

Soluzioni impiantistiche
di COMFORT
ENGINEERING per
edifici nZeb, CasaClima e
Passivhaus

Organizzato da
O.I.B.A. con la partecipazione di
EXRG Comfort Engineering

Ing. Ivo Cerboni

Progetto e direzione:

COS'È IL COMFORT

Nel gergo comune ci si limita ad una definizione troppo semplificata...

....*Una buona temperatura...*



....*Una buona umidità.....*



in letteratura scientifica invece il COMFORT è suddiviso in ben 22 categorie!



TERMICO

Temperatura dell'aria

Temperatura media radiante delle superfici

Velocità dell'aria

Umidità relativa dell'aria

ACUSTICO

Frequenza del livello sonoro

Riverbero ambientale



VISIVO

Illuminazione naturale

Illuminazione artificiale

Contrasto

Angolazione della luce

Distribuzione nell'ambiente abitativo

Grado colorimetrico

Schema colorimetrico

Rapporto visuale con l'esterno



OLFATTIVO

Concentrazione cattivi odori

Concentrazione CO₂

Concentrazione di gas...RADON!!!!

Concentrazione di polveri

ALTRO

Pressione dell'aria interna

Carica elettrostatica dell'aria interna

Tattile sensibile

La sfida!

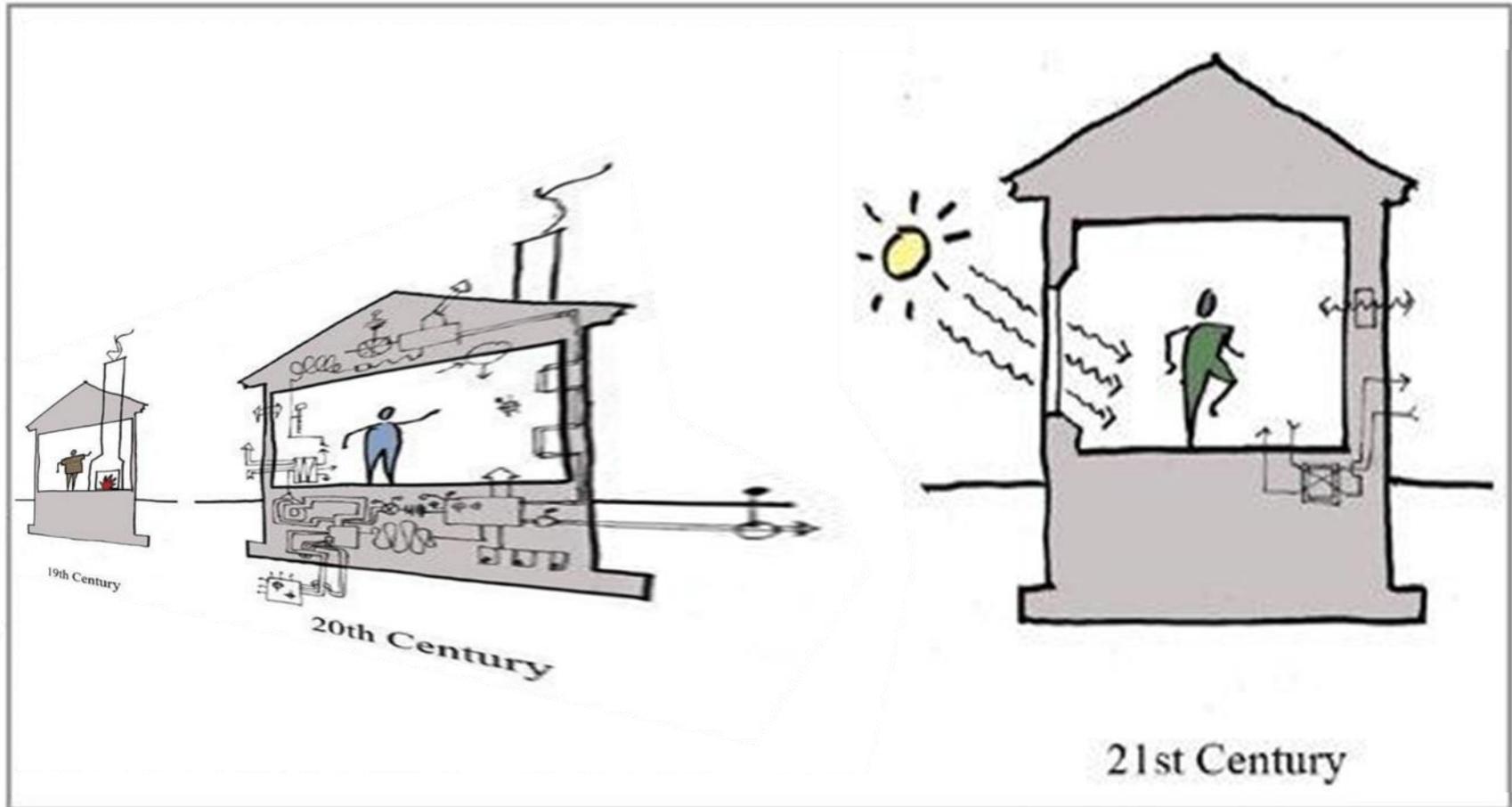


image source: Albert, Righter and Tittmann Architects

Ricercando una risposta concreta

Riscaldamento radiante?

Unico sistema di controllo?

Raffrescamento radiante?

Misura energetica?

Idonea produzione di acqua calda sanitaria?

Risposta termica veloce?

Semplice installazione?

Basso costo di installazione?





34 modi diversi, tutti italiani, di prendere un caffè al bar

e gli impianti?



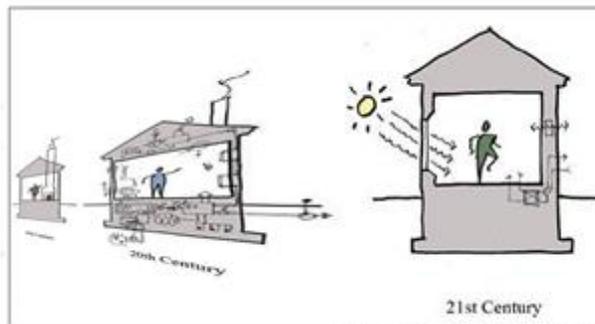
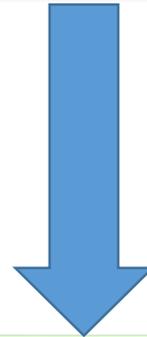


Image source: Albert, Righter and Titmann Architects

ENGINEERING vs COMFORT



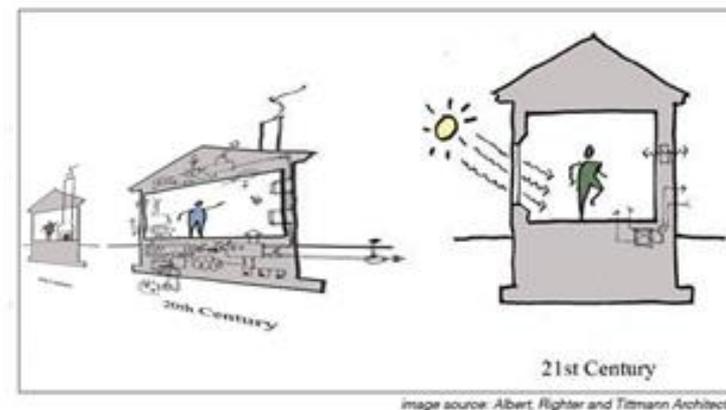
COMFORT & ENGINEERING

Le richieste....

alta/altissima qualità dell'aria.....

massimo recupero energetico per

riscaldare,raffrescare,deumidificare,acqua calda sanitaria



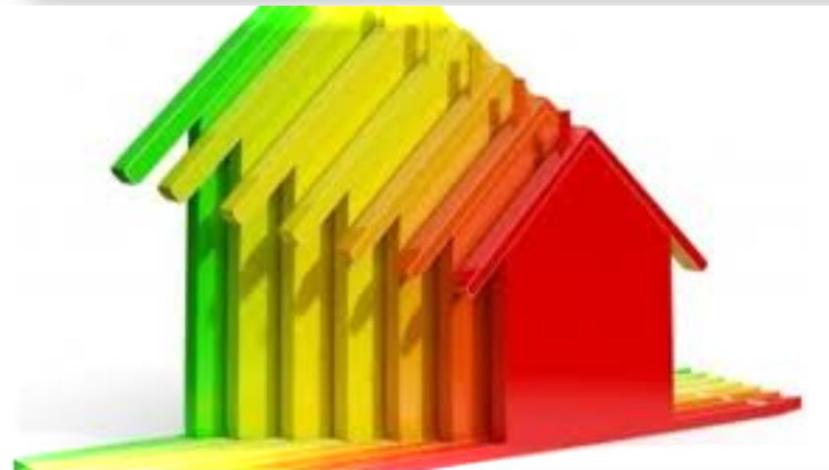
NEGLI EDIFICI nZEB SI POSSONO OTTENERE CON UN IMPIANTO AD ARIA

PERCHÉ QUINDI LA VMC?

Per la qualità
della vita
abitativa



Per la
sostenibilità
energetica



COS'È LA VMC??



La **ventilazione meccanica controllata** (VMC) è una tecnologia messa a punto specificatamente per poter garantire **il miglior comfort abitativo** negli edifici ad elevata prestazione energetica.

QUANTI DI VOI UTILIZZANO OGNI GIORNO LA VMC?

NESSUNO

METÀ

TUTTI



TUTTI!!!

MA DOVE?????

SAIE
BARI 24-26 Ottobre 2019



Provate a viaggiare con il ricircolo sempre attivato....



è la casa senza VMC!!!

Ricordiamo cosa è una VMC

**La ventilazione meccanica controllata è un
impianto che garantisce la SALUBRITÀ
ambientale**

**L'occasione è buona per recuperare SOLO
d'inverno il calore dell'aria calda e umida in
estrazione e cederlo all'aria fredda e secca esterna
di immissione**

NON VICEVERSA!

L'INVOLUCRO E GLI IMPIANTI

UN EDIFICIO STAGNO

Nelle nuove abitazioni e negli interventi di ristrutturazione con **l'introduzione di materiali isolanti nelle pareti e l'installazione di serramenti a tenuta stagna, prodotti e montati in modo che tutti gli spifferi vengano eliminati**, rappresentano un grande vantaggio dal punto di vista dell'eliminazione delle dispersioni termiche, ma al contempo **possono far insorgere problematiche legate al comfort abitativo**



SINDROME EDIFICIO MALATO

Venendo a mancare il ricambio dell'aria naturale all'interno dell'abitazione e la necessaria espulsione degli elementi inquinanti domestici **si creano problemi di condensa e muffe sulle pareti, nonché ristagno di gas e odori dovuti alla cottura dei cibi, di formaldeide e altre sostanze chimiche** emesse dagli arredi e dalla costruzione stessa. Queste condizioni portano a quella che viene ancora oggi definita come

sindrome dell'edificio malato

(Sick Building Syndrome).



INQUINAMENTO INDOOR LINEE GUIDA



S.O. 252 alla G.U. 276 del 27 novembre 2001, “Accordo tra il Ministero della salute, le Regioni e le province autonome sul documento concernente: **“Linee-guida per la tutela e la promozione della salute negli ambienti confinati”**”

Tavola 1

Valutazione quantitativa dell’impatto sulla salute della popolazione e dei costi diretti (in Lire) per l’assistenza sanitaria attribuibili ogni anno agli inquinanti indoor in Italia

<i>Inquinante</i>	<i>Malattia</i>	<i>Impatto sanitario</i>	<i>Costi diretti</i>
Allergeni (acari, muffe, forfore animali)	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>160.000 casi prevalenti / anno	>160 miliardi
Radon	Tumore del polmone	1.500- 6.000 decessi / anno	52-210 miliardi
Fumo di tabacco ambientale	Asma bronchiale (bambini/adolescenti)	>30.000 casi prevalenti/ anno	>30 miliardi
	Infezioni acute delle vie aeree sup. ed inf.	>50.000 nuovi casi / anno	non valutabile
	Tumore del polmone	>500 decessi / anno	>18 miliardi
	Infarto del miocardio	>900 decessi / anno	>15 miliardi
Benzene	Leucemia	36-190 casi/anno	1-7 miliardi
Monossido di carbonio (CO)	Intossicazione acuta da CO	>200 decessi / anno	1 miliardo

LA QUALITÀ DELL'ARIA INTERNA DEVE ESSERE PROGETTATA



aspetto riguardante la purezza

risultano necessarie adeguate **portate d'aria di rinnovo**

aspetto riguardante l'eccessiva umidità

risulta necessaria un'adeguata **ventilazione**

CONCENTRAZIONE DELL'ANIDRIDE CARBONICA

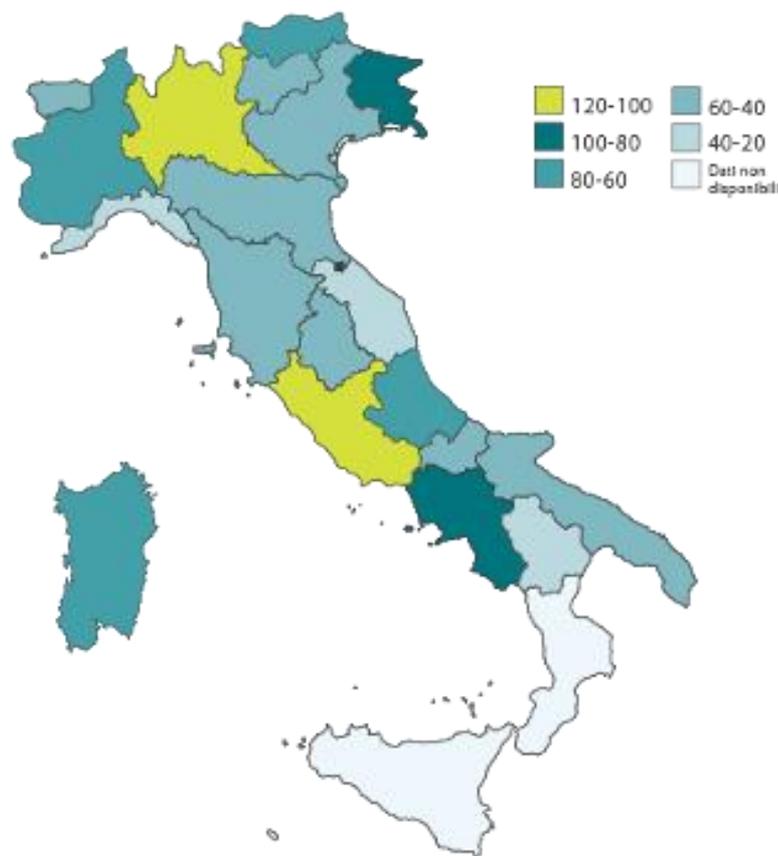
**risulta inadatta
per l'individuo
> 1.000 ppm**



CONCENTRAZIONE DI RADON

**risulta inadatta
per l'individuo in
ambiente chiuso
> 300 Bq/m³**

CONCENTRAZIONE
DI RADON (Bq/m⁻³)



CONCENTRAZIONE DI RADON IN PUGLIA

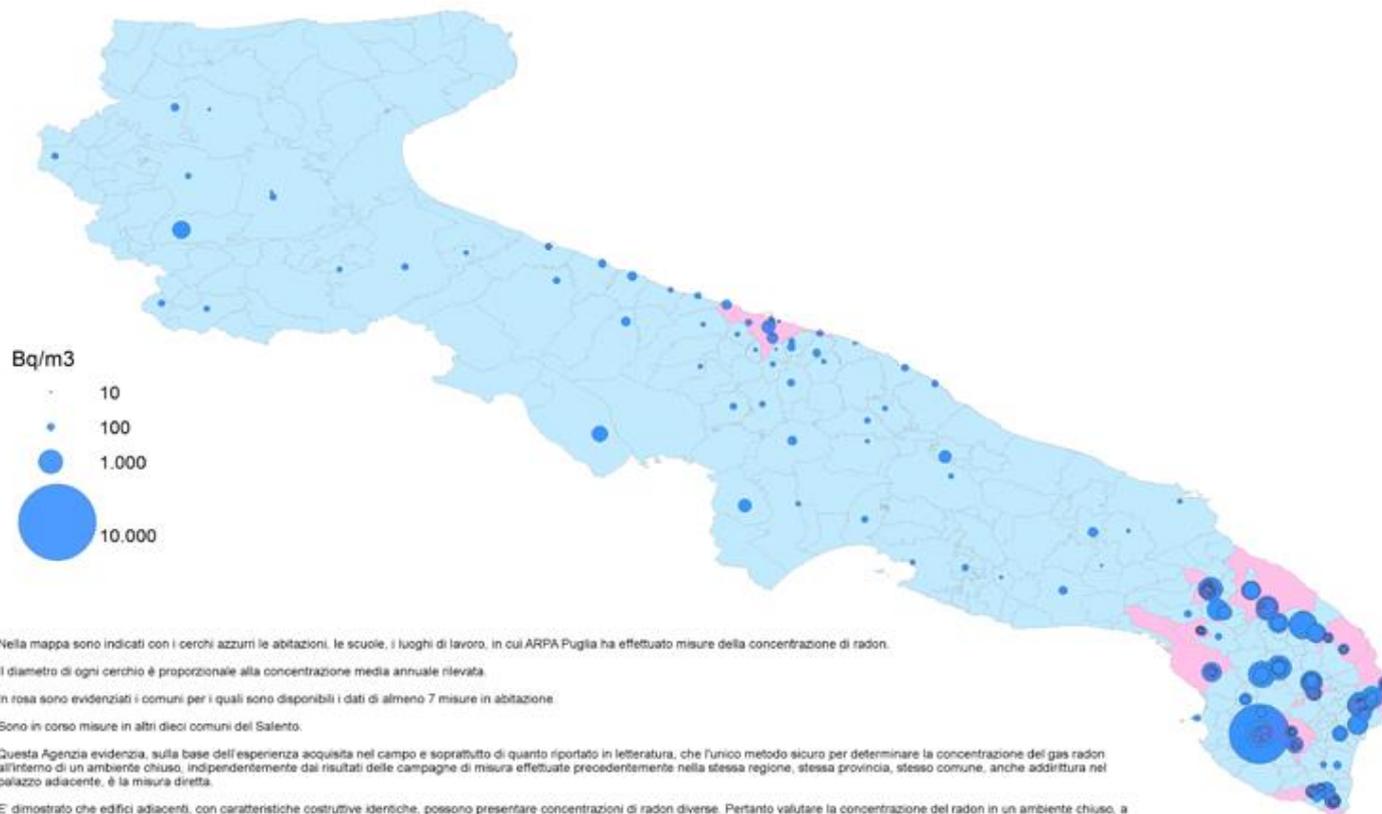


RADON - CONCENTRAZIONE MEDIA ANNUA

mapa aggiornata al 31.12.2014



1:1.500.000



Nella mappa sono indicati con i cerchi azzurri le abitazioni, le scuole, i luoghi di lavoro, in cui ARPA Puglia ha effettuato misure della concentrazione di radon.

Il diametro di ogni cerchio è proporzionale alla concentrazione media annuale rilevata.

