

**LEDS Padova**  
L'energia degli studenti



**Dipartimento di Ingegneria Industriale**  
**Università degli Studi di Padova**

## Riqualificazione del parco edilizio europeo

### Valutazioni di intervento per realizzare abitazioni a basso consumo energetico

Ing. Samantha Graci, Ph.D

[samantha.graci@gmail.com](mailto:samantha.graci@gmail.com)

Dipartimento di Ingegneria Industriale  
Via Venezia 1, 35131 Padova

# OUTLINE

1. INTRODUZIONE: Politica energetica Europea e fabbisogno energetico del parco edilizio
2. IL PROGETTO: Valutazione energetica della riqualificazione del parco edilizio residenziale in edifici a basso consumo
3. STEP 1: Analisi del parco edilizio Europeo – definizione di macro categorie per l'edilizia residenziale
4. STEP 2: valutazione dei fabbisogni energetici – retrofit degli involucri edilizi
5. STEP 3: soluzioni efficienti per la generazione di energia per i servizi di riscaldamento, raffrescamento e per la preparazione di acqua calda sanitaria
6. CONCLUSIONI

1

## INTRODUZIONE: Politica energetica Europea e fabbisogno energetico del parco edilizio

Gli obiettivi fondamentali della politica energetica Europea “Europe 2020”

1. **riduzione delle emissioni di gas serra del 20% rispetto al 1990**
2. **copertura del 20% del fabbisogno di energia da fonti rinnovabili**
3. **aumento del 20% dell'efficienza energetica**

Terzo punto: la riduzione del consumo finale di energia in tutti i settori per mezzo di interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica dei sistemi di produzione e di utilizzo dell'energia

Analisi condotte mostrano come **settore edilizio** in sia responsabile di circa il **40% dei consumi finali lordi di energia** e come il **36% delle emissioni di gas clima alteranti** siano imputabili agli edifici esistenti.

## **Direttiva 2002/91/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 16 dicembre 2002, sul rendimento energetico nell'edilizia.**

1. una metodologia comune di calcolo del rendimento energetico integrato degli edifici;
2. i requisiti minimi sul rendimento energetico degli edifici di nuova costruzione e degli edifici già esistenti sottoposti a importanti ristrutturazioni;
3. i sistemi di certificazione degli edifici di nuova costruzione ed esistenti e l'esposizione negli edifici pubblici degli attestati di rendimento energetico e di altre informazioni pertinenti. Gli attestati devono essere stati rilasciati nel corso degli ultimi cinque anni;
4. l'ispezione periodica delle caldaie e degli impianti centralizzati di aria condizionata negli edifici e la valutazione degli impianti di riscaldamento dotati di caldaie installate da oltre 15 anni.

La metodologia comune di calcolo dovrebbe tenere conto non solo dell'involucro ma mirando alla prestazione integrata dovrebbe tenere conto di fattori quali gli impianti di riscaldamento e di raffreddamento, gli impianti di illuminazione, la posizione e l'orientazione dell'edificio, il recupero del calore ecc.

La direttiva riguarda il settore residenziale e quello terziario

## **Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia.**

- una [metodologia di calcolo della prestazione energetica](#) degli edifici
- i [requisiti minimi di prestazione energetica](#) in modo da conseguire livelli ottimali in funzione dei costi

Gli **edifici nuovi** dovranno rispettare i requisiti e, prima dell'inizio dei lavori di costruzione, essere sottoposti ad una [valutazione sulla fattibilità](#) relativa all'installazione di sistemi di fornitura di energia da fonti rinnovabili, pompe di calore, sistemi di teleriscaldamento o telerinfrescamento urbano o collettivo e sistemi di cogenerazione.

Gli **edifici esistenti**, destinati a subire ristrutturazioni importanti dell'involucro, dovranno beneficiare di un miglioramento della loro prestazione energetica in modo da poter soddisfare i requisiti minimi.

In caso di nuova installazione, sostituzione o miglioramento, i sistemi tecnici per l'edilizia, quali gli impianti di riscaldamento, gli impianti di produzione di acqua calda, gli impianti di condizionamento d'aria e i grandi impianti di ventilazione, devono anch'essi rispettare i requisiti in materia di prestazione energetica.

Gli elementi edilizi che fanno parte dell'involucro dell'edificio e hanno un impatto significativo sulla prestazione energetica dell'involucro dell'edificio (gli infissi, ad esempio) devono anch'essi rispettare i requisiti minimi in materia di prestazione energetica quando sono rinnovati o sostituiti, in modo da raggiungere livelli ottimali in funzione dei costi.

L'[EPBD recast](#), impone inoltre agli Stati Membri di tracciare una [road map nazionale verso la realizzazione di edifici a energia quasi zero](#) ( nZEB nearly zero energy buildings).

