50	5.10
4	3.40	4.70	8.40	12.40	16.40	19.90	23.10	22.40	19.60	14.70	9.30	4.80
5	3.40	4.60	8.30	12.30	16.30	19.80	23.00	22.30	19.60	14.60	9.20	4.70
6	3.50	4.80	8.50	12.50	16.50	20.00	23.20	22.50	19.70	14.80	9.40	4.90
7	4.00	5.20	8.90	12.90	16.90	20.40	23.60	22.90	20.20	15.20	9.80	5.40
8	4.80	6.00	9.70	13.70	17.80	21.20	24.40	23.70	21.00	16.00	10.60	6.20
9	6.00	7.20	10.90	14.90	18.90	22.40	25.60	24.90	22.20	17.20	11.80	7.30
10	7.30	8.50	12.30	16.30	20.30	23.80	27.00	26.20	23.50	18.50	13.10	8.70
11	8.80	10.10	13.80	17.80	21.80	25.30	28.50	27.80	25.00	20.10	14.70	10.20
12	10.30	11.50	15.20	19.20	23.20	26.70	29.90	29.20	26.50	21.50	16.10	11.70
13	11.40	12.60	16.30	20.30	24.30	27.80	31.00	30.30	27.60	22.60	17.20	12.70
14	12.10	13.30	17.00	21.00	25.00	28.50	31.70	31.00	28.30	23.30	17.90	13.50
15	12.40	13.60	17.30	21.30	25.30	28.80	32.00	31.30	28.60	23.60	18.20	13.70
16	12.10	13.30	17.00	21.00	25.00	28.50	31.70	31.00	28.30	23.30	17.90	13.50
17	11.50	12.70	16.40	20.40	24.40	27.90	31.10	30.40	27.70	22.70	17.30	12.80
18	10.50	11.70	15.40	19.40	23.40	26.90	30.10	29.40	26.70	21.70	16.30	11.80
19	9.30	10.50	14.20	18.20	22.20	25.70	28.90	28.20	25.50	20.50	15.10	10.70
20	8.10	9.40	13.10	17.10	21.10	24.60	27.80	27.10	24.30	19.30	13.90	9.50
21	7.10	8.40	12.10	16.10	20.10	23.60	26.80	26.10	23.30	18.40	13.00	8.50
22	6.20	7.50	11.20	15.20	19.20	22.70	25.90	25.20	22.40	17.50	12.10	7.60
23	5.50	6.70	10.50	14.50	18.50	22.00	25.20	24.40	21.70	16.70	11.30	6.90

Temperature medie orarie
Carbonia
Clima UNI 10349:2016



$$Q_{C,nd} = Q_{gn} - \eta_{C,ls} \times Q_{C,ht} = (Q_{int} + Q_{sol}) - \eta_{C,ls} \times (Q_{C,tr} + Q_{C,ve})$$



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D. Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Analisi comportamento estivo
isolamento a cappotto

Cappotto esterno con pannelli in aerogel
($\lambda_D = 0,015 \text{ W/m}^2\text{K}$)

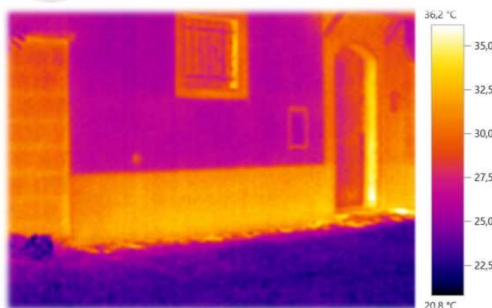


Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme
previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D. Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs
141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Analisi comportamento estivo
isolamento a cappottoOra di misurazione:
19:17:18

*Parete isolata esternamente
Fase di Scarico*



Confronto tra le temperature superficiali esterne di una parete in parte coibentata con un sistema a cappotto ed in parte no. Le foto evidenziano la notevole differenza di temperatura e quindi del calore complessivamente assorbito dalla due strutture durante la stagione estiva.

