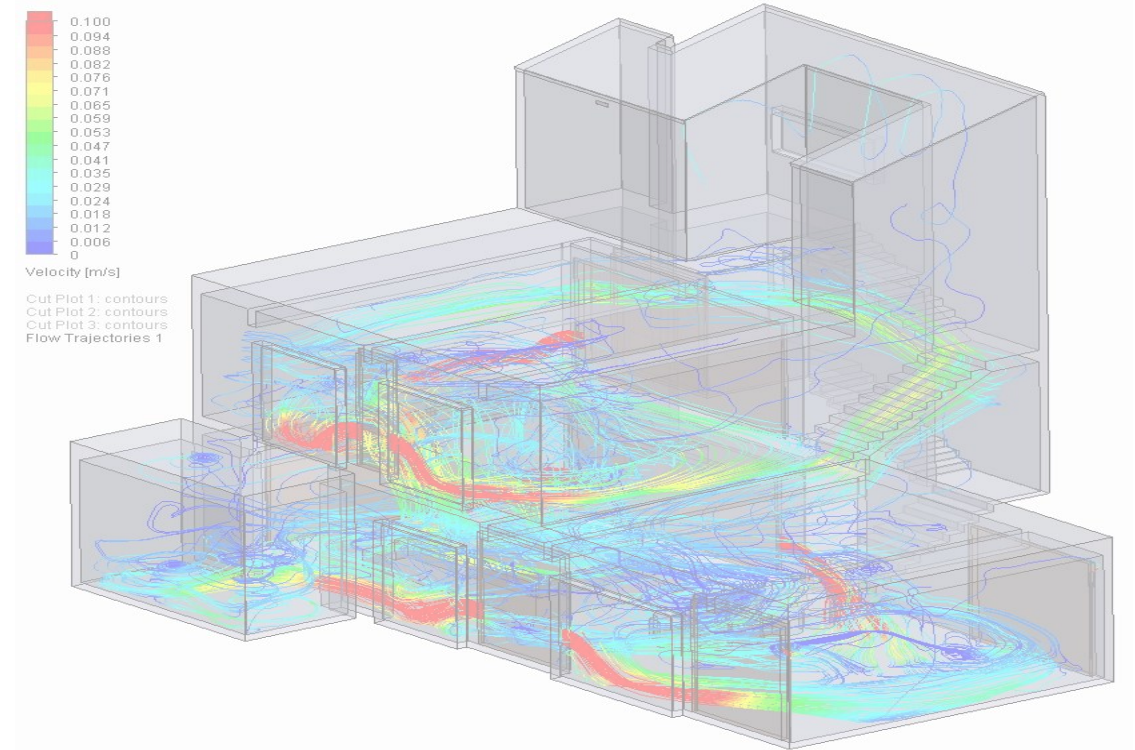
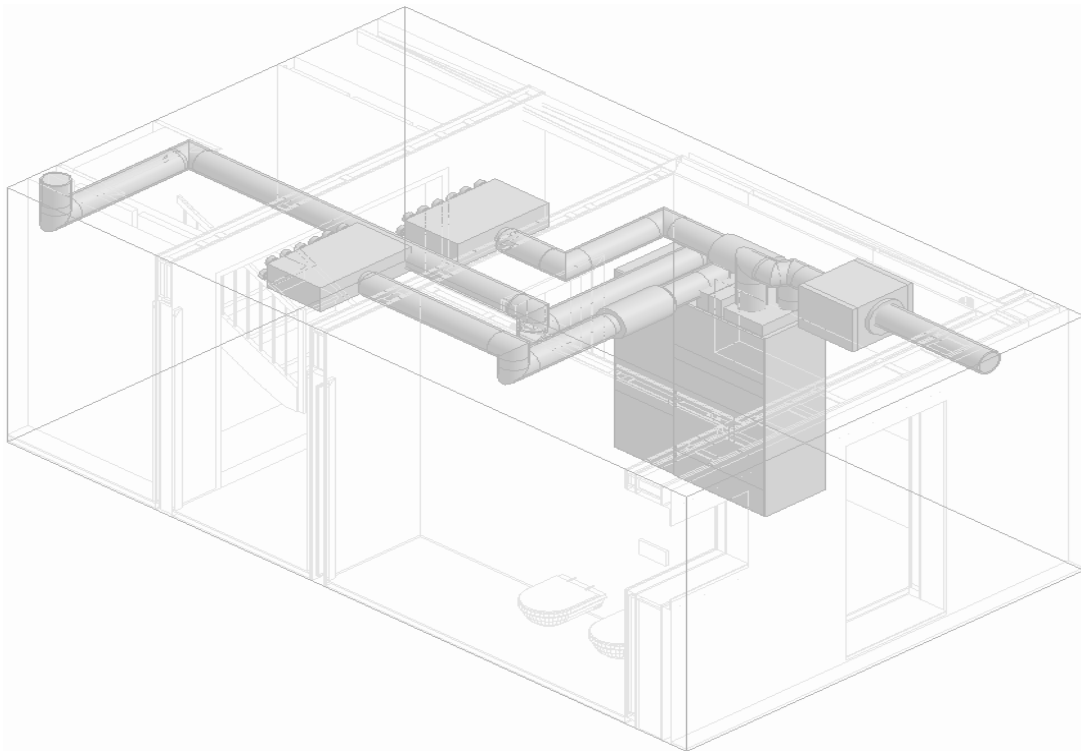


Qualità dell'aria indoor e VMC.

Comprendere il ruolo centrale del progettista attraverso un attento esame dei principali aspetti, la normativa tecnica, l'analisi delle misure e la gestione del cantiere.



Relatore:
Ing. Paolo Veggetti

Studio Ing. Paolo Veggetti

E²Project

TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO

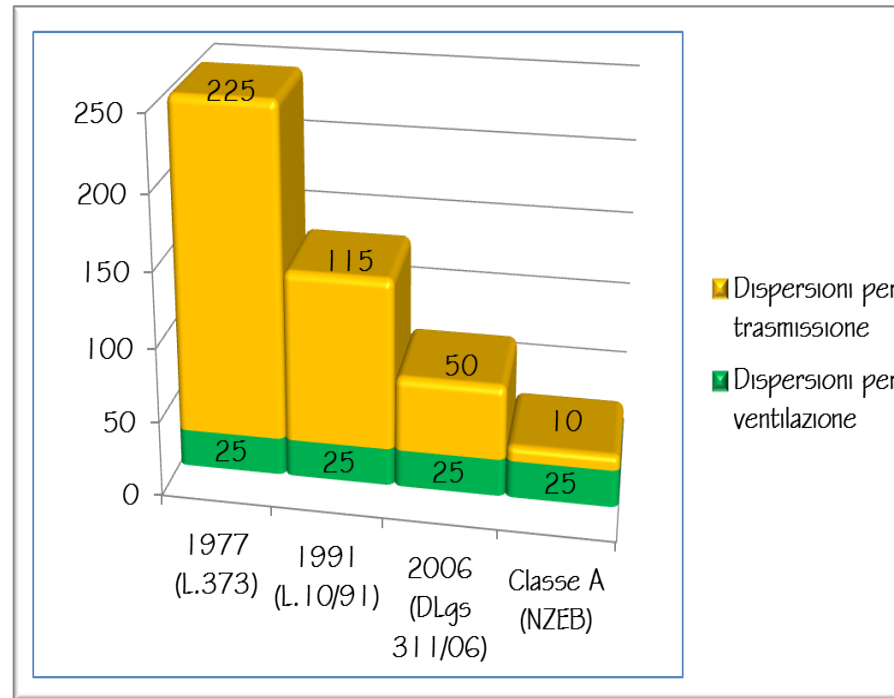
LE NORMATIVE NEGLI ULTIMI ANNI HANNO IMPOSTO DI AUMENTARE LA COIBENTAZIONE DELLE STRUTTURE ABBATTENDO LE PERDITE PER TRASMISSIONE; NELLA NORMATIVA NAZIONALE NON È FATTO OBBLIGO DI VERIFICARE LA TENUTA ALL'ARIA DELL'EDIFICIO LIMITANDO LE PERDITE PER VENTILAZIONE.



ASPETTO ENERGETICO

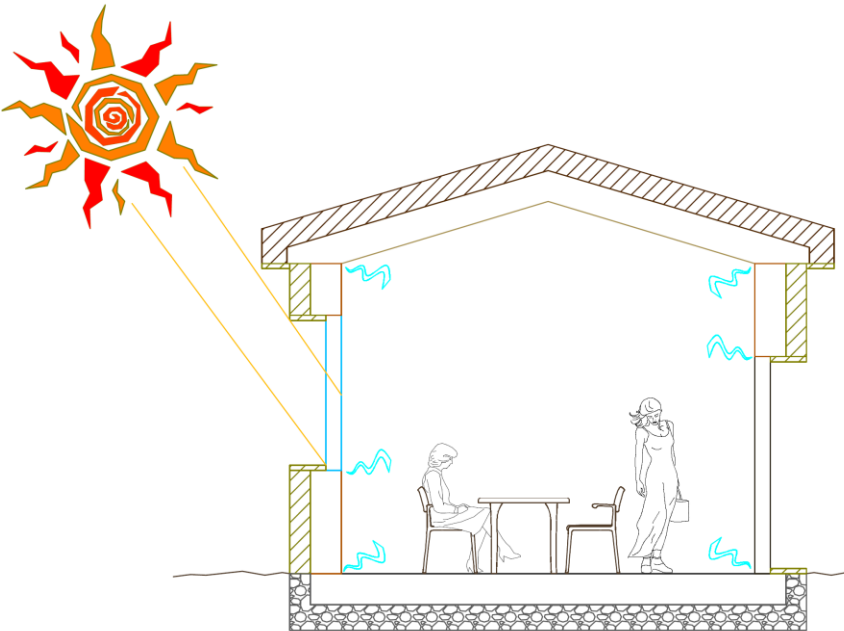
Negli edifici a basso consumo di energia, la **percentuale di calore disperso per ventilazione non è più trascurabile** (rispetto alle perdite per trasmissione). Le perdite per ventilazione evidenziate nel grafico a sinistra sono quelle risultanti dalla richiesta Normativa di garantire 0,5 ricambi/ora.

Nel caso non si **PROGETTI** la tenuta all'aria dell'involucro si avranno infiltrazioni tali da provocare un tasso di ricambio superiore a 3 o 4 ricambi/ora.



Studio Ing. Paolo Veggetti

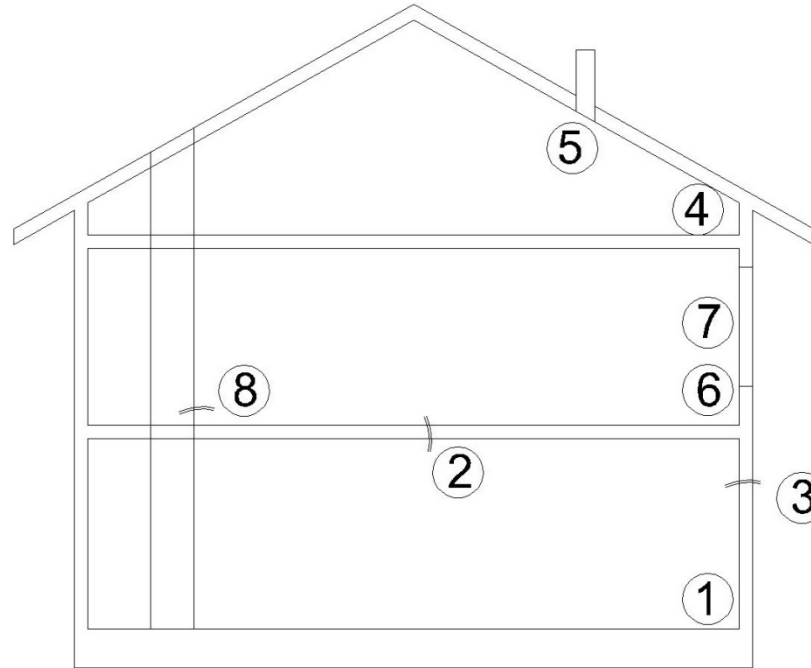
E²Project



TENUTA ALL'ARIA DELL'INVOLUCRO

Dove sono localizzate, normalmente, le infiltrazioni nell'involucro?