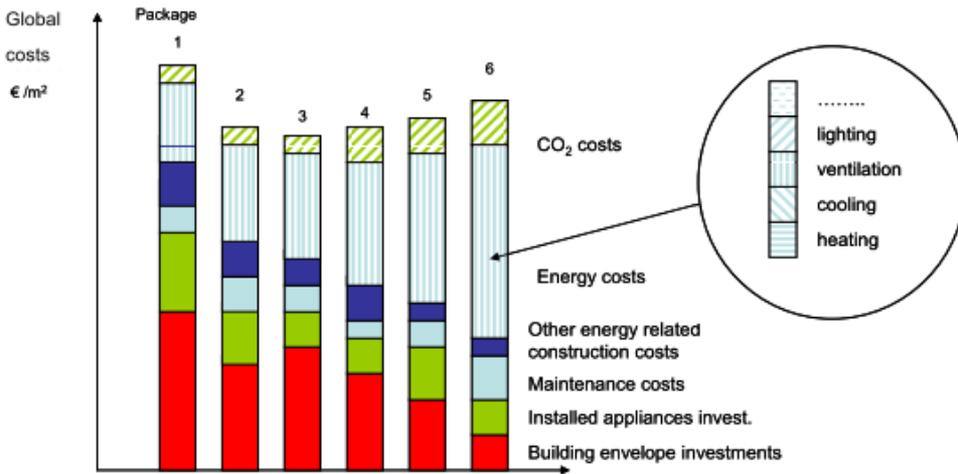
In rosa sono evidenziati i comuni per i quali sono disponibili i dati di almeno 7 misure in abitazione.

Sono in corso misure in altri dieci comuni del Salento.

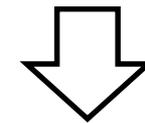
Questa Agenzia evidenzia, sulla base dell'esperienza acquisita nel campo e soprattutto di quanto riportato in letteratura, che l'unico metodo sicuro per determinare la concentrazione del gas radon all'interno di un ambiente chiuso, indipendentemente dai risultati delle campagne di misura effettuate precedentemente nella stessa regione, stessa provincia, stesso comune, anche addirittura nel palazzo adiacente, è la misura diretta.

È dimostrato che edifici adiacenti, con caratteristiche costruttive identiche, possono presentare concentrazioni di radon diverse. Pertanto valutare la concentrazione del radon in un ambiente chiuso, a partire da misure sperimentali effettuate in altri ambienti chiusi situati in altri edifici insistenti nella stessa zona, comune, provincia, (quali i dati riportati nella mappa) potrebbe portare a grossolane approssimazioni sia per difetto che per eccesso.

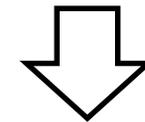
Edificio sistema : involucro ↔ impianto



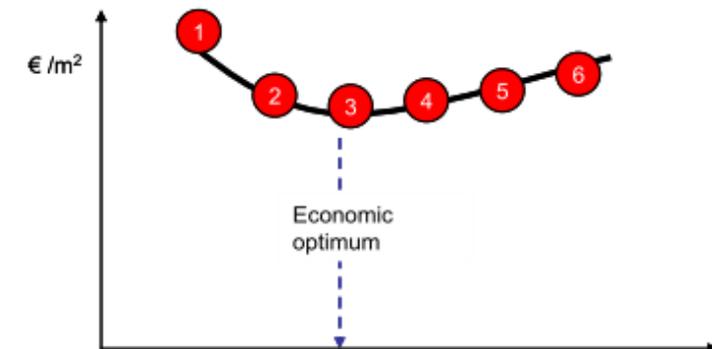
STRATEGIE PASSIVE SULL'INVOLUCRO



RIDUZIONE AL MINIMO DEL FABBISOGNO ENERGETICO DELL'INVOLUCRO

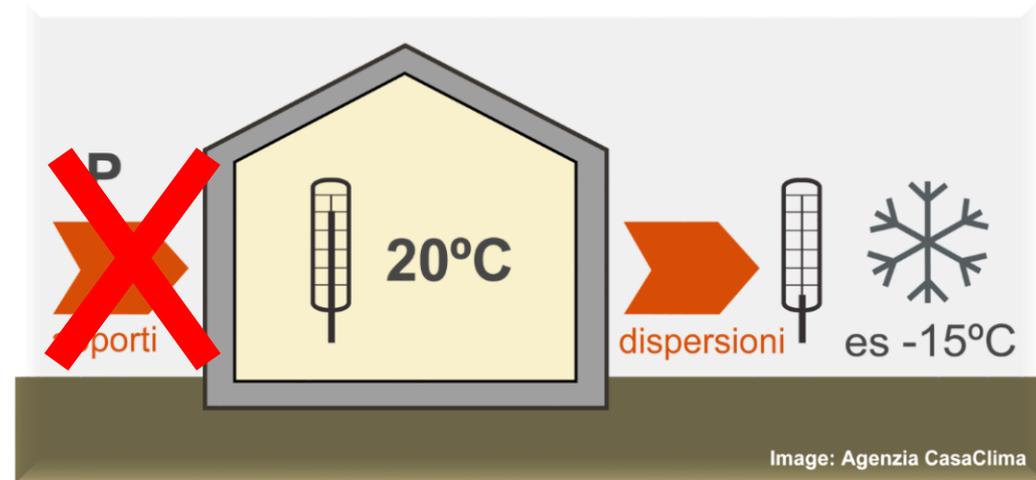
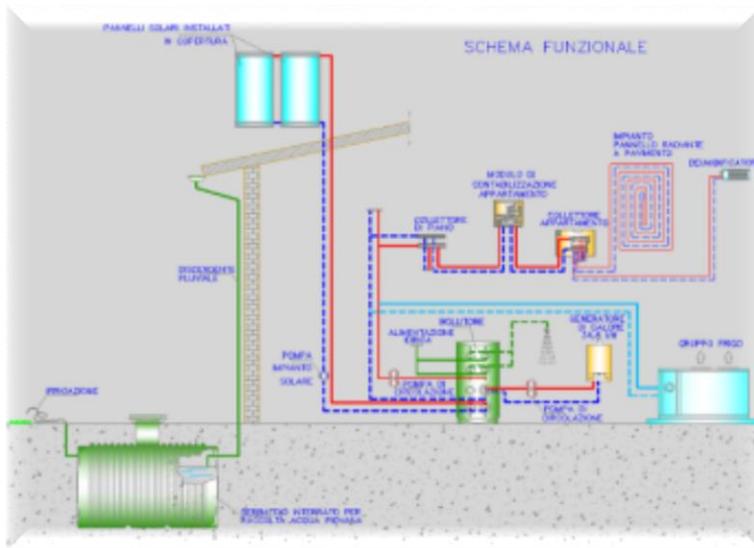


IMPIANTO EFFICIENTE, MA SEMPLICE «*Less is more*»



Edificio sistema : involucro ↔ impianto

**“È un successo!!!
Il mio impianto non si
accende mai”**



SOVRADIMENSIONAMENTI

IMPIANTI COMPLESSI

Ex Legge 10: statico involucro + impianto

Il carico termico è la potenza necessaria per raggiungere la temperatura desiderata in tutti i locali riscaldati dell'edificio alla **temperatura esterna di progetto** (valore minimo delle medie delle decadi annuali più fredde registrate nella località) **senza considerare gli apporti solari, gli apporti interni, né l'inerzia dell'edificio**

Il è solo UN FOTOGRAMMA di una scena termica..non si sa nulla del prima e del dopo

APPROCCIO STATICO

SBAGLIA COMPLETAMENTE I CARICHI ESTIVI

Ex Legge 10: involucro + impianto

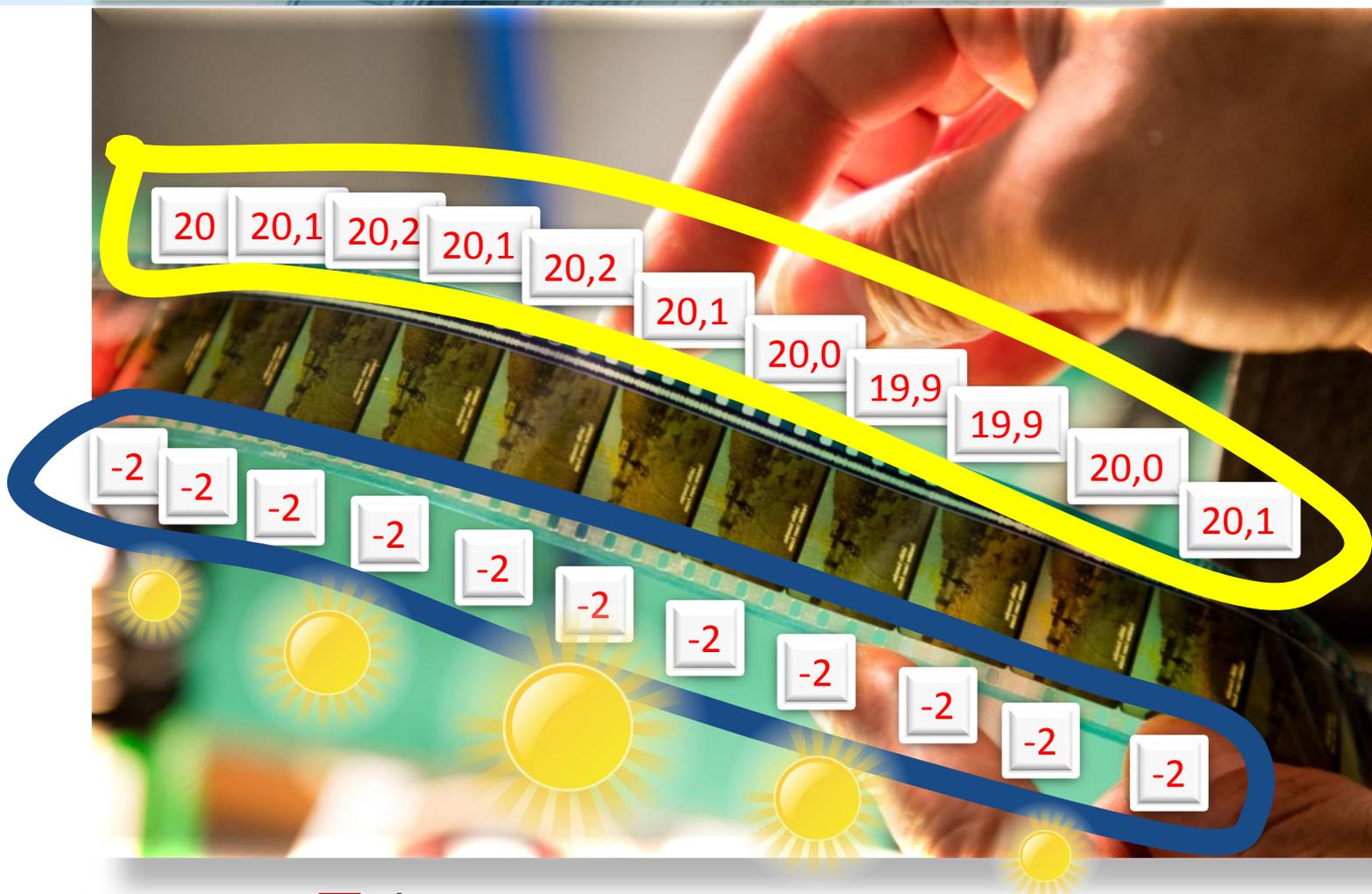


Edificio sistema : involucro ↔ impianto

L'approccio **DINAMICO** invece considera tutta la scena, tiene conto soprattutto dell'inerzia termica dell'involucro, degli apporti gratuiti esterni ed interni, dei profili di presenza umana ecc.

CALCOLA ESATTAMENTE I CARICHI TERMICI ESTIVI!!!

CALCOLO DINAMICO: involucro ↔ impianto



Esempio tipico: Ex Legge10 - DINAMICO

Potenza dispersa in **INVERNO**

exLegge10

100

DINAMICO

70

Potenza dispersa in **ESTATE**

exLegge10

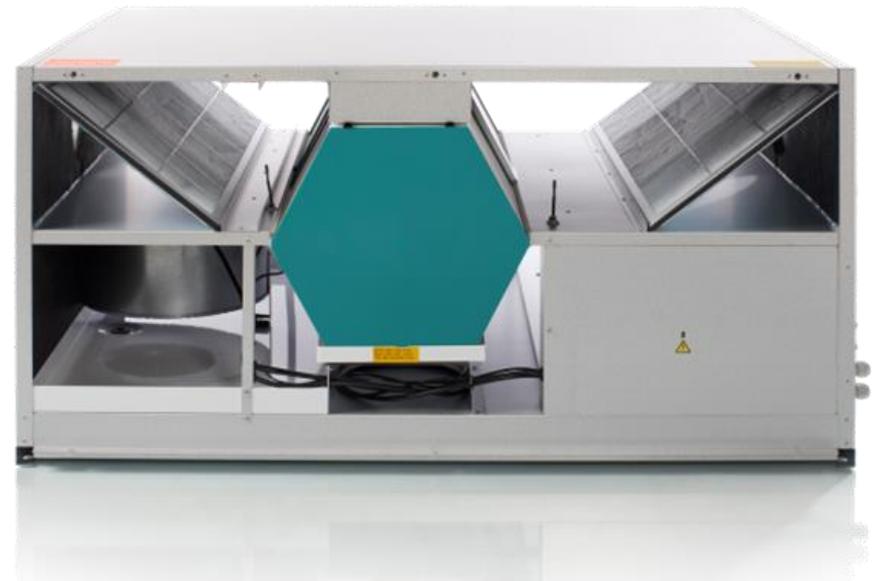
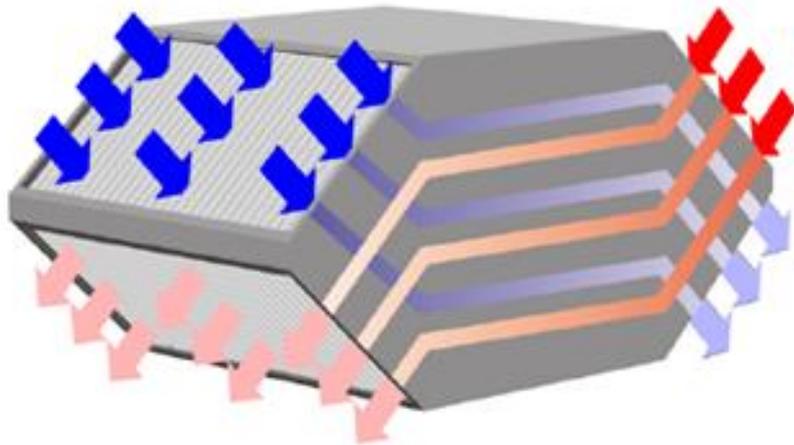
~~200~~