La pianificazione nazionale dovrebbe mirare a :

- a individuare una dettagliata [definizione nazionale](#) del significato di edificio [nZEB](#) in relazione alle condizioni nazionali geografiche e climatiche nazionali, regionali o locali.
- a definire un [indicatore semplice per la valutazione dell'uso dell'energia primaria](#) e dei [fattori di conversione in energia primaria](#) in funzione dell'assetto energetico nazionale.
- realizzare una [valutazione dei costi](#) e proporre [politiche energetiche](#) e interventi di [finanziamento](#) per supportare il processo di efficientamento del settore.

Entro il [31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione](#) dovranno essere a [energia quasi zero](#). Gli edifici di nuova costruzione occupati da [enti pubblici](#) e di proprietà di questi ultimi dovranno rispettare gli stessi criteri a partire dal 31 dicembre 2018.

[Gli Stati membri adottano un sistema di certificazione energetica degli edifici](#). L'attestato può comprendere informazioni sul consumo energetico degli edifici, nonché delle raccomandazioni per il miglioramento in funzione dei costi.

## 2

## IL PROGETTO: Valutazione energetica della riqualificazione del parco edilizio residenziale in edifici a basso consumo

Il tasso di costruzione di nuove abitazioni nell'Europa dei 15 Stati è pari al **1%** e il tasso di sostituzione del parco esistente (demolizione e ricostruzione) è dello **0,07%**

Le stime effettuate mostrano come il solo il 25% degli edifici esistenti al 2050 saranno costruiti nei prossimi anni, e di conseguenza il 75% degli edifici saranno ereditati dal presente parco edilizio.

### Le abitazioni in Europa rappresentano attualmente circa il 75% degli edifici esistenti

- 64% di edifici adibiti a singola abitazione
- 36% di edifici multifamiliari

Le medesime percentuali indicate, rappresentative della composizione attuale del parco edilizio, si presume verranno modificate dalla costruzione degli edifici futuri.

La riqualificazione del parco edilizio esistente e il miglioramento delle prestazioni energetiche di tali edifici avranno un ruolo fondamentale nella realizzazioni degli obiettivi della politica energetica europea.

Il progetto proposto si prefissa di valutare i possibili risparmi di energia connessi ad alla riqualificazione del parco edilizio esistente verso un modello di edifici a basso consumo. (**LEB** low energy buildings).

Il progetto può essere suddiviso in tre fasi:

1. Analisi del parco edilizio Europeo – definizione di macro categorie per l'edilizia residenziale
2. Valutazione dei fabbisogno di energia per il riscaldamento, il raffrescamento e la generazione di acqua calda sanitaria (ACS), per ogni macro categoria individuata. Riqualificazione dell'involucro edilizio e valutazione delle ripercussioni sui fabbisogni
3. Riqualificazione degli impianti tecnici, valutazione di soluzioni efficienti per la generazione di energia destinata ai servidi di riscaldamento, raffrescamento e generazionee di ACS



## Metodologia

4 Casi studio sono stati implementati sulla base delle caratteristiche fisiche e termiche dei componenti reali degli edifici campione scelti. (murature perimetrali, interne, solai, pavimenti contro terra, coperture e serramenti)

6 azioni di retrofit sono state considerate per gli involucri

5 soluzioni di riqualificazione sono state assunte per gli impianti tecnici, oltre al caso base di confronto

4 condizioni climatiche: sono stati implementati i climi delle città di Helsinki, Budapest, Venezia e Atene






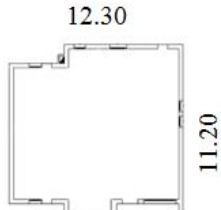

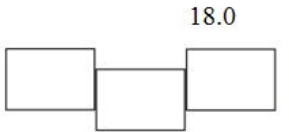

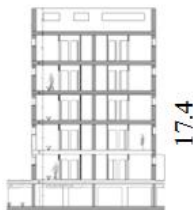
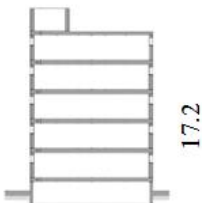
## 3

## STEP 1: analisi del parco edilizio europeo – individuazione delle macro categorie

L'analisi del parco edilizio europeo sulla base di dati ricavati dai vari censimenti nazionali ha permesso di individuare 4 macro categorie che hanno portato alla scelta di altrettanti edifici tipo:

1. abitazione singola: villetta indipendente monofamiliare, due piani fuori terra per una superficie complessiva riscaldata pari a 210 m<sup>2</sup>
2. abitazione singola: casa a schiera, porzione centrale. Le pareti est-ovest sono in comune con le altre unità, tre piani fuori terra per una superficie complessiva riscaldata di 126 m<sup>2</sup>
3. edificio multifamiliare: condominio indipendente, cinque piani fuori terra per un totale di 20 appartamenti e una superficie riscaldata totale di 1335 m<sup>2</sup>
4. edificio multifamiliare: un complesso a blocchi, realizzato in lastre di calcestruzzo prefabbricate (LPS large-panel system building). Si tratta di un edificio da cinque piani fuori terra per un'area totale residenziale e riscaldata pari a 681 m<sup>2</sup>

Per ogni caso studio sono stati valutati tutti i parametri che influenzano i fabbisogni di riscaldamento, raffrescamento e generazione di ACS.