1. Nelle giunzioni tra pavimento e parete se l'intonaco o lo strato di tenuta all'aria non ha continuità col solaio
2. Nelle fenditure tra tubazioni/corrugati e pareti/solai/tetti
3. Nei corrugati elettrici che collegano l'interno e l'esterno dell'edificio qualora non sia stato chiuso con tappi o silicone lo spazio residuo
4. Nelle discontinuità fra pareti e solai e/o pareti e tetto
5. In corrispondenza di sfiati o ventilazioni
6. Nei serramenti (porte /finestre) fra falso telaio e parete o fra falso telaio e telaio
7. Nei serramenti (porte/finestre) fra anta e telaio (mancata registrazione delle chiusure)
8. Nei passaggi degli impianti da cavedi tecnici alle zone calde



VENTILAZIONE AMBIENTI

Condizione fondamentale per avere comfort ambientale durabilità dei materiali isolanti e delle strutture oltre che per il corretto funzionamento della VMC in un edificio a basso consumo è che non ci siano perdite d'aria nell'involucro edilizio.

COME CONTROLLARE LE PERDITE PER INFILTRAZIONE?

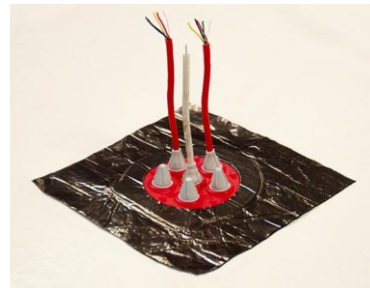
Il *blower door test* è uno strumento diagnostico che serve a verificare l'ermeticità di un edificio, permettendo di scoprire le perdite d'aria dell'involucro edilizio e di valutare il tasso di ricambio dell'aria

BLOWER DOOR TEST: ISO 9972 ha sostituito la NORMA UNI EN 13829: *Prestazione termica degli edifici - Determinazione della permeabilità all'aria degli edifici - Metodo di pressurizzazione mediante ventilatore*):

Telaio telescopico con ventilatore posizionato sulla porta di ingresso; da qui il nome della prova: *blower* (ventilatore) + *door* (porta) + *test* (prova).

COME LIMITARE LE PERDITE PER INFILTRAZIONE?

Con un progetto di **TENUTA ALL'ARIA**. Definendo in sede progettuale come risolvere le discontinuità negli strati di tenuta e l'uso di accessori adatti allo scopo.

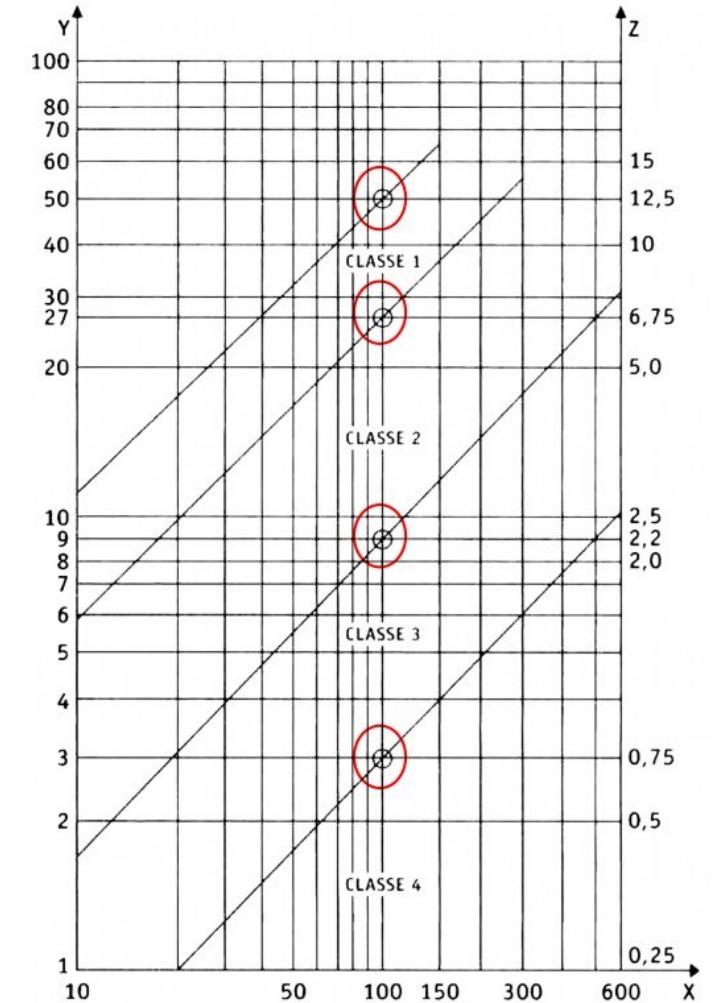


Per una corretta ventilazione sono sufficienti le infiltrazioni attraverso i serramenti?

Vediamo un esempio: per un appartamento di 60 m^2 e 162 m^3 con 10 m^2 di finestre; la tabella sotto riporta la portata di aria di infiltrazione, espressa in m^3/h , estrapolata dal grafico a destra per 10 m^2 di serramenti secondo la UNI EN 12207

Classe del serramento	DP=10 Pa	DP=50 Pa
1	120	320
2	60	180
3	17	55
4	<10	18

Considerando un edificio con serramenti recenti=classe 4 di tenuta all'aria secondo la Norma UNI EN 12207: 2000 (che classifica la tenuta all'aria dei serramenti) il ricambio d'aria è **INSUFFICIENTE**



Legenda

X Pressione (Pa)

Y m^3/hm^2

Z m^3/hm

Classificazione Permeabilità all'aria **UNI En 12207**

VENTILAZIONE AMBIENTI

PERCHÉ VENTILARE?

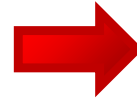
PER AVERE UN
MICROCLIMA INTERNO CONFORTEVOLE E SANO:

Una corretta ventilazione elimina odori, vapori e altri inquinanti degli ambienti indoor causati dalla presenza umana, dai materiali da costruzione e dagli arredi.

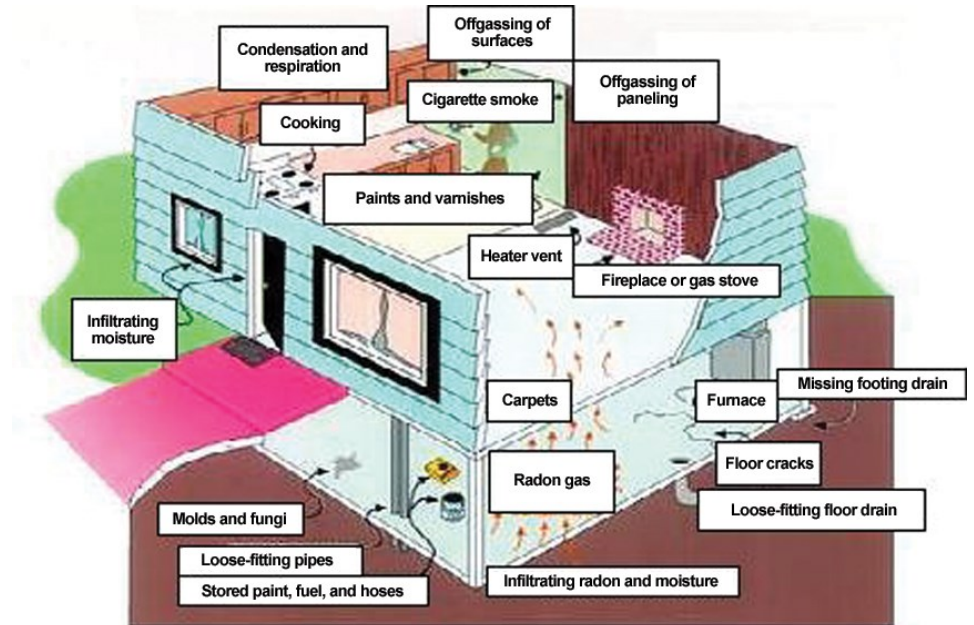
AMBIENTE INDOOR COME LUOGO INQUINATO

Inquinanti dell'aria presenti:

- ✓ Concentrazione di CO₂
- ✓ VOC (composti organici volatili): benzene, toluene, formaldeide, composti ossigenati, vernici
- ✓ Gas prodotti dalla combustione
- ✓ Particolato aerodisperso
- ✓ Batteri, muffe ed altri organismi
- ✓ Derivati organici di animali e dell'uomo
- ✓ Amianto e fibre minerali
- ✓ Radon
- ✓ Fumo di sigaretta
- ✓ Vapore acqueo in eccesso
- ✓ Allergeni



RICAMBIO ARIA A REGIME COSTANTE: Salute delle persone e delle abitazioni



Fonte: Centers for Disease Control and Prevention

VENTILAZIONE AMBIENTI

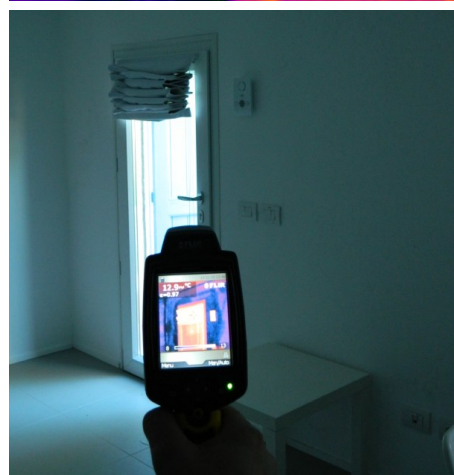
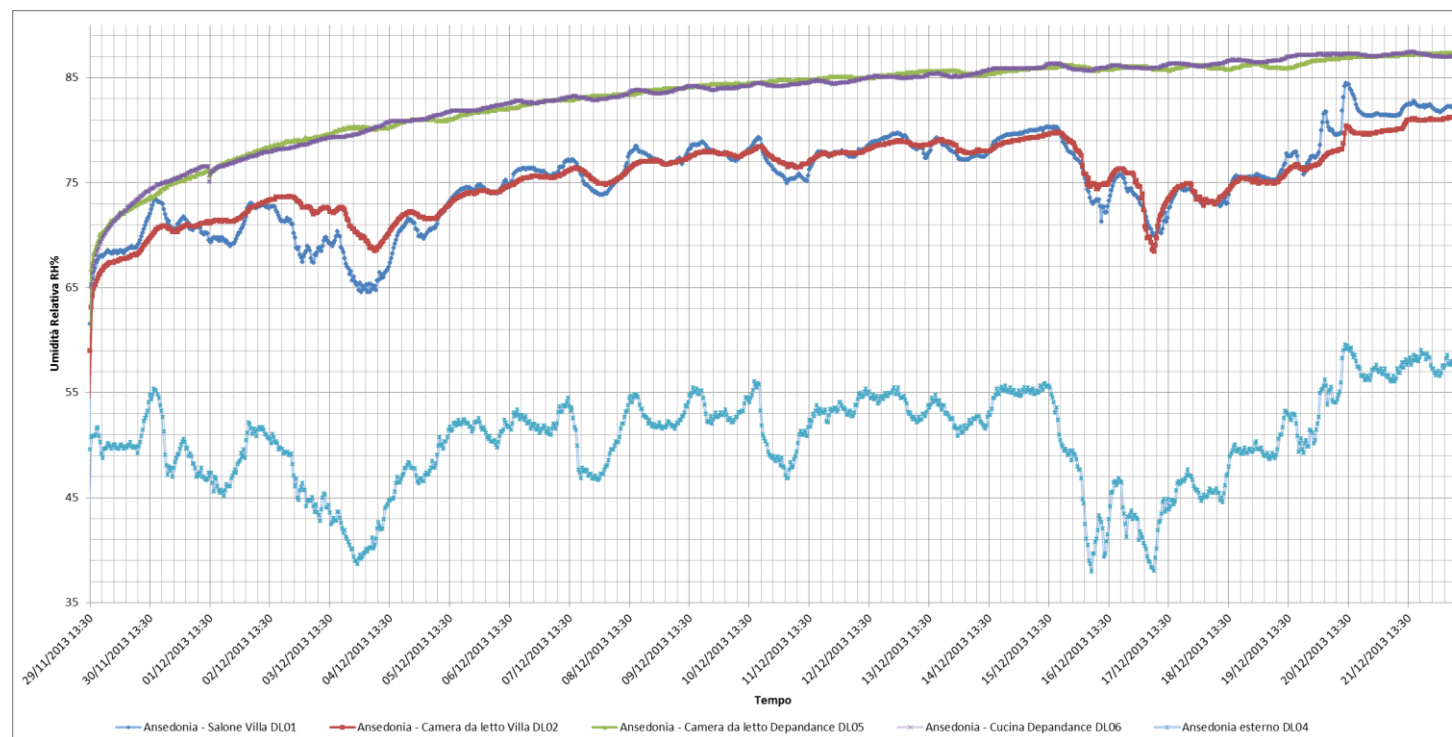


“Gli occupanti di edifici umidi e compromessi dalle muffe sono soggetti a:

- più alto rischio di infezioni respiratorie e manifestazione di asma e allergie;
- maggiore rischio di contrarre malattie rare come la polmonite da ipersensibilità, alveolite allergica, rinosinusite cronica.”