DINAMICO

100

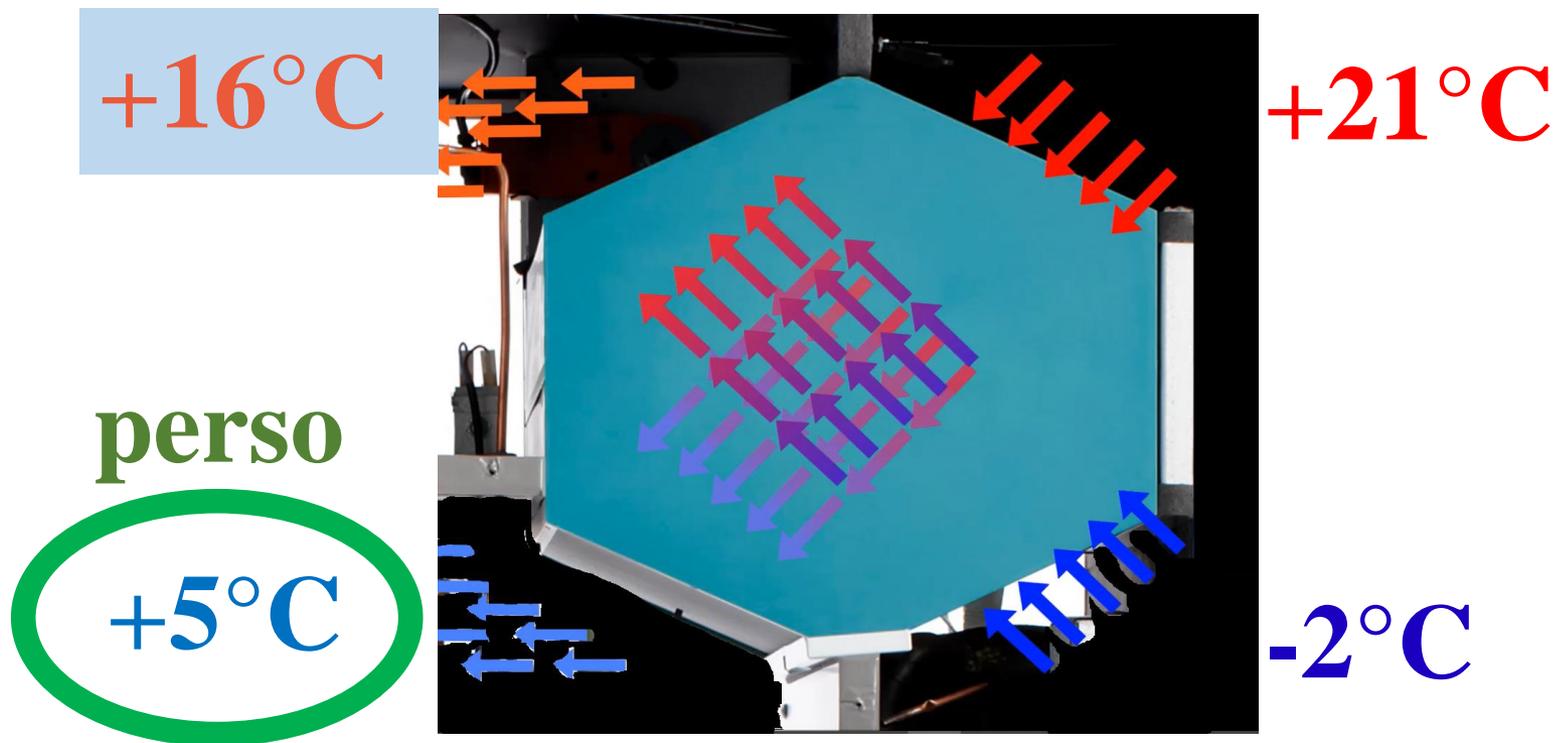


VMC con recupero statico <passivo>



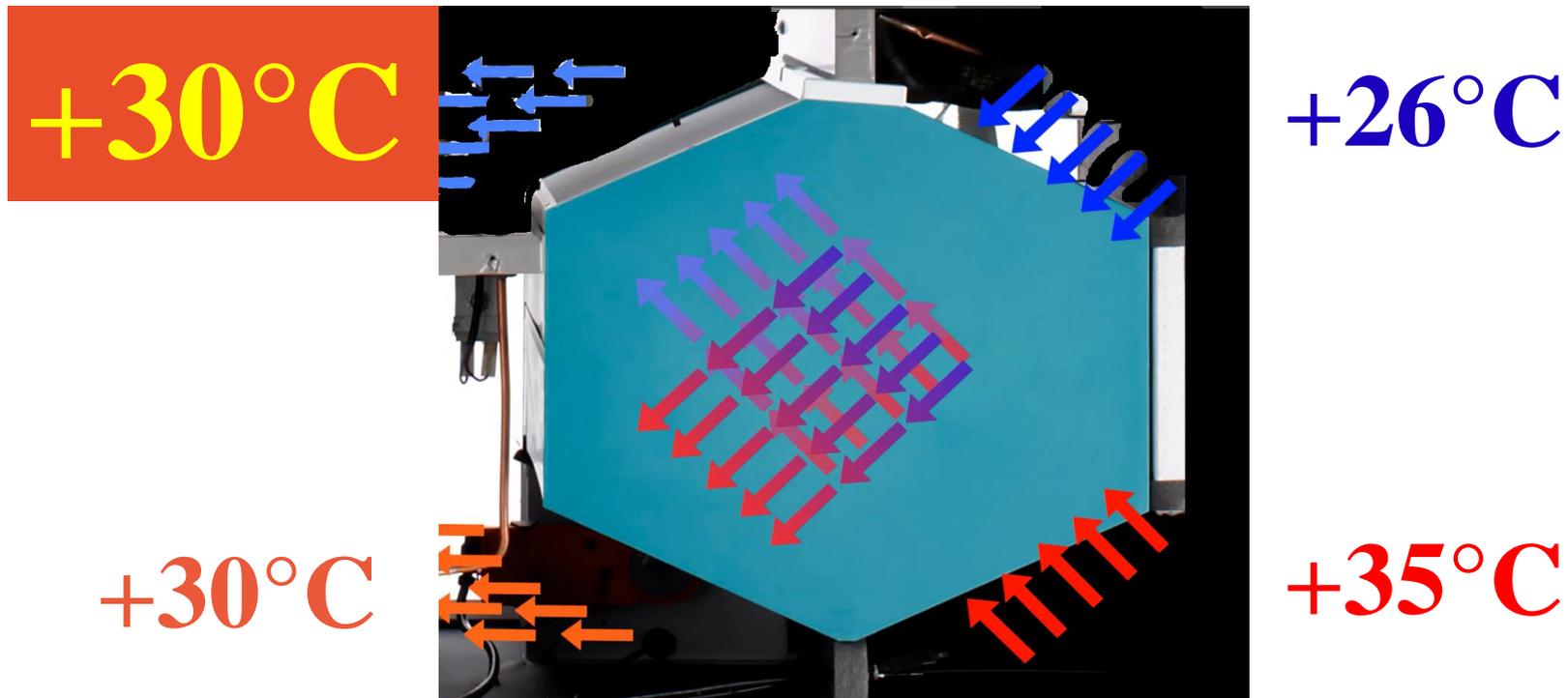
VMC con recupero statico <passivo>

Recupera circa l' 80% in INVERNO

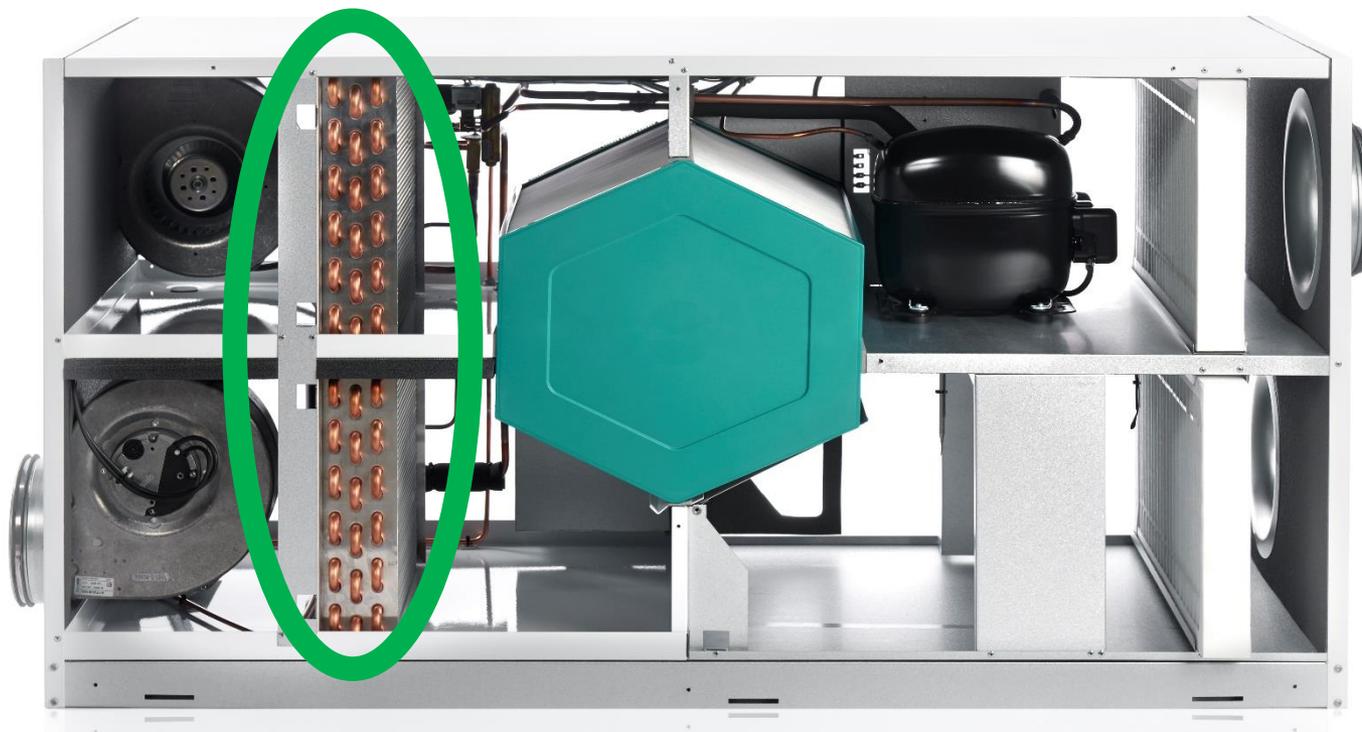


VMC con recupero statico <passivo>

**Recupera circa il 20% in ESTATE
RISCALDA LA CASA!!!**



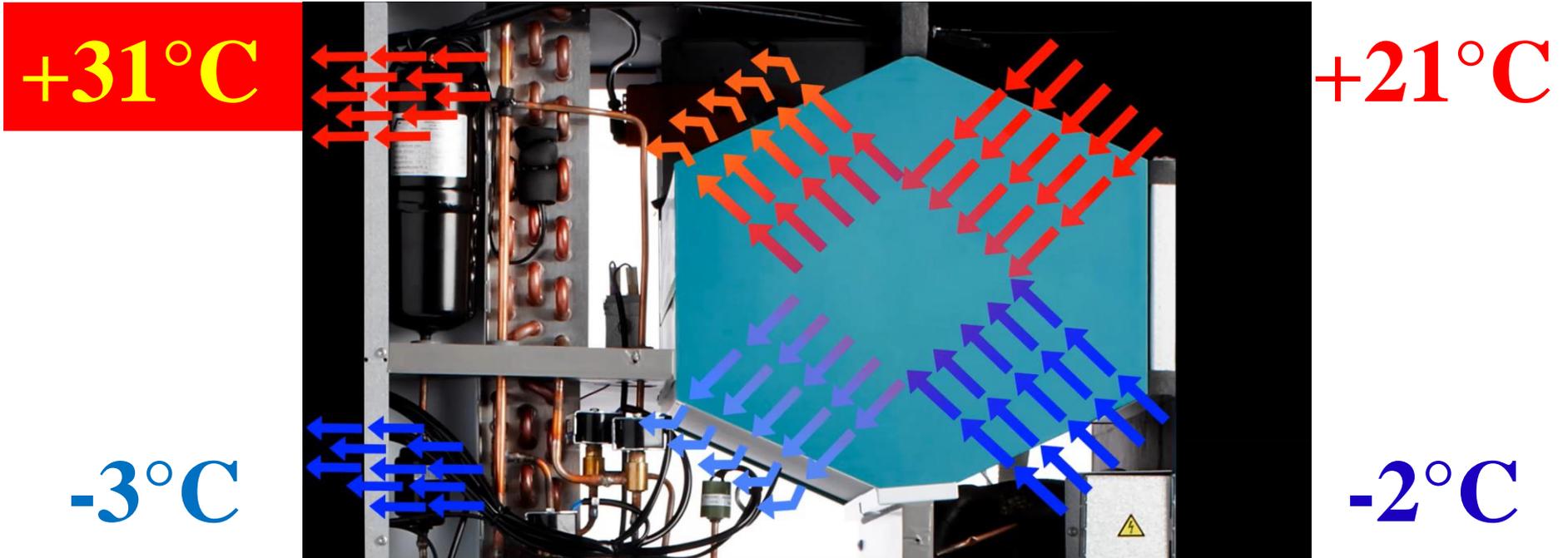
VMC TERMODINAMICA recupero passivo+ATTIVO



**Pompa di calore aria-aria che ha come energia
primaria l'ARIA ESAUSTA**

VMC TERMODINAMICA recupero passivo+ATTIVO

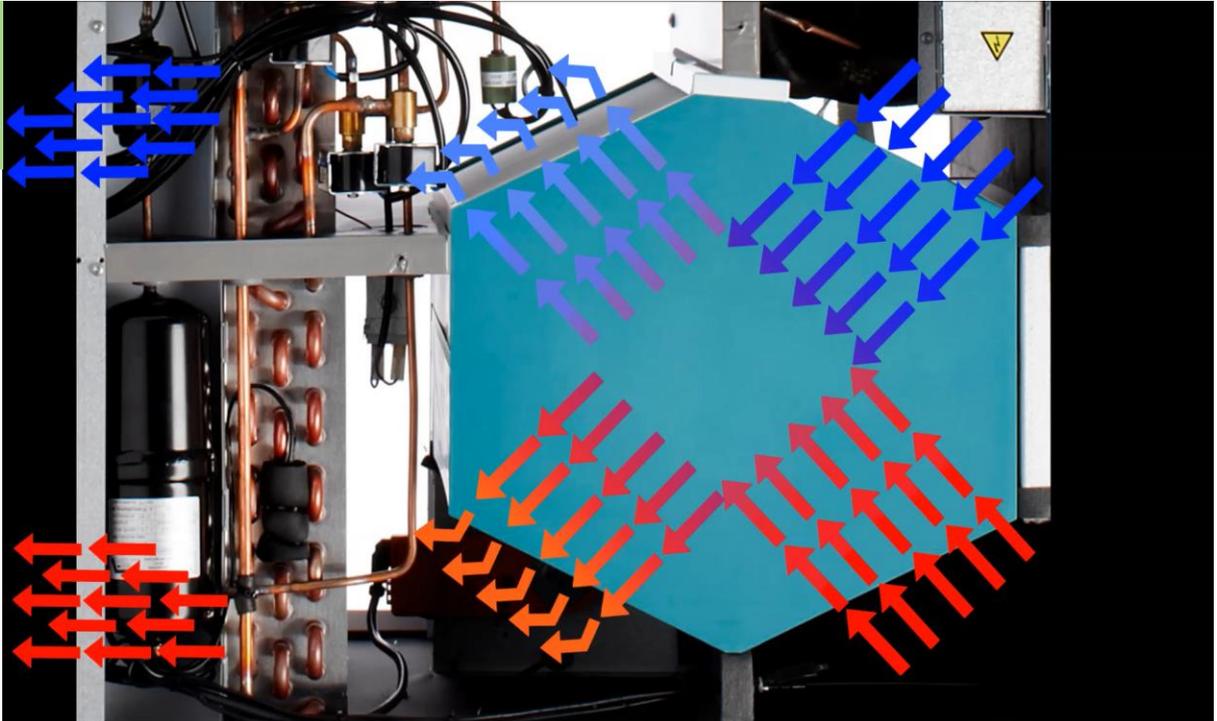
Recupera circa il 130% in **INVERNO**
RISCALDA LA CASA



VMC TERMODINAMICA recupero passivo+ATTIVO

Recupera circa il 150% in ESTATE
RAFFRESCA E DEUMIDIFICA LA CASA

+18°C

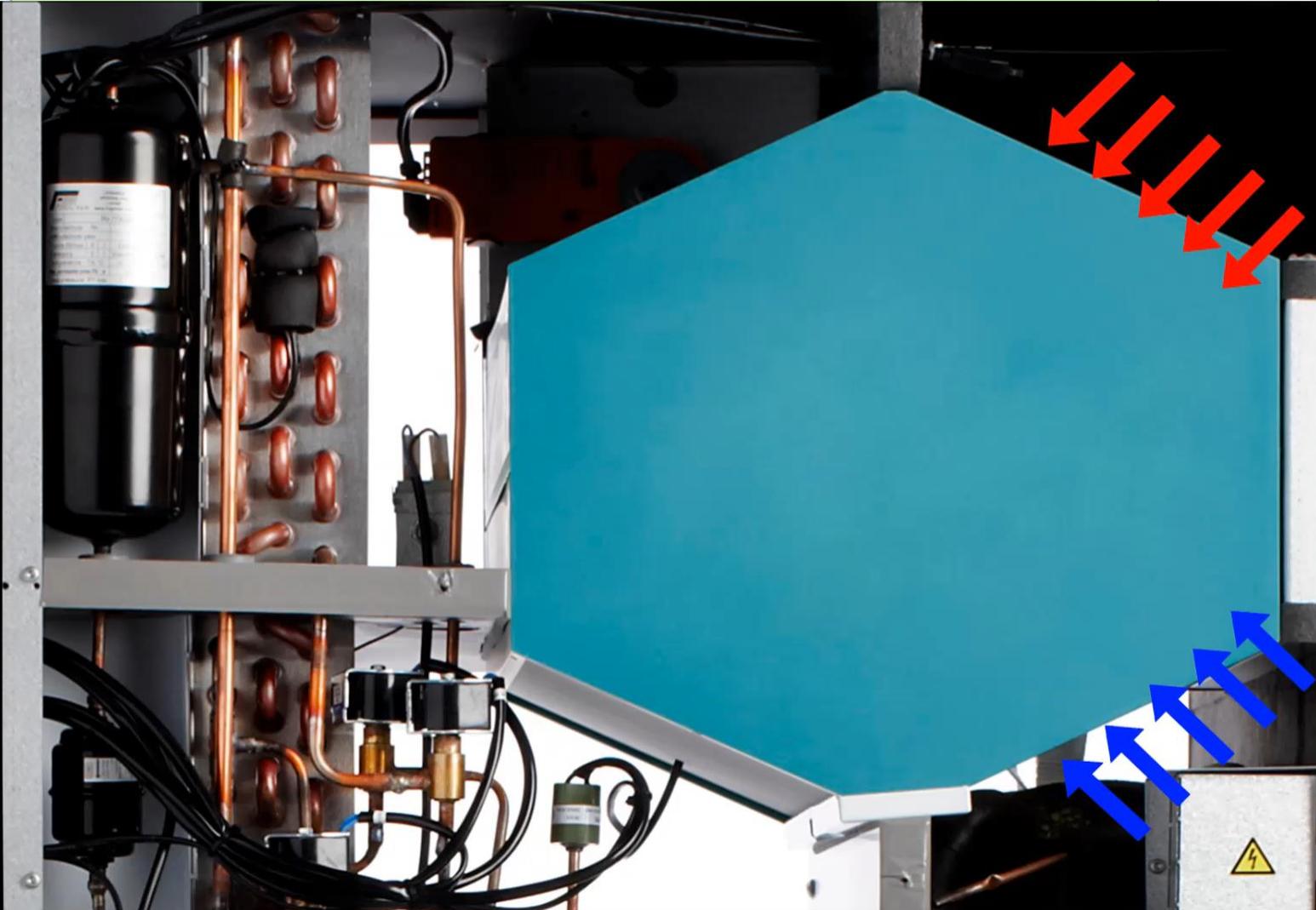


+26°C

+45°C

+35°C

VMC TERMODINAMICA recupero passivo+ATTIVO



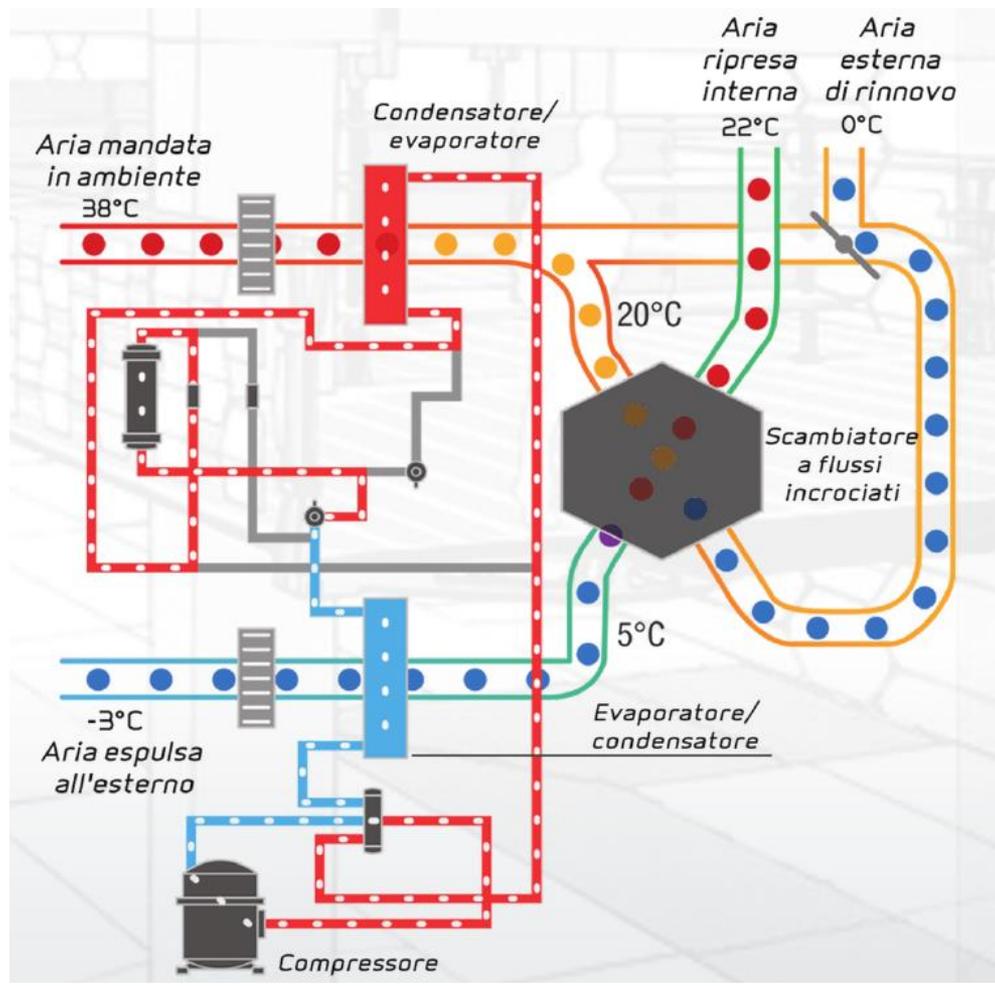
VMC TERMODINAMICA recupero passivo+ATTIVO

VMC con
recupero passivo

Riscaldamento

Raffrescamento

Deumidificazione



AGGREGATI COMPATTI

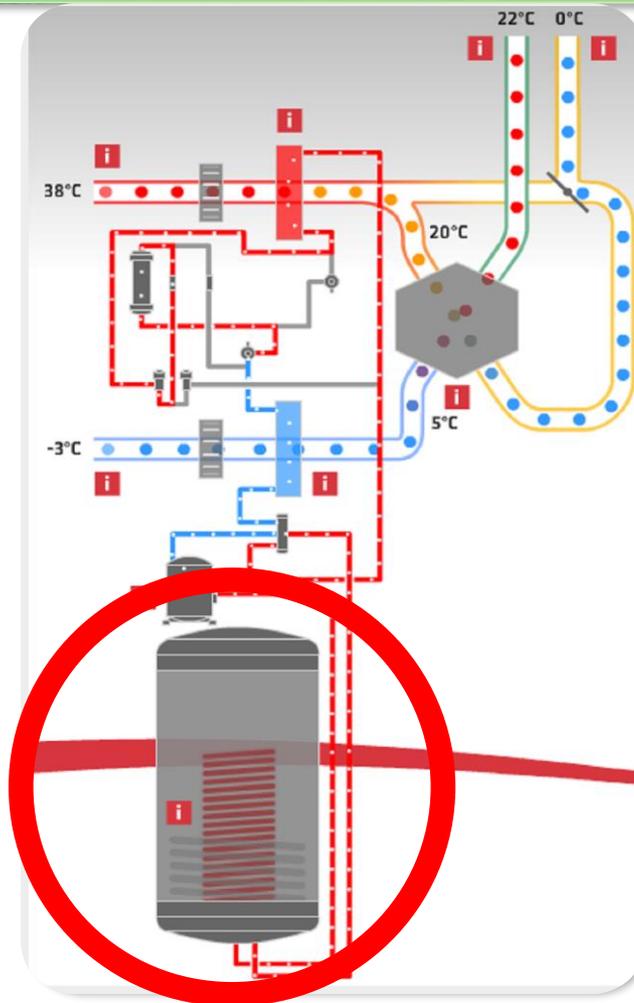
**VMC con
recupero passivo**

Riscaldamento

Raffrescamento

Deumidificazione

Acqua calda



AGGREGATI COMPATTI



Nel web si dice di tutto e di più sugli AGGREGATI COMPATTI, spesso senza conoscere bene la tecnologia e tantomeno la corretta applicazione!!!