	Case 1	Case 2	Case 3	Case 4
External view				
Plan				
Section				
S/V ratio	0.9	0.84	0.39	0.46
Number of storeys	4	2	6	6

## 4

## STEP 2: valutazione dei fabbisogni di energia – riqualificazione dell'involucro edilizio.

Ogni caso studio è stato modellato per mezzo del [codice numerico commerciale TRNSYS](#), realizzando un'analisi dinamica del comportamento dell'edificio in funzione di condizioni climatiche definite in un TRY (test reference year) costruito per una data posizione geografica.

L'involucro edilizio è stato dettagliatamente modellato in funzione delle proprietà dei materiali reali e delle stratigrafie delle pareti dell'edificio campione. Muri esterni, solai e pavimento interni e controterra e infissi sono stati opportunamente modellati.

In relazione agli infissi sono state considerate per vetri e telai proprietà standard, scegliendo tra i modelli esistenti dalla libreria del codice in modo da garantire coerenza con gli elementi reali presenti negli edifici tipo. Durante la riqualificazione dell'involucro anche gli infissi sono stati opportunamente migliorati in conformità con gli standard di mercato.

Profili di occupazione giornalieri su base oraria sono stati creati per tenere conto della presenza di persone, inoltre, sono stati implementati profili orari di accensione dei sistemi di illuminazione per valutare correttamente gli apporti termici negli ambienti riscaldati.

Tali profili sono stati implementati in maniera diversificata per abitazioni singole e per edifici multifamiliari.

WINDOWS PROPERTY		BEFORE		AFTER	
		U-VALUE [W/m <sup>2</sup> K]	g-factor	U-VALUE [W/m <sup>2</sup> K]	g-factor
CASE 1 and 2		2.8	0.755	1.4	0.589
CASE 3 and 4		5.8	0.855	1.4	0.589
Ramen 15%, U=2.27 W/mK					

OCCUPANCY SCHEDULINGS			
time	SINGLE HOUSING		COLLECTIVE HOUSING
	day	night	day+night
0.00 – 7.00	0	1	1
7.00 – 8.00	1	0,5	1
8.00 – 9.00	0,5	0	0,5
9.00 – 16.00	0,12	0	0,12
16.00 – 19.00	0,5	0	0,5
19.00 – 20.00	1	0	1
20.00 – 22.00	0,5	0,5	1
22.00 – 24.00	0	1	1

LIGHTING SCHEDULINGS			
time	SINGLE HOUSING		COLLECTIVE HOUSING
	day	night	day+night
0.00 – 7.00	0	0	0
7.00 – 8.00	0,5	0,5	1
8.00 – 9.00	1	0	1
9.00 – 16.00	0	0	0
16.00 – 19.00	0,5	0	0,5
19.00 – 20.00	0,5	0	1
20.00 – 22.00	0,5	0,5	1
22.00 – 24.00	0	0	0

BEFORE RENOVATION				
LAYERS [m]	FRONT – BACK h [J/h m²K]	WALL THICKNESS [m]	U-VALUE [W/m²K]	
ESTERNAL WALL				
plaster 0,015, hollow brick 0,08, air layer 0,04, concrete block 0.155, gypsum lime plaster 0,015	0.11 - 0.64	0.305	0.96	
BASEMENT				
tile 0.015, lean cement mortar 0.05, sand gravel concrete 0.4, pebbles 0.3	0.11 – 0.11	0.765	1.011	
ROOF				
sand-lime plaster internal use 0.015, floor slab_24 0.24, lean cement mortar 0.05, roof tiles 0.015	0.11 - 0.64	0.32	1.74	
AFTER RENOVATION				
LAYERS [m]	FRONT – BACK h [J/h m²K]	WALL THICKNESS [m]	U-VALUE [W/m²K]	
ESTERNAL WALL				
plaster 0,015, hollow brick 0,08, air layer 0,04, concrete block 0.155, <b>polistirene 036 0.1</b> , gypsum lime plaster 0,015	0.11 - 0.64	0.405	0.26	<b>-73%</b>
BASEMENT				
tile 0.015, lean cement mortar 0.05, <b>polistirene 036 0.1</b> , sand gravel concrete 0.4, pebbles 0.3	0.11 – 0.11	0.865	0.577	<b>-43%</b>
ROOF				
sand-lime plaster internal use 0.015, floor slab_24 0.24, <b>polistirene 036 0.1</b> , lean cement mortar 0.05, roof tiles 0.015	0.11 - 0.64	0.42	0.3	<b>-83%</b>