RILIEVO UMIDITÀ CON DATALOGGER



PRODUZIONE MEDIA DI VAPORE ACQUEO

bagno in vasca	1.100 gr/bagno
doccia	1.700 gr/doccia
cottura pietanze	400-500 gr/h di cottura
bollitura pietanze	450-900 gr/h di bollitura
lavastoviglie	200 gr/lavaggio
lavatrice	200-350 gr/lavaggio
dormire	40-50 gr/h
lavoro casalingo	90 gr/h
attività impegnativa	175 gr/h

SUPER-ISOLAMENTO DELL'INVOLUCRO E TENUTA ALL'ARIA:

Risparmio di energia a discapito della salutare ventilazione degli ambienti



PREVENIRE I DANNI CAUSATI DALL'UMIDITA' ALLE STRUTTURE ED ALLA SALUTE DELLE PERSONE

RADON: principali fonti e mappa concentrazione regionale

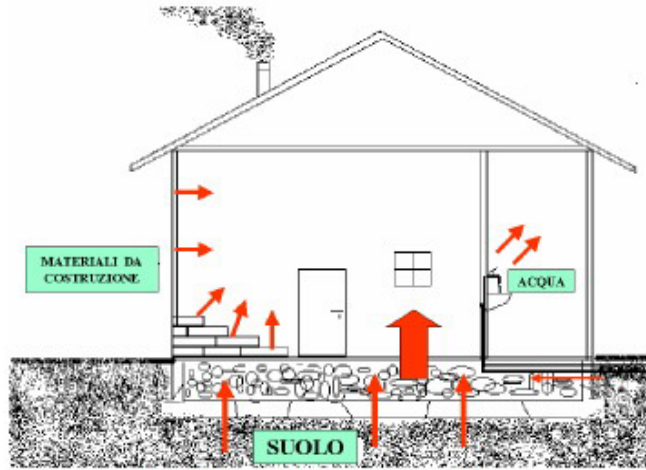
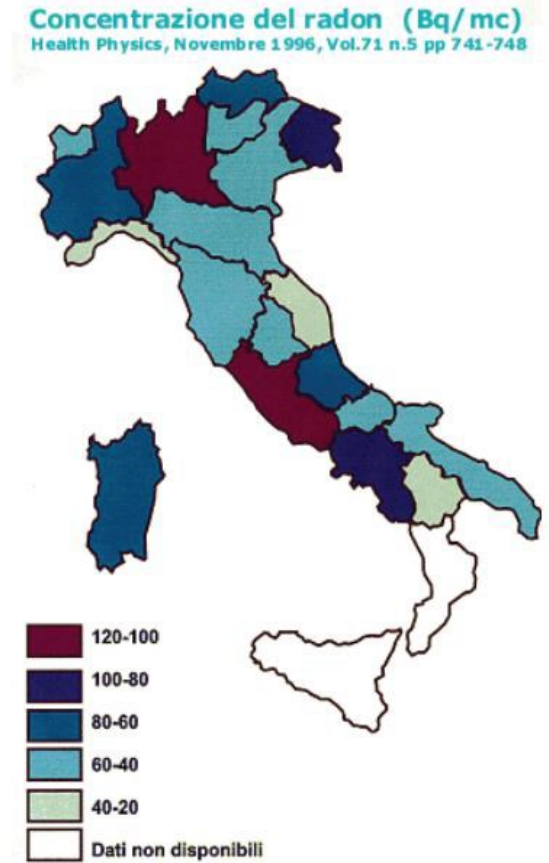


Fig. 2: Principali fonti di radon in un'abitazione



In Italia non c'è ancora una normativa per quanto riguarda il limite massimo di concentrazione di radon all'interno delle abitazioni private. I valori limite di concentrazione di Radon raccomandati dalla Comunità Europea sono di **200 Bq/m³** per le nuove abitazioni e **400 Bq/m³** per quelle esistenti. Per i luoghi di lavoro invece la Legge indica un livello massimo di **500 Bq/m³**. Per le scuole non c'è una Norma specifica. Come si vede a destra i valori medi misurati nelle regioni italiane variano da 20 a 120 Bq/m³.



Informazioni più precise località per località si possono trovare sui siti dell'ARPA:
Agenzie Regionali per la Protezione Ambientale

UNI EN 15251:2008 Criteri per la qualità dell'ambiente interno e per la valutazione della prestazione energetica degli edifici

Sostituita nel 2019 dalla UNI EN 16798-1 da utilizzarsi per la verifica delle portate.

Dove:

$$q_{\text{tot}} = n * q_p + A * q_B$$

q_{tot} = portata di ventilazione totale in ambiente (l/s)
 n = valore di progetto per il numero di persone nell'ambiente;
 q_p = portata di ventilazione per persona (l/s);
 A = area dell'ambiente considerato (m²);
 q_B = portata di ventilazione relativa alle emissioni dell'edificio [l/(sm²)];

UNI 10339 “Impianti aeraulici a fini di benessere”

(in fase di revisione da parte di CTI-AICARR)

è richiamata in moltissimi Regolamenti Edilizi e di Igiene

Riassume le condizioni di benessere ambientale degli occupanti degli ambienti confinati. Sono indicati valori da rispettare che variano in funzione:

- del tipo di locale;
- dell'abbigliamento;
- dell'attività fisica delle persone

Principali parametri ottimali di riferimento:

- portate di aria esterna per persona
- temperatura ambiente in estate e inverno
- umidità relativa
- velocità dell'aria nella zona occupata
- ricambi ora
- portate di aria esterna
- filtrazione dell'aria immessa in relazione alle varie categorie di edifici

Il significato del tasso di ventilazione:

- A livello di calcolo dei fabbisogni energetici degli edifici (UNI TS 11300): il valore di n definito dalle normative è puramente convenzionale, al fine di poter comparare edifici tra loro differenti (0,3 vol/h).

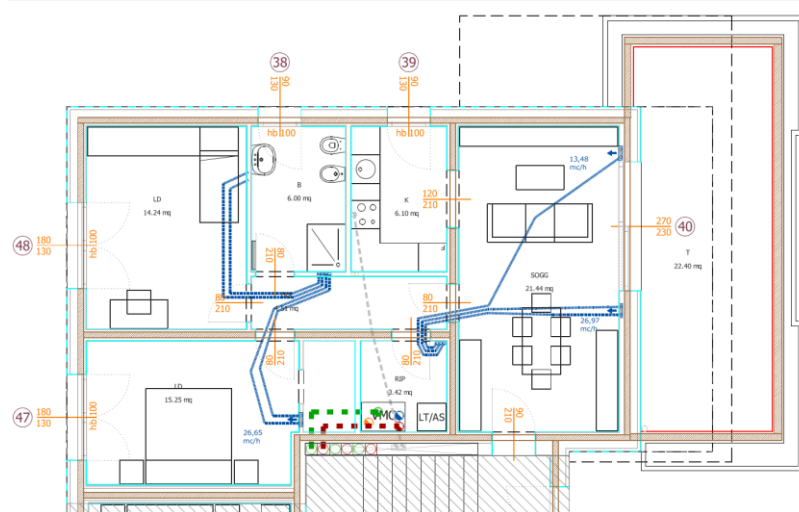
- A livello di progettazione degli edifici: la scelta va compiuta per garantire una buona qualità dell'aria interna; tenere sotto controllo gli inquinanti interni e il vapore acqueo che influisce sulla generazione di condense e muffe (UNI EN 16798-1 e/o UNI 10339 ricambi superiori a 0,5 vol/h);

