

UN CASO STUDIO DI RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI IN UN CONDOMINIO SERVITO DA TELERISCALDAMENTO

prof. ing. SANTE MAZZACANE

sante.mazzacane@unife.it

Direttore CIAS




**Università
degli Studi
di Ferrara**

CIAS

Centro ricerche Inquinamento fisico chimico
microbiologico Ambienti alta Sterilità

LABORATORIO INTERDIPARTIMENTALE
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE AMBIENTALI E DI
PREVENZIONE



UN CASO STUDIO DI
VERIFICA E RIDUZIONE
DEI CONSUMI
ENERGETICI IN UN
CONDOMINIO SERVITO
DA
TELERISCALDAMENTO

- scopo dell'intervento di revisione energetica
- unicità del problema per edifici esistenti
- modalità di analisi (teoriche e strumentali)
- consumi e costi storici; verifica temperature ambiente
- risparmi attesi
- limiti delle aspettative
- costi e benefici attesi

Scopo dell'intervento di revisione energetica

1. consolidare le conoscenze tecniche acquisite storicamente, utili a comprendere caratteristiche e limiti funzionali dell'impianto sotto ogni aspetto indagato;
2. adozione di scelte consapevoli utili ad una gestione ottimale del servizio di teleriscaldamento, con l'ottica di ottenere il massimo risparmio energetico ed economico a parità di comfort desiderato.

Unicità del problema in edifici esistenti

caratteristiche architettoniche, strutturali, impiantistiche degli edifici esistenti
difficilmente estendibili ad altre realtà

→ necessità di studi analitici ad hoc

→ verifiche preliminari di fattibilità in base alle temperature ambiente e loro oscillazione (interviste agli utenti)

→ verifiche preliminari sui consumi storici in relazione alla volumetria servita

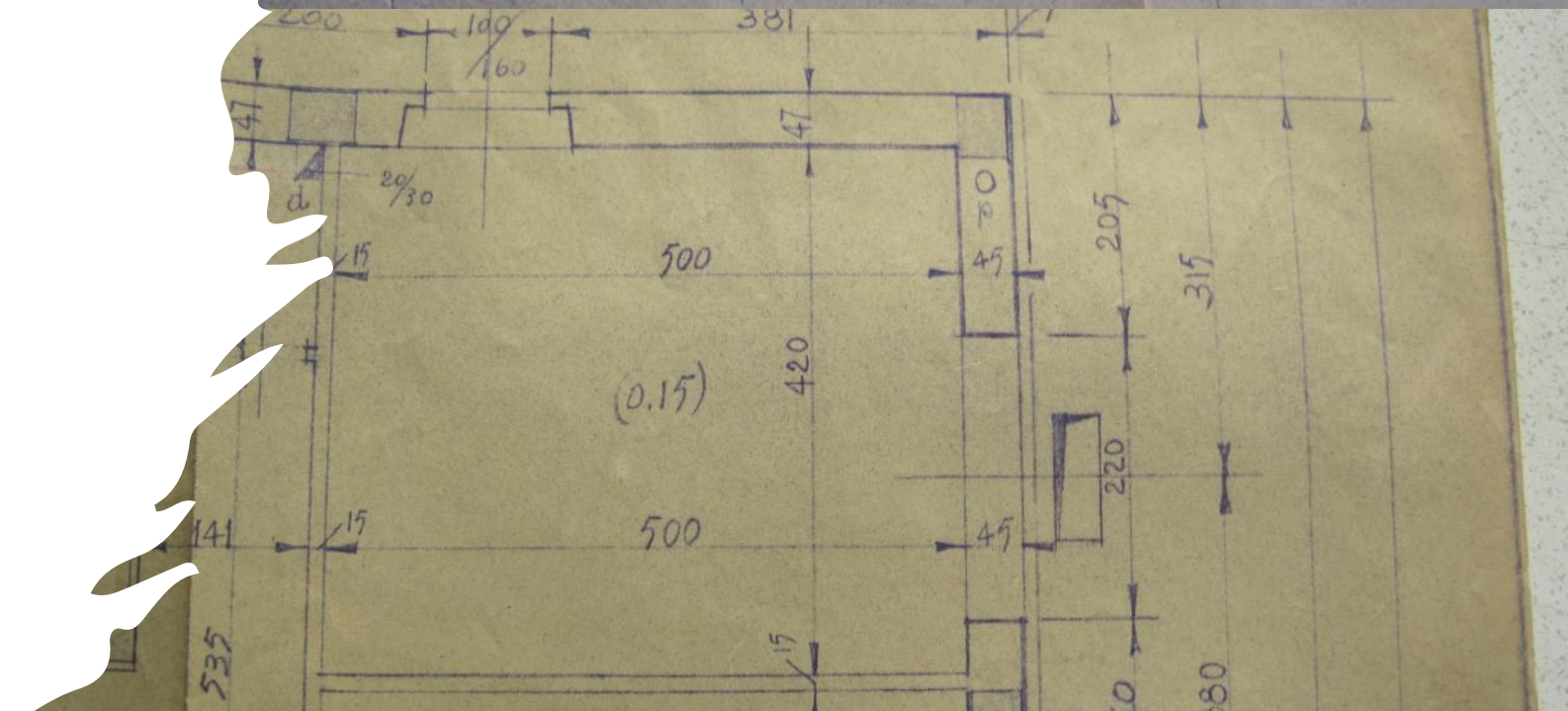
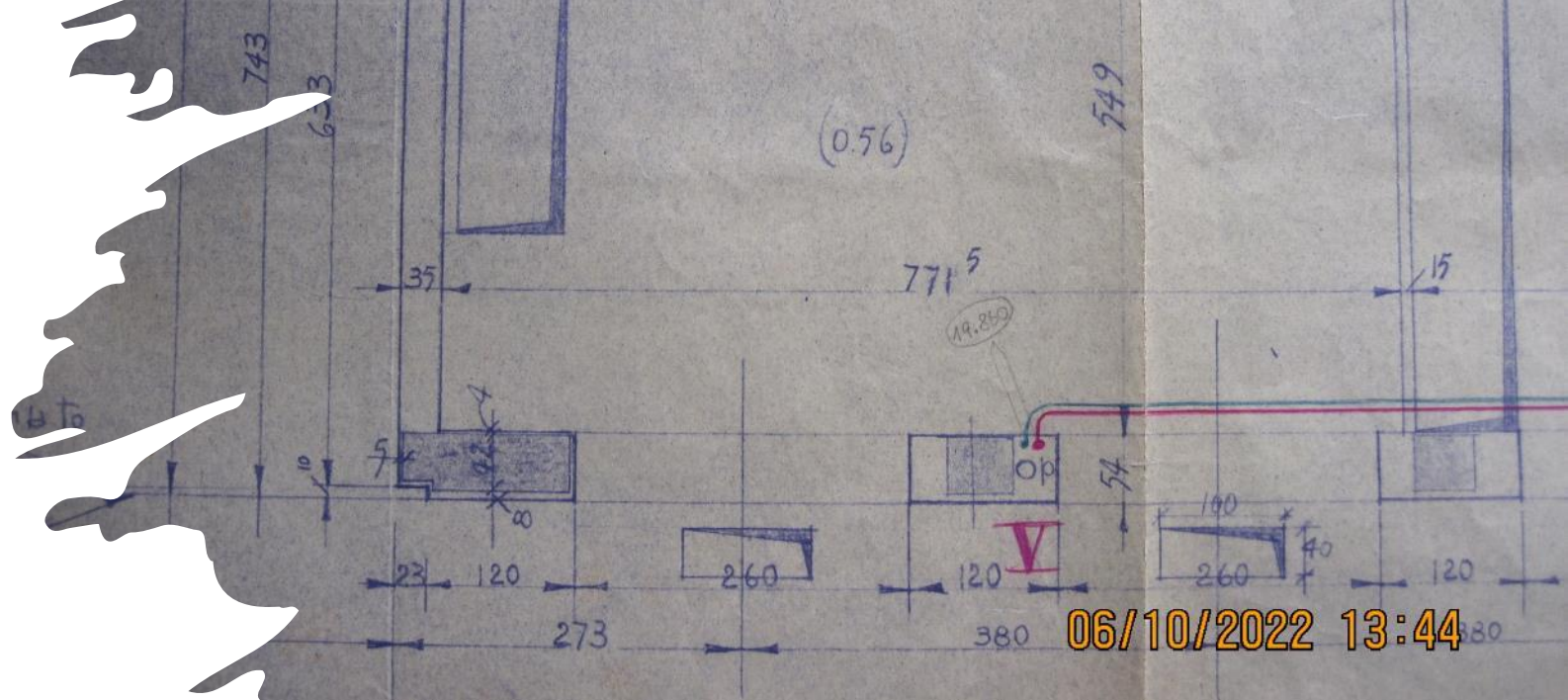
→ composizione del quadro storico dei consumi e degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria negli ultimi 10 anni

