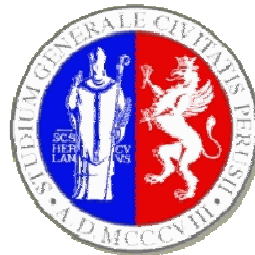


smart village *in tour*

PERUGIA, 13 marzo 2013

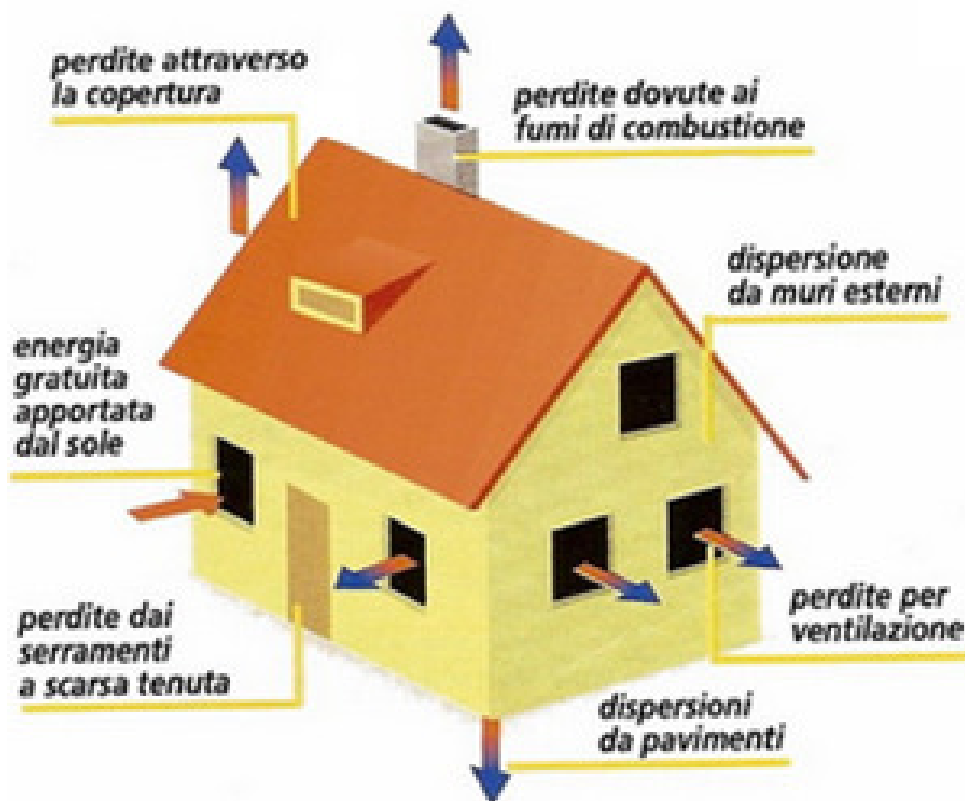
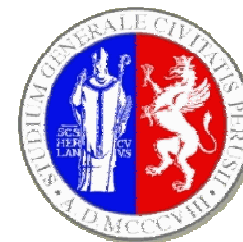
Casa passiva: un metodo di progettazione e non uno standard

Umberto Desideri, Emanuele Aloisi



Università degli Studi di Perugia – Dipartimento di Ingegneria (Industriale)

Bilancio energetico di una casa



CASA PASSIVA



< 15kWh/m²anno

< 30kWh/m² anno

< 50kWh/m² anno

< 70kWh/m² anno

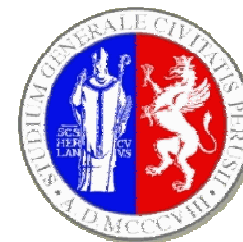
< 90kWh/m² anno

< 120kWh/m² anno

< 160kWh/m² anno

> 160kWh/m² anno

Differenze di prestazioni energetiche



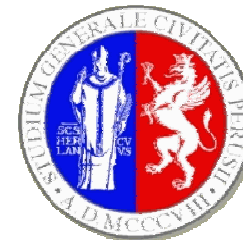
EDIFICIO CONVENZIONALE italiano (dati ENEA) 200 m² di superficie abitabile	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	175 KWh/ m ² a	68%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	25 KWh/ m ² a	12%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	20KWh/ m ² a	20%
	CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO	220KWh/ m²a	100%
EDIFICIO LOW ENERGY con 185 m² di superficie abitabile	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	59 KWh/ m ² a	69%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	11 KWh/ m ² a	12%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	16 KWh/ m ² a	19%
	CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO	86 KWh/ m²a	100%
EDIFICIO PASSIVO con 185 m² di superficie abitabile	CONSUMO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO	15 KWh/ m ² a	36%
	CONSUMO ENERGETICO PER PRODUZIONE DI ACQUA CALDA	11 KWh/ m ² a	26%
	CONSUMO ENERGETICO PER ILLUMINAZIONE E CUCINA	16 KWh/ m ² a	38%
	CONSUMO ENERGETICO COMPLESSIVO	42 KWh/ m²a	100%

EPI 47

EPacs 3,5

EPill 16

Cosa è una casa passiva

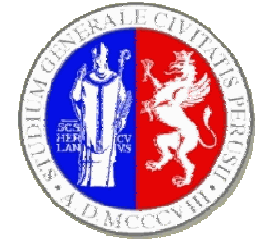


Una casa passiva rappresenta una tipologia edilizia che assicura il benessere termico senza alcun impianto di riscaldamento "convenzionale" ed è detta passiva perché la somma degli apporti passivi di calore dell'irraggiamento solare trasmessi dalle finestre e il calore generato internamente all'edificio da elettrodomestici e dagli occupanti stessi sono sufficienti a compensare le perdite dell'involucro durante la stagione fredda.

*Il concetto di casa passiva (Passivhaus) è stato ideato nel 1988 da **Wolfgang Feist**, fondatore e direttore del Passivhaus-Institut Darmstadt (Germania), e da **Bo Adamson** dell'Università Lund (Svezia). Il primo edificio passivo è stato costruito nel 1991 a Dramstadt-Kranichstein ed è caratterizzato da un fabbisogno energetico medio attorno ai 10 kWh/m²anno.*

Alla luce dei risultati ottenuti, questa tipologia edilizia si è diffusa in tutto il mondo, anche se bisogna affermare che il maggior numero di case passive, pari a circa 32000 (maggio 2011), è stato realizzato negli stati dell'Europa centro settentrionale.