PIANO DI VENTILAZIONE

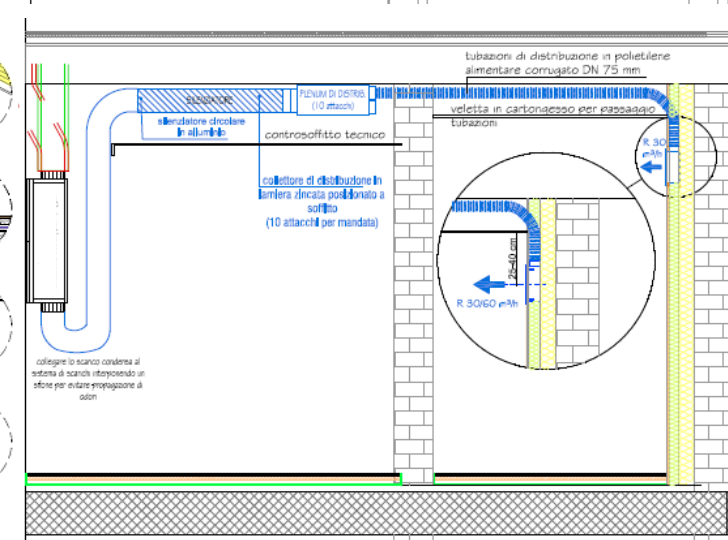
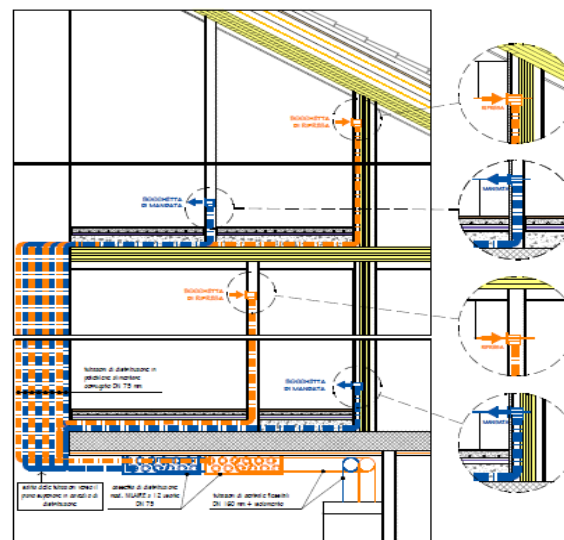
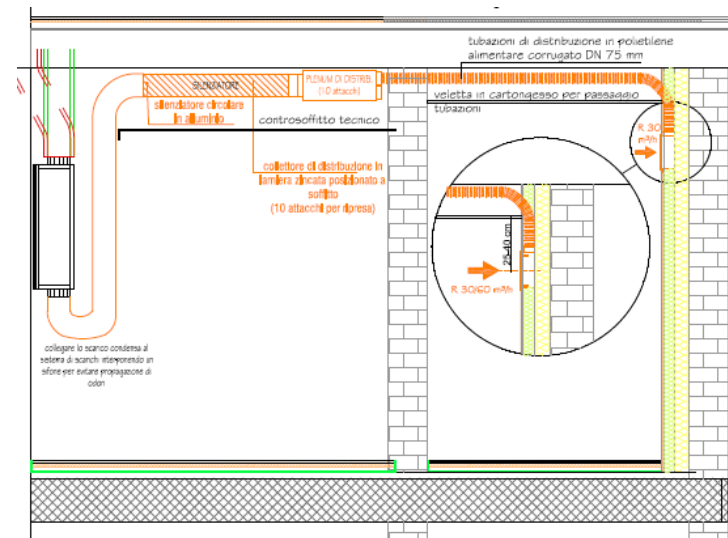
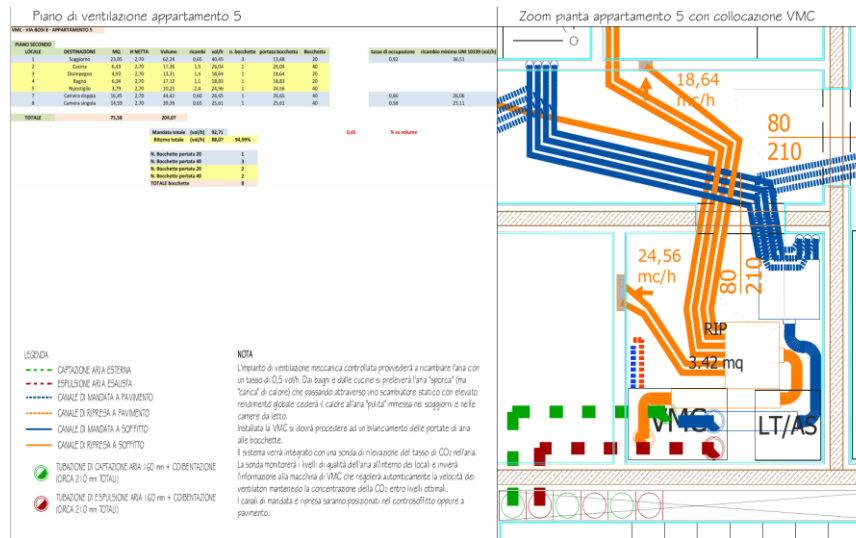
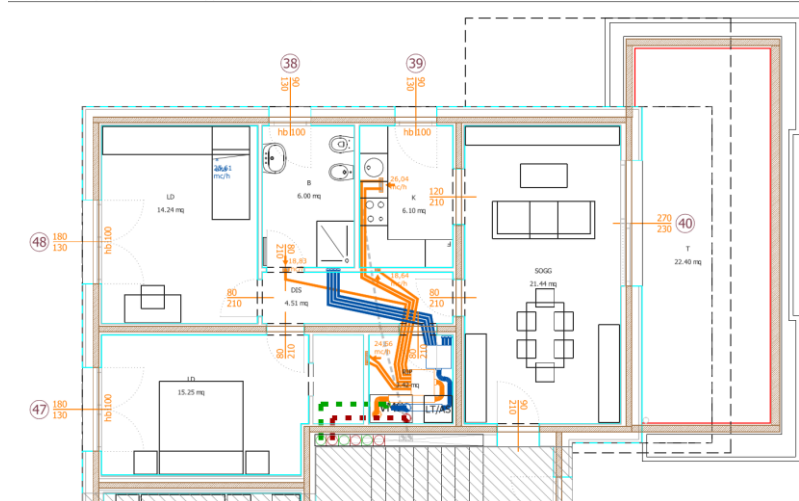
PIANO DI VENTILAZIONE											
										fattore di occupazione, 10339, pers/mq	0,04
										portata rinnovo nel residenziale, 10339, lt/pers	11
										fattore di rinnovo nei servizi, 10339, vol/h	4
PIANO TERRA - TUBO 75										UNI 10339	
ID	DESTINAZIONE	Area netta [mq]	H netta [m]	Volume [mc]	Ricambi [vol/h]	Portata [mc/h]	M/R	n. tubi	Portata tubo [mc/h]	tasso di occupazione	portata mc/h 10339
	Zona giorno e ingresso	31,30	2,88	90,14	0,90	81,13	M	4	20,28	1,25	49,58
	Cucina	18,00	2,88	51,84	1,00	51,84	R	2	25,92		
	Servizi (bagno + disimpegno)	7,60	2,88	21,89	1,20	26,27	R	2	13,13		
TOTALE PIANO TERRA		56,90		163,87	Bilanciamento PIANO TERRA						
		mq		mc	Mandata	81,13	mc/h	4,00			
					Ripresa	78,11	mc/h	4,00	RICAMBIO		
					RAPPORTO RIPRESA/MANDATA			0,96	0,50		
PIANO PRIMO - TUBO 75										UNI 10339	
ID	DESTINAZIONE	Area netta [mq]	H netta [m]	Volume [mc]	Ricambi [vol/h]	Portata [mc/h]	M/R	n. tubi	Portata tubo [mc/h]	tasso di occupazione	portata mc/h 10339
	Camera singola 1	15,50	2,77	42,94	0,80	34,35	M	2	17,17	0,62	24,55
	Camera singola 2	14,22	2,77	39,39	0,90	35,45	M	2	17,73	0,57	22,52
	Camera matrimoniale	19,60	2,77	54,29	0,90	48,86	M	2	24,43	0,78	31,05
	Bagno camera	3,05	2,77	8,45	2,60	21,97	R	1	21,97		
	Bagno grande	8,00	2,77	22,16	2,10	46,54	R	2	23,27		
	Vano tecnico	4,90	2,77	13,57	1,60	21,72	R	1	21,72		
	Disimpegno + Vano scale	17,00	2,77	47,09	0,50	23,55	R	2	11,77		
TOTALE PIANO PRIMO		82,27		227,89	Bilanciamento PIANO PRIMO						
		mq		mc	Mandata	118,66	mc/h	6,00			
					Ripresa	113,76	mc/h	6,00	RICAMBIO		
					RAPPORTO RIPRESA/MANDATA			0,96	0,52		
TOTALE EDIFICIO		139,17		391,76	Bilanciamento EDIFICIO				Ricambio (vol/h)		
		mq		mc	Mandata	199,79	mc/h		0,51		
					Ritorno	191,87	mc/h				
							0,96				

PERCORSI DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE CON CARATTERISTICHE DIMENSIONALI DEI CONDOTTI IN 2D:

Impianto di VMC - appartamento 5 - piano secondo - distribuzione a pavimento

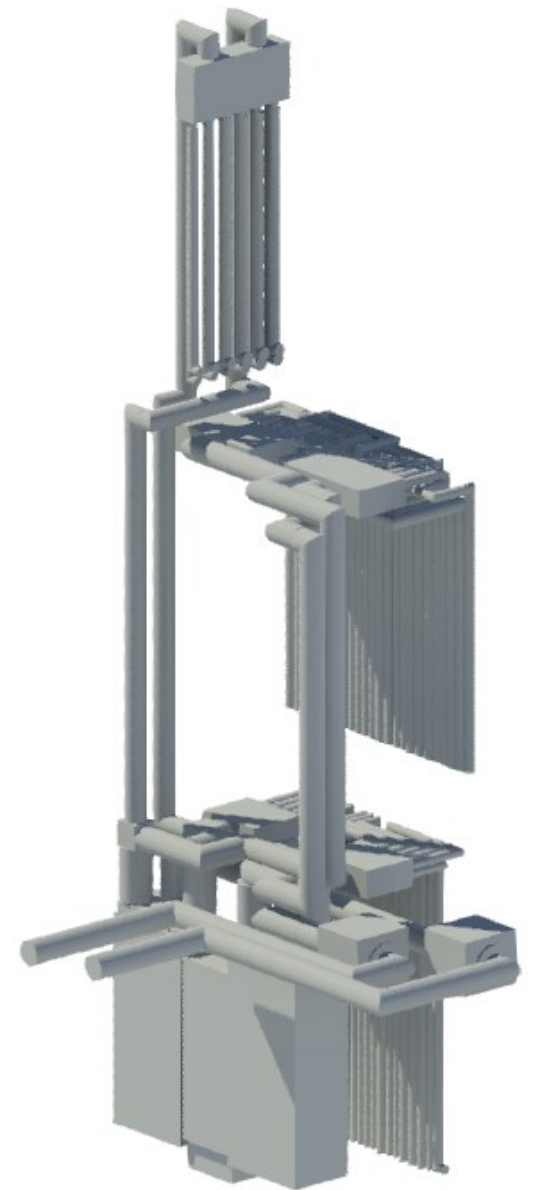
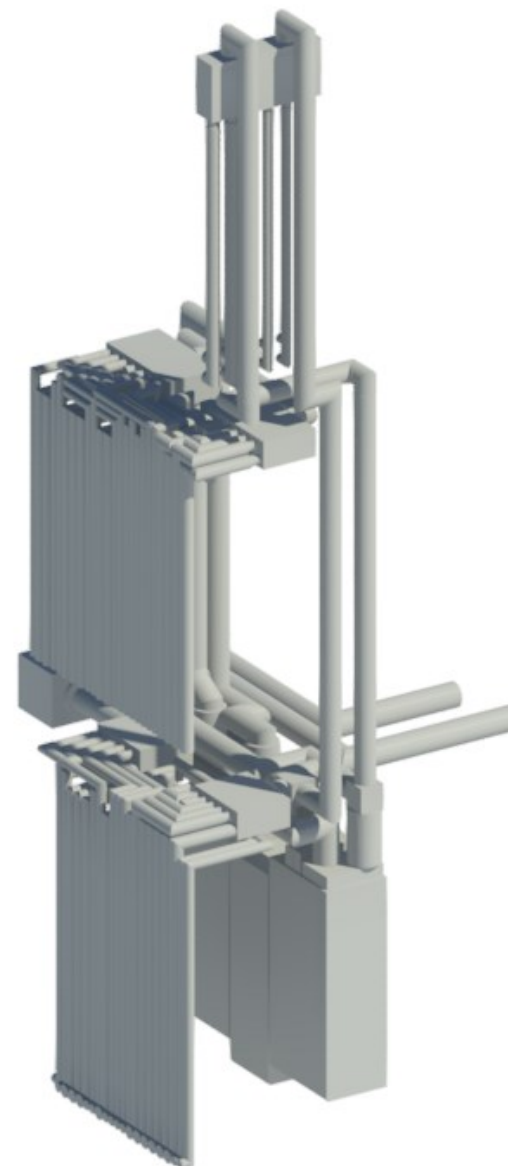
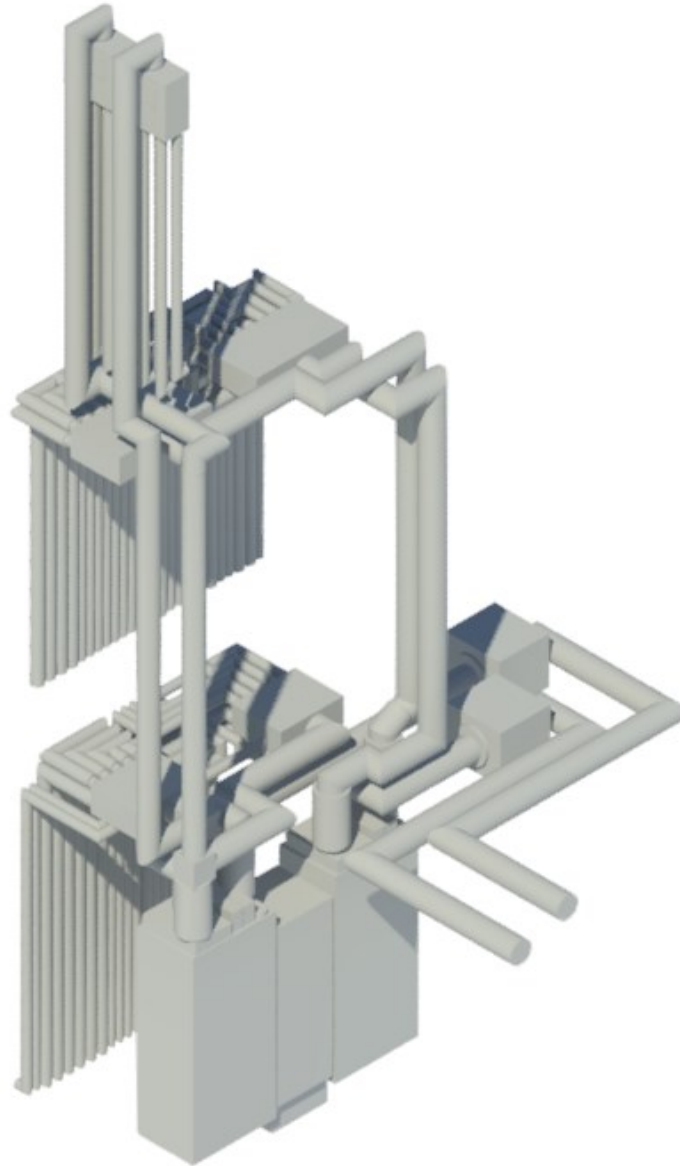
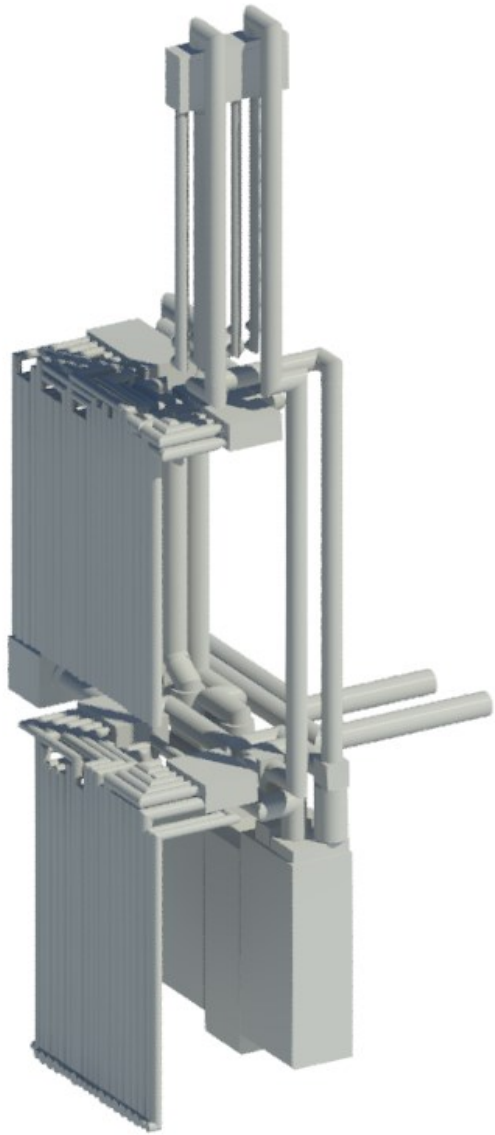