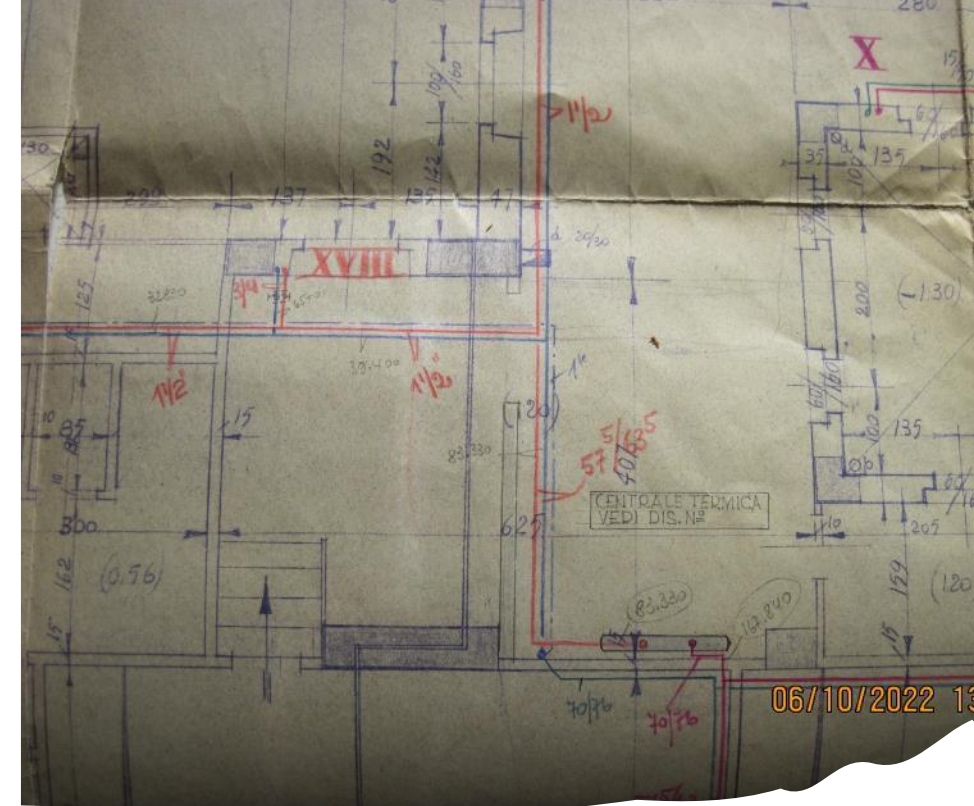
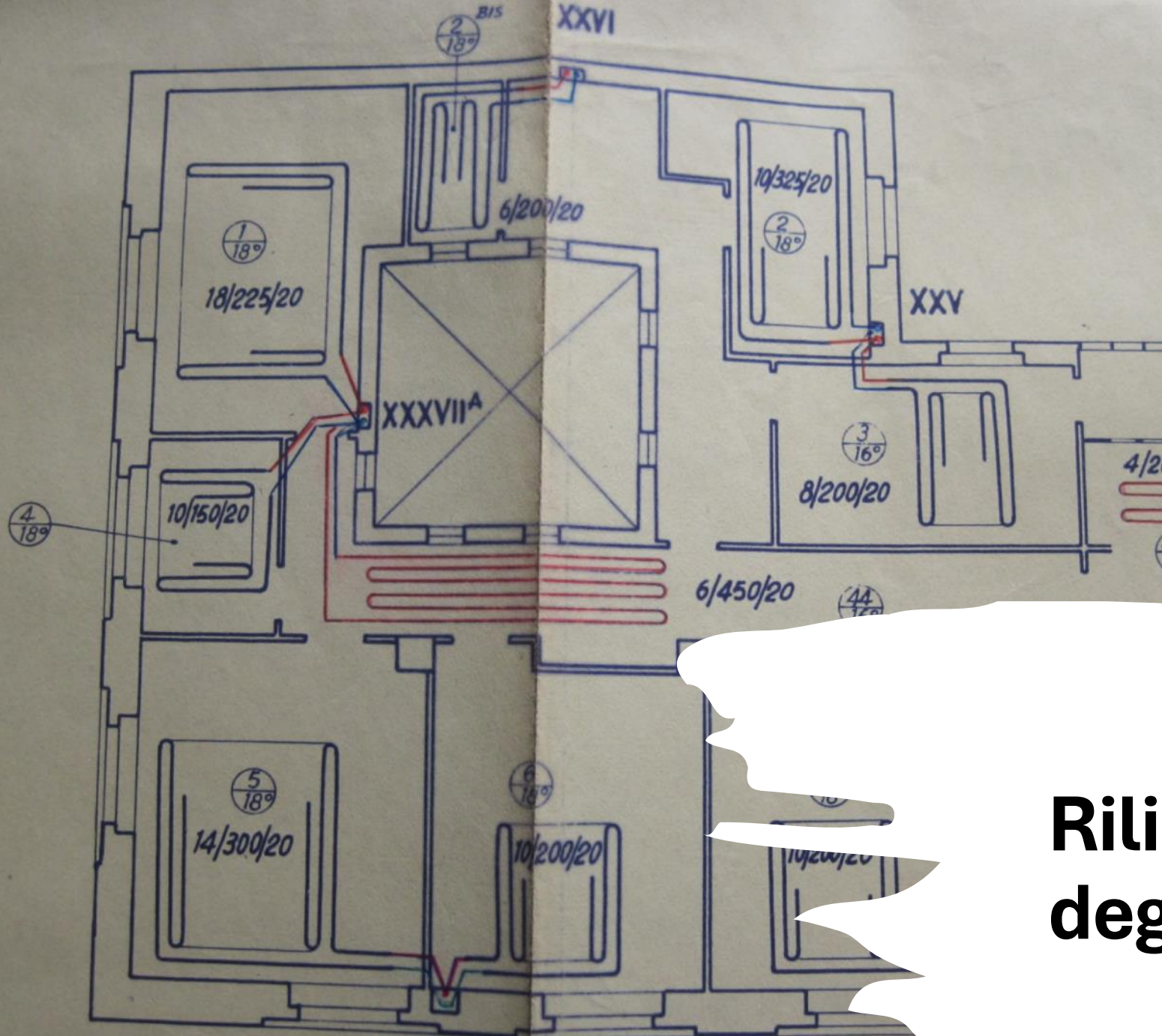
Rilievo conoscenza delle caratteristiche architettoniche impiantistiche

valvola originale (del 1950) a doppia regolazione (ghiera di preregolazione e volantino di seconda regolazione), della ditta F.lli De Micheli di Firenze ; sono in grado di svolgere sia la funzione di regolazione che quella di esclusione; sono caratterizzate da 6 giri tra chiusura e apertura;
N.B.: le valvole sono di ottima fattura; si sconsiglia di sostituirle con valvole a sfera, poiché queste ultime non sono adatte alla regolazione dei pannelli radianti, al contrario di quelle esistenti;