Gli AGGREGATI COMPATTI rappresentano la BASE della climatizzazione di un involucro nZEB e MOLTO RARAMENTE È L'UNICO COMPONENTE



Riscaldamento

Il sistema scalda l'aria fresca proveniente dall'esterno ed immessa negli ambienti



Raffrescamento

Il sistema raffredda l'aria immessa di circa 8 - 10°C rispetto alla temperatura esterna

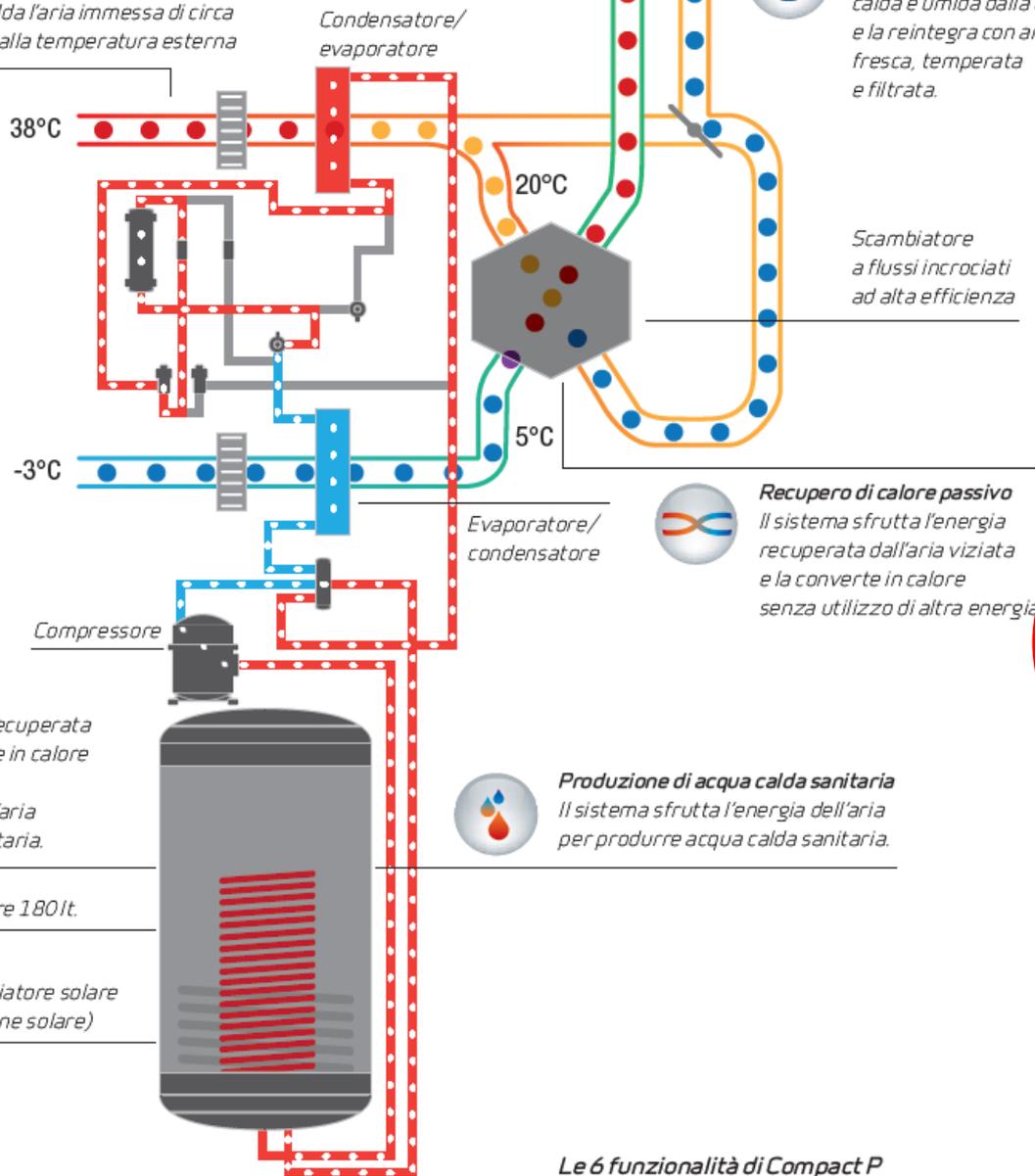
ARIA INTERNA ARIA ESTERNA

22°C 0°C



Ventilazione

Il sistema estrae l'aria calda e umida dalla casa e la reintegra con aria fresca, temperata e filtrata.



Recupero di calore attivo

Il sistema sfrutta l'energia recuperata dall'aria viziata e la converte in calore tramite una pompa di calore per riscaldare/raffrescare l'aria e produrre acqua calda sanitaria.



Recupero di calore passivo

Il sistema sfrutta l'energia recuperata dall'aria viziata e la converte in calore senza utilizzo di altra energia.



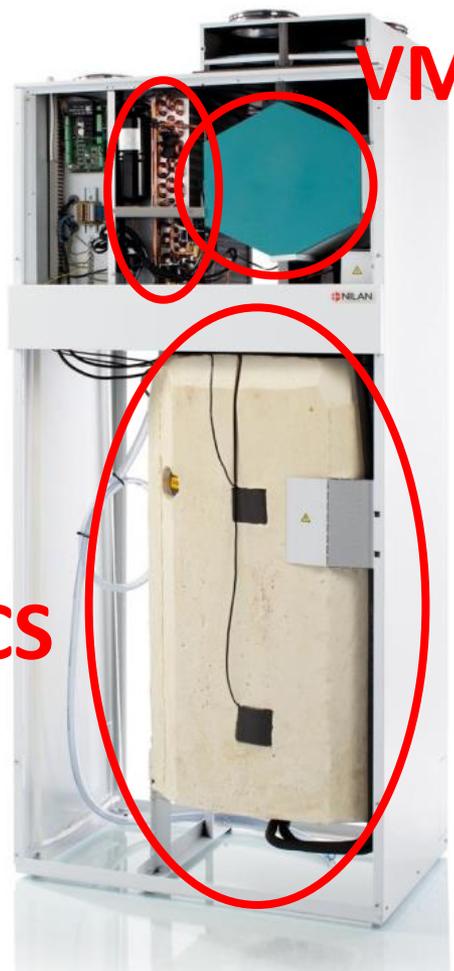
Produzione di acqua calda sanitaria

Il sistema sfrutta l'energia dell'aria per produrre acqua calda sanitaria.

**gli elementi
costituenti**



PDC



VMC

ACS

Fino a 415 m³/h

Fino a 2 kW termici
ESPANDIBILE

Fino a 180 litri
ESPANDIBILE

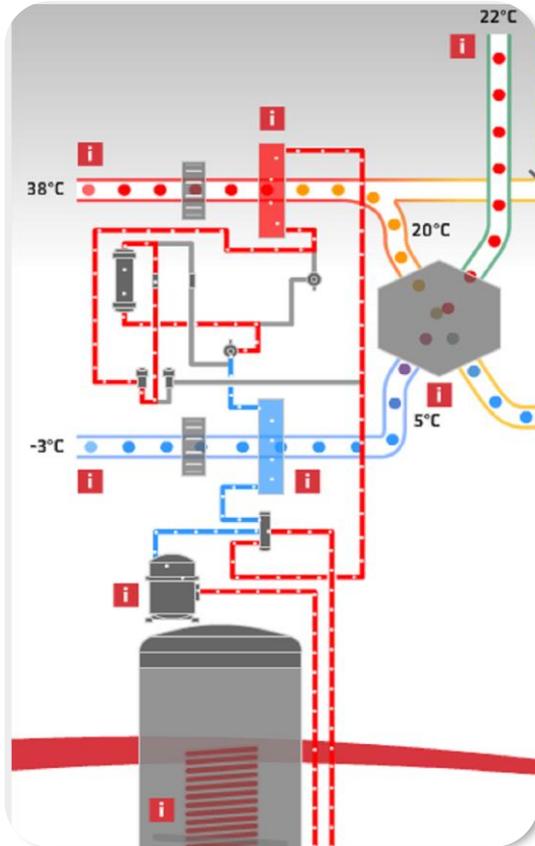


**l'aggregato
compatto:
raggruppa in un
unico
apparecchio
tutte le
funzionalità
richieste a tutela
del risultato e
con garanzia di
un unico
interlocutore**

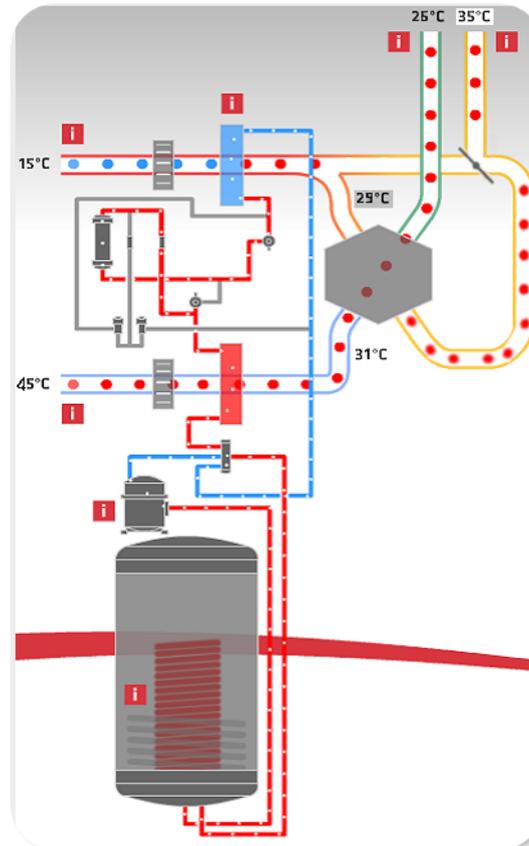


diverse modalità di funzionamento

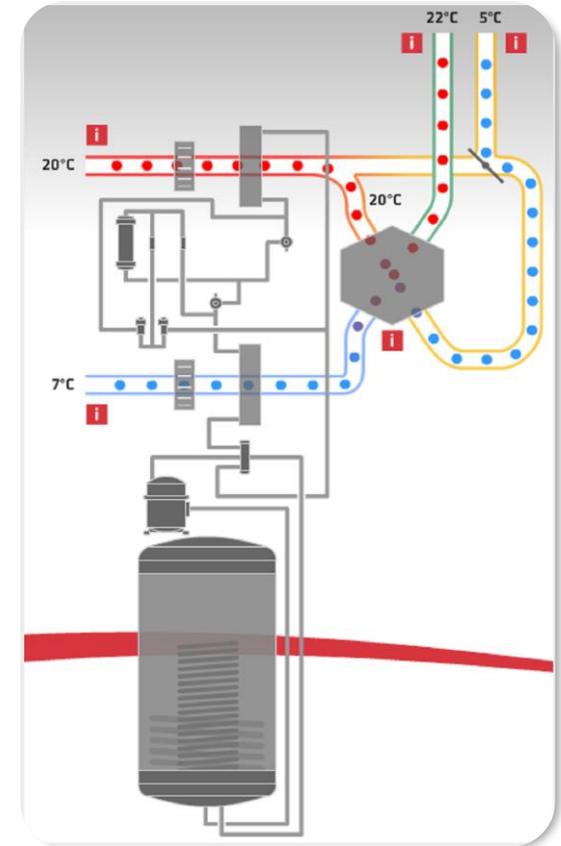
riscaldamento attivo



raffrescamento attivo



solo VMC



Potenza termica



Portata aria	up to 415 m ³ /h
Superficie edificio	up to 230 m ²
Potenza termica ¹	≈ 1,9 kW
Potenza frigorifera ²	≈ 1,9 kW
Efficienza termica ²	86 %
Volume sebatorio acs	180 L
COP	
Air/air ³	4.6
Air/water ⁴	3.9

¹ EN 14511 (P_H+ P_{WRG}) (222 m³/h, t_{out} = 6,9°C)

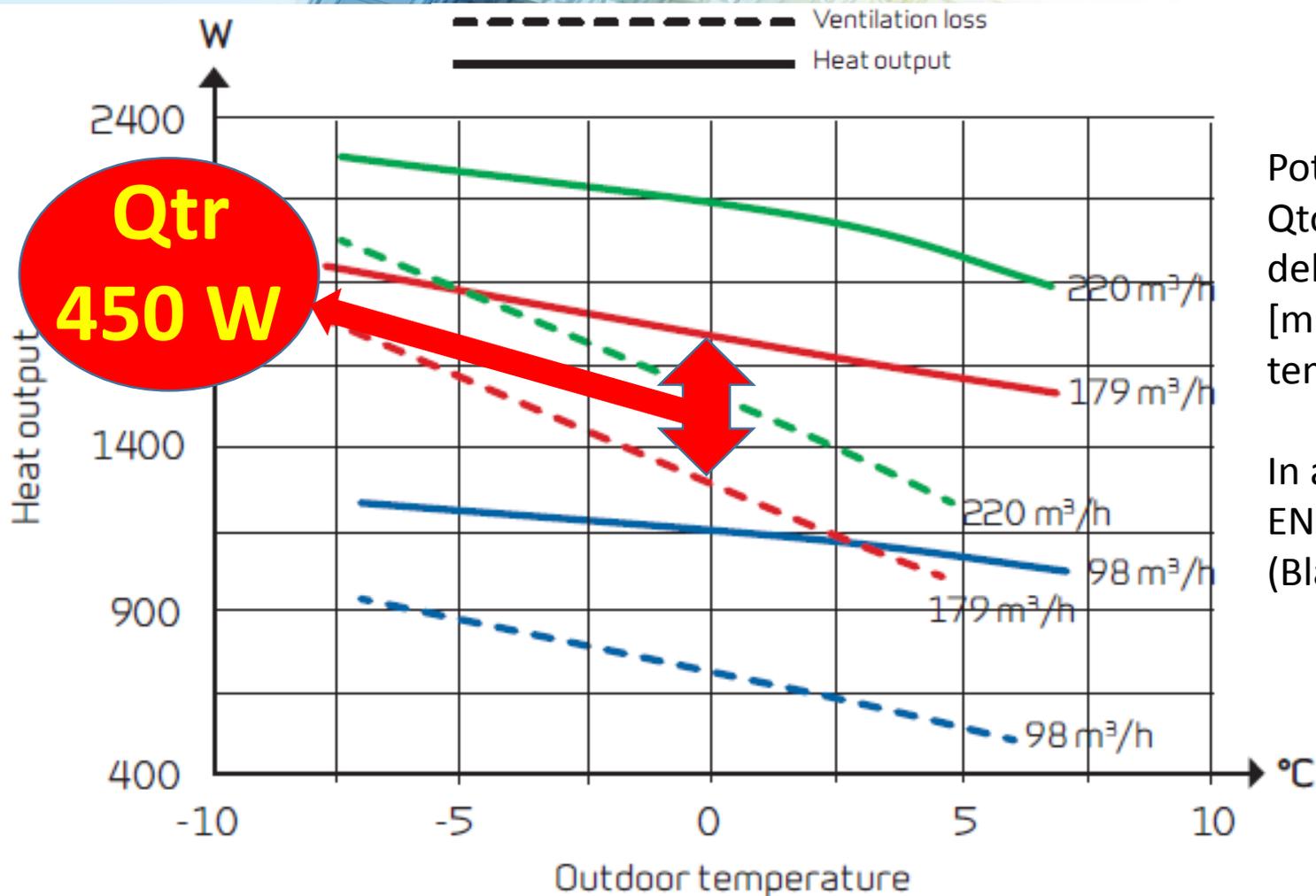
² EN 14511 (P_H+ P_{WRG}) (220 m³/h, t_{out} = 35°C)

¹ EN 308 (172 m³/h, t_{out} = -7,7°C)

³ EN 14511 (COP P_H+ P_{WRG}) (173 m³/h, t_{out} = 6,9°C)

⁴ EN 255-3 (230 m³/h, t_{out} = 20°C, t_{water} 41°C)

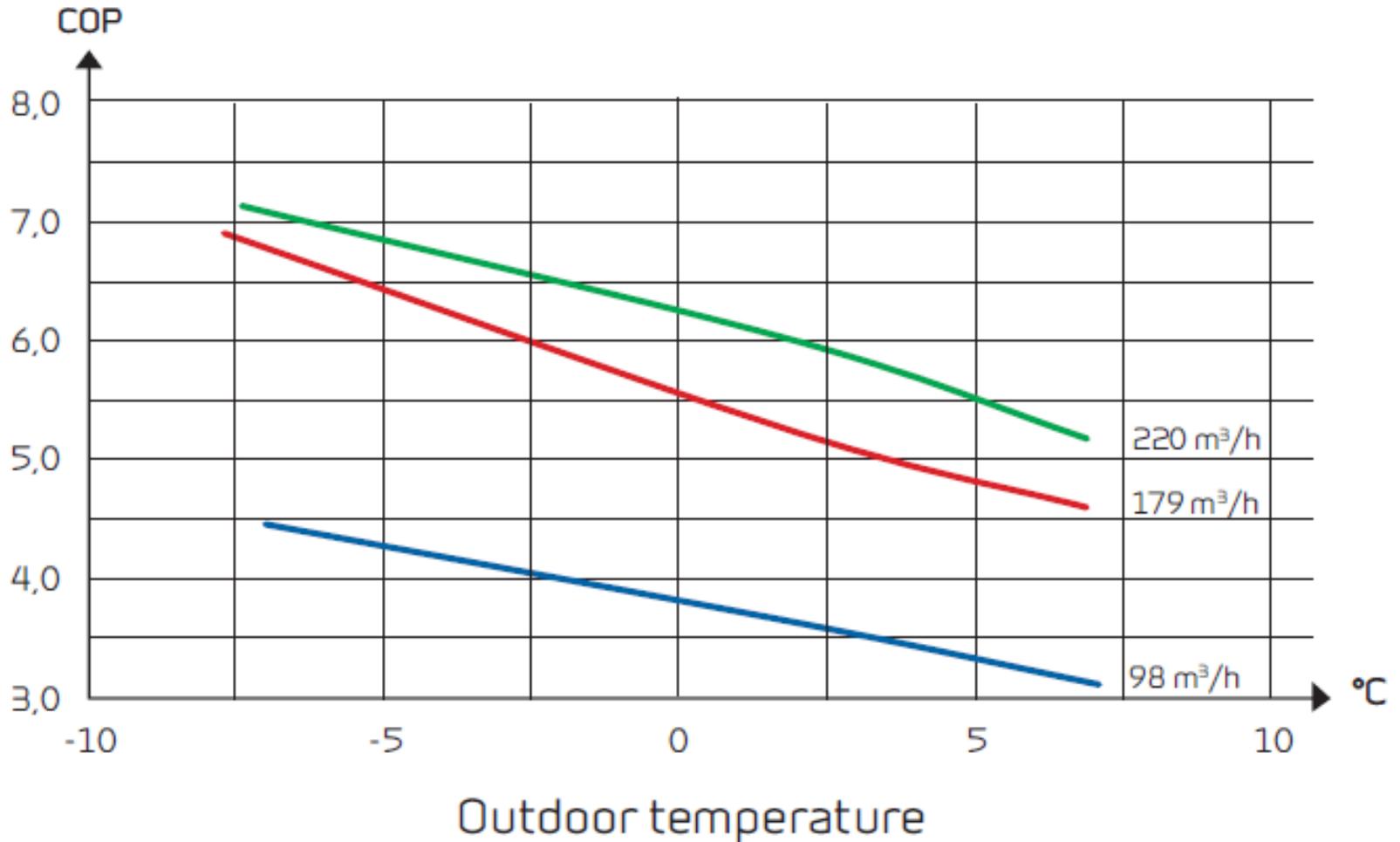
Potenza termica



Potenza termica Q_{tot} [W] in funzione della portata Q_v [m³/h] e della temperatura esterna