Impianto di VMC - appartamento 5 - piano secondo - distribuzione a soffitto



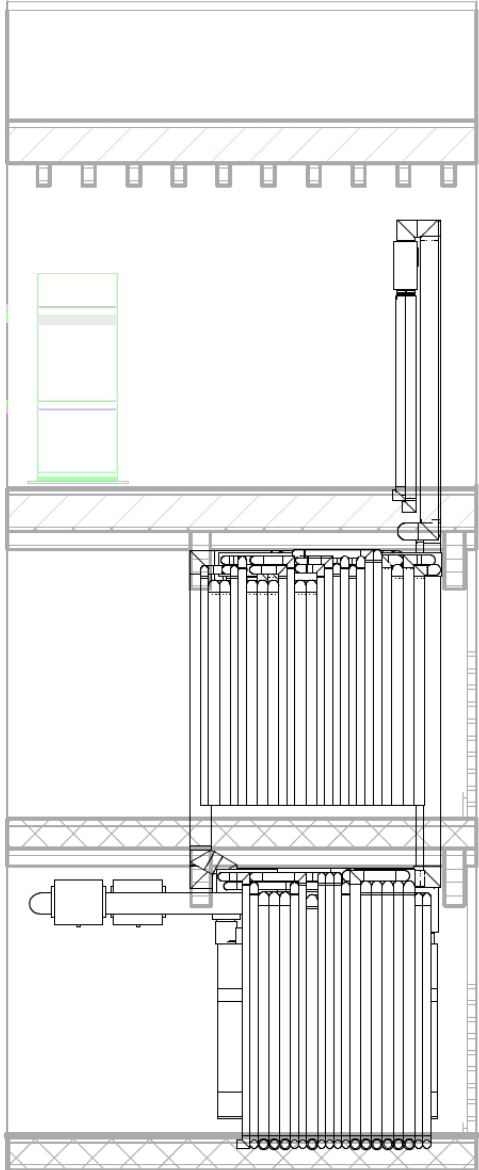
Le bocchette per l'immissione dell'aria di rinnovo vanno preferibilmente installate nella parte bassa della parete o a pavimento delle camere da letto e del soggiorno mentre le bocchette di aspirazione dell'aria „sporca“ dei bagni e delle cucine vanno installate nella parte alta della parete o a soffitto.

SCHEMI INSTALLAZIONE IN 3D

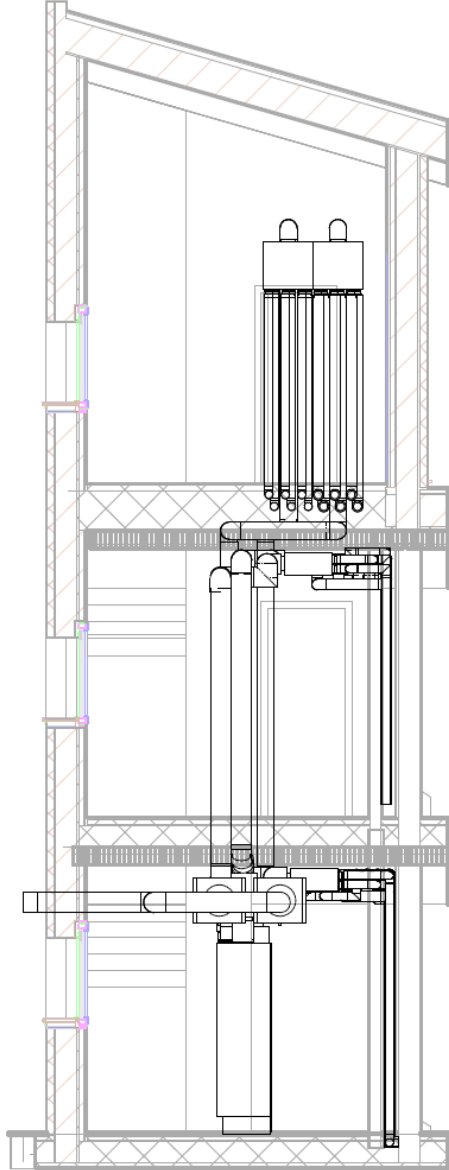


SCHEMI INSTALLAZIONE IN 3D

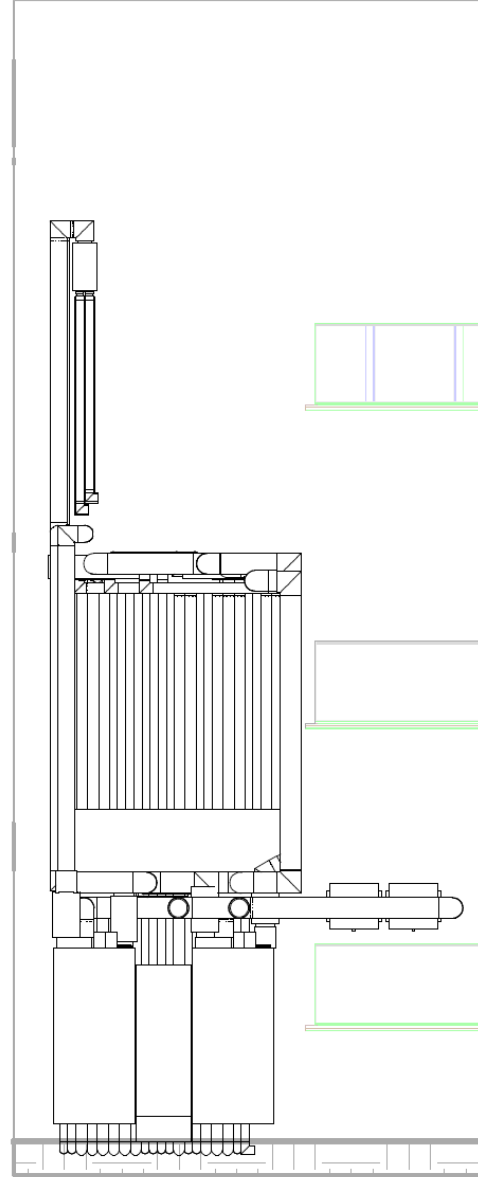
Prospetto Sud



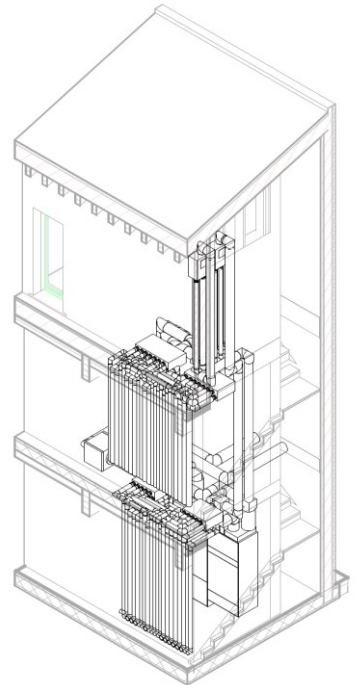
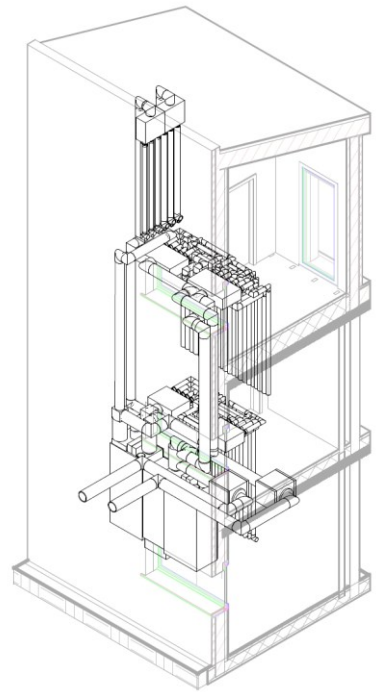
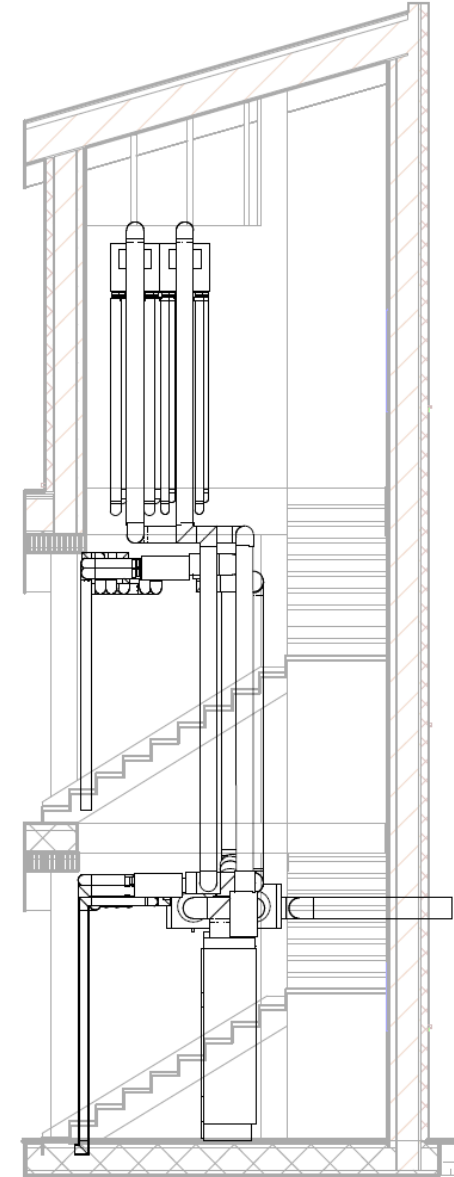
Prospetto Ovest