03/10/2022

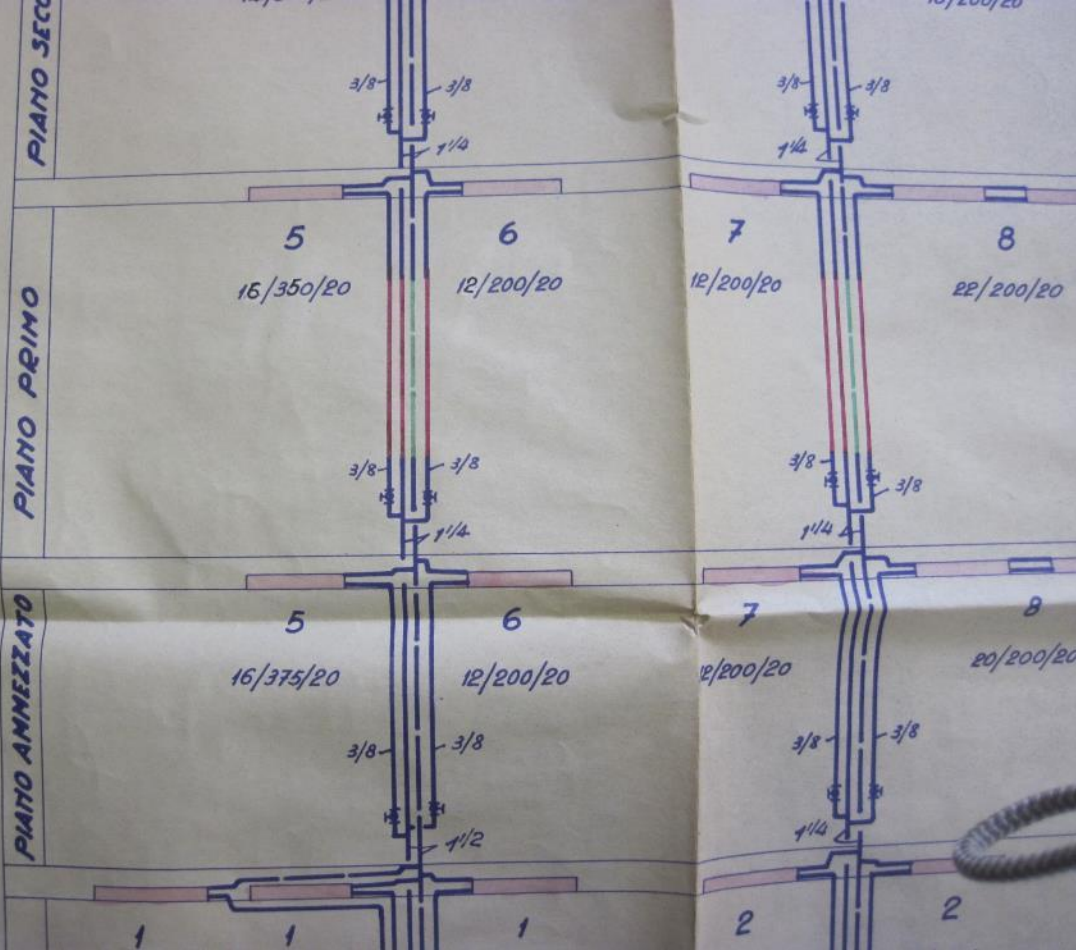
**Rilievo
conoscenza
delle
caratteristiche
architettoniche**



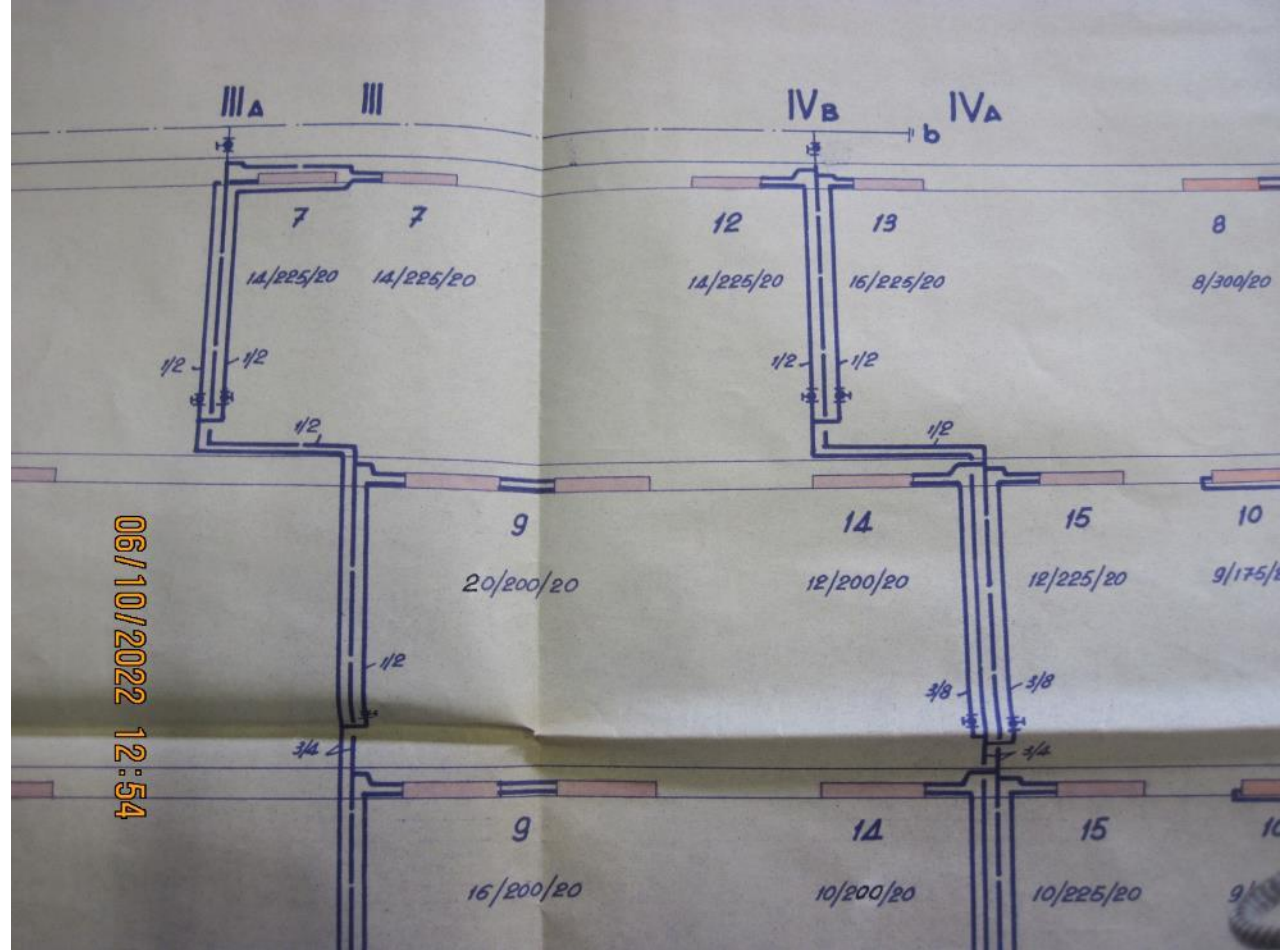


**Rilievo conoscenza
degli impianti esistenti**

06/10/2022 12:52



06/10/2022 12:54



Rilievo/conoscenza degli impianti esistenti
Schemi montanti e sfogo aria



Rilievo/conoscenza degli impianti esistenti

Figura 1 – particolare realizzazione pannelli radianti a soffitto – si noti la realizzazione “a lira” delle tubazioni, al fine di assorbire le dilatazioni termiche.

Sul disegno è riportata anche la seguente nota: “Attenzione: siccome i pannelli a soffitto avranno un interasse di 20 cm e debbono essere sistemati tra i travetti, i quali hanno un interasse di 38 cm, occorre disporre i serpentini nel modo seguente” (ndr... si riferisce al disegno mostrato

*Particolare per gli attacchi
dei pannelli sulle colonne
di andata*

Particolare
stacco
alimentazione
pannelli
radianti dalle
colonne
montanti

Rilievo/conoscenza degli impianti esistenti

Tipologia di impianti

L'impianto è del tipo a pannelli radianti, sia a pavimento (per le zone di ingresso di tutti gli appartamenti), sia a soffitto (per tutti i restanti locali), sia a parete per alcuni locali di angolo (bagni ultimo piano).