TRNBuild - VILLETTA\_FEN\_ANTE\_W14

File View Zones AirNodes Typemanager Generate Options Window Help

Project

title: GAVA\_ISOLATO  
description: UNDEFINED  
created by: UNDEFINED  
address: UNDEFINED  
city: UNDEFINED

Comments

Orientations

No	Orientation	Calculation	U
1	NORTH	-	1.
2	SOUTH	-	2.
3	EAST	-	3.
4	WEST	-	4.
5	HORIZONTAL	-	36
6	FALDA_EST	-	31
7	FALDA_OVEST	-	36

Miscellaneous

Properties Inputs

TRNBuild Navigator

- Project
  - Comments
  - Orientations
  - Inputs
  - Outputs
  - Properties
- Zones
  - Zone: PIANO\_TERRA
    - Airnode: PIANO\_TERRA
      - Surfaces
        - Additional Windows
          - 1 | ESTERNO | 31.472 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | NORTH
          - 2 | ESTERNO | 24.192 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | SOUTH
          - 23 | INS2\_AR\_1 | 0.49 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | SOUTH
          - 28 | INS3\_XE\_2 | 2.88 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | SOUTH
          - 3 | ESTERNO | 34.44 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | EAST
          - 4 | ESTERNO | 17.36 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | WEST
          - 5 | DIVISORIO\_10 | 16.352 m<sup>2</sup> | INTERNAL
          - 6 | DIVISORIO\_10 | 16.352 m<sup>2</sup> | INTERNAL
          - 7 | DIVISORIO\_10 | 12.6 m<sup>2</sup> | INTERNAL
          - 8 | DIVISORIO\_30 | 16.8 m<sup>2</sup> | INTERNAL
          - 9 | PAVIM\_VESPAIO | 96.14 m<sup>2</sup> | BOUNDARY
          - 22 | ESTERNO | 7.28 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | SOUTH
          - 24 | ESTERNO | 17.08 m<sup>2</sup> | EXTERNAL | WEST
          - 29 | DIVISORIO\_30 | 16.52 m<sup>2</sup> | INTERNAL
          - 21 | INTERPIANO | 96.14 m<sup>2</sup> | ADJACENT
          - 42 | DIVISORIO\_30 | 16.8 m<sup>2</sup> | INTERNAL
        - Regime
        - Radiation Mode
        - Geometry Mode
      - Zone: PIANO\_PRIMO
        - Airnode: PIANO\_PRIMO
          - Surfaces
            - Regime
            - Radiation Mode
            - Geometry Mode
        - Zone: SOTTO\_TETTO
          - Airnode: SOTTO\_TETTO
            - Surfaces
              - Regime
              - Radiation Mode

Zone: PIANO\_TERRA - Airnode: PIANO\_TERRA

Airnodes

PIANO\_TERRA

PIANO\_TERRA

number: 1

Airnode Regime Data

volume: 263.337 m<sup>3</sup>  
capacitance: 316 kJ/K

Infiltration Heating Gains Initial Values  
Ventilation Cooling Comfort Humidity

Therm. Zone

Radiation Modes  
Geometry Modes

Walls

Surf	Type	Area	Category
Additional Windows			
1	ESTERNO	31.47	EXTERNAL NORTH
2	ESTERNO	24.19	EXTERNAL SOUTH
3	ESTERNO	34.44	EXTERNAL EAST
4	ESTERNO	17.36	EXTERNAL WEST
5	DIVISORIO_10	16.35	INTERNAL
6	DIVISORIO_10	16.35	INTERNAL
7	DIVISORIO_10	12.60	INTERNAL
8	DIVISORIO_30	16.80	INTERNAL

wall type: ESTERNO  
area: 34.44 m<sup>2</sup> incl. windows  
category: EXTERNAL  
geosurf: 0 3  
wall gain: 0 kJ/h  
orientation: EAST NORTH  
view fac. to sky: 0.5

Windows

Surf	Type	Area	Category	U-Value	g-Value
25	INS2_AR_1	1.95	EXTERNAL	1.4	0.588
41	INS3_XE_2	3.96	EXTERNAL	0.4	0.408