Prospetto Nord

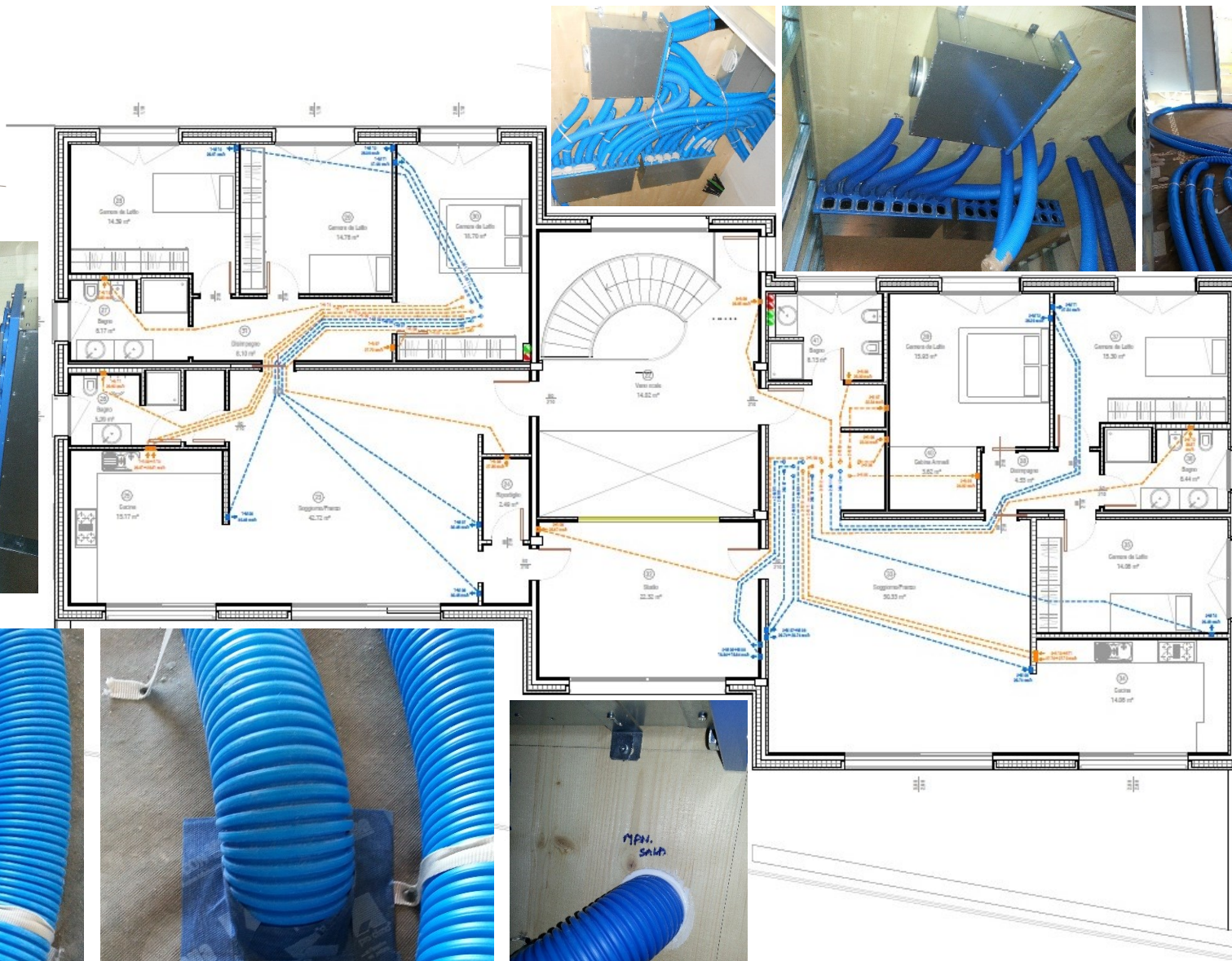


Prospetto Est



Studio Ing. Paolo Veggetti

E²Project



NELLA PROGETTAZIONE SI DEVE PORRE ATTENZIONE A DOVE SI POSIZIONA LA PRESA DI ASPIRAZIONE DELL'ARIA ESTERNA

- Deve essere posizionata ad almeno 240 cm da terra per non prelevare inquinanti (scarichi di automobili o radon)

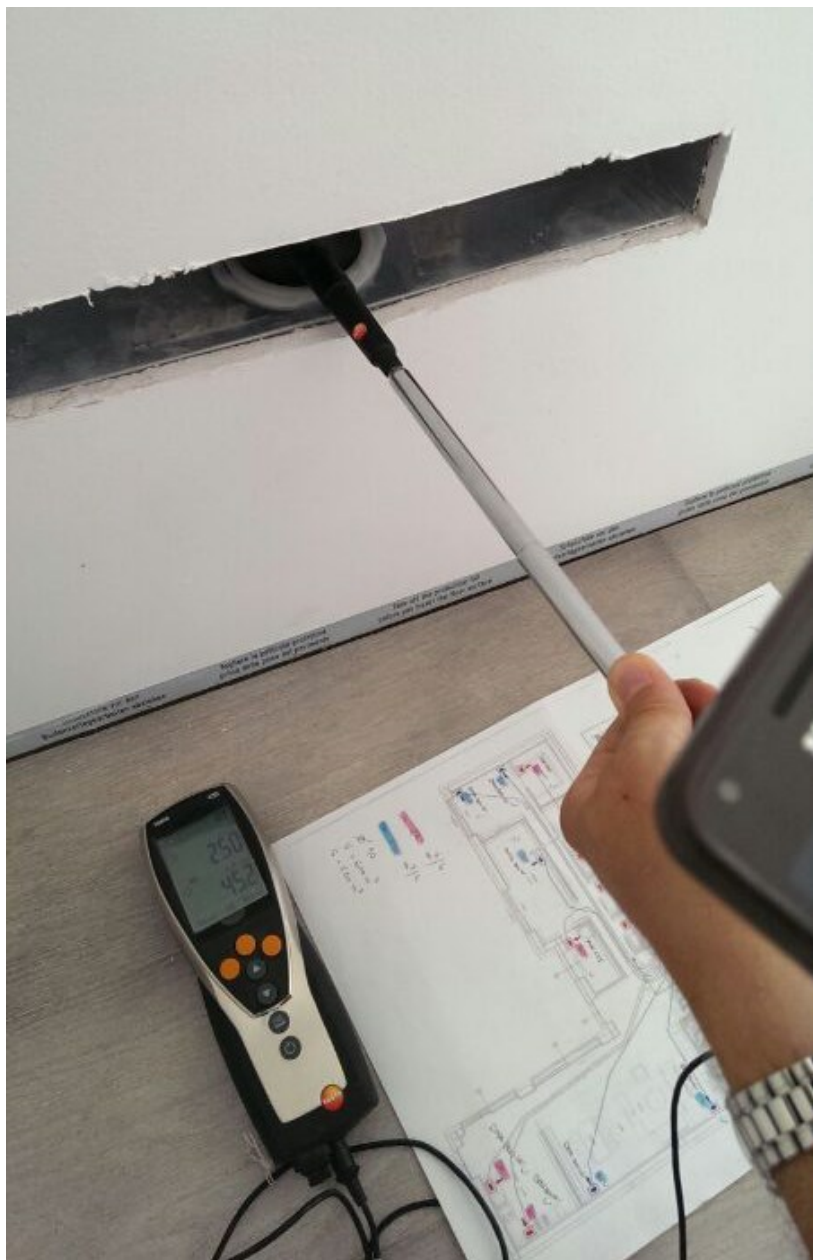


- Non deve essere posizionata in modo da reimmettere l'aria espulsa (evitare cortocircuiti)

- È necessario coibentare i tratti di tubazione da e verso l'esterno per evitare i problemi di formazione di condensa; NON si devono installare tubazioni/recuperatori in locali NON riscaldati.
- È necessario limitare la lunghezza dei condotti alle singole bocchette in caso si abbiano tratti lunghi è preferibile aumentare il diametro dei condotti.



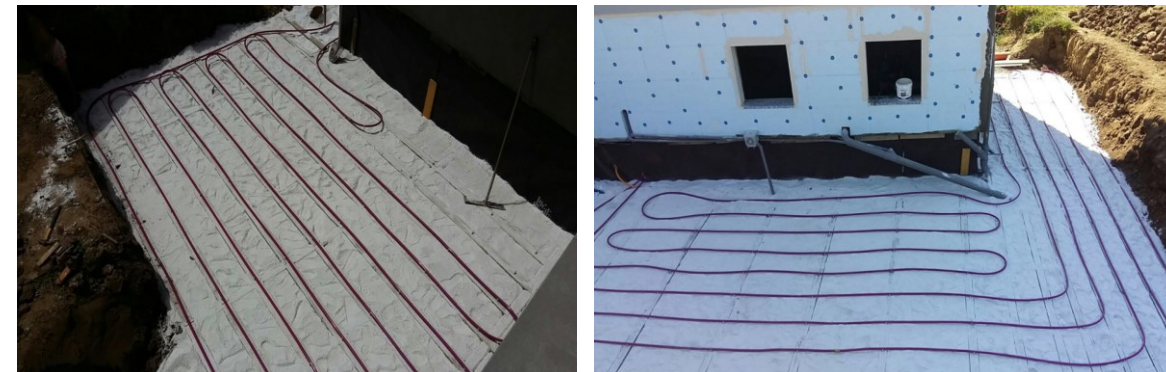
Operazione FONDAMENTALE per il corretto funzionamento del sistema di VMC è eseguire il BILANCIAMENTO delle bocchette secondo il PIANO DI VENTILAZIONE di progetto.



V.M.C. Ventilazione Meccanica Controllata

IL CONTRIBUTO DEL PRETRATTAMENTO GEOTERMICO (SIA PER IL PRERISCALDO CHE PER IL PRERAFFRESCAMENTO) DIPENDE:

- DALLA LUNGHEZZA E DAL DIAMETRO DELLE TUBAZIONI INTERRATE
- DALLA PROFONDITÀ A CUI VENGONO INTERRATE LE TUBAZIONI
- DALLA TEMPERATURA DEL TERRENO
- DALLA COMPOSIZIONE DEL SOTTOSUOLO