Requisiti delle case passive



Requisiti progettuali e costruttivi:

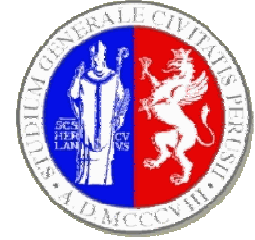
- fabbisogno energetico specifico
- forma, orientamento, disposizione dei locali e consumi elettrici
- involucro e finestre
- impianti
- comfort

Evoluzione per il clima mediterraneo:

- fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento
- involucro e finestre
- comfort

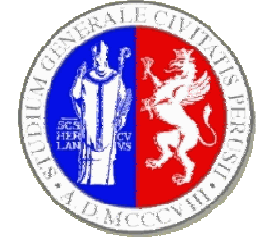
REQUISITI		
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento		≤15 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento		≤120 kWh/(m ² a)
REQUISITI		
Trasmittanza	Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	≤15 kWh/(m ² a)
Trasmittanza	Fabbisogno energetico specifico primario totale	≤120 kWh/(m ² a)
Trasmittanza	Trasmittanza termica involucro opaco	<0,15 W/(m ² K)
Fattore solare	Trasmittanza termica serramento	<0,80 W/(m ² K)
Tenuta all'aria	Trasmittanza termica serramento montato	<0,85 W/(m ² K)
Assenza di ponti termici	Fattore solare finestre	>0,50
Rendimento	Tenuta all'aria n50 (Blower-Door-Test)	≤0,60 vol/h
Temperatura	Assenza di ponti termici (ψ = lineare)	≤0,01 W/(mK)
	Rendimento recuperatore di calore	≥ 80 %
	Temperatura operativa invernale	20 °C
REQUISITI AGGIUNTIVI		
Fabbisogno energetico	Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	≤15 kWh/(m ² a)
Temperatura	Tenuta all'aria n50 (Blower-Door-Test)	fino a 1 vol/h
	Temperatura operativa estiva	26 °C

Caso in studio

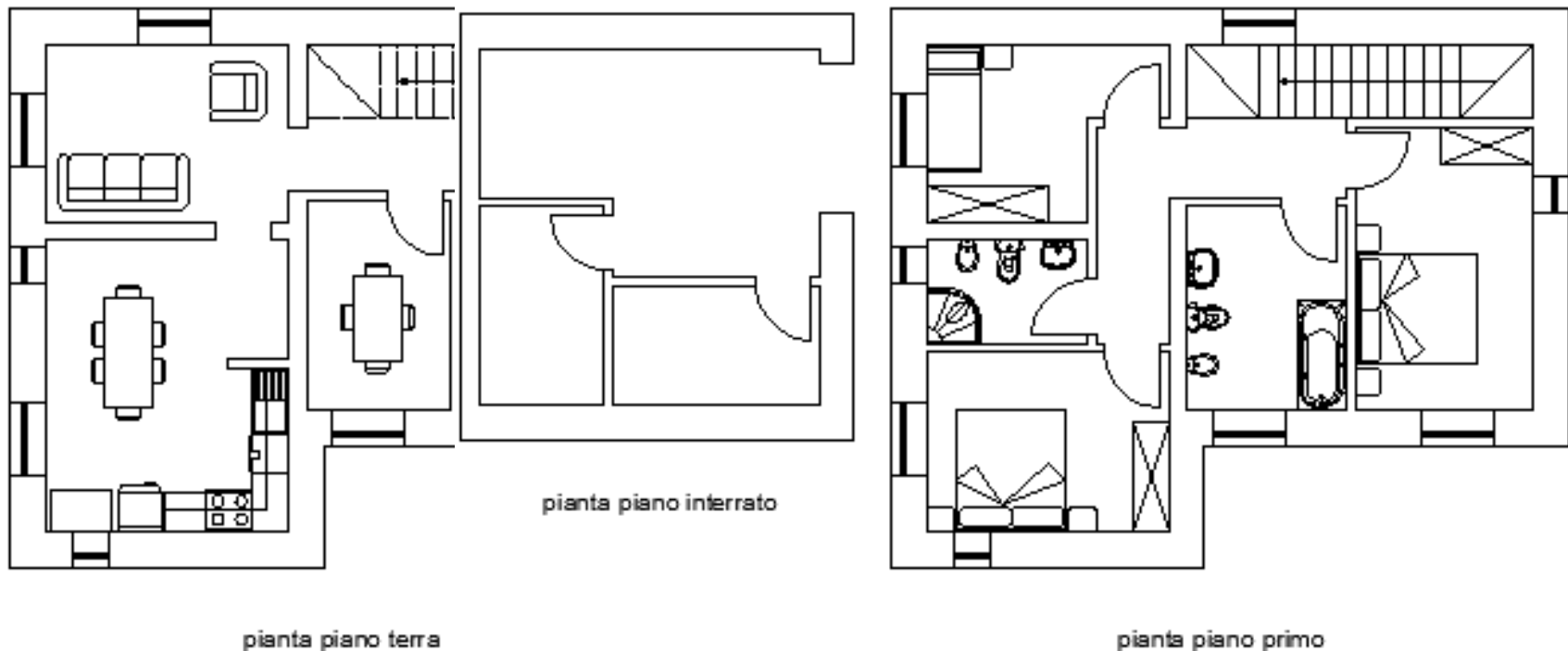


- Progettare una *casa passiva unifamiliare* con le caratteristiche tipiche dell'edilizia italiana che vada bene per i diversi climi italiani.
- Modellazione in *regime dinamico* della casa progettata utilizzando il programma *Trnsys*.
- Valutazione delle *prestazioni energetiche* della casa in esame in differenti zone climatiche italiane mediante l'analisi delle *simulazioni* effettuate.