I pannelli radianti sono costituiti da tubazioni in ferro, del diametro 3/8", annegati nel soffitto, nella zona compresa tra travetto e travetto o nel massetto del pavimento, ad andamento spiroidale.

Sulle planimetrie del progetto originale sono anche individuate le caratteristiche dei pannelli radianti con la seguente nomenclatura:

- in ogni stanza è presente un cerchio;
- nella parte superiore del cerchio è riportato il numero del locale;
- nella parte inferiore la temperatura di progetto del locale (in generale 16°C per i locali di servizio e 18°C per gli altri)

Tipologia di impianti

- in ogni stanza sono presenti dei numeri (ad es. 20/200/20);
- il primo numero indica il numero delle spire del pannello radiante, sia esso a parete, a pavimento o a soffitto;
- il secondo numero indica la lunghezza in cm di ogni spira;
- il terzo numero indica l'interasse in cm tra le varie spire;
- moltiplicando il primo numero per il secondo si ottiene la lunghezza complessiva della tubazione sotto traccia in cm (nell'esempio indicato $20 \times 200 \text{ cm} = 4.000 \text{ cm} = 40 \text{ m}$)
- in ogni alloggio sono numerati – con numerazione romana e univoca, ovvero valida per tutte le abitazioni - i montanti di alimentazione dei pannelli radianti.
- i solai sono in laterocemento, con travetti e pignatte



Criticità riscontrate



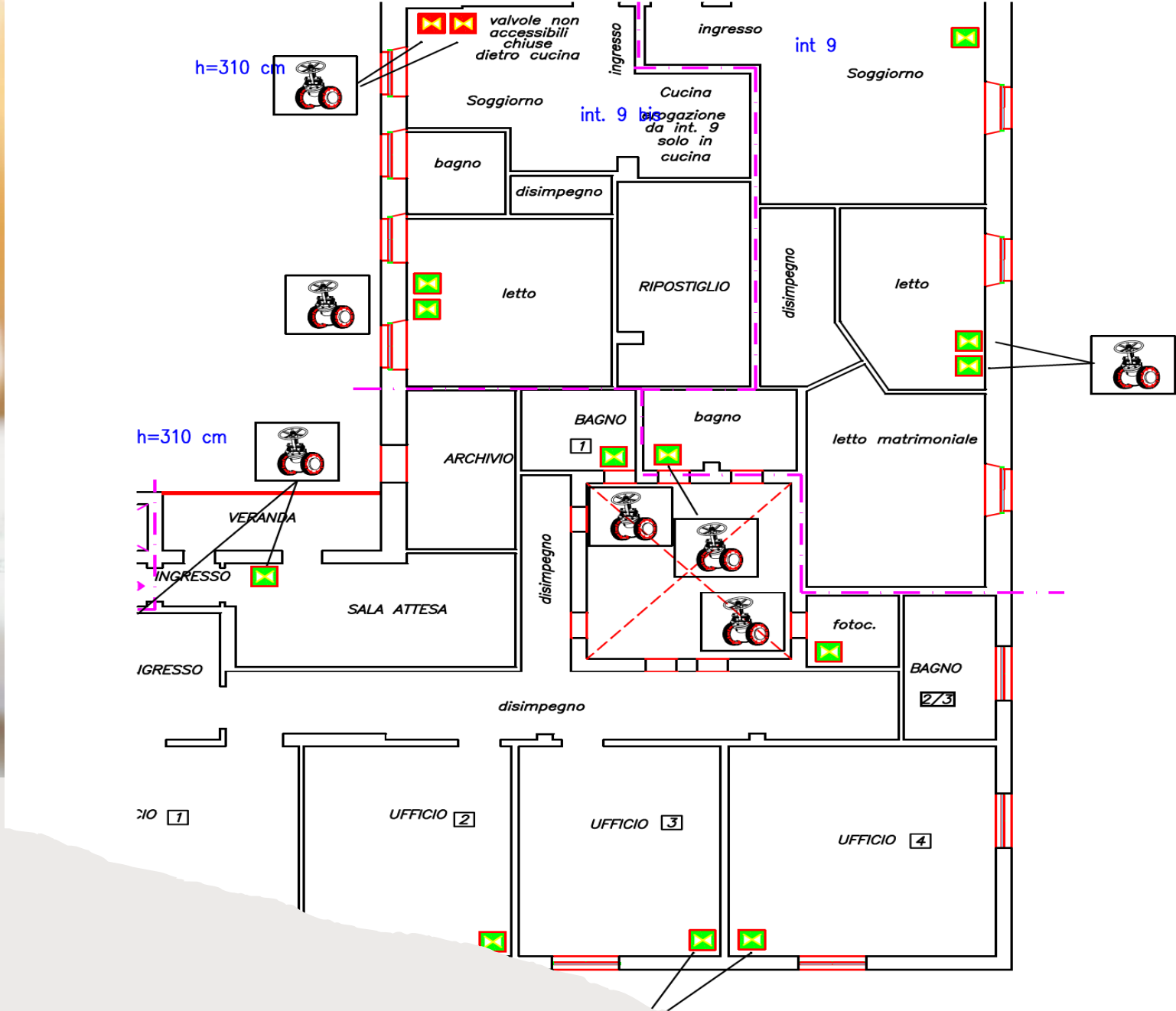
In passato si sono verificati problemi di mancata erogazione del calore in alcuni ambienti. Ciò era imputabile alla presenza di aria all'interno delle tubazioni, che impediva quindi la circolazione del fluido termovettore.



Il problema è stato ben risolto dal Conduttore, che ha individuato i possibili punti di sfiato dell'aria dalle reti impiantistiche.



Si rammenta che nel progetto originale sono riportati anche gli schemi altimetrici di ogni montante e quindi del collegamento tra la sommità di questi e le reti di sfiato dell'aria.



**Stesura planimetrie
digitalizzate**

VALUTAZIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI DEI SINGOLI ALLOGGI.

PARAMETRI DI CALCOLO

- **Temperatura di progetto ambienti:** 20°C
- **Temperatura vano scale:** 5 °C
- **Temperatura vano non riscaldato ultimo piano:** 5 °C
- **Temperatura esterna di progetto:** -5°C

- **Trasmittanza pareti** 0.91 W/m² °C (0.79 kcal/h m² °C):

- **Superfici vetrate**
3,48 W/m² °C (3 kcal/h m² °C) per serramenti con vetrocamera
5,8 W/m² °C (5 kcal/h m² °C) per serramenti con vetro semplice

- **Solaio ultimo piano** in latero cemento non coibentato
1,74 W/m² °C (1,5 kcal/h m² °C)

- **Tassi di ventilazione**
0.5 vol/h per le camere
2 vol/h per i bagni.

QUADRO RIASSUNTIVO POTENZE TERMICHE DI UN LOCALE GENERICO

LETTO 1					
superficie	16,65	volume m3	53,28	n	0,5
elemento	sup m2	U	kcal/(hm2*C)	Delta T	orient
parete esterna	11,51		0,786137619	25	1,1
finestra	2,89		3	25	1,1
solaio	16,65		1,5	25	1
totale trasmissione					1.112
carico ventilazione					200
carico totale					1.311