In accordo con la EN 14511, $T_{int}=21^{\circ}\text{C}$ (Blackbox)

PDC a COP INVERSO



Funzionamento invernale

DATI PRESTAZIONALI IN MODALITA' RISCALDAMENTO*

COMPACT P	Portata d'aria [m ³ /h]	100			180			220		
	Temperatura ambiente [°C]	21			21			21		
	Umidità relativa ambiente [%]	45			45			45		
	Temperatura esterna [°C]	7	2	-7	7	2	-7	7	2	-7
	Umidità relativa esterna [%]	70			70			70		
	Potenza scambiatore passivo [kW]	0.35	0.51	0.72	0.64	0.91	1.43	0.83	1.22	1.73
	Potenza scambiatore attivo [kW]	0.67	0.61	0.51	0.92	0.77	0.52	1.05	0.88	0.55
	Potenza totale [kW]	1.02	1.11	1.23	1.56	1.68	1.95	1.88	2.10	2.28
	Temperatura mandata ambiente [°C]	42.6	39.0	33.6	35.5	32.6	26.0	32.6	30.0	23.8
	Potenza assorbita compressore [kW]	0.30	0.28	0.25	0.30	0.28	0.24	0.29	0.28	0.25
COP attivo	2.23	2.16	2.04	3.10	2.77	2.15	3.62	3.21	2.20	
COP attivo + passivo	3.10	3.61	4.45	4.59	5.22	6.90	5.17	5.99	7.13	

Funzionamento estivo

DATI PRESTAZIONALI IN MODALITA' RAFFRESCAMENTO*

COMPACT P	Portata d'aria [m ³ /h]	180			220			320		
	Temperatura ambiente [°C]	24			24			24		
	Umidità relativa ambiente [%]	50			50			50		
	Temperatura esterna [°C]	40	35	30	40	35	30	40	35	30
	Umidità relativa esterna [%]	60			60			60		
	Potenza scambiatore passivo [kW]	0.90	0.60	0.33	1.10	0.73	0.34	1.59	1.05	0.36
	Potenza scambiatore attivo [kW]	0.95	1.00	1.01	1.09	1.13	1.28	1.15	1.19	1.32
	Potenza totale [kW]	1.85	1.64	1.34	2.19	1.86	1.52	2.74	2.24	1.68
	Temperatura mandata ambiente [°C]	23.9	21.1	16.9	26.1	21.6	17.6	27.7	24.5	22.8
	Potenza assorbita compressore [kW]	0.42	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38	0.42	0.40	0.38
EER attivo	2.26	2.50	2.66	2.60	2.83	3.37	2.74	2.98	3.47	
EER attivo + passivo	4.40	4.10	3.53	5.21	4.65	4.00	6.50	5.60	4.42	

Soluzioni per edifici nZEB

aggregati compatti



≤1kW



≤1,5 kW



≤4,5 kW



≤6 kW

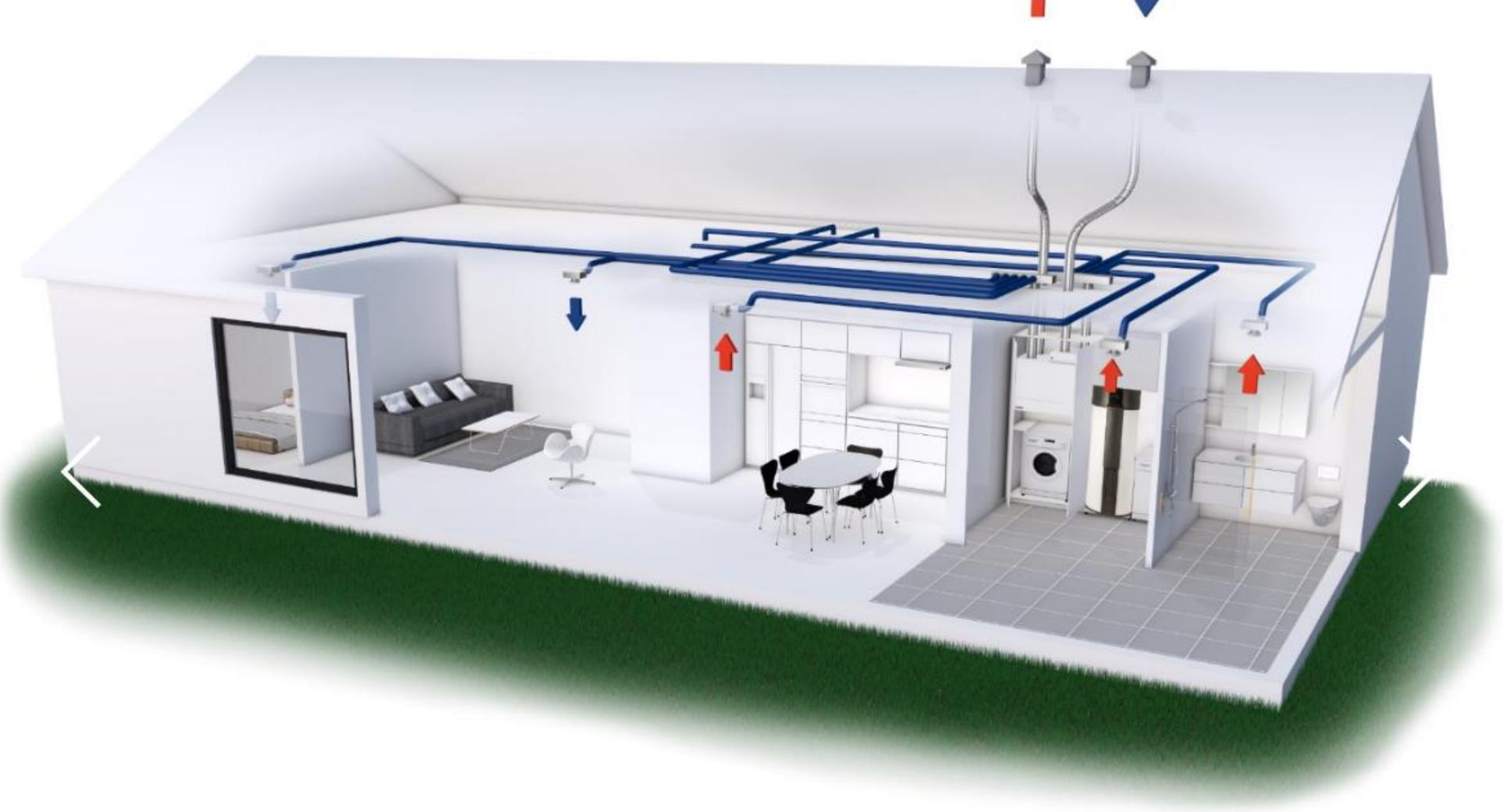


≤8,5 kW

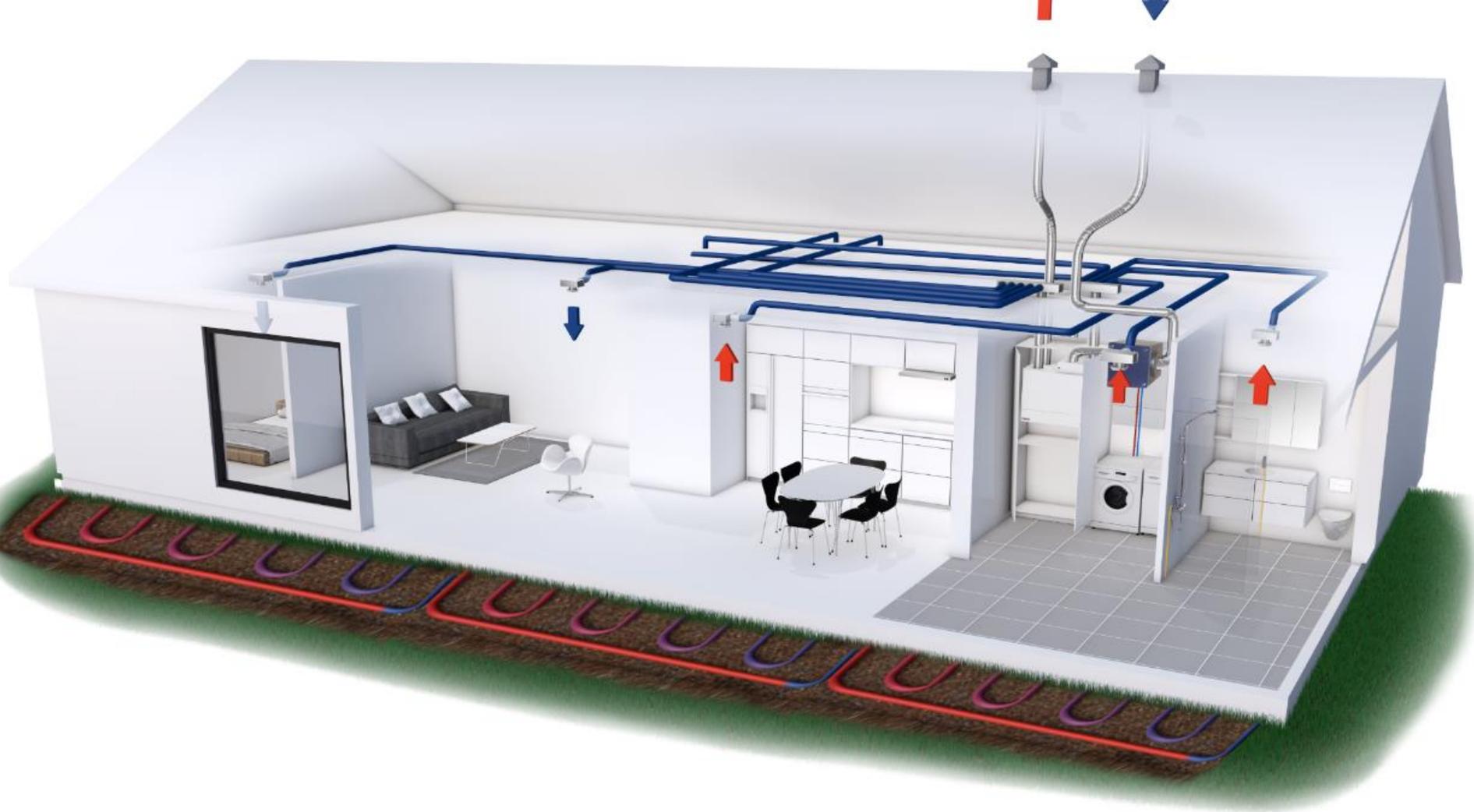
Installazione



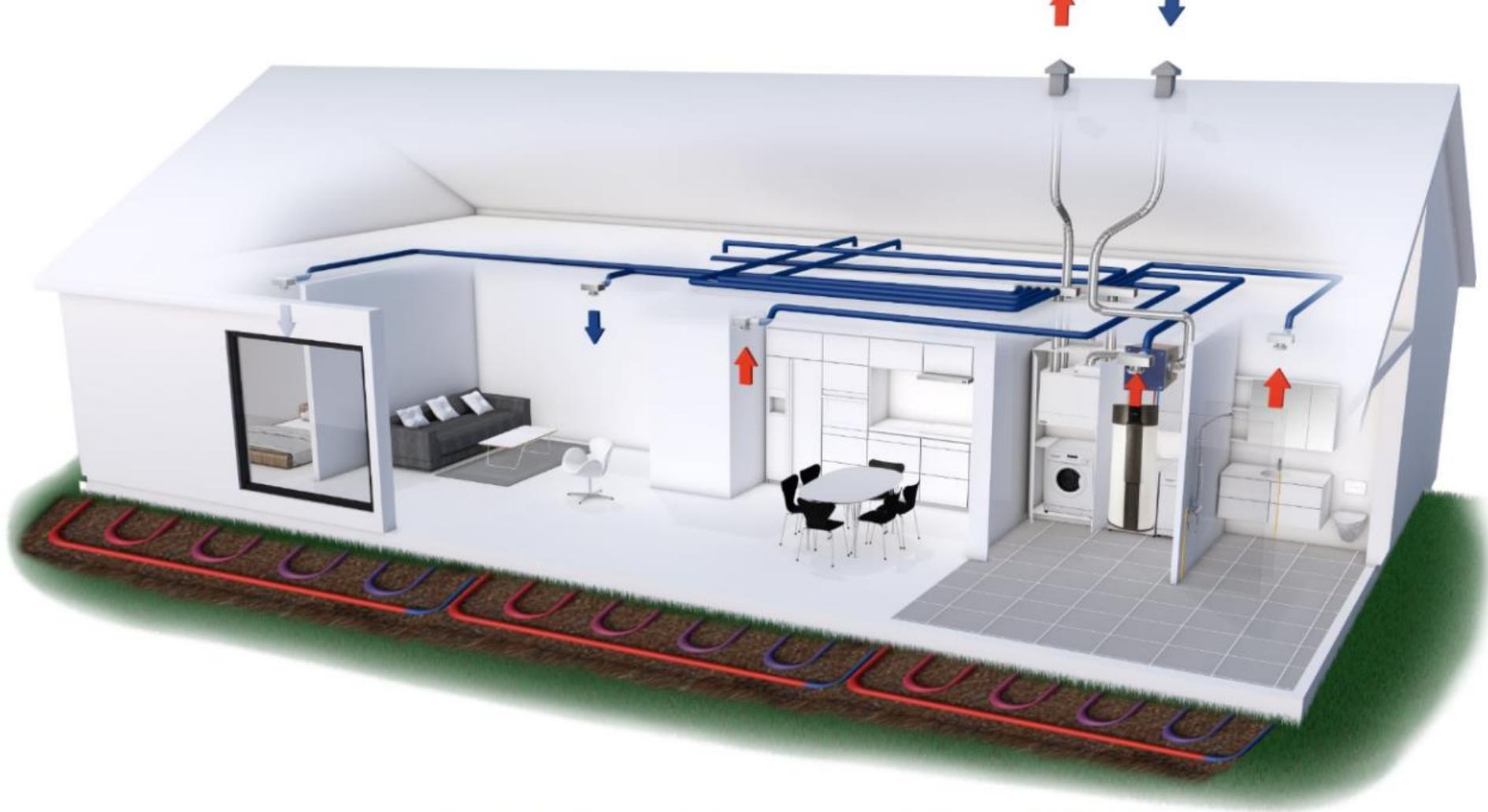
**Soluzioni a tutt'aria con unità di
Ventilazione Meccanica Controllata
TERMODINAMICA
+
bollitore ACS termodinamico**