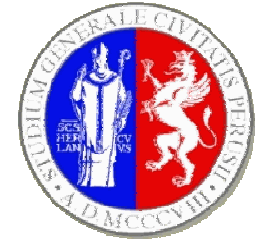
Una casa passiva monofamiliare



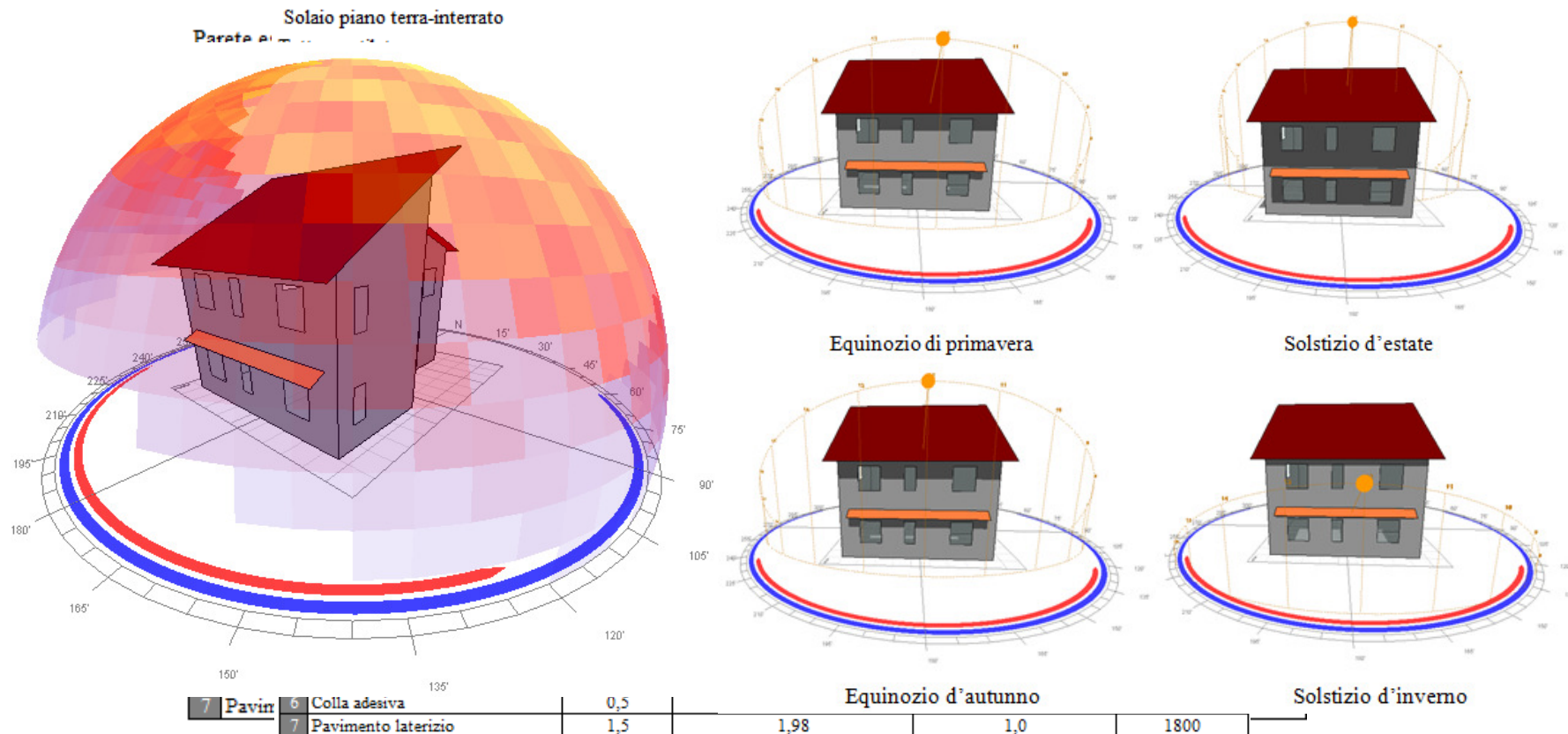
La prima fase è rappresentata dalla progettazione architettonica dell'edificio in esame tenendo conto dei requisiti prima esposti e dei limiti strutturali imposti dalla normativa vigente (NTC 2008).

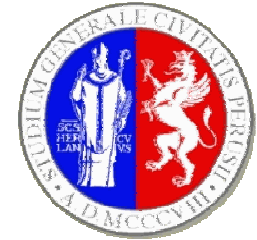


Una casa passiva monofamiliare



Sono stati poi scelti i pacchetti strutturali e il tipo di finestre, valutando anche il contributo alla riduzione dell'irradiazione solare degli aggetti posti sopra le finestre mediante il software Ecotect Analysis 2010.





Trnsys, acronimo di “TRaNsient System Symulation”, è una piattaforma completa e flessibile che consente la simulazione dinamica di vari sistemi, inclusi edifici multizona.

È stato impiegato perché grazie alle simulazioni dinamiche è possibile ricreare il comportamento energetico del sistema edificio-impianti prendendo in considerazione sia le oscillazioni delle condizioni interne sia le fluttuazioni delle condizioni climatiche.

Il metodo risolutivo di questo programma è quello delle funzioni di trasferimento.

Per il calcolo del fabbisogno energetico si usa un bilancio termico orario che tiene conto degli effetti di accumulo e rilascio termico dei componenti edilizi opachi dell'edificio



T e RH aria esterna di Roma da Trnsys.

Metodologia di calcolo



*I dati di input per lo studio di una casa passiva sono quelli **meteorologici** in quanto la radiazione solare rappresenta la fonte principale per il riscaldamento.*

*Per l'inserimento nel nostro modello è stato impiegato il Type che legge i dati (orari) meteo della città desiderata da un file .tm2. Questi sono ottenuti mediando i dati di stazioni meteo relativi agli anni 1961-1990 e forniti dal programma **Meteonorm**.*

I valori assunti per la durata (cioè l'intervallo temporale) della simulazione e per lo step temporale sono rispettivamente:

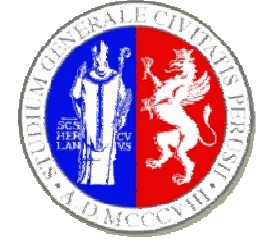
- *un **anno**, cioè da 0 a 8760 ore*
- *un' **ora***

Le simulazioni eseguite, come già detto, sono servite per valutare le prestazioni energetiche della casa passiva unifamiliare oggetto del seguente lavoro.

Esse riguardano:

- *il calcolo della **temperatura** dell'aria all'interno delle zone termiche*
- *il calcolo della **domanda di energia** per il riscaldamento e raffrescamento delle stesse zone*

Metodologia di calcolo



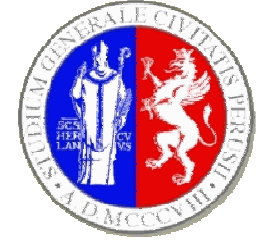
Queste grandezze sono state valutate per le tre città italiane prese in esame, cioè:

- Roma
- Palermo
- Bologna

*Infine è necessario dire che le **grandezze che influenzano** di più le prestazioni energetiche di questa tipologia di casa sono: la percentuale del volume totale di aria interna che viene cambiata in un'ora, il funzionamento dello scambiatore di calore e in maniera minore lo spessore dell'isolante e la lunghezza del tubo interrato che pretratta l'aria in ingresso.*

Queste, saranno ottimizzate di volta in volta nelle varie simulazioni al fine di raggiungere i requisiti previsti per lo standard Passivhaus.

Roma



La prima città considerata è Roma con un clima mediterraneo, mite e confortevole. Essa secondo la classificazione climatica del territorio appartiene alla zona D.

Per il calcolo della temperatura dell'aria interna di ciascuna zona, si sono assunti come valori iniziali una temperatura di 20° C e un'umidità relativa del 50%.