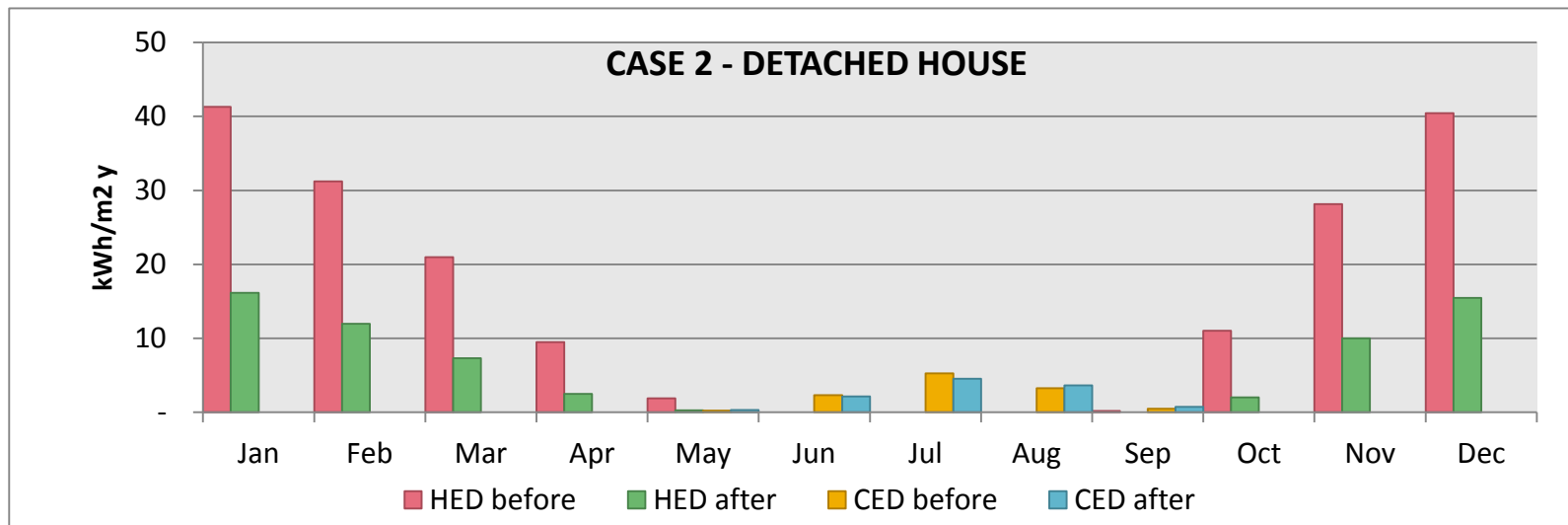
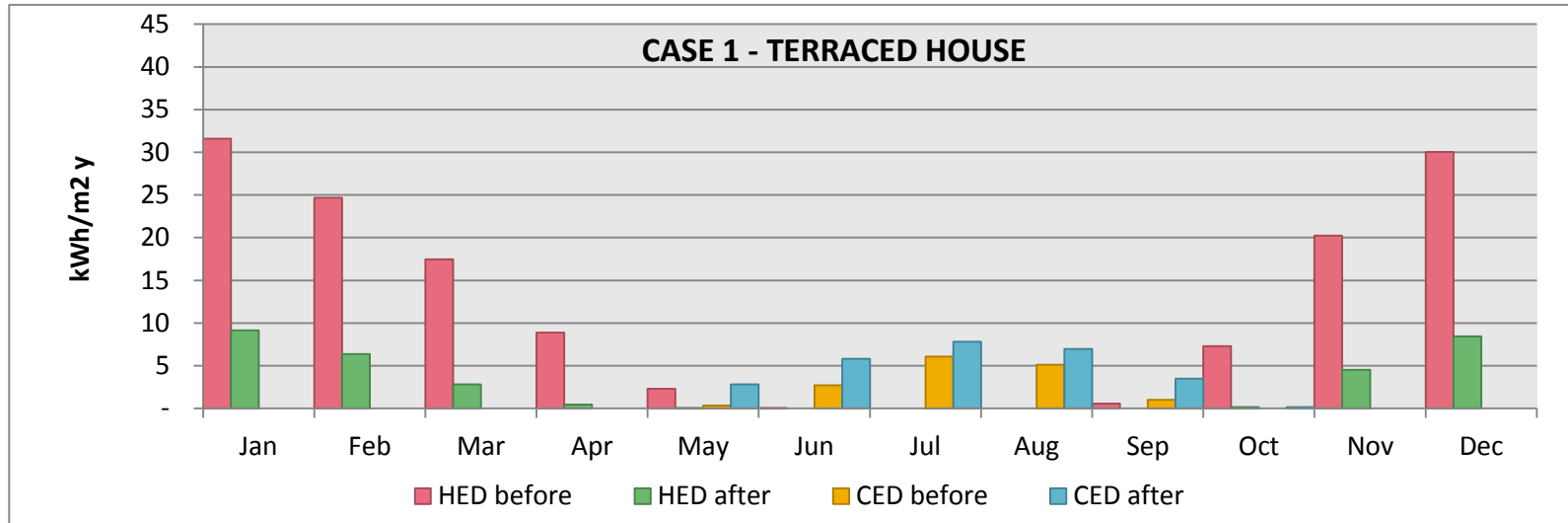
window type: INS2\_AR\_1  
area: 1.95 m<sup>2</sup>  
category: EXTERNAL  
geosurf: 0 25  
gain: 0 kJ/h  
orientation: EAST NORTH  
view fac. to sky: 0.5  
internal shad. factor: 0