QUADRO RIASSUNTIVO POTENZE TERMICHE DI ALLOGGIO

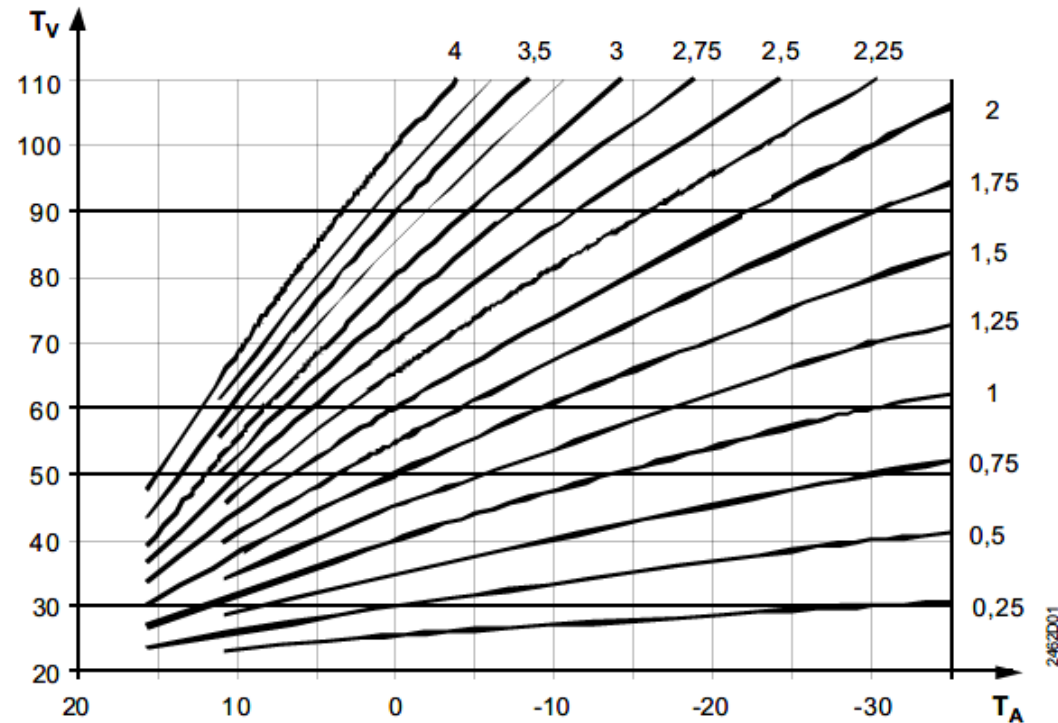
	superficie m2	Volume m3	trasmiss kcal/h	ventil kcal/h	totale kcal/h	Totale W
CUCINA	16,2	51,84	1.446	194	1.640	1.908
LETTO 1	16,65	53,28	1.112	200	1.311	1.525
SOGGIORNO	37,5	120	1.433	450	1.883	2.190
LETTO 2	16,65	53,28	1.650	200	1.850	2.151
LETTO 3	23,5	75,2	2.431	282	2.713	3.156
BAGNO 1	7	22,4	733	336	1.069	1.243
BAGNO 2	4	12,8	801	192	993	1.155
CORRIDOIO	25	12,8	2.282	300	2.582	3.003
totale	147	402	11.888	2.154	14.042	16.331

41 | W/m3

PIANO	N.	Superficie m2	Volume m3	Trasmissione kcal/h	Ventilazione kcal/h	Totale kcal/h	Totale W	W/m3
PT	1	163	566	13.720	2.656	16.375	19.045	33,7
PT	2	145	465	8.465	2.221	10.685	12.427	26,7
1	4	163	521	5.784	2.314	8.097	9.417	18,1
1	3	154	494	8.555	2.536	11.091	12.898	26,1
2	6	154	493	4.724	2.181	6.905	8.030	16,3
2	7	191	530	6.680	2.743	9.423	10.958	20,7
3	8	154	493	4.370	2.181	6.550	7.618	15,5
3	7	191	530	6.861	2.743	9.604	11.169	21,1
4	9	154	493	4.370	2.181	6.550	7.618	15,5
4	10	169	459	6.006	2.477	8.482	9.865	21,5
5	12	149	478	7.115	2.125	9.240	10.746	22,5
5	12	166	451	7.585	2.447	10.031	11.667	25,9
6	14	142	453	9.412	2.182	11.594	13.484	29,7
6	13	147	402	11.888	2.154	14.042	16.331	40,7
TOTALI		2.241	6.826	105.533	33.137	138.670	161.273	23,6

VALUTAZIONE DEI FABBISOGNI ENERGETICI DEI SINGOLI ALLOGGI
CONFRONTO CON LE POTENZE INSTALLATE
VERIFICA COSTI FISSI TELERISCALDAMENTO

Curve di regolazione per riscaldamento



T_A Temperatura esterna [°C]
 T_V Temperatura mandata [°C]

RILIEVO DELLA CT E DELLA CURVA DI REGOLAZIONE IMPOSTATA
VERIFICA DEGLI ORARI DI ACCENSIONE SPEGNIMENTO
VERIFICA CONGRUITA' DELLE POMPE

Nella passata stagione 21-22 tale curva era impostata (su entrambi i regolatori) al valore di 2, ovvero:

- in corrispondenza di una temperatura esterna di 0°C, la temperatura di mandata del fluido ai pannelli radianti era fissata a 60°C;
- in corrispondenza di una temperatura esterna di 15°C, la temperatura di mandata del fluido ai pannelli radianti era fissata a 33°C circa;



Si è giudicato tale range di temperatura eccessivamente elevato, per cui già all'inizio di novembre 2022 la curva è stata portata al valore di 1,5 e successivamente, nel gennaio 2023, al valore di 1,2. In tal modo la temperatura di mandata viene fissata a 45°C per una temperatura esterna di 0°C e a 30°C per una temperatura esterna di 15°C.



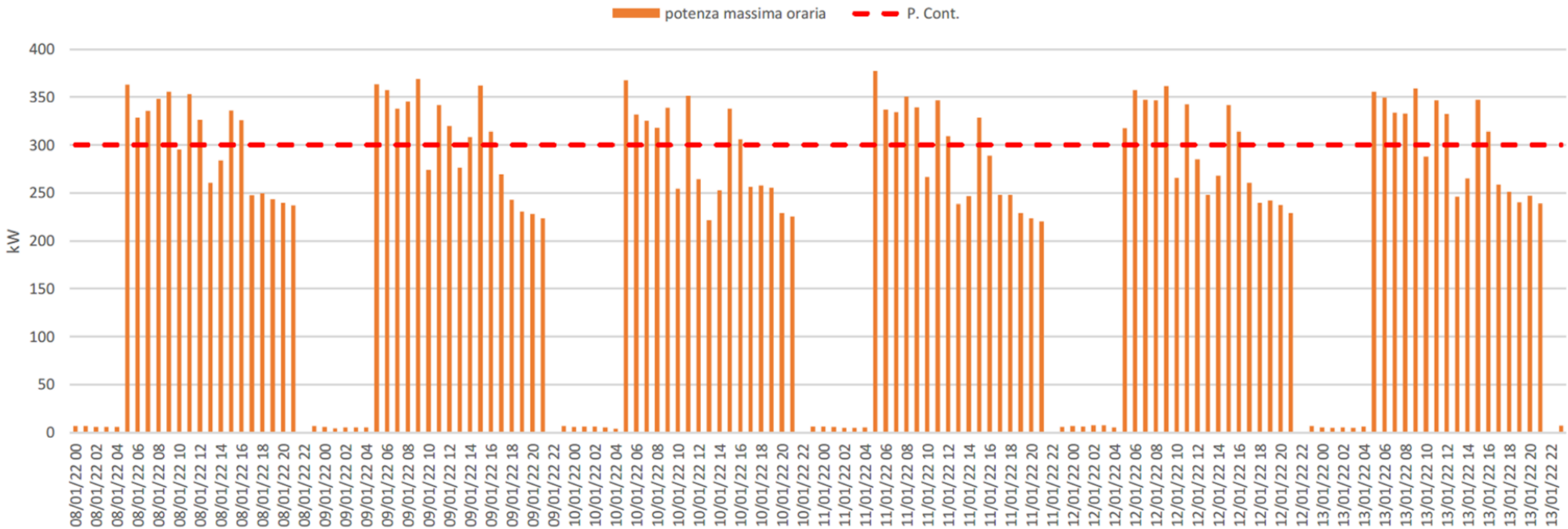
L'impostazione della curva rappresentava, all'atto dell'intervento, un primo tentativo di correzione della temperatura ambiente; infatti la scelta della medesima dipende dalla risposta inerziale del sistema edificio-impianto, e quindi anche dalle sue caratteristiche murarie e dalla corrispondente capacità termica, che nel caso specifico è ottima.



Questo è il motivo per cui nelle unità abitative si registravano negli anni passati temperature interne prossime ai 25°C, con inutile dispendio di energia.