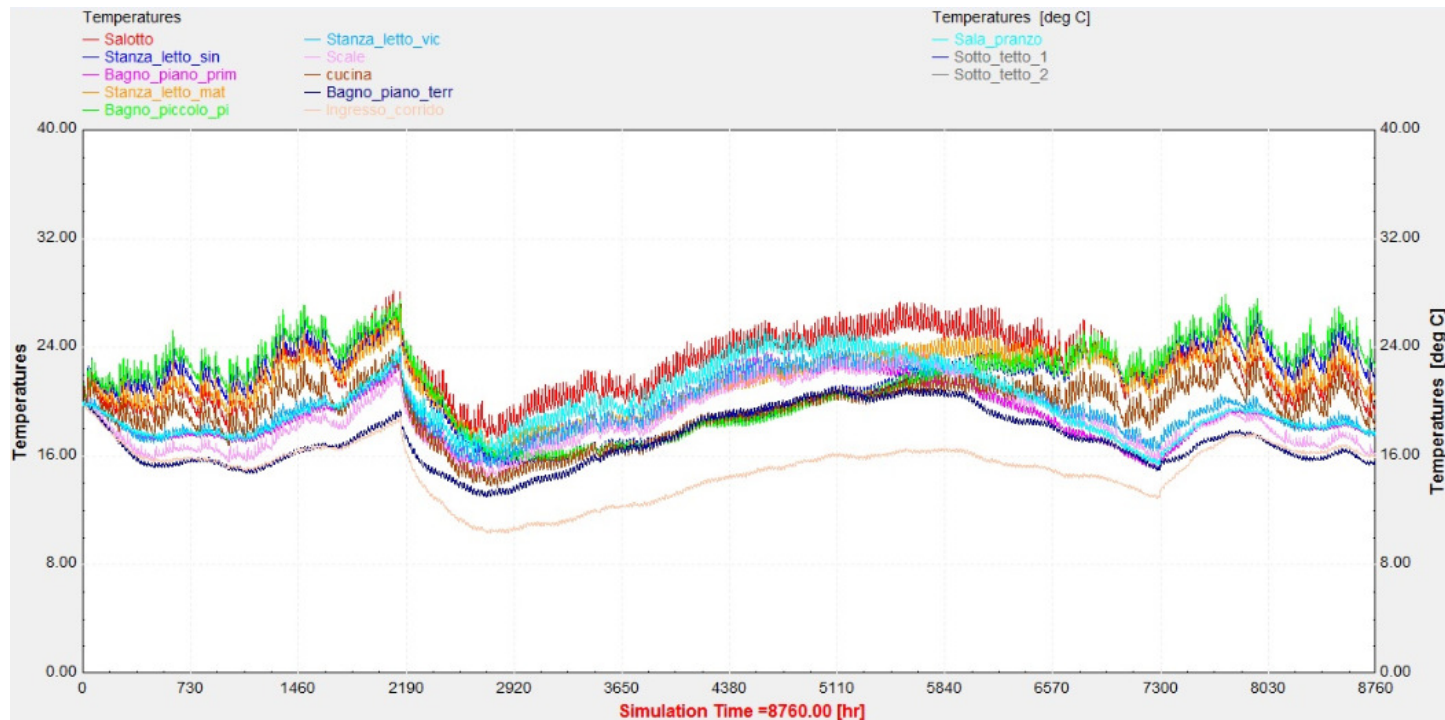
Per calcolare invece la domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento delle zone si è assunta una temperatura di set point pari a 20° C per il periodo invernale e 26° C per il periodo estivo.

Queste condizioni sono state considerate per tutte e tre le città prese in esame. Invece come detto prima sono stati ottimizzati sia la ventilazione che il funzionamento dello scambiatore di calore.



Temperatura dell'aria interna:

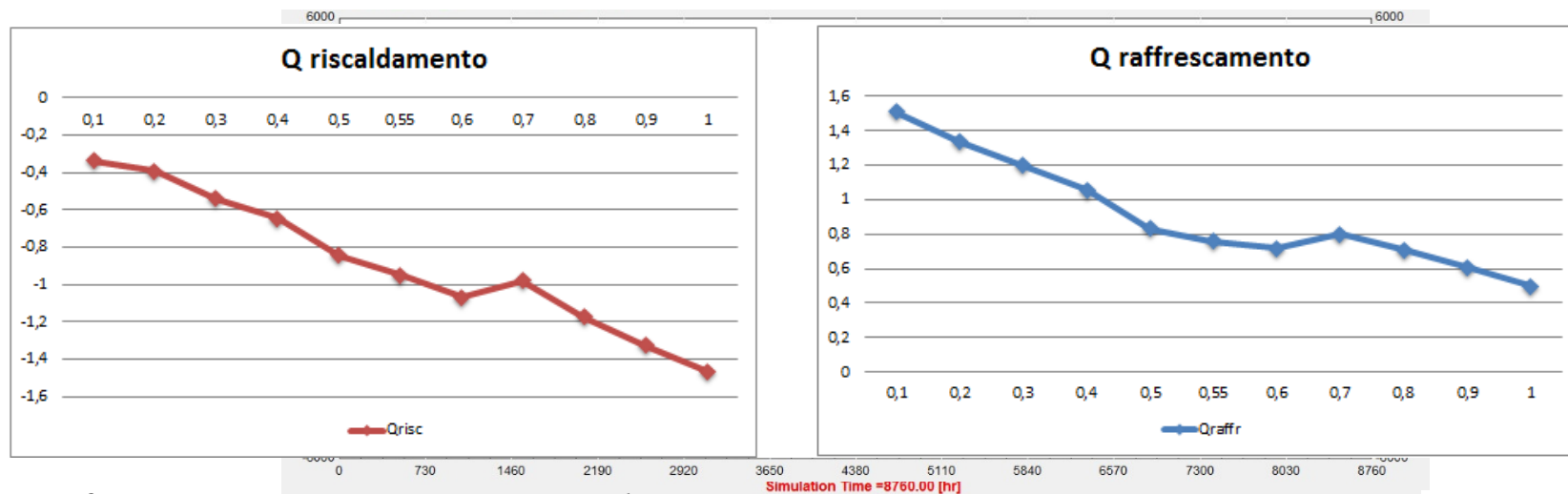
Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-marzo
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18





Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento:

Prove	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ventilazione	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,55	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Funzionamento scambiatore di calore	dic-feb	dic-feb	dic-feb	dic-feb	dic-feb	dic-feb	dic-feb	dic-feb	nov-mar	nov-mar	nov-mar
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre	sempre
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18



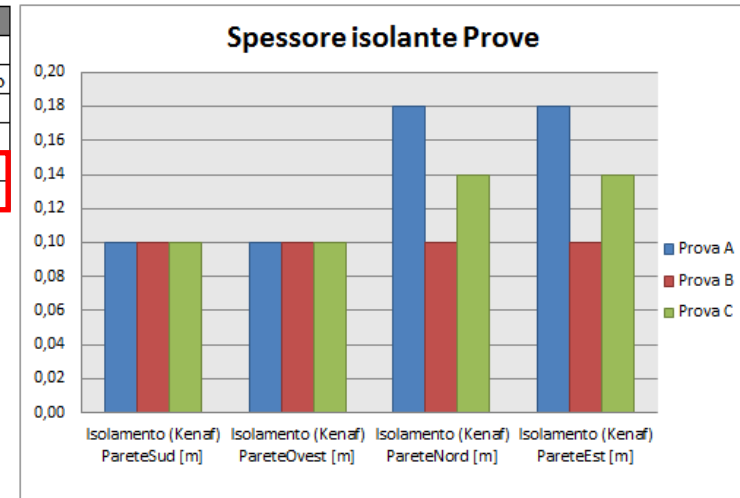
Confronto con casa convenzionale:

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	18,83 kWh	1,5 kWh
Domanda di raffrescamento	4,24 kWh	1,5 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	152,29 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	6,41 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)

Influenza dello spessore dell'isolante:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,55	0,55	0,55
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre	sempre	sempre
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	10	10	10
Isolamento parete nord e est [cm]	18	10	14