## Interventi sull'involucro – Azioni valutate per la riqualificazione

ACTION 0	ANTE W56	pre-retrofit state single glazed windows ( U-value 5.6 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.855)
ACTION 1	ANTE W28	none insulation double glazed windows (U-value 2.8 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.755)
ACTION 2	ANTE W14	none insulation double glazed windows (U-value 1.4 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.589)
ACTION 3	RETROFIT 6 noW	insulation with 6 cm of polystyrene (0.036 W/m <sup>2</sup> K). Single glazed windows ( U-value 5.6 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.855)
ACTION 4	RETROFIT 6	insulation with 6 cm of polystyrene (0.036 W/m <sup>2</sup> K). double glazed windows (U-value 1.4 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.589)
ACTION 5	RETROFIT 8	insulation with 8 cm of polystyrene (0.036 W/m <sup>2</sup> K). double glazed windows (U-value 1.4 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.589)
ACTION 6	RETROFIT 10	insulation with 10 cm of polystyrene (0.036 W/m <sup>2</sup> K) double glazed windows (U-value 1.4 [W/m <sup>2</sup> K]; g-factor 0.589)



## Retrofit soluzione 4 – condizioni climatiche di Budapest



## riqualificazione dell'involucro : CASE STUDY 2 – VENEZIA

### DETACHED HOUSE – VENICE

NET HEATED AREA		210.0 m <sup>2</sup>												
	ACTION 0		ACTION 1		ACTION 2		ACTION 3		ACTION 4		ACTION 5		ACTION 6	
	ANTE		ANTE		ANTE		RETROFIT		RETROFIT		RETROFIT		RETROFIT	
	W 56		W 28		W 14		6 no W		6		8		10	
Year	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C	H	C
kWh	179.4	13.0	161.2	14.1	153.4	13.3	97.4	15.6	67.8	16.4	59.6	17.0	53.8	17.5
m <sup>2</sup>			90%		86%		54%		38%		33%		30%	
Jan	40.6	-	36.8	-	35.1	-	23.5	-	17.1	-	15.3	-	14.0	-
Feb	30.6	-	27.6	-	26.3	-	17.4	-	12.5	-	11.1	-	10.1	-
Mar	20.3	-	18.0	-	17.1	-	10.7	-	7.1	-	6.1	-	5.4	-
Apr	8.8	-	7.4	-	7.1	-	3.7	-	1.9	-	1.5	-	1.2	-
May	1.6	0.3	1.3	0.4	1.3	0.4	0.4	0.5	0.1	0.8	0.1	0.9	0.0	1.0
Jun	-	2.6	-	2.8	-	2.7	-	3.0	-	3.5	-	3.7	-	3.8
Jul	-	5.8	-	6.2	-	5.8	-	6.3	-	6.2	-	6.2	-	6.2
Aug	-	3.7	-	4.0	-	3.8	-	4.9	-	4.9	-	5.1	-	5.2
Sep	0.1	0.5	0.0	0.6	0.0	0.6	-	0.9	-	1.0	-	1.1	-	1.2
Oct	10.3	-	9.0	-	8.6	-	3.9	-	2.0	-	1.5	-	1.2	0.0
Nov	27.4	-	24.9	-	23.6	-	15.0	-	10.6	-	9.3	-	8.4	-
Dec	39.7	-	36.1	-	34.4	-	22.7	-	16.5	-	14.7	-	13.5	-

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti mediante la riqualificazione dell'involucro come da azione 4 per tutti i casi studio nelle condizioni climatiche di Venezia

	HED before	HED after	CED before	CED after
	kWh/m <sup>2</sup> y	kWh/m <sup>2</sup> y	kWh/m <sup>2</sup> y	kWh/m <sup>2</sup> y
CASE 1 - terraced house	143.1	38.6 27%	15.3	25.3
CASE 2 - detached house	179.4	67.8 38%	13.0	16.4
CASE 3 - apartment house	99.0	30.0 30%	16.3	26.4
CASE 4 - apartment house	223.5	89.2 40%	4.2	13.2

## Step 2 Conclusioni

Una riqualificazione importante dell'involucro permette, per ogni soluzione proposta, di ridurre in modo importante il fabbisogni di energia per il riscaldamento dell'edificio.

Nelle condizioni climatiche di Venezia e considerando la soluzione 4, valutata come condizione media e ottimo tra costi, criticità e benefici, sono stati registrati i seguenti risultati:

Il fabbisogno annuo di energia per il riscaldamento è diminuito di circa :

- il 73% per il caso studio 1
- il 62% per il caso studio 2
- nei casi 3 e 4 sono state registrate riduzioni del fabbisogno pari al 70% e 60%

Al contrario i risultati ottenuti mostrano in ogni situazione un aumento, seppure variabile, dei fabbisogni di raffrescamento. Questa situazione è ben nota infatti il maggiore isolamento e la riduzione della permeabilità all'aria degli involucri rendono più difficile il raffrescamento passivo dovuto alle infiltrazioni d'aria nel periodo notturno.