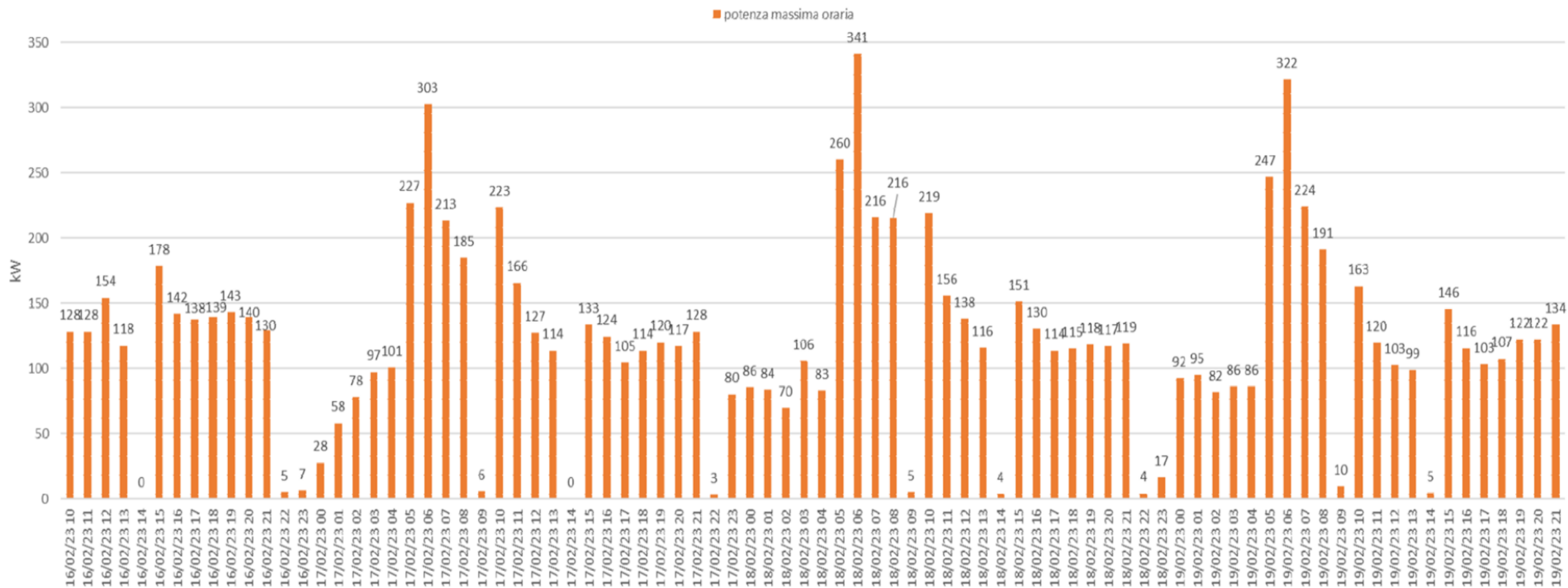


In altre parole, l'edificio ha una notevole massa muraria specifica, attorno a 600 kg/m² di parete esterna; ciò significa che la temperatura degli ambienti risponde molto lentamente alle variazioni di temperatura esterna; si noti che la normativa corrente impone che gli edifici di nuova costruzione abbiano una massa specifica maggiore di 230 kg/m².



Registrazioni Hera della potenza erogata dallo scambiatore nei giorni 8-13 gennaio 2022.

Si notino i periodi di fermata notturna dell'impianto con l'impostazione della centralina di regolazione di quella settimana (non nota allo scrivente).



Registrazioni Hera della potenza erogata dallo scambiatore nei giorni 16-19 febbraio 2023. Si notino i periodi di fermata notturna dell'impianto con l'impostazione della centralina di regolazione di quella settimana (ore spegnimento 22:00-06:00 in regime attenuato; ore 09:00-10:00 e 14:00-15:00 in regime normale).

**RILIEVO
TERMOGRAFICO
DEI SOFFITTI
RADIANTI E DELLE
TEMPERATURE
SUPERFICIALI DEI
PANNELLI**

- Il problema più importante rappresentato dai Condomini era inerente al livello elevato di temperature ambiente nel periodo invernale, con valori prossimi a 25-26 °C , tanto da costringere gli individui a lasciare permanentemente aperte le finestre anche nei periodi più freddi.
- un tale disagio termico è accompagnato da un inutile dispendio energetico, con importanti inutili costi di gestione del riscaldamento.
- Per ottenere dettagliate informazioni sul funzionamento dell'impianto, si è proposto all'assemblea condominiale – ottenendone il consenso - di condurre una campagna di scansioni termografiche di tutti i pavimenti radianti ed i soffitti radianti dei vari alloggi, al fine di verificare il corretto funzionamento dei medesimi in tutti gli ambienti.

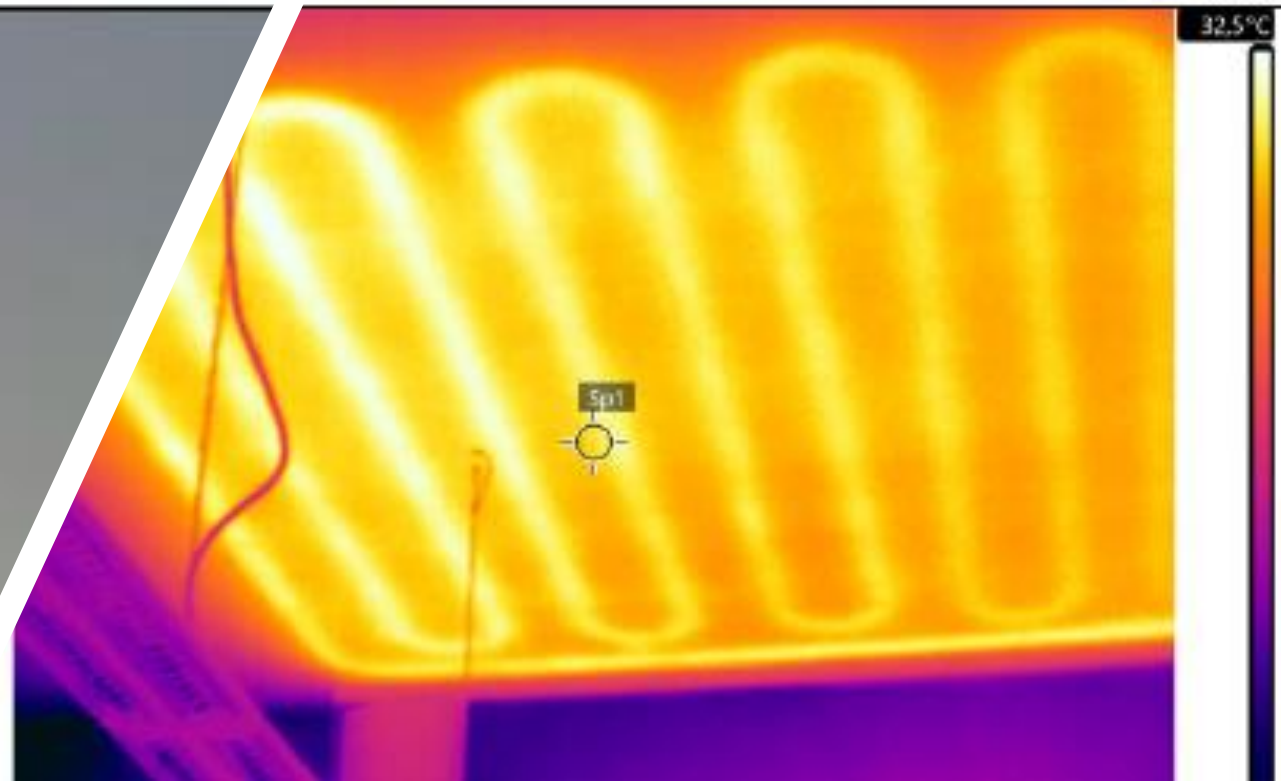


Image Date&Time	26/01/2023 :
File Name	IR_1586.jpg -
Min. Temperature	21,3 °C
Max. Temperature	32,9 °C
Object Emissivity	0,95
Object Distance	1,0 m
Reflected Temperature	20,0 °C