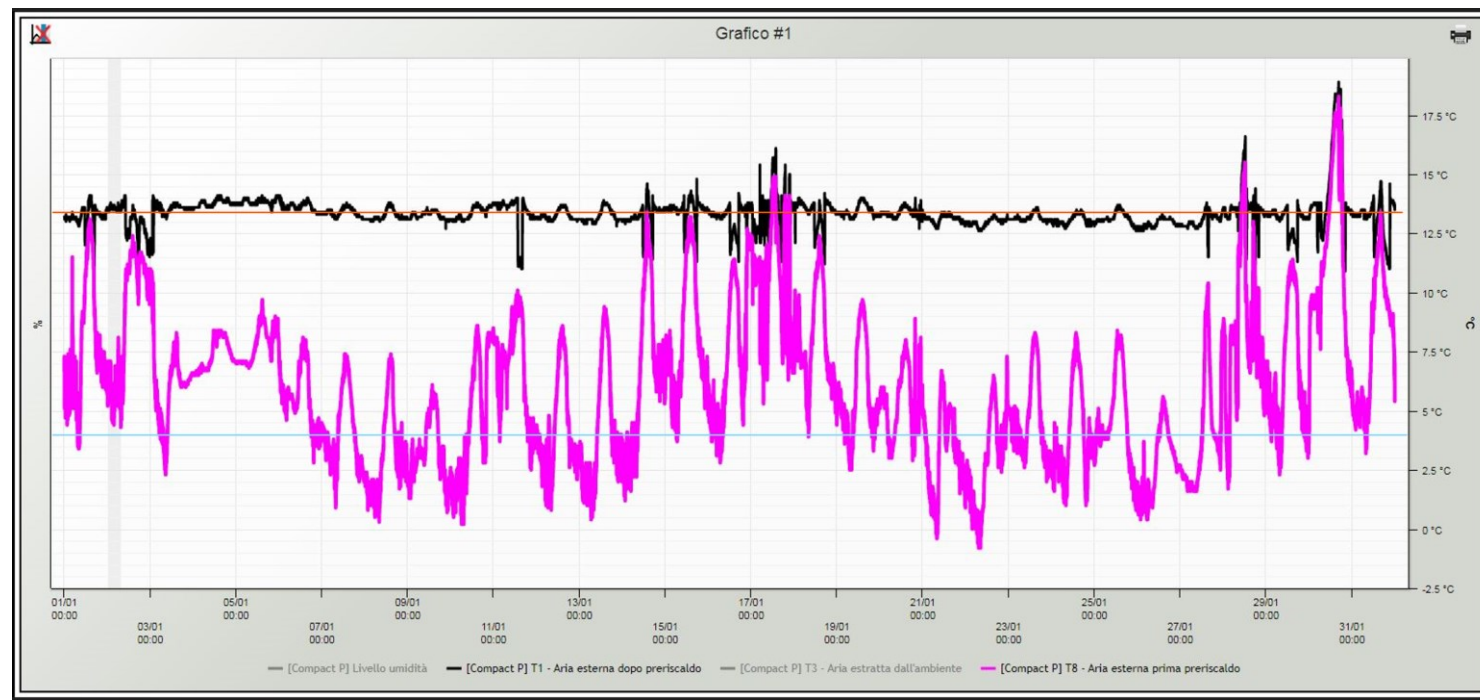


IN GENERALE SI PUÒ AFFERMARE CHE:

IN INVERNO: l'aria da -5°C in zona climatica E può preriscaldarsi fino a $7^{\circ}\text{C}/10^{\circ}\text{C}$



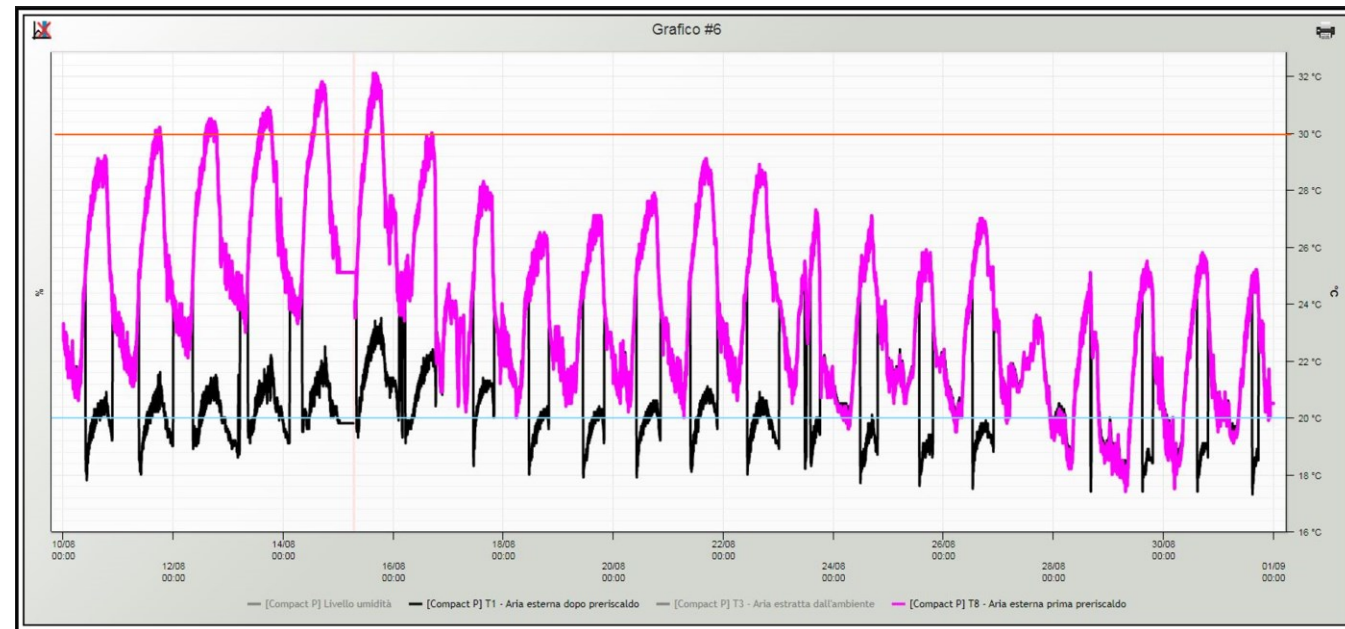
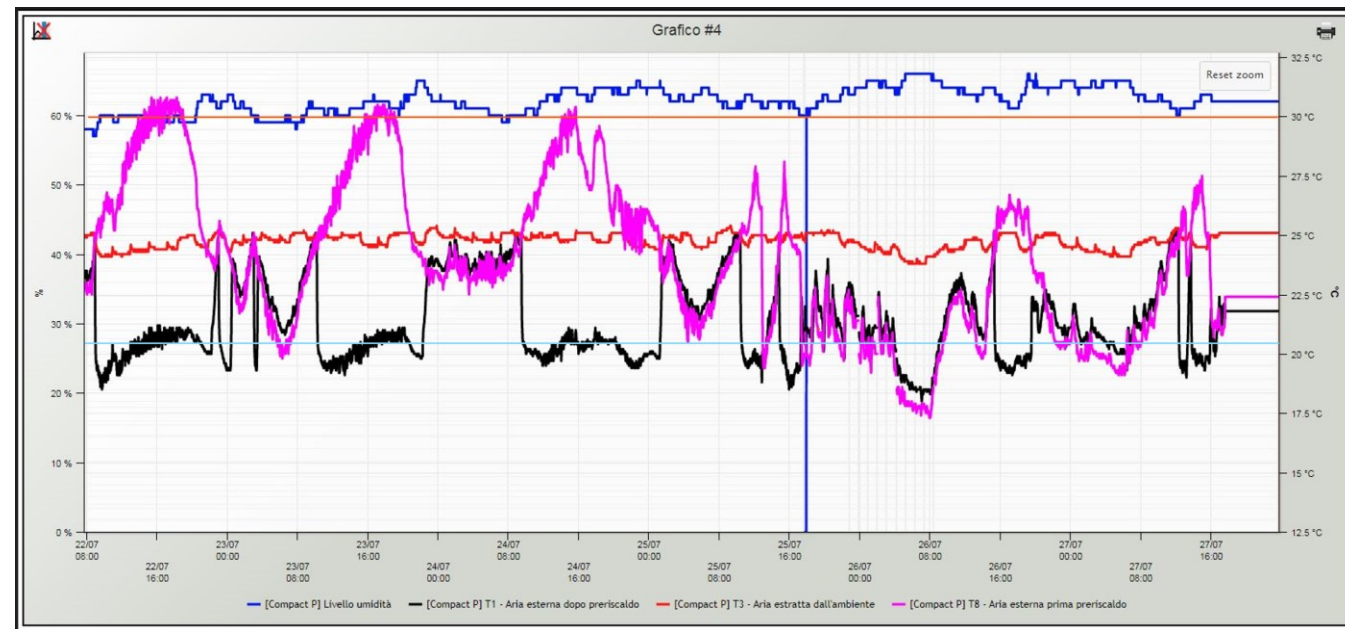
- ❑ HO UN MINORE DISPENDIO DI ENERGIA PER MANTENERE LA TEMPERATURA DI COMFORT
- ❑ ABBASSO LA PROBABILITÀ DI GELARE LO SCAMBIATORE



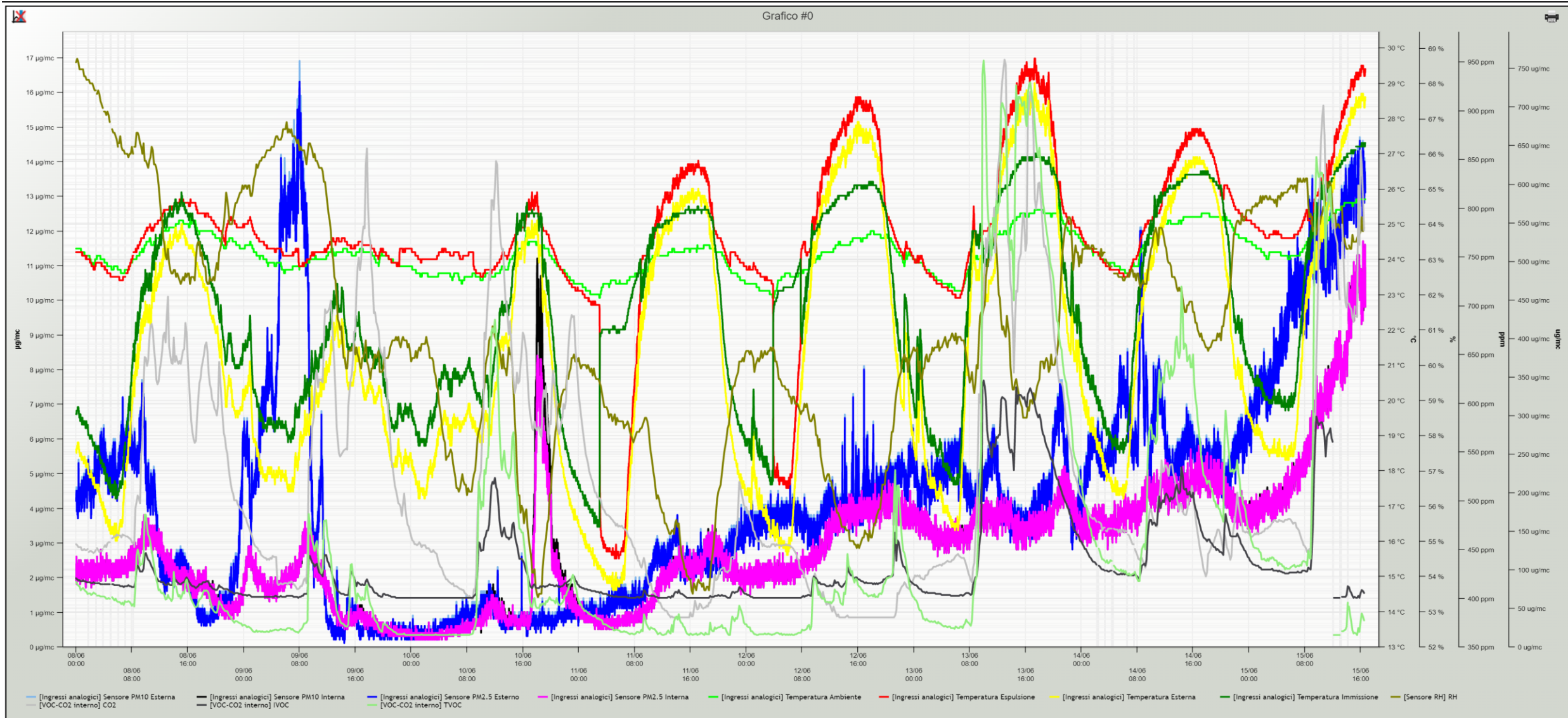
IN ESTATE: l'aria da 30°C può preraffrascarsi fino a 23°C/25°C



- ❑ SI HA UN MINORE DISPENDIO DI ENERGIA PER MANTENERE LA TEMPERATURA DI COMFORT
- ❑ IL PERIODO DI UTILIZZO DEL BY PASS PER IL FREE COOLING È MAGGIORE