## 5

## STEP 3: soluzioni efficienti per la generazione di energia per i servizi di riscaldamento, raffrescamento e per la preparazione di acqua calda sanitaria

Riqualificazione degli impianti tecnici per il riscaldamento, il raffrescamento, la generazione di ACS e installazione di un impianto di ventilazione meccanica controllata (VMC) con lo scopo di minimizzare i consumi di energia primaria.

### Sistemi valutati per la riqualificazione degli impianti tecnici:

#### Generazione di caldo/freddo:

- caldaia tradizionale gas
- caldaia a condensazione gas
- sistema solare termico
- pompa di calore aria-acqua
- pompa di calore acqua-acqua

#### Sistemi di emissione:

- radiatori
- fancoil
- sistemi radianti a pavimento

#### Qualità dell'aria

- ventilazione naturale
- ventilazione meccanica controllata (VMC)

## Integrated multienergy HVAC system - example

2000 l

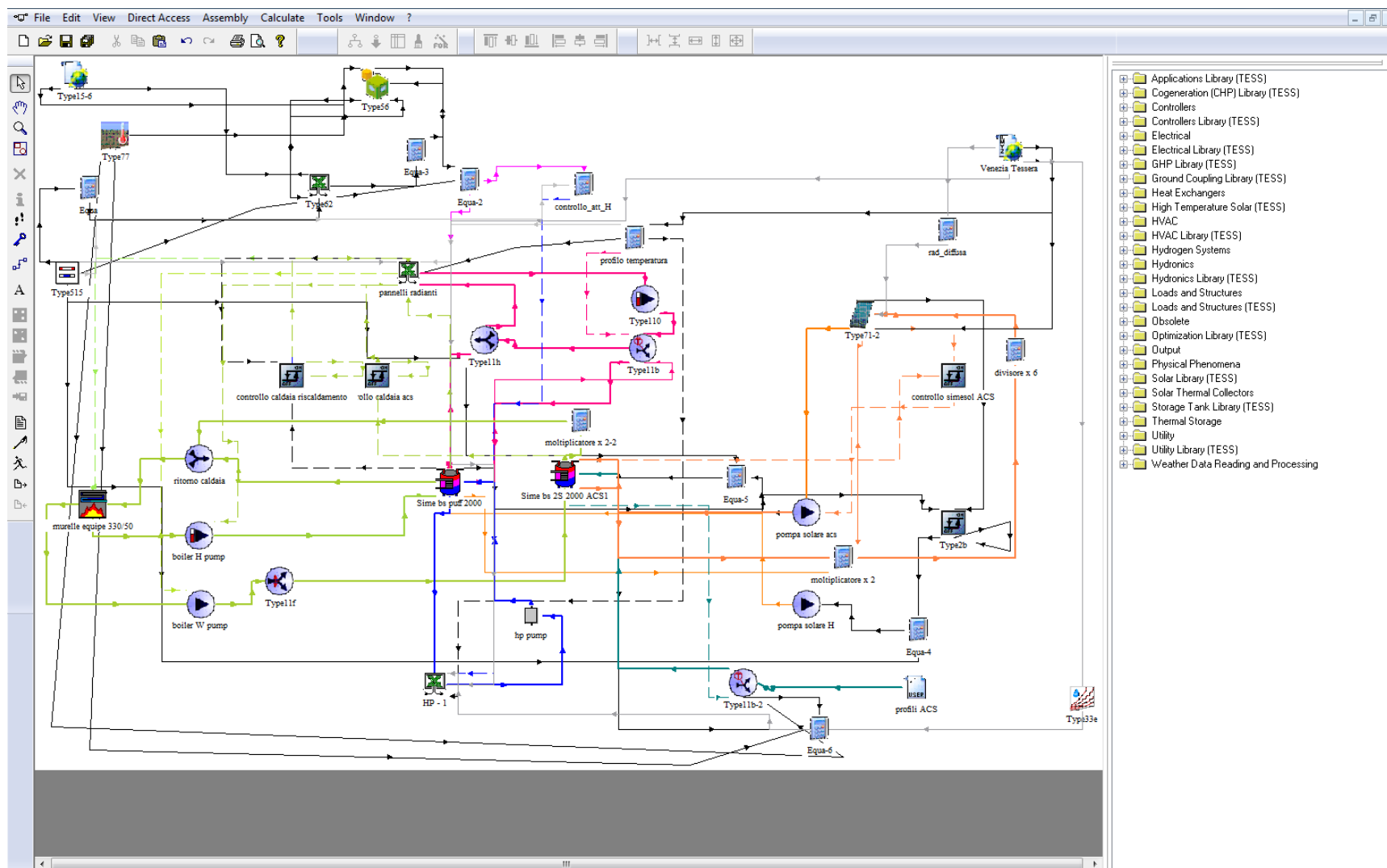
storage tank for the solar heating  
2000 l

connected

### Gas condensing boiler

3 modular elements, power output of 284 kW

Efficiency 98.2% (100%PLR)  
108% (30%PLR)