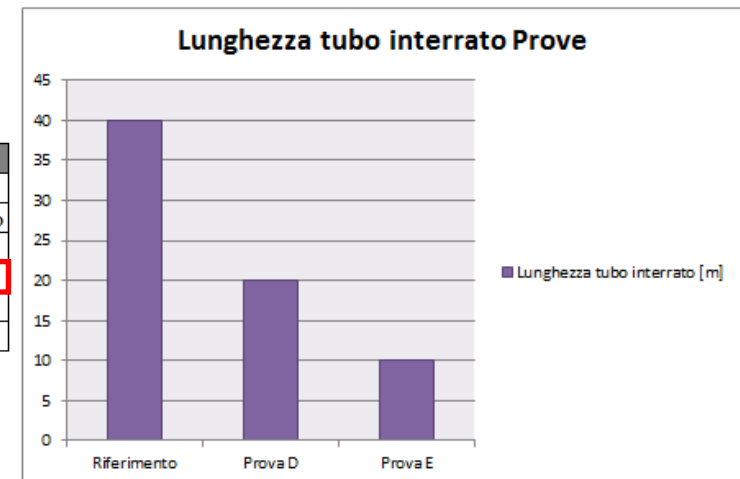
Prova	Q riscaldamento	U.M.	Q raffrescamento	U.M.
Prova 1	-1,081486693	KW*hr	0,691659376	KW*hr
Prova 3	-1,115088925	KW*hr	0,686148343	KW*hr
Prova 2	-1,154847349	KW*hr	0,677824343	KW*hr



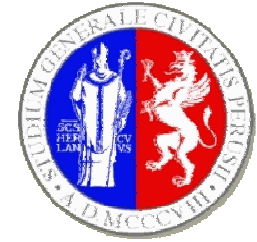
Influenza della lunghezza del tubo interrato:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,55	0,55	0,55
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio
Periodo accensione riscaldamento-raffrescamento	sempre	sempre	sempre
Lunghezza tubo interrato [m]	40	20	10
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

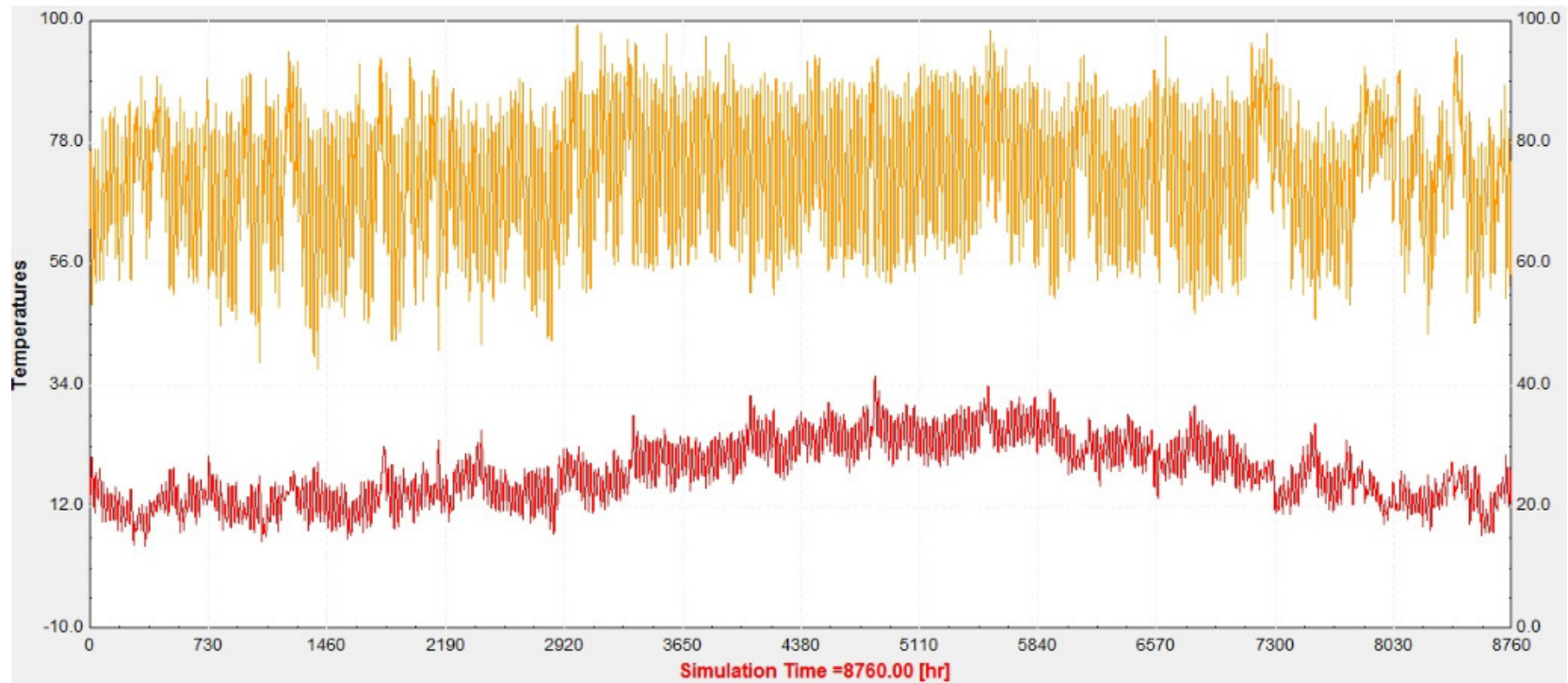
Prova	Q riscaldamento	U.M.	Q raffrescamento	U.M.
Riferimento	-0,95	KW*hr	0,76	KW*hr
Prova 2	-0,94	KW*hr	0,79	KW*hr
Prova 3	-0,91	KW*hr	0,99	KW*hr