RILIEVO TERMOGRAFICO DEI SOFFITTI RADIANTI E DELLE TEMPERATURE SUPERFICIALI DEI PANNELLI

Image Date&Time	26/01/2023
File Name	IR_1594.jpg
Min. Temperature	25,2 °C
Max. Temperature	34,1 °C
Object Emissivity	0,95
Object Distance	1,0 m
Reflected Temperature	20,0 °C



RILIEVO TERMOGRAFICO DEI SOFFITTI RADIANTI E DELLE TEMPERATURE SUPERFICIALI DEI PANNELLI

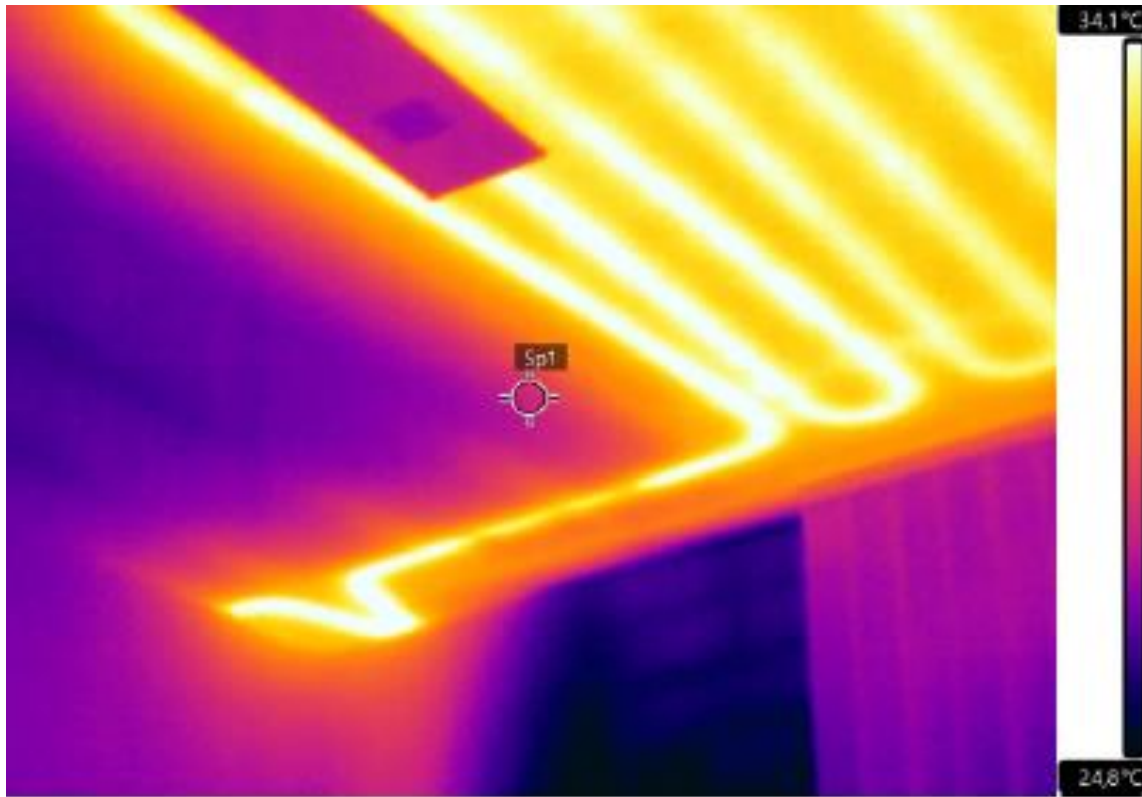
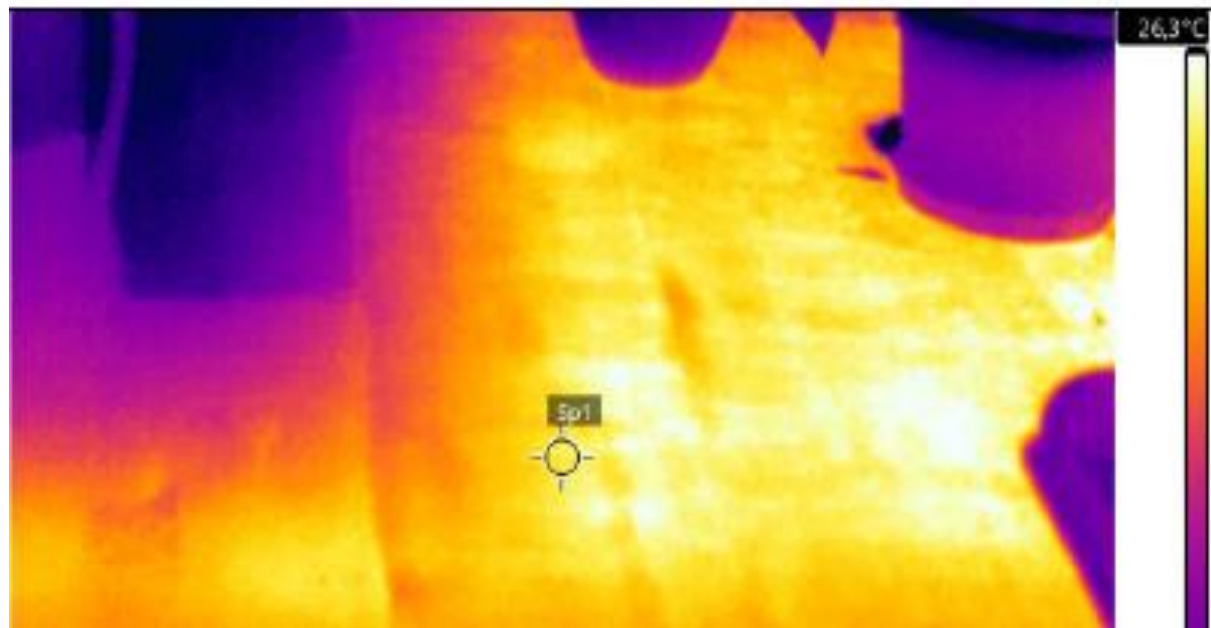
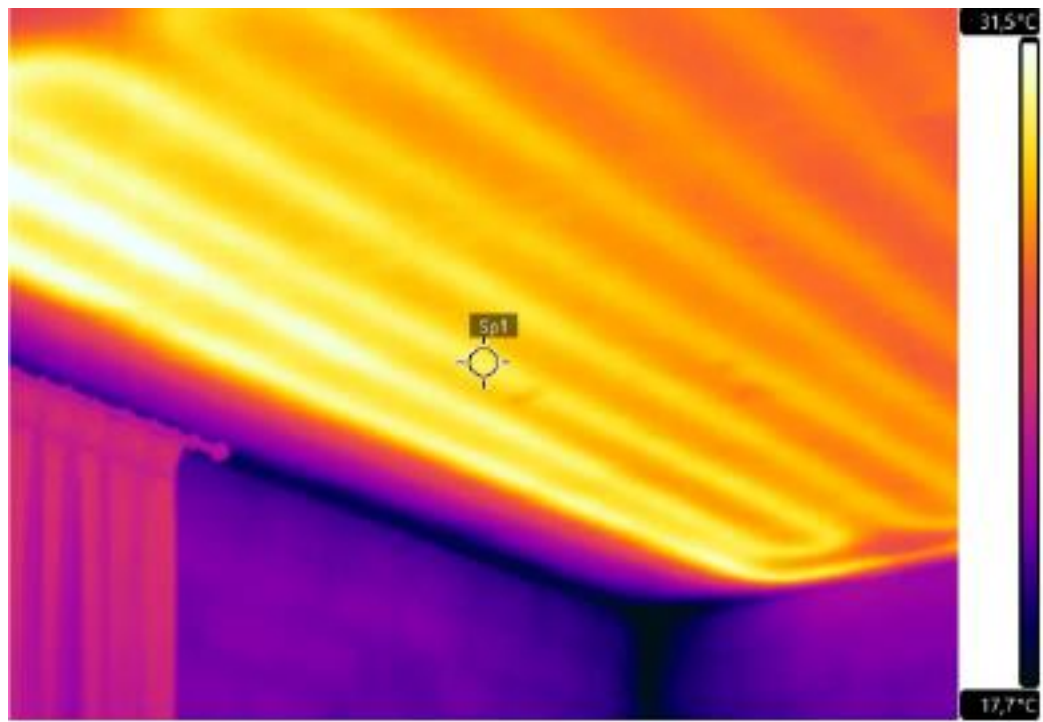