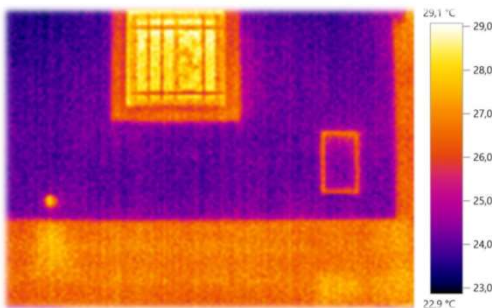


Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Analisi comportamento estivo
isolamento a cappottoOra di misurazione:
21:17:58

*Parete isolata esternamente
Fase di Scarico*



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D. lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici

ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio



Sistema di Produzione

Principali risultati di calcolo della macchina frigorifera in regime continuo: CLIMAVENETA AWR-HT/LN/CA-E/- 0302

Mese	Energia Richiesta	Energia Prodotta	Fattore di carico	Rapporto di efficienza energetica	Coefficiente correttivo	Coefficiente medio di prestazione	Energia Assorbita	Energia residua
	Q_{pdin} [kWh]	Q_{out} [kWh]	F_K [-]	EER/GUE [-]	η_1 [-]	$\eta_{mm,k}$	Q_{in} [kWh]	Q_{res} [kWh]
Gen								
Feb								
Mar								
Apr								
Mag	3.683,16	3.683,16	0,07	2,53	1,09	2,72	1.352,17	
Giu	15.848,00	15.848,00	0,24	3,19	1,00	3,15	5.038,72	
Lug	21.780,70	21.780,70	0,32	3,20	0,99	3,14	6.945,69	
Ago	21.543,70	21.543,70	0,32	3,20	0,99	3,13	6.882,15	
Set	5.831,90	5.831,90	0,09	2,69	1,05	2,80	2.086,33	
Ott	241,13	241,13	0,02	1,40	1,12	1,55	155,59	
Nov								
Dic								
Totali	68.928,59	68.928,59					22.460,65	

Risultati Calcolo in regime estivo



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Conclusioni

L'attuale contesto normativo richiede la verifica del comportamento energetico ai fini invernali ed estivi sia del fabbricato che del sistema edificio impianto sulla base dei valori calcolati dei parametri energetici dell'edificio reale da confrontare con quelli dell'edificio di riferimento.

1 PARAMETRI DELL'EDIFICIO DI RIFERIMENTO

1. Con edificio di riferimento o target si intende un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati conformemente alla presente Appendice all'Allegato 1.
2. Con edificio di riferimento si intende quindi un edificio avente un fabbricato di riferimento e degli impianti tecnici di riferimento.
3. Per i tutti i dati di input e i parametri non definiti nel presente capitolo si utilizzano i valori dell'edificio reale.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce delle nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Conclusioni

L'attuale contesto normativo richiede la verifica del comportamento energetico ai fini invernali ed estivi sia del fabbricato che del sistema edificio impianto sulla base dei valori calcolati dei parametri energetici dell'edificio reale da confrontare con quelli dell'edificio di riferimento.

1 PARAMETRI DELL'EDIFICIO DI RIFERIMENTO

1. Con edificio di riferimento o target si intende un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati conformemente alla presente Appendice all'Allegato 1.
2. Con edificio di riferimento si intende quindi un edificio avente un fabbricato di riferimento e degli impianti tecnici di riferimento.
3. Per i tutti i dati di input e i parametri non definiti nel presente capitolo si utilizzano i valori dell'edificio reale.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti

Analisi Caso Studio

Conclusioni

L'edificio reale è definito energeticamente solo in parte, sono presenti alcune proprietà che esso «eredita» dall'edificio reale. Tale situazione comporta che i parametri dell'edificio di riferimento non siano elementi fissi della progettazione (per un dato edificio), ma alcune scelte energetiche sull'edificio reale hanno effetto anche sull'edificio di riferimento andando a modificare i limiti prescritti dalla normativa. Il modello di calcolo estivo è estremamente semplificato e non tiene conto del reale comportamento dell'edificio ai fini estivi, trascurando alcune fondamentali grandezze.

A tali aspetti conseguono diverse criticità:

- 1) Il progettista tenderà verso quelle scelte che sono premiate dall'edificio di riferimento, trascurando soluzioni energeticamente valide ma non premiali;
- 2) Sistemi edificio – impianto ben dimensionati e progettati sotto il profilo sia impiantistico che di involucro possono non essere correttamente valutate dal metodo di calcolo adottato dalla normativa;
- 3) Soluzioni innovative (non definite nell'edificio di riferimento) tendono ad essere ingiustamente penalizzate.



Mediclima 2017 – nZEB ENERGIA ED EFFICIENZA AMBIENTALE IN AREA MEDITERRANEA
NUOVE COSTRUZIONI E RISTRUTTURAZIONI - Fattibilità, limiti tecnici ed economici alla luce del nuove norme previste dal DM minimi, delle scadenze imposte dalla direttiva 2009/28/CE e dal D.Lgs 102/2014 modificato dal D.Lgs 141/2016 e dal DM 11 gennaio 2017 per gli enti pubblici



ORDINE
INGEGNERI
CAGLIARI

Relatori:
Dott. Ing. Gianluigi Costante
Dott. Ing. Luigi Berti