IAQ Qualità dell'aria interna



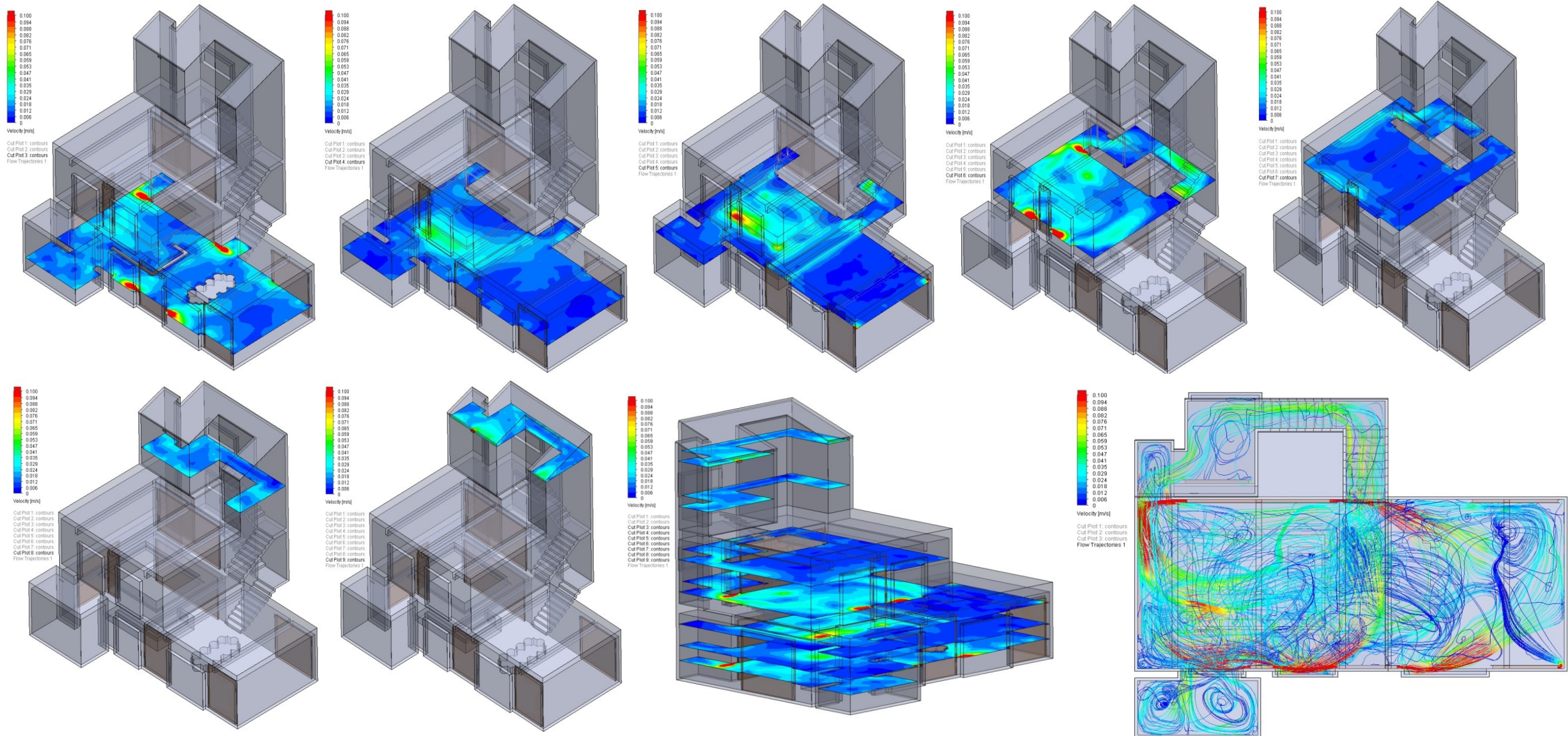
È possibile controllare vari parametri:

($T_{ambiente}$, $T_{esterna}$, $T_{espulsione}$, $T_{immissione}$, RH, CO₂, VOC, PM10_{esterno}, PM10_{interno}, PM2,5_{esterno}, PM2,5_{interno}) che influenzano la qualità dell'aria interna e in base a soglie predefinite modificare le portate di aria di ricambio.

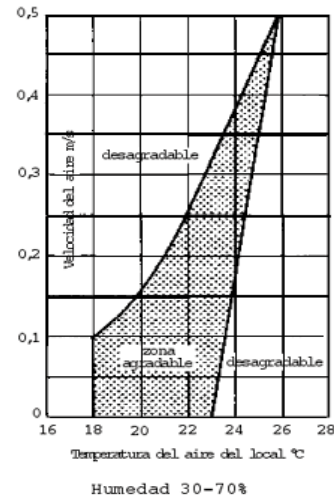
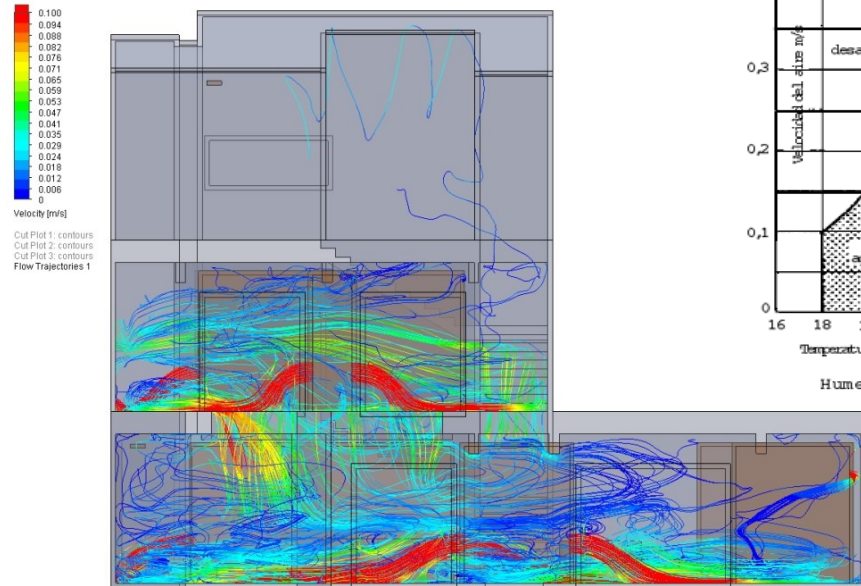
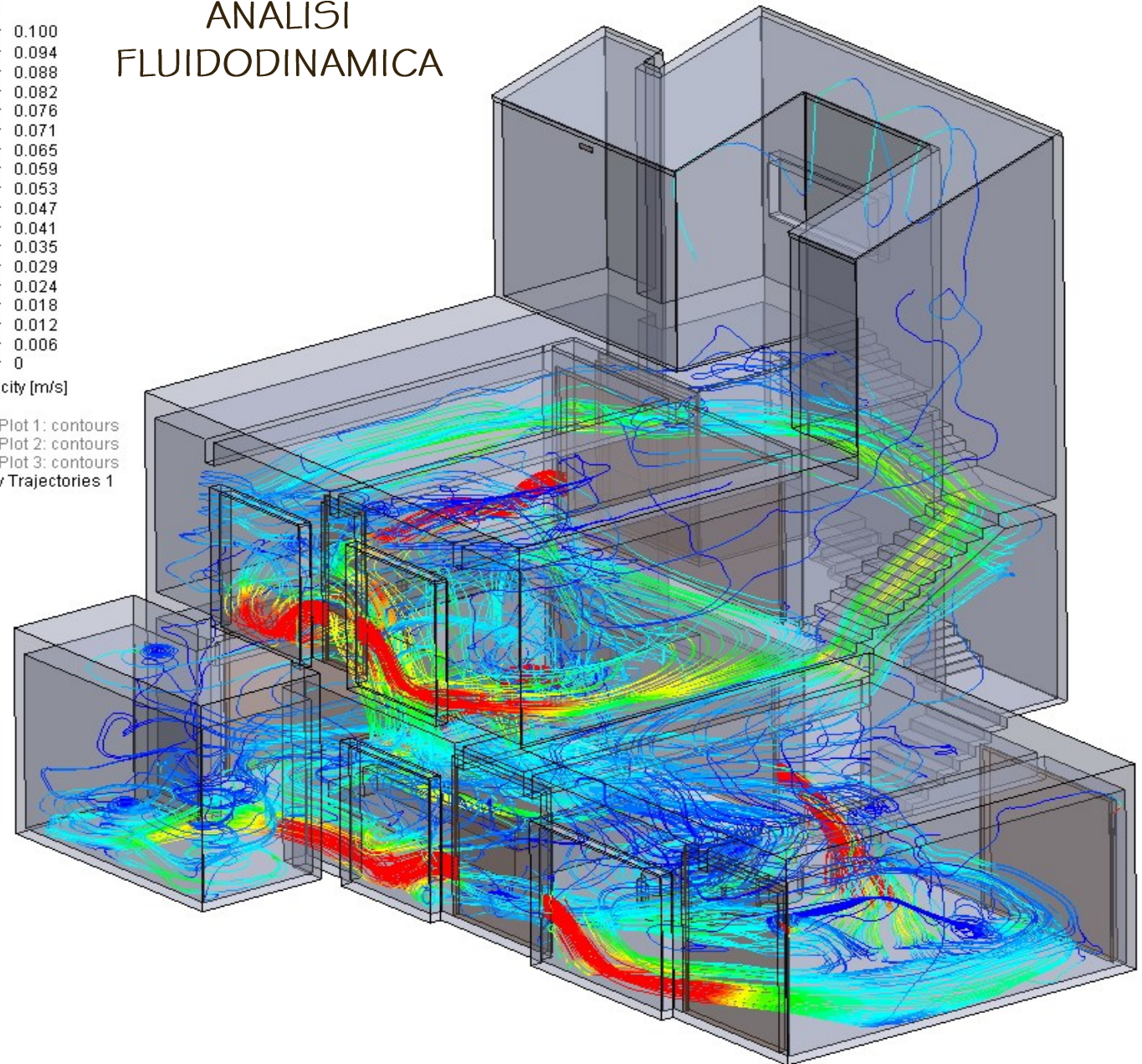
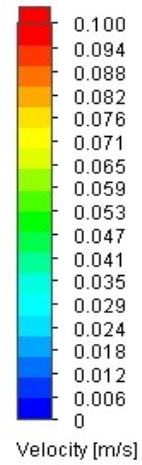
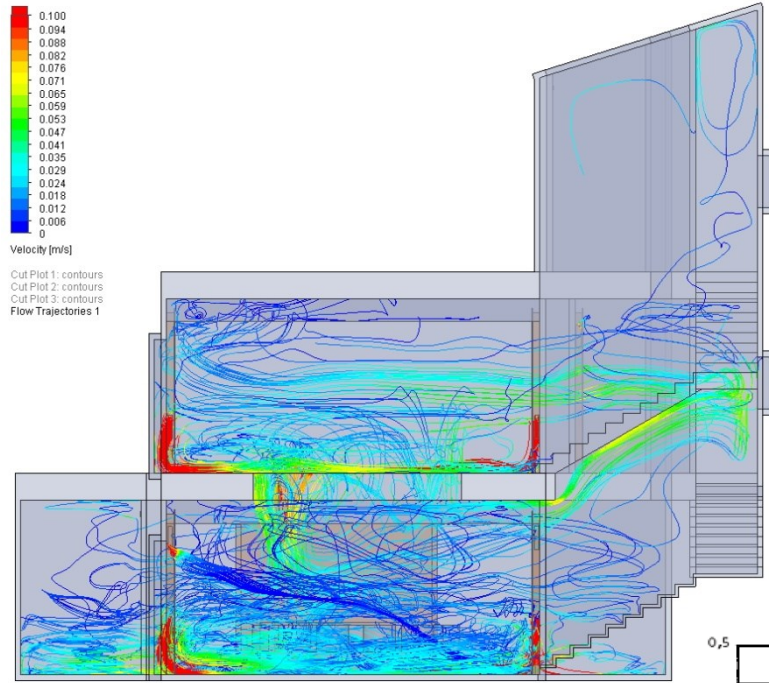
Studio Ing. Paolo Veggetti

E²Project

ANALISI FLUIDODINAMICA



ANALISI FLUIDODINAMICA



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