VMC TERMODINAMICA COMBI BOLLITORE ACS TERMODINAMICO EVT



VMC TERMODINAMICA COMBI PRETEMPERAMENTO GEOTERMICO ECWK

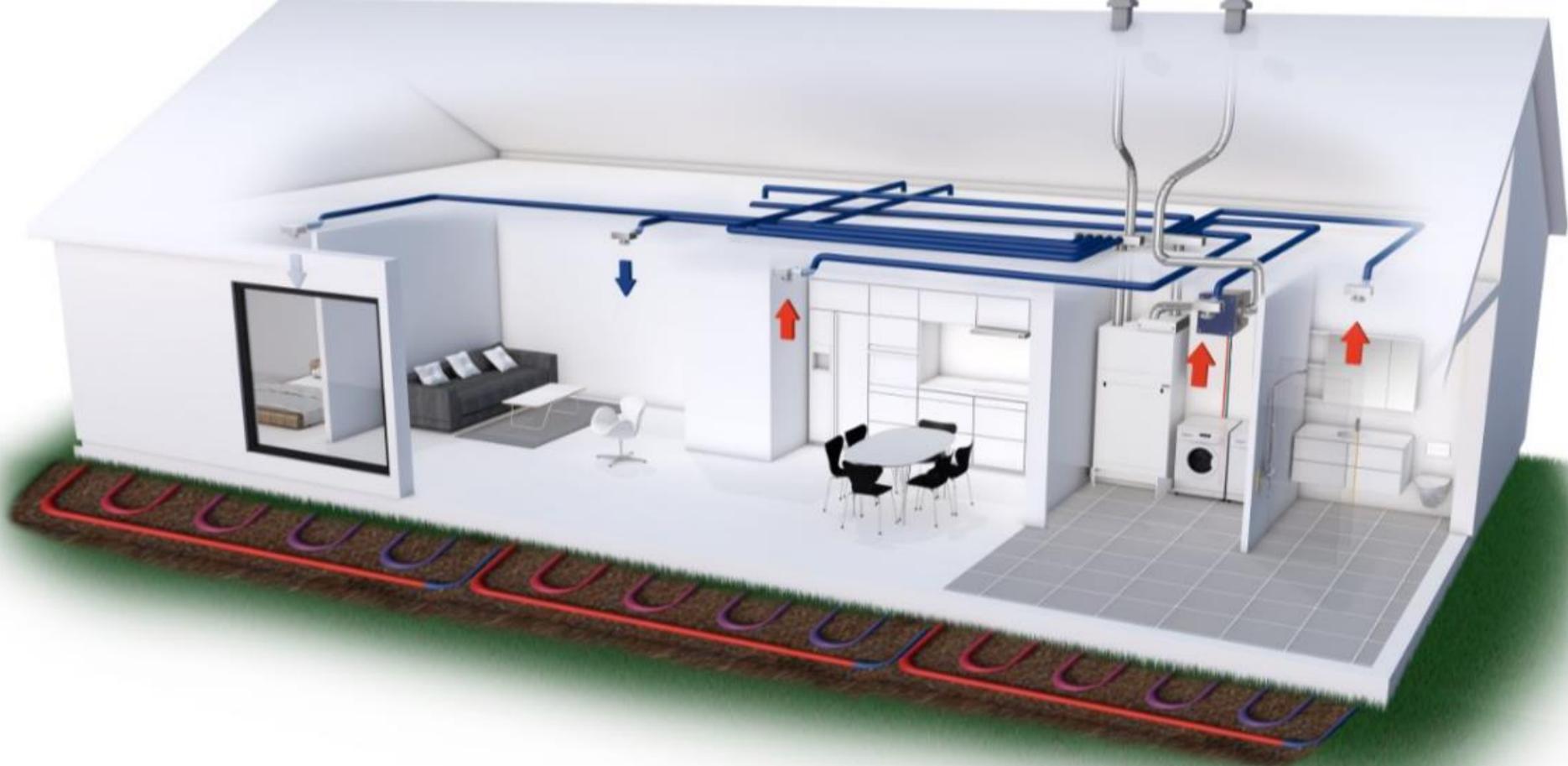


VMC TERMODINAMICA COMBI
BOLLITORE ACS TERMODINAMICO EVT
PRETEMPERAMENTO GEOTERMICO ECWK

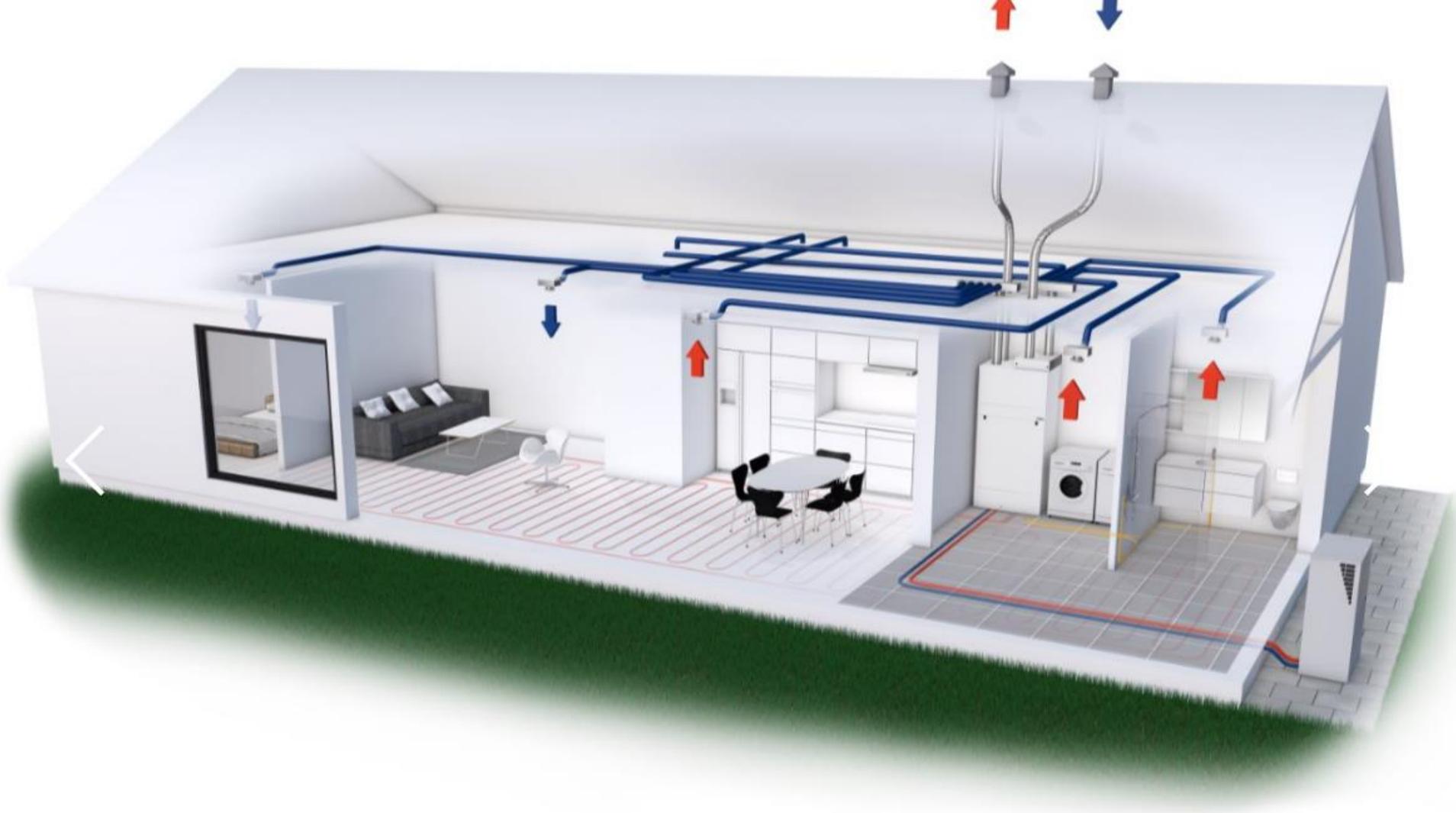
Soluzioni a tutt'aria con AGGREGATI COMPATTI



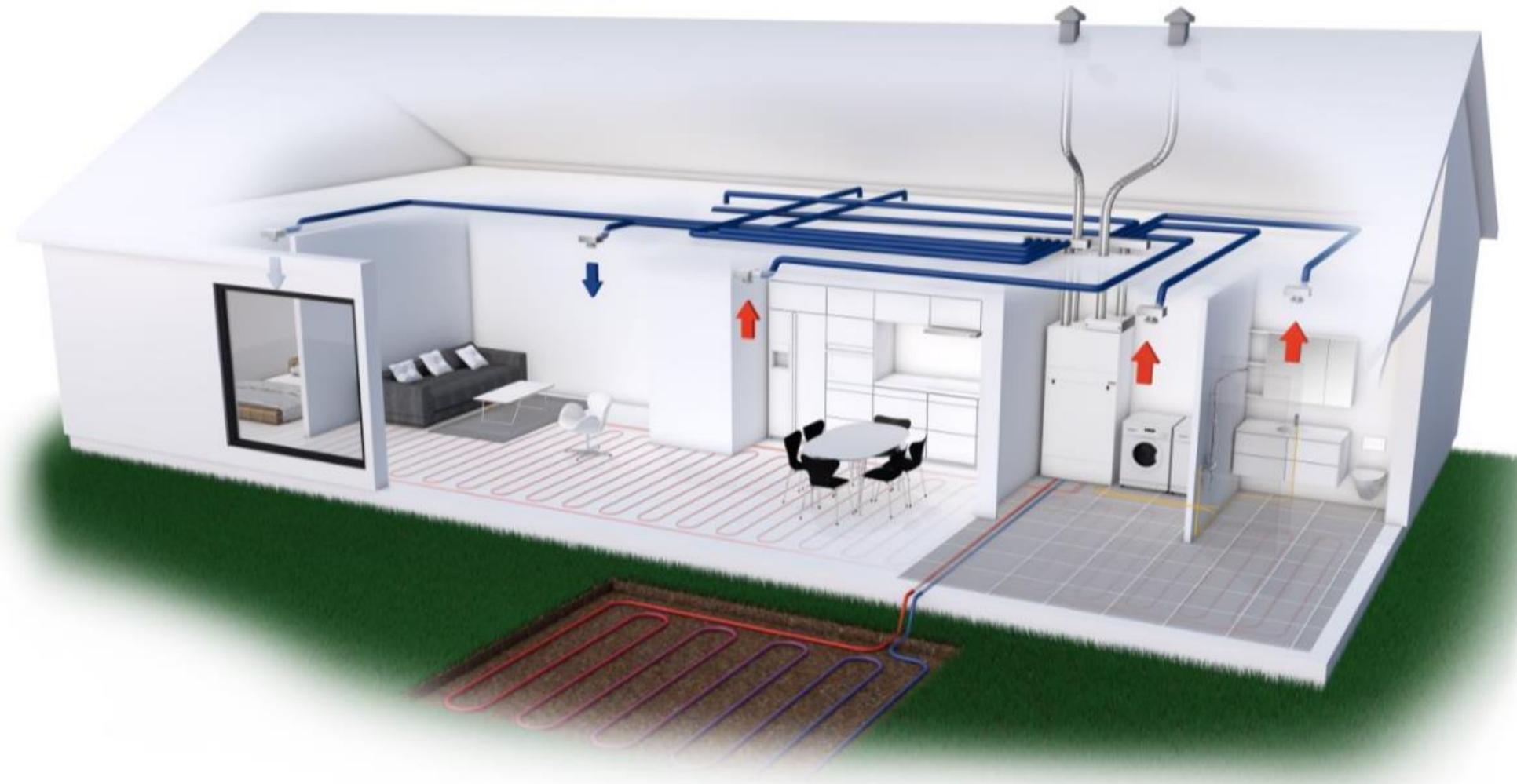
AGGREGATI COMPATTI **COMPACT P - COMPACT S**



PRETEMPERAMENTO GEOTERMICO PASSIVO **ECWK** CAMPO SONDE GEOTERMICHE SOTTO PLATEA



COMPACT P + POMPA DI CALORE AEROTERMICA AIR9



COMPACT P + POMPA DI CALORE GEOTERMICA **GE03/6**

Il pretemperamento GEOTERMICO passivo per la VMC termodinamica

SAIE
BARI 24-26 Ottobre 2019

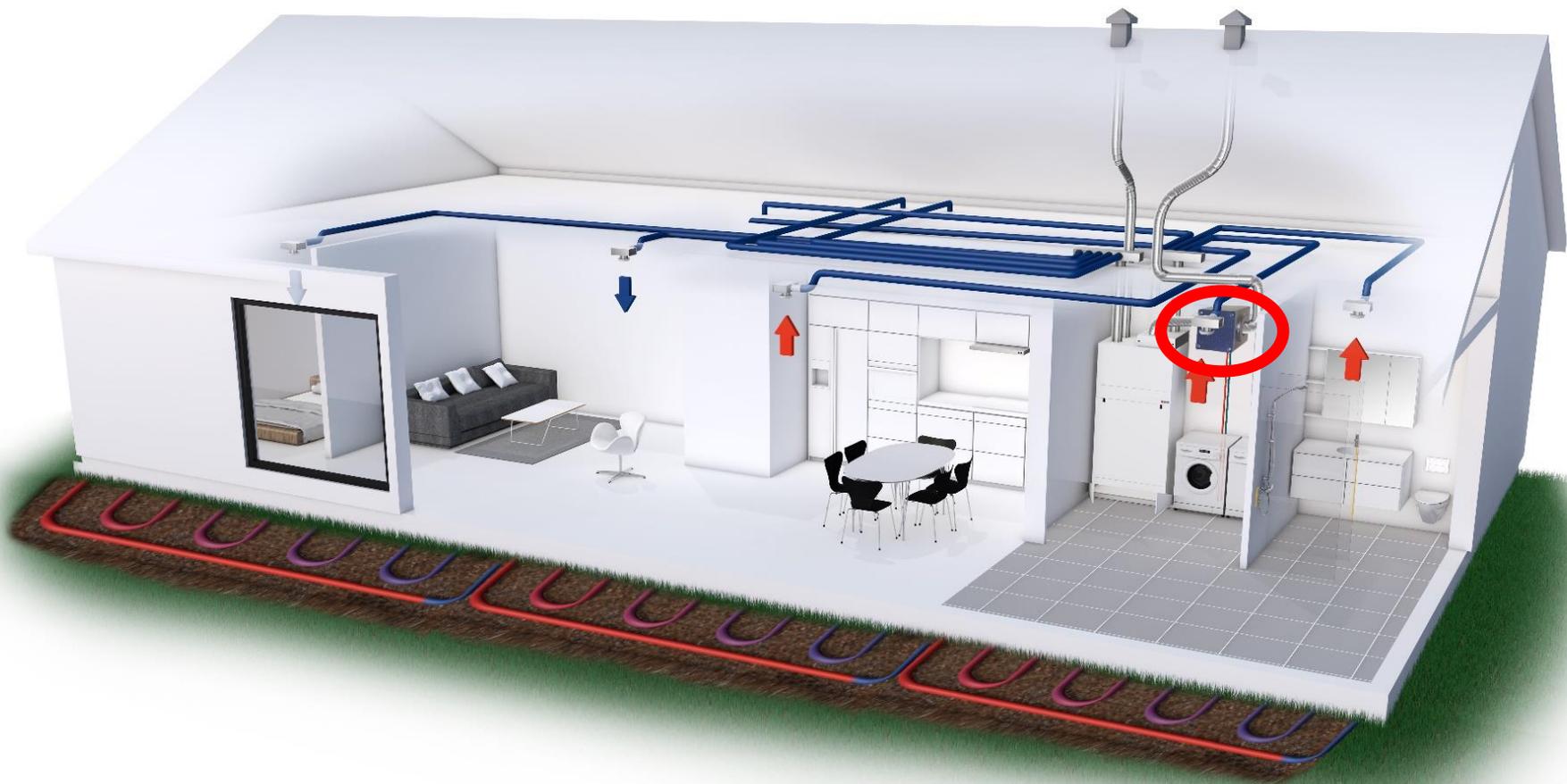




figura 12: POSA TUBAZIONE GEOTERMICA SU LETTO DI SABBIA



Installazione



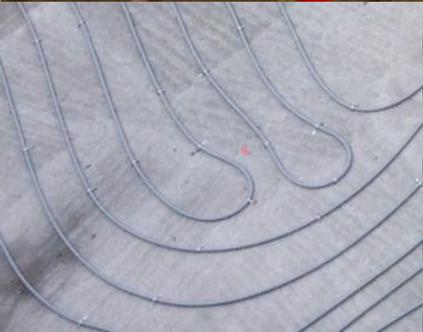
figura 12: POSA TUBAZIONE GEOTERMICA SU LETTO DI SABBIA

Installazione

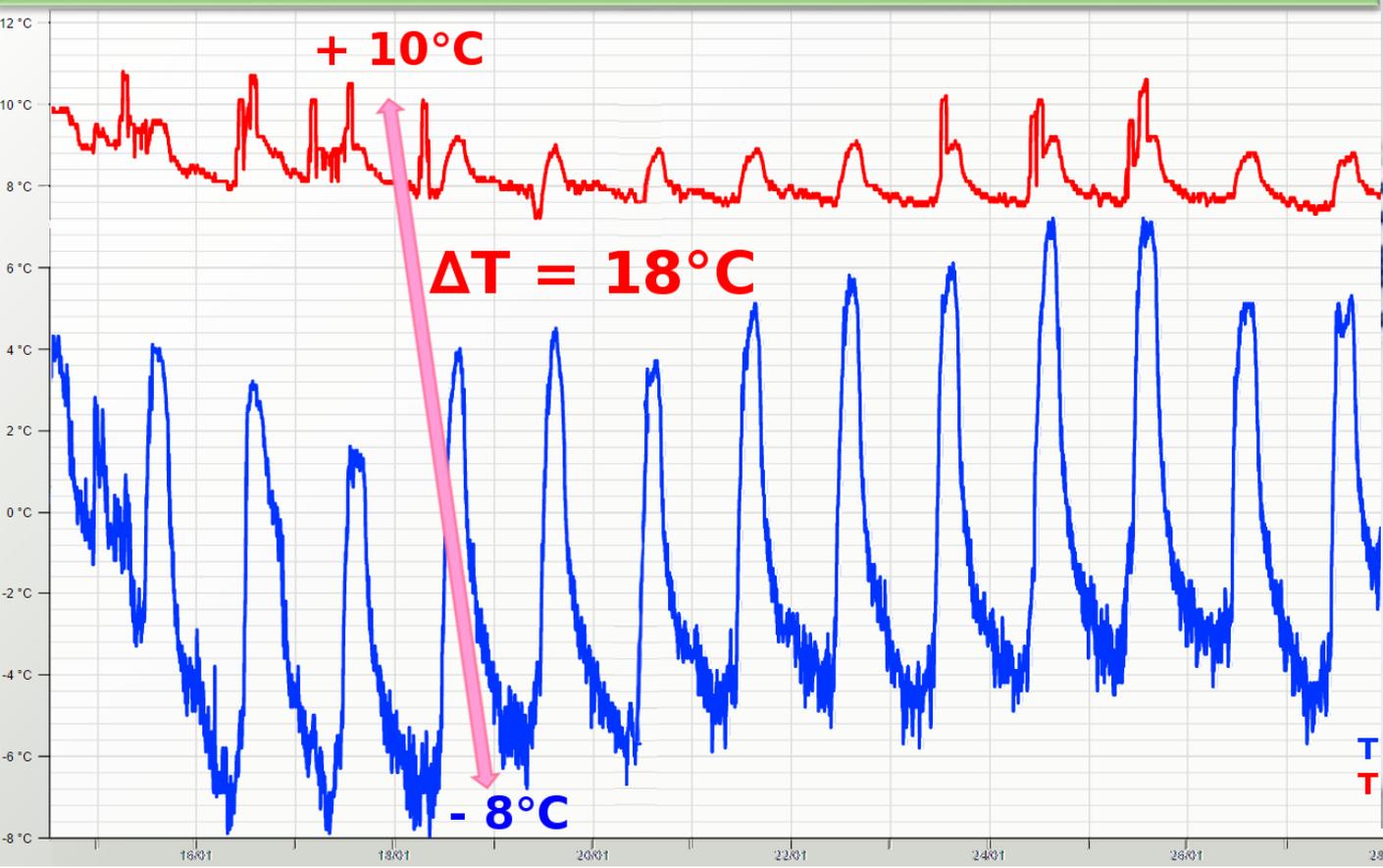


SAIE
ore 2019

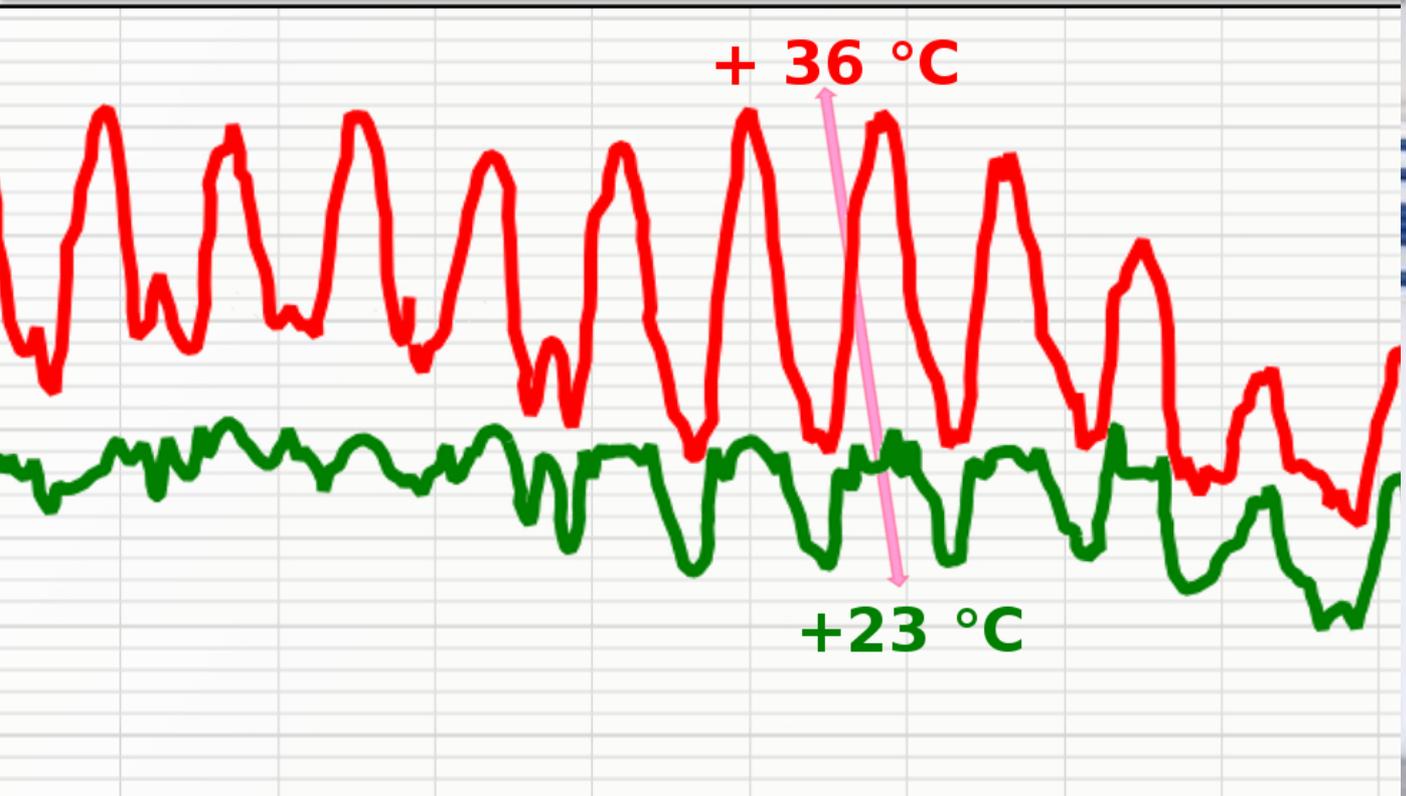




Recupero 1100 W termici con consumo elettrico 40 W COP system 25???