Palermo

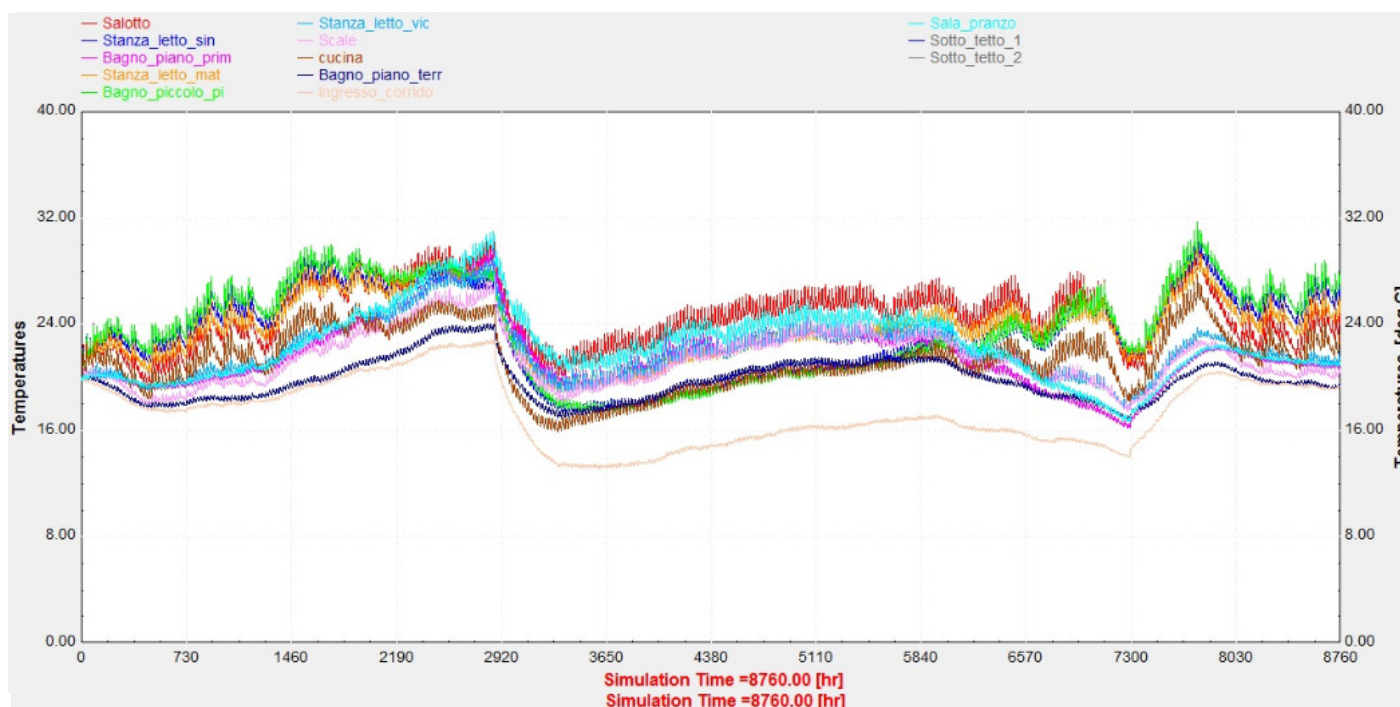


La seconda città considerata è Palermo, caratterizzata da estati aride e calde, stagioni intermedie con temperature miti e inverni freschi con temperature raramente sotto lo zero. Essa appartiene alla zona B della classificazione climatica del territorio italiano.



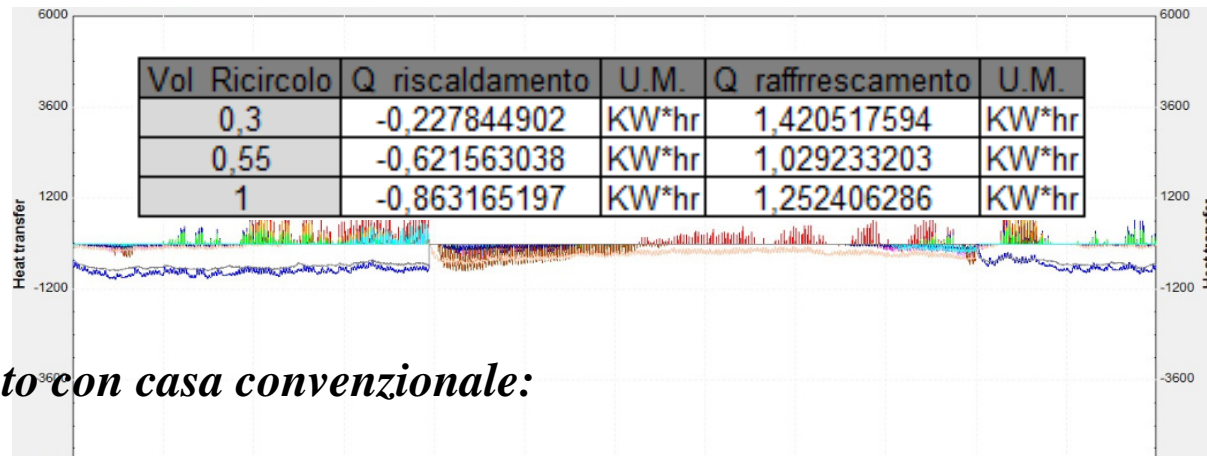
Temperatura dell'aria interna:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-aprile
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18



Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento sono le stesse usate per valutare la temperatura dell'aria interna considerando però l'impianto di riscaldamento e raffrescamento funzionante tutto l'anno.

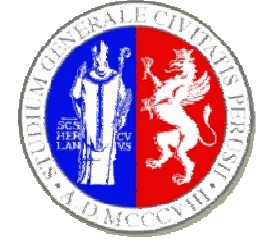
Prove	0,3	0,55	1
Ventilazione	dicembre-febbraio	dicembre-febbraio	novembre-aprile
Funzionamento scambiatore di calore			
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18



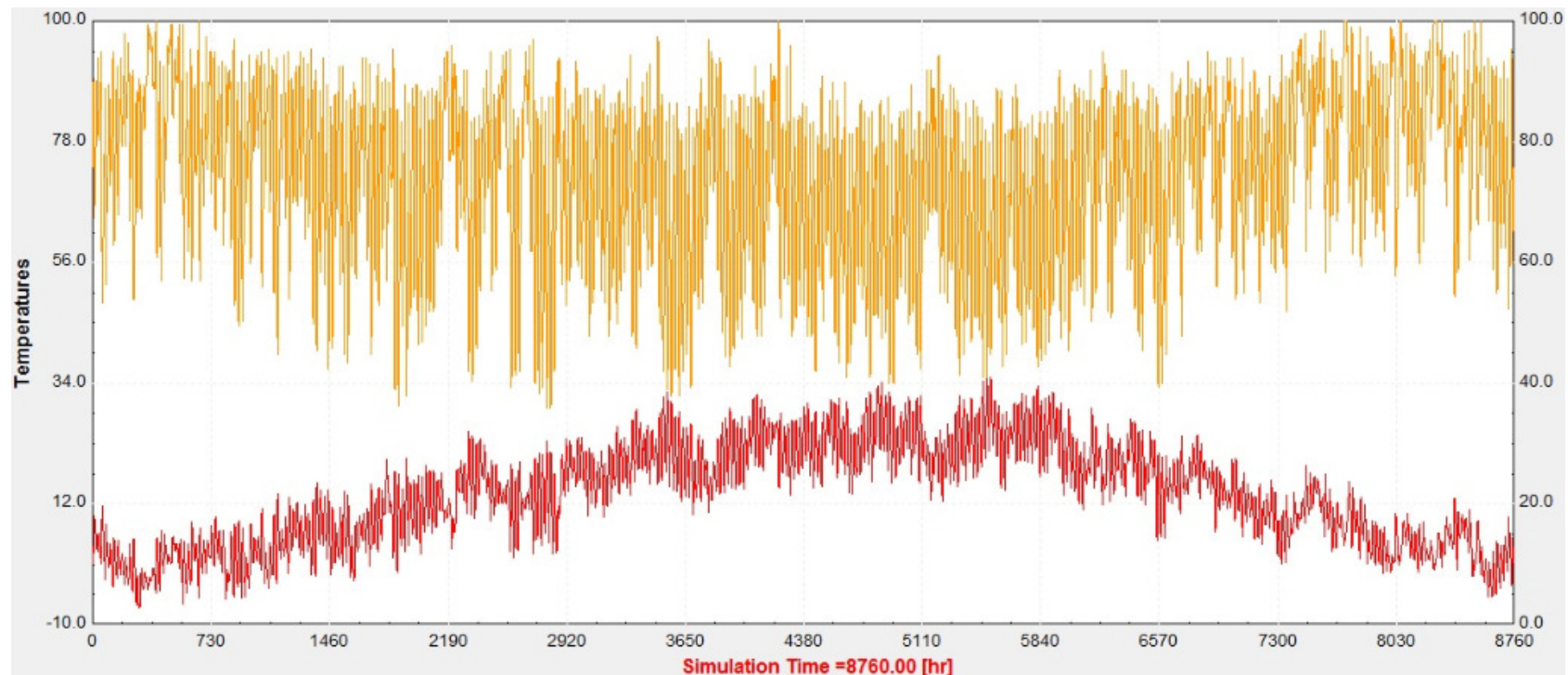
Confronto con casa convenzionale:

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	7,67 kWh	0,86 kWh
Domanda di raffrescamento	1,42 kWh	1,42 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	79,69 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	13,32 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)

Bologna

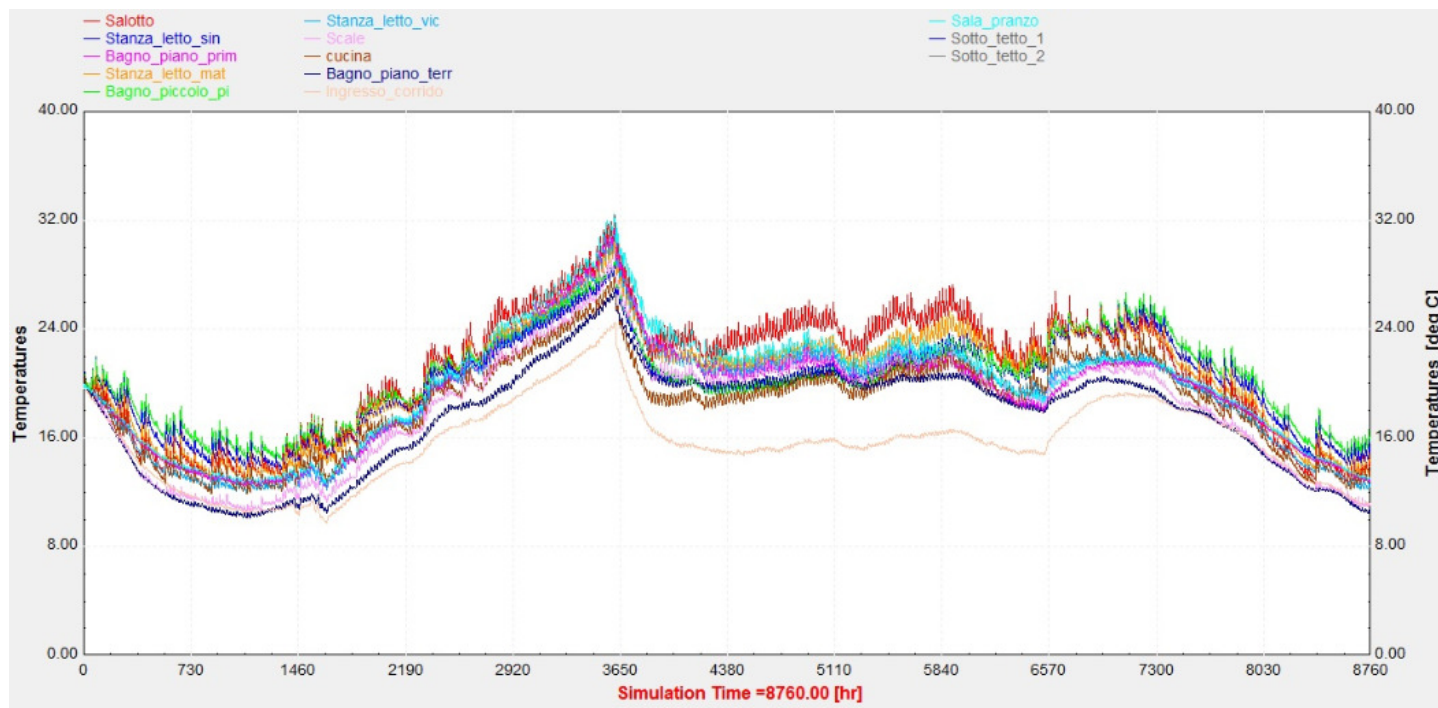


La terza e ultima città considerata è Bologna, caratterizzata da un clima continentale con inverni molto rigidi ed estati calde, che possono essere lunghe e siccitose. Essa appartiene alla zona E della classificazione climatica del territorio italiano.



Temperatura dell'aria interna:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	ottobre-maggio	ottobre-maggio
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

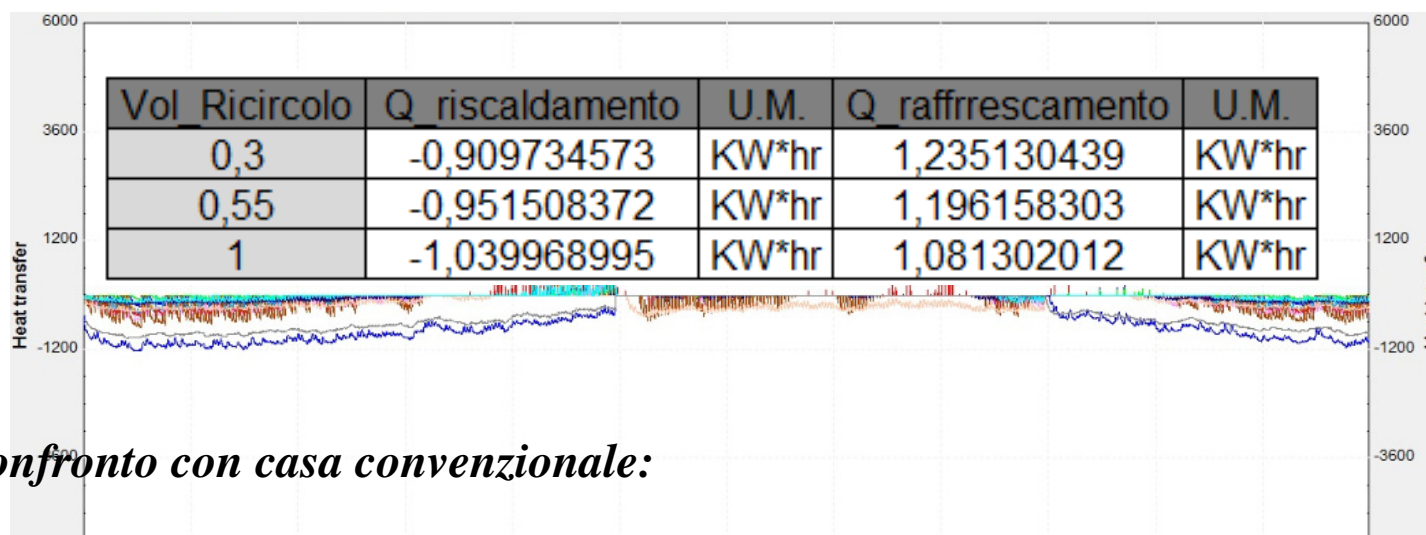


Domanda di energia per il riscaldamento e raffrescamento:

Prove	1	2	3
Ventilazione	0,3	0,55	1
Funzionamento scambiatore di calore	dicembre-febbraio	ottobre-maggio	ottobre-maggio
Lunghezza tubo interrato [m]	40	40	40
Isolamento parete sud e ovest [cm]	18	18	18
Isolamento parete nord e est [cm]	18	18	18

Le
inte
funz

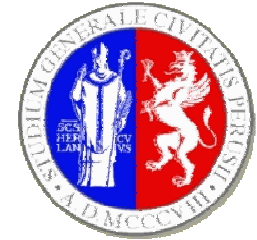
dell'aria
scamento



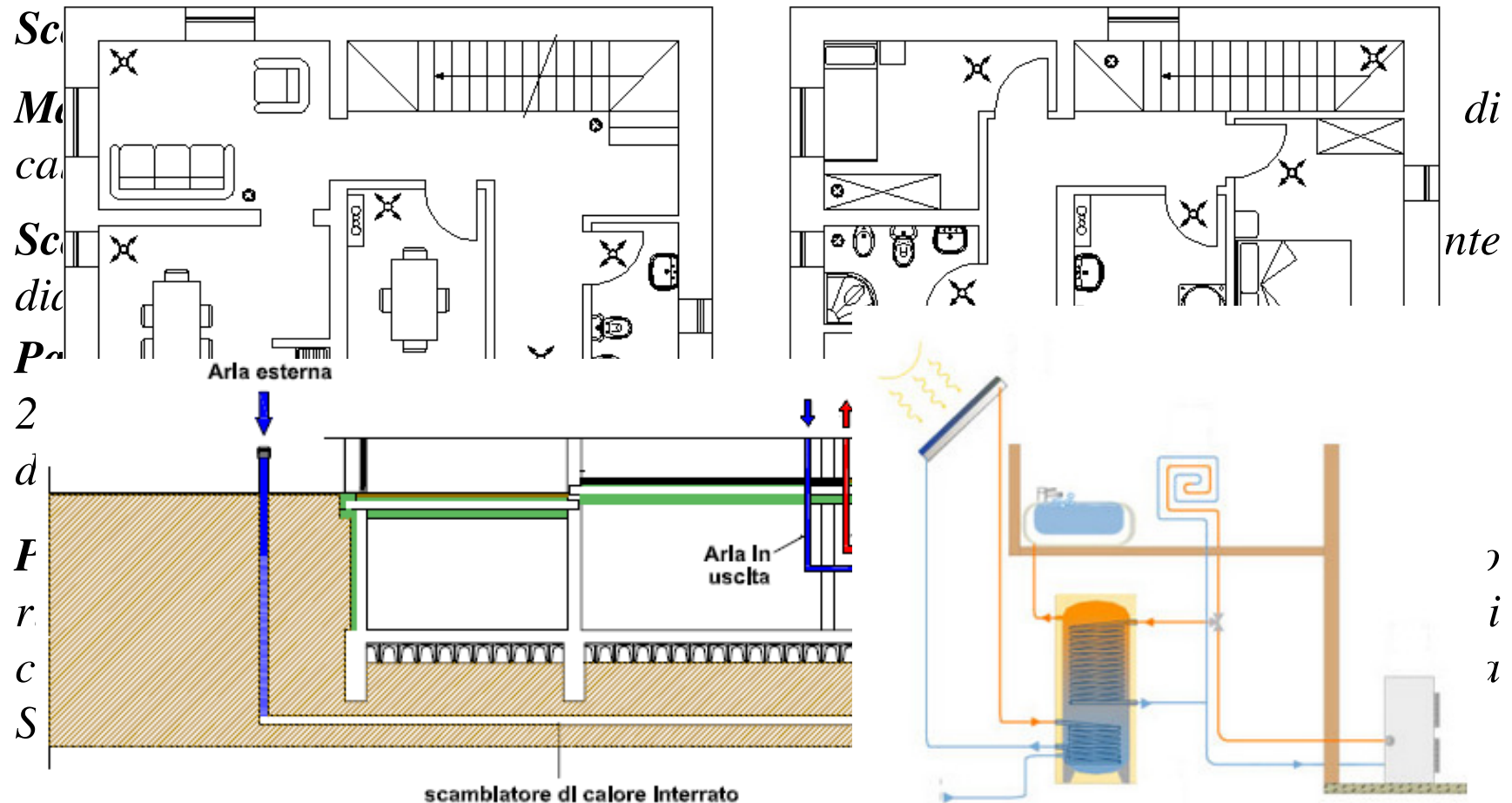
Confronto con casa convenzionale:

	Casa convenzionale	Casa passiva (valore max prove)
Domanda di riscaldamento	29,90 kWh	1,04 kWh
Domanda di raffrescamento	4,61 kWh	1,24 kWh
Fabbisogno energetico specifico per il riscaldamento	206,49 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)
Fabbisogno energetico specifico per il raffrescamento	7,22 kWh/(m ² a)	<15 kWh/(m ² a)

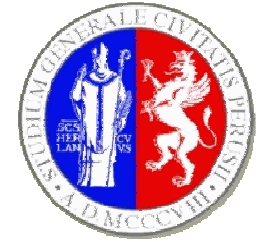
Impianti



Impianto di ventilazione meccanica: doppio sistema di canalizzazioni. In ogni stanza è prevista sia l'immissione che la ripresa dell'aria.

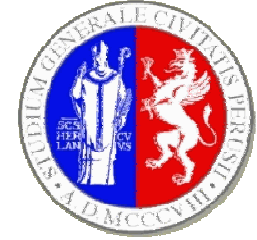


Conclusioni



- *Per raggiungere le condizioni di comfort (20° C in inverno e 26° C in estate) di una casa passiva in Italia oltre all'isolamento, ai ricambi d'aria e allo scambiatore di calore serve una macchina per il riscaldamento e raffrescamento.*
- *Sono stati ottenuti valori molto bassi (ottimizzando i componenti) del fabbisogno di energia per il riscaldamento e raffrescamento → pompa di calore.*
- *Influenza ridotta sulle prestazioni energetiche dello spessore dell'isolante delle pareti e della lunghezza del tubo interrato.*
- *Limiti standard Passivhaus per il clima italiano sui ricambi d'aria e sullo spessore dell'isolante meno restrittivi.*

Conclusioni



- *La progettazione di una casa passiva si deve basare su una metodologia con obiettivi prestazionali prefissati.*
- *Il progetto non deve essere una mera applicazione di normative e di regolamenti edilizi*
- *Non deve essere neppure un trasferimento di concetti e di criteri progettuali definiti per condizioni climatiche troppo diverse da quelle del sito in esame*

- *Torniamo a valutare le competenze dei progettisti e le loro capacità*

Grazie
per
l'attenzione

Ulteriori informazioni ?
umberto.desideri@unipg.it