## HVAC: CASO STUDIO 2 – VENEZIA

CONFIGURATION 0	<b>regular</b> gas-fired <b>boiler</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>50%</b> efficiency), <b>radiators</b>	155.3 kWh, ep/m <sup>2</sup>
CONFIGURATION 1	<b>condensation</b> gas <b>boiler</b> , <b>air-water heat pump</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>90%</b> efficiency), <b>solar collectors</b> for DHW gneration, <b>radiant floor panels</b>	91.1 <b>- 41%</b>
CONFIGURATION 2	<b>condensation</b> gas <b>boiler</b> , <b>water-water heat pump</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>90%</b> efficiency), <b>solar collectors</b> for DHW gneration, <b>radiant floor panels</b>	74.7 <b>- 52%</b>
CONFIGURATION 3	<b>condensation</b> gas <b>boiler</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>90%</b> efficiency), <b>solar collectors</b> for DHW gneration, <b><u>fan coils</u></b>	126.1 <b>- 19%</b>
CONFIGURATION 4	<b>condensation</b> gas <b>boiler</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>90%</b> efficiency), <b>solar collectors</b> for DHW gneration, <b><u>radiators</u></b>	128.1 <b>- 18%</b>
CONFIGURATION 5	<b>pellet-fired boiler</b> , <b>VMC</b> with heat recovery ( <b>90%</b> efficiency), <b>solar collectors</b> for DHW gneration, <b><u>radiators</u></b>	47.9 <b>- 69%</b>



## Step 3 Conclusioni

I **sistemi integrati multienergia** rappresentano una **grande opportunità per la riduzione del fabbisogno di energia primaria**. Differenti sistemi di generazione fossile e rinnovabile si integrano e si combinano per soddisfare le esigenze dei vari servizi minimizzando l'energia primaria e favorendo le risorse rinnovabili, quando disponibili.

Sebbene i risultati registrati siano altamente variabili in funzione delle tecnologie, del fabbisogno netto e del clima considerato, tutte le soluzioni analizzate comportano **sempre un risparmio consistente rispetto al caso di confronto**.

I migliori risultati sono ottenuti con l'utilizzo di caldaie a condensazione integrate da pompe di calore condensate ad acqua, seguono le soluzioni con pompe di calore aria-aria.

La sostituzione della caldaia tradizionale con caldaie a condensazione mostra come i risultati siano simili nel caso si mantengano i precedenti radiatori gestiti a bassa temperatura o si sostituiscano con fancoil.

La massima riduzione di energia primaria si ottiene impiegando caldaie a pellet, ma ciò è dovuto al basso fattore di conversione della legna in energia primaria (0,3), legato ai consumi di fonti fossili nella filiera del legno, mentre l'energia propria della biomassa è considerata interamente rinnovabile.

Sistemi solari termici sono stati considerati in ogni soluzione solo per la generazione di ACS. La scelta di non integrare il fabbisogno di riscaldamento è legata a considerazioni tecniche, esperienze precedenti e alla volontà di raggiungere un ottimo costi-benefici. Ogni soluzione analizzata copre il 50% dei fabbisogni di ACS come indicato dalla normativa Italiana. (Decreto 28 – sviluppo delle energie rinnovabili)

## 6

## CONCLUSIONI

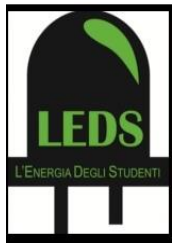
Sono possibili importanti riduzioni dei fabbisogni di energia primaria intervenendo prima sull'involucro e poi sugli impianti tecnici.

Retrofit dell'involucro edilizio:

- sostituzione dei serramenti → 14 - 40% riduzione del fabbisogno termico
- isolamento involucro (azione 3) → 42 - 68% riduzione del fabbisogno termico
- soluzione più performante (azione 6) → 60 - 80% riduzione del fabbisogno termico

La riqualificazione degli impianti tecnici per mezzo di sistemi integrati multienergia:

- si ottiene sempre una riduzione del fabbisogno di energia primaria
- le soluzioni condensate ad acqua sono preferibili alle soluzioni ad aria
- radiatori bassa temperatura o fancoil hanno le stesse prestazioni se abbinati ad una caldaia a condensazione
- le caldaie a pellet realizzano il minimo fabbisogno di energia primaria (coeff. di conversione favorevole)



**LEDS Padova**  
L'energia degli studenti



**Dipartimento di Ingegneria Industriale**  
Università degli Studi di Padova

**Grazie per l'attenzione**

**qualche domanda**