Recupero 1600 W sens+lat con consumo elettrico 40 W EER system 40???



$$\Delta T = 13^{\circ}\text{C}$$

T outdoor
T post-geothermal exchanger



Andamento termico invernale

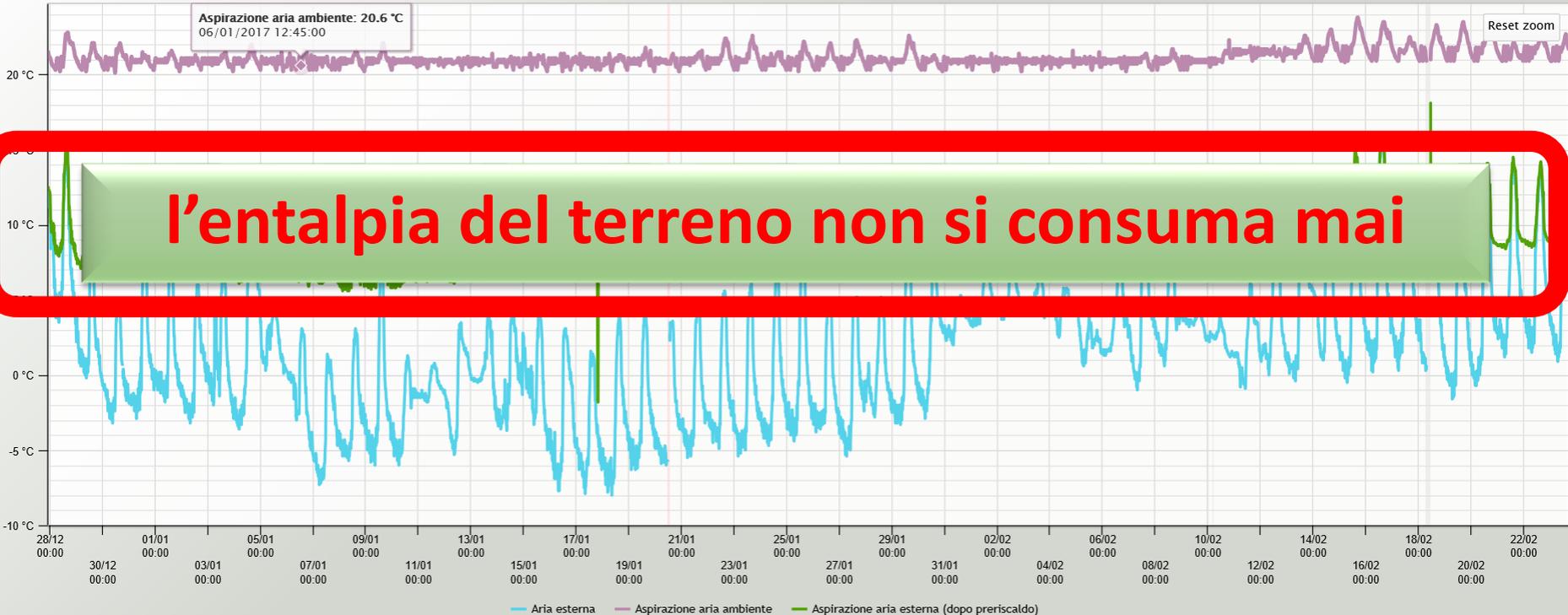
Grafico #0

Grafico #0

Aspirazione aria ambiente: 20.6 °C
06/01/2017 12:45:00

Reset zoom

l'entalpia del terreno non si consuma mai



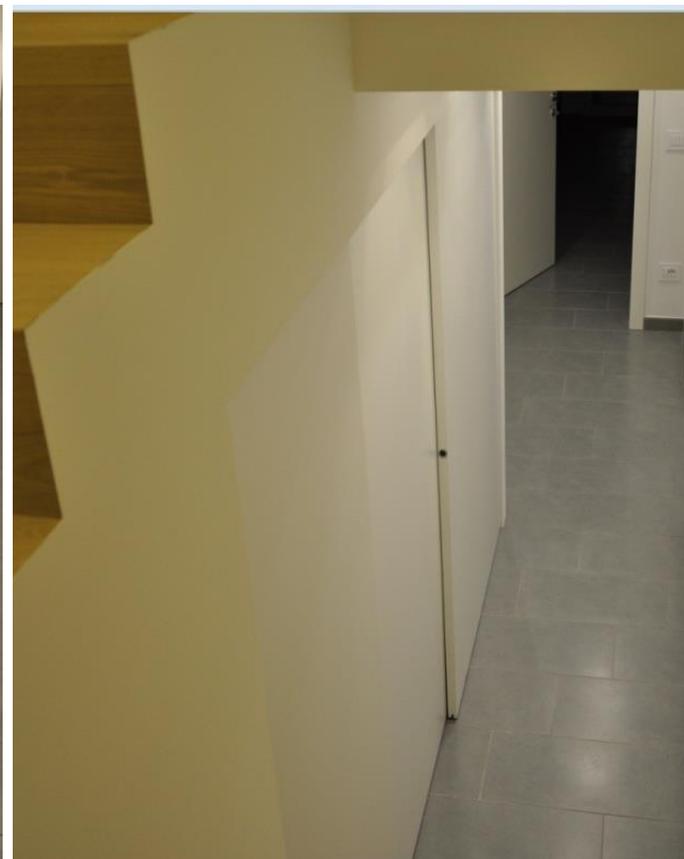
Dati

Grafico #0

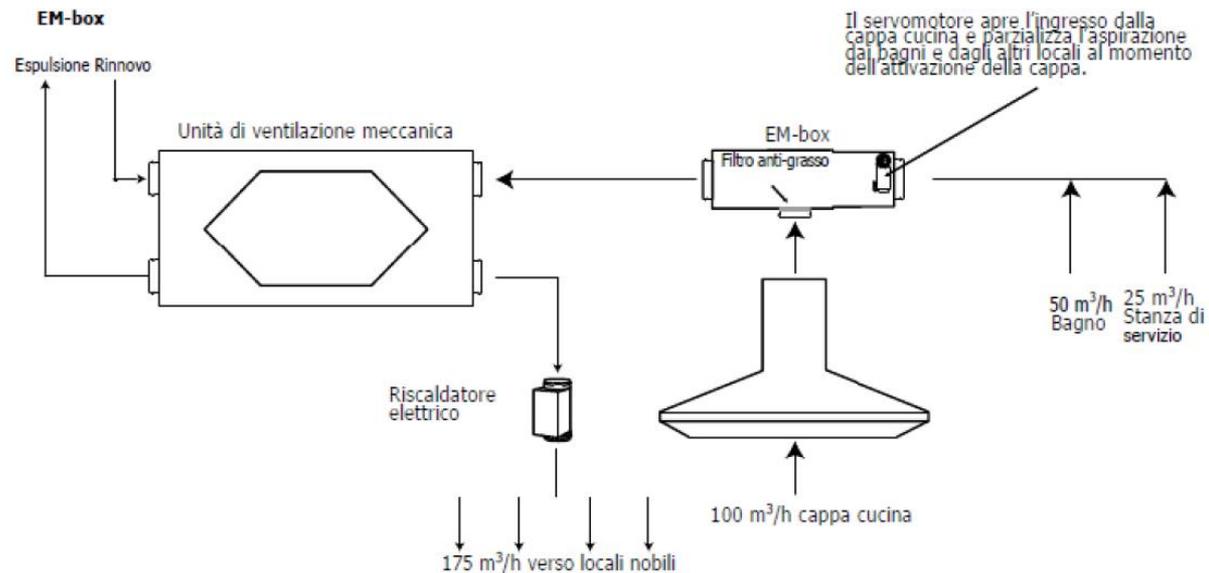
Grafico #1

21 aprile 10:53

Un'impiantistica che non si vede è comfort visivo



Recupero energetico dalla cappa della cucina = +++ACS



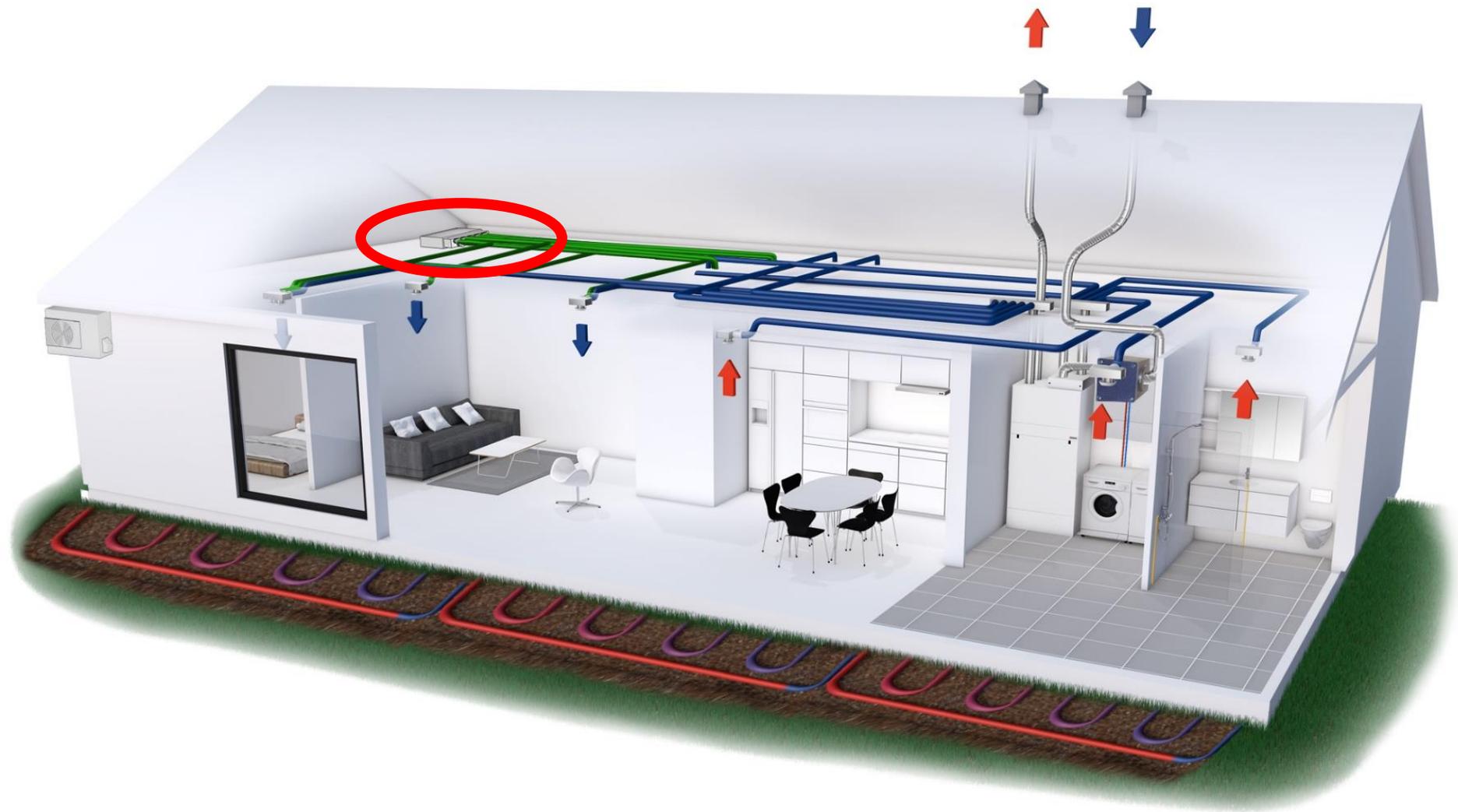
Soluzioni per elevate richieste ACS



aggregato compatto + espansione diretta in PARALLELO

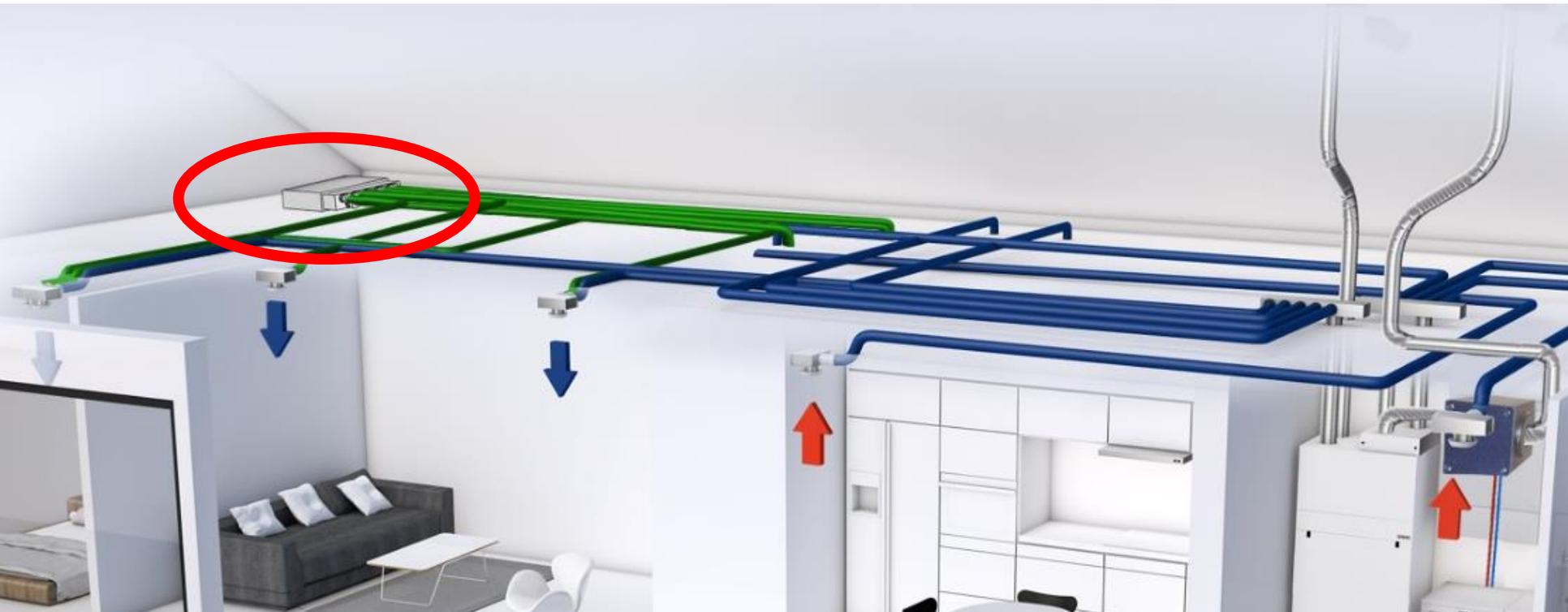
IE
2019

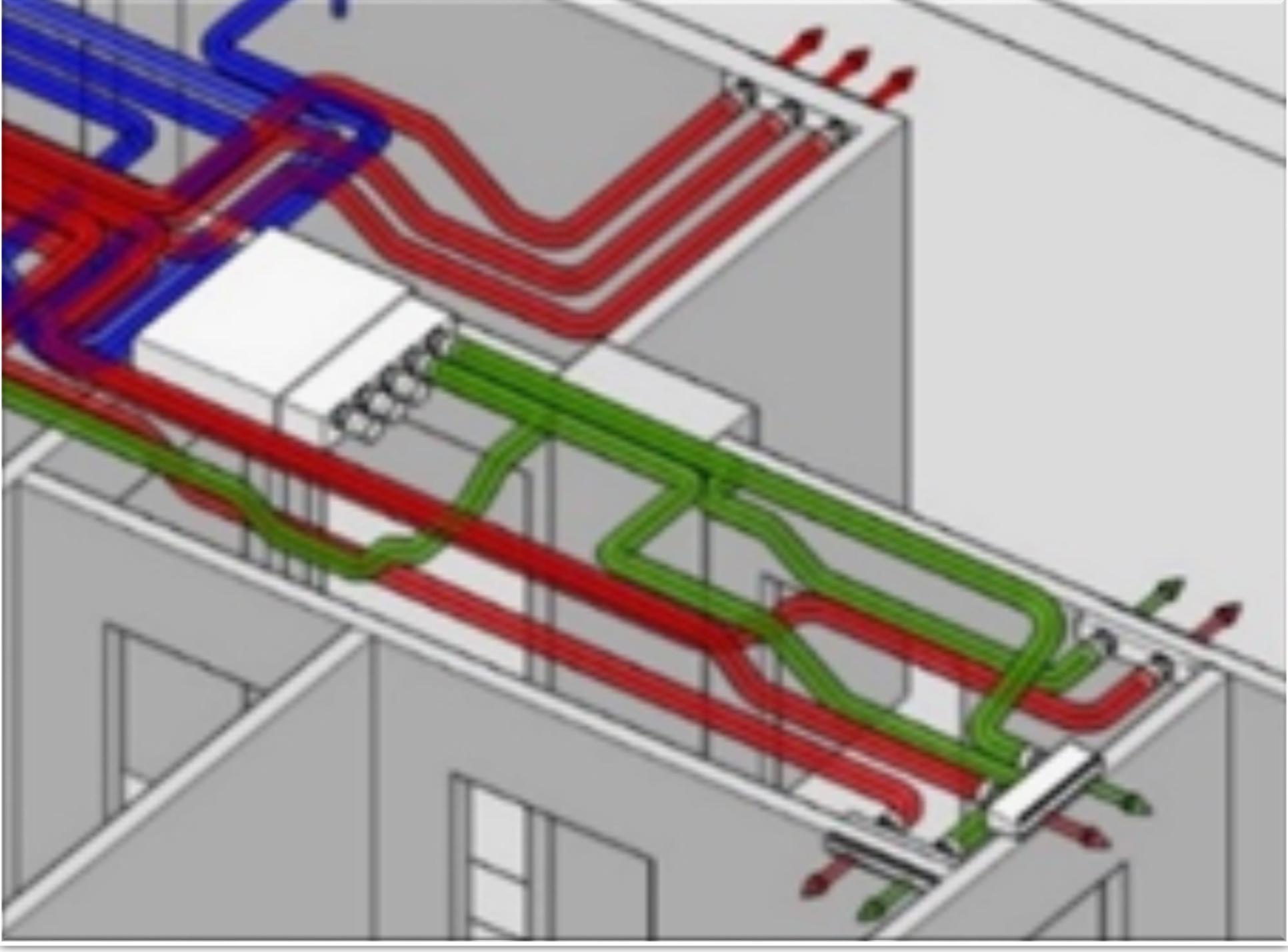




AGGREGATO COMPATTO COMPACT P
PRETEMPERAMENTO GEOTERMICO PASSIVO ECWK
UNITÀ DI CLIMATIZZAZIONE CANALIZZATA SPLIT

AGGREGATO COMPATTO **COMPACT P** PRETEMPERAMENTO GEOTERMICO PASSIVO **ECWK** UNITÀ DI CLIMATIZZAZIONE CANALIZZATA **SPLIT**



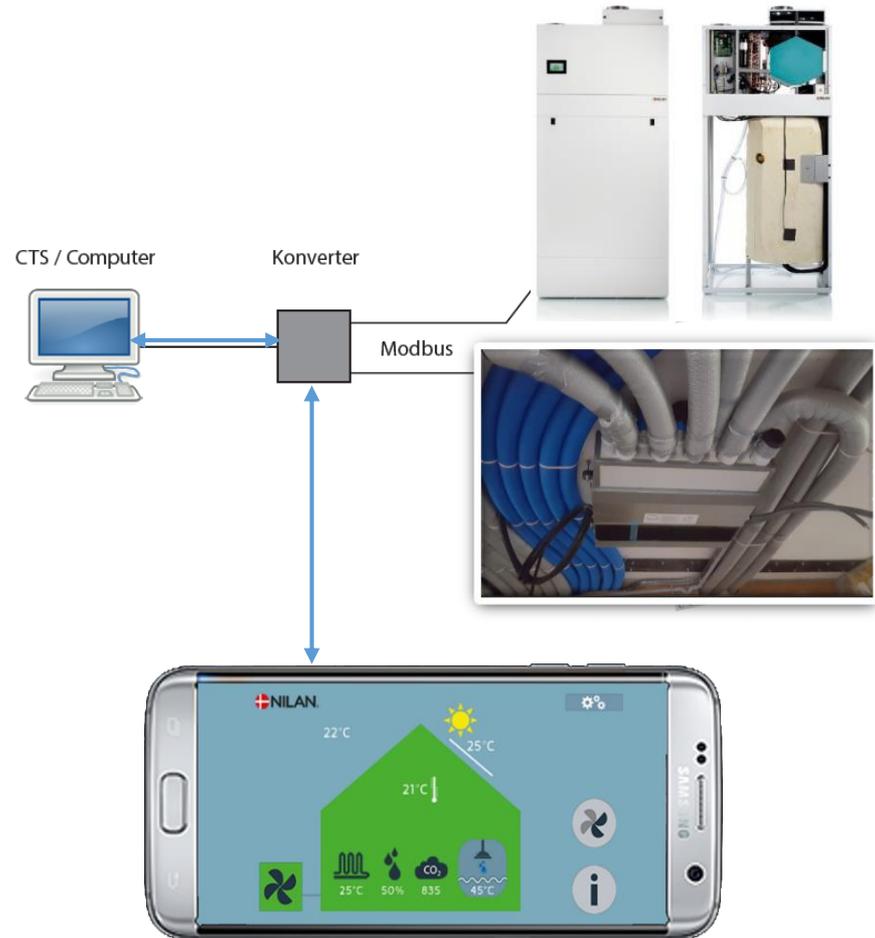




Supervisione-telegestione monitoraggio = numeri!

The management of the mechanical ventilation unit and the split system is integrated. The setting of temperature, humidity and CO2 values is done by a PC supervision system and by APP.

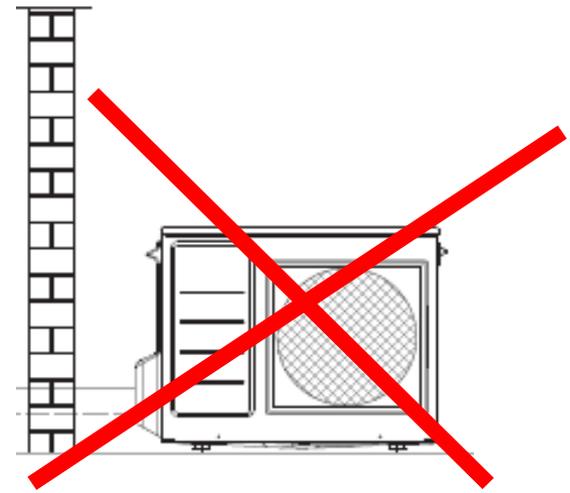
The split system is used as an additional booster only if it is needed and it is controlled by Modbus protocol

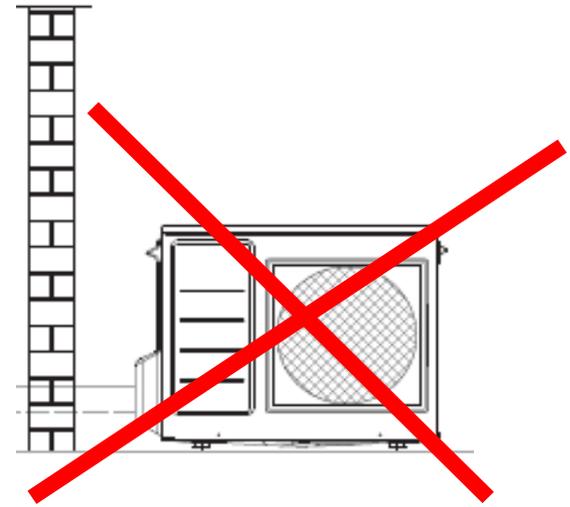




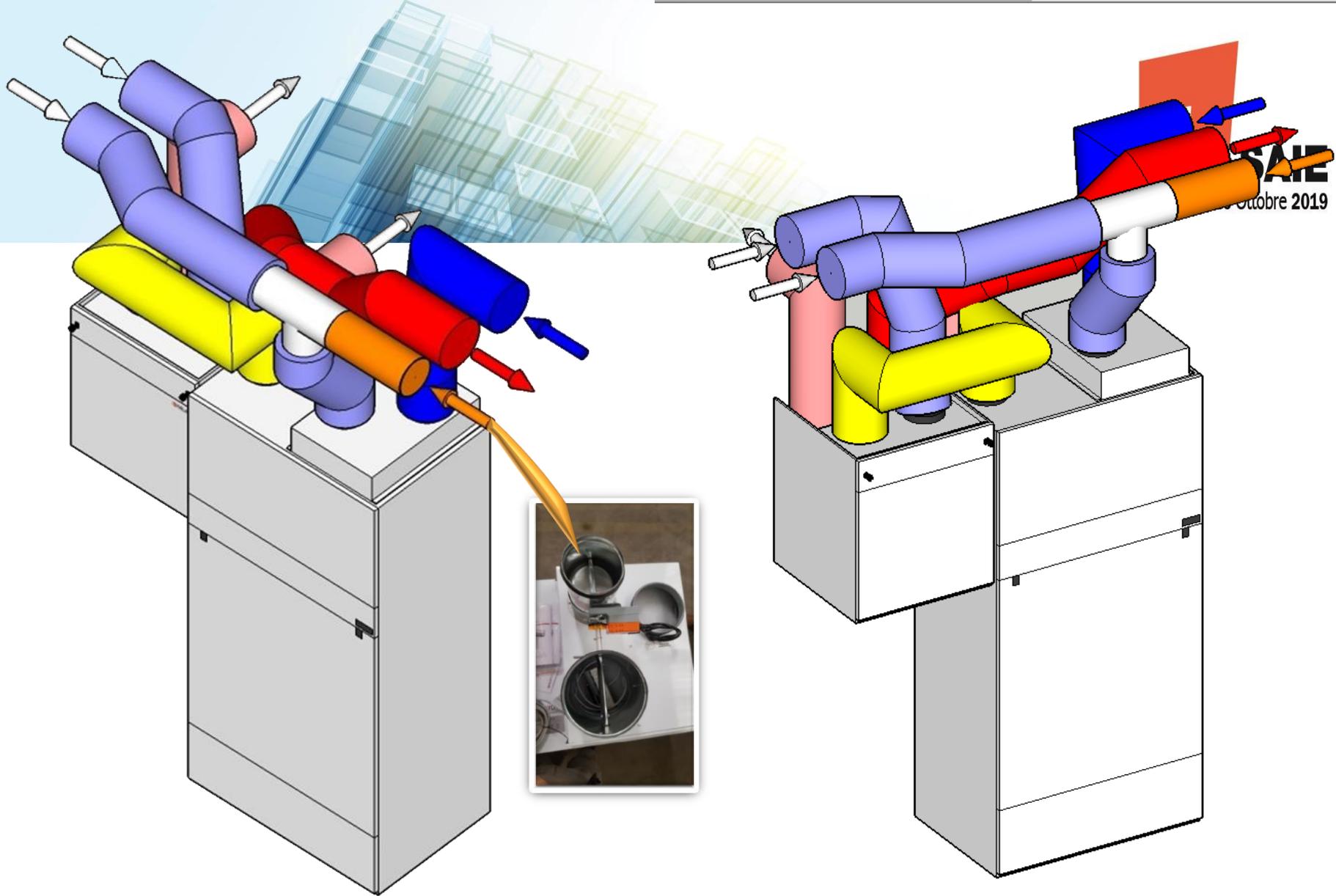
Soluzioni SENZA UNITA' ESTERNA!



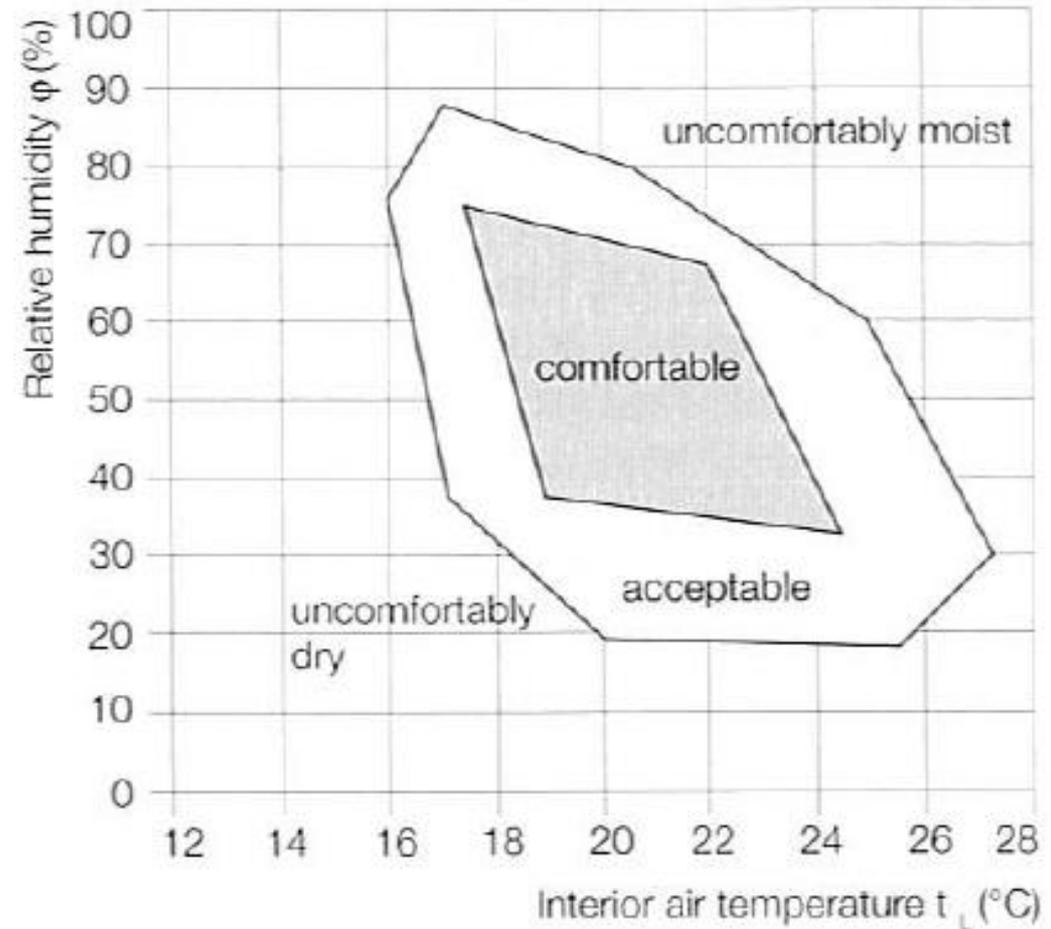
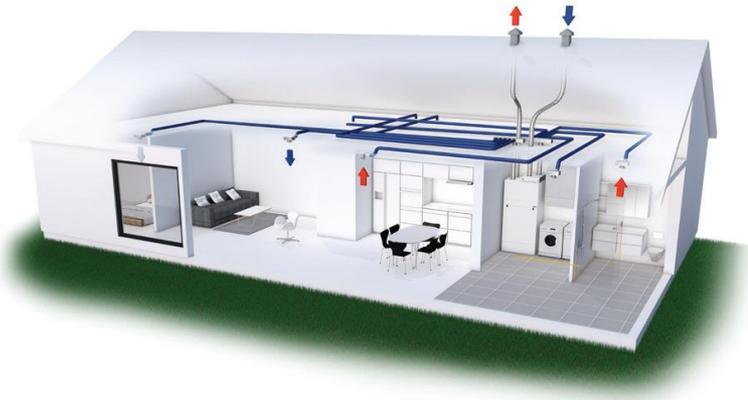


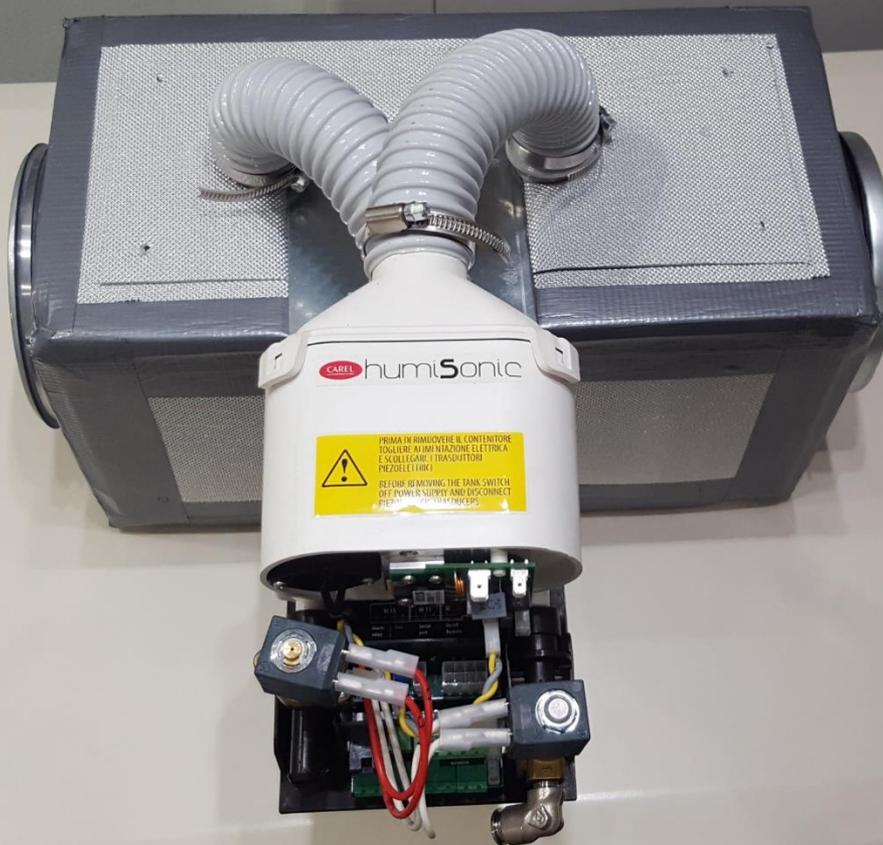






Umidificazione dell'aria ad ultrasuoni

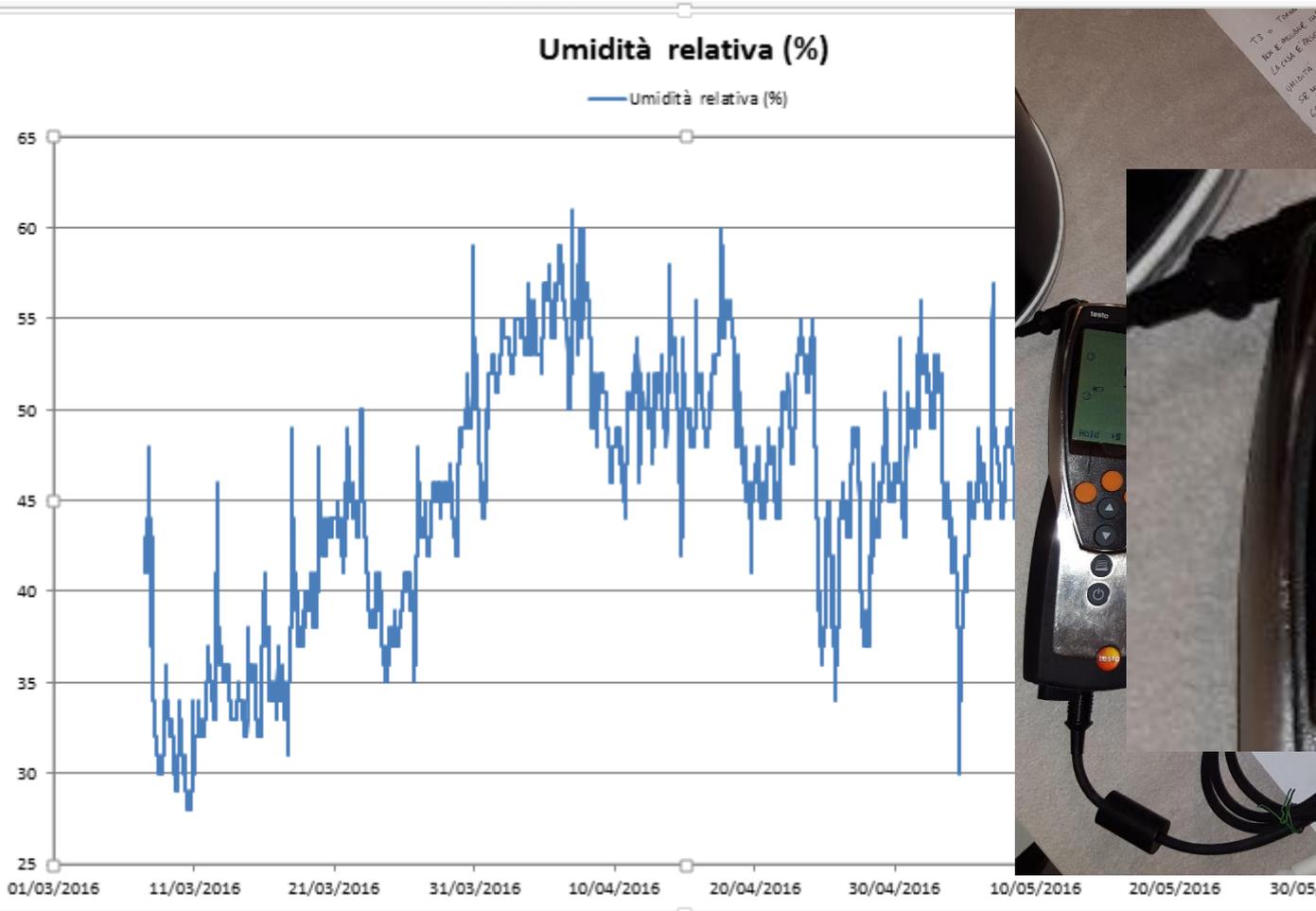




**PRIMA DI RIMUOVERE IL CONTENITORE
Togliere l'alimentazione elettrica
e scollegare il trasduttore
PREZIOSI L'UMI!**

**BEFORE REMOVING THE TANK SWITCH
OFF POWER SUPPLY AND DISCONNECT
PREZIOSI L'UMI!**

Efficacia dell'umidificazione



Filtrazione

Il mantenimento di ottime qualità dell'aria è garantito da un'accurata manutenzione dei filtri e da una loro costante sostituzione. I filtri dovrebbero essere sostituiti ogni 6 mesi con dei filtri nuovi.

I filtri utilizzati più spesso nell'ambito residenziale si suddividono in **filtri per polvere grossa (serie G, i più usati nelle VMC sono i G4 con efficienza di trattenimento con polvere sintetica tra $\geq 90\%$)** o filtri più efficaci definiti per polveri fini (**serie F i più usati nelle VMC sono i F7**), questi ultimi **impiegati per trattenere in particolare i pollini ed efficaci anche nel trattenimento delle polveri sottili PM1/PM2,5 e PM10.**



Filtri G4 a telaio



Panno Filtri G4



Filtro F7



Filtro ai carboni attivi

Tenuta all'aria Blower Door Test



Bilanciamento dell'impianto

SAIE
BARI 24-26 Ottobre 2019



Cosa respiriamo in casa senza VMC....



Cosa può succedere in casa senza VMC....



Il progetto Passivhaus di Putignano

BARI 24-26 Ottobre 2019



Il progetto Passivhaus di Putignano

BARI 24-26 Ottobre 2019



Grazie per l'attenzione
cerboni.i@exrg.it