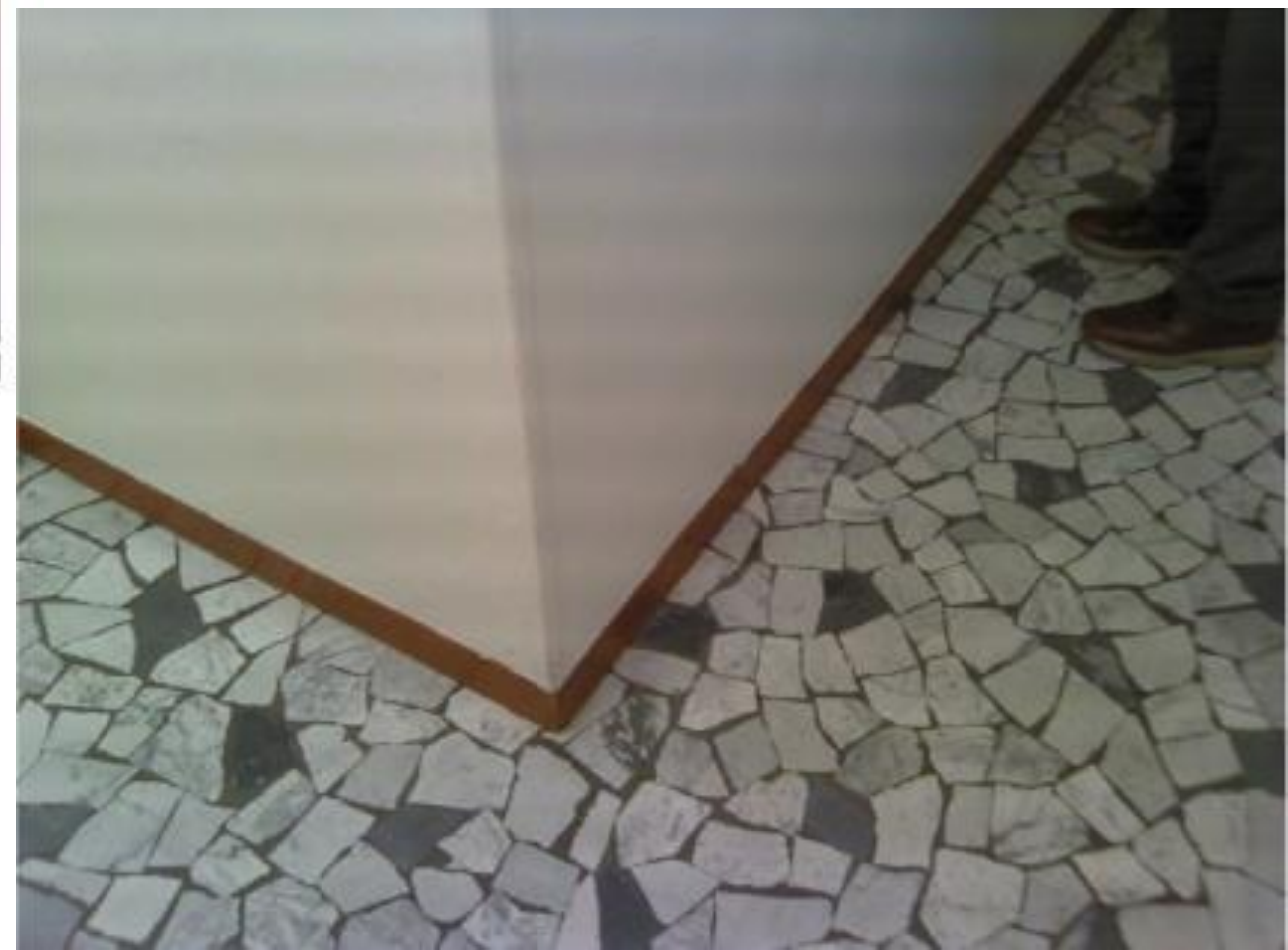
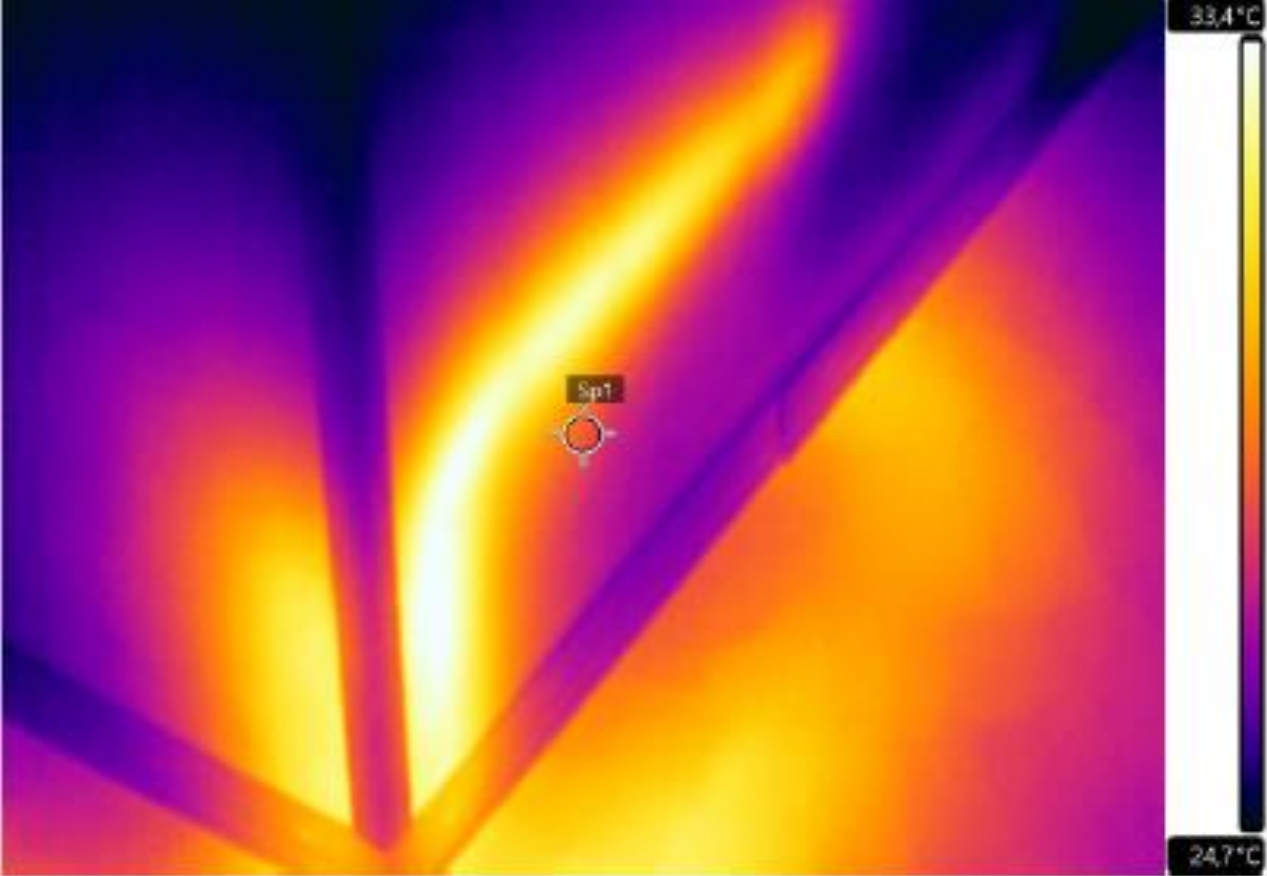
Image Date&Time	26/01/2023
File Name	IR_1602.jpg
Min. Temperature	24,5 °C
Max. Temperature	35,0 °C
Object Emissivity	0,95
Object Distance	1,0 m
Reflected Temperature	20,0 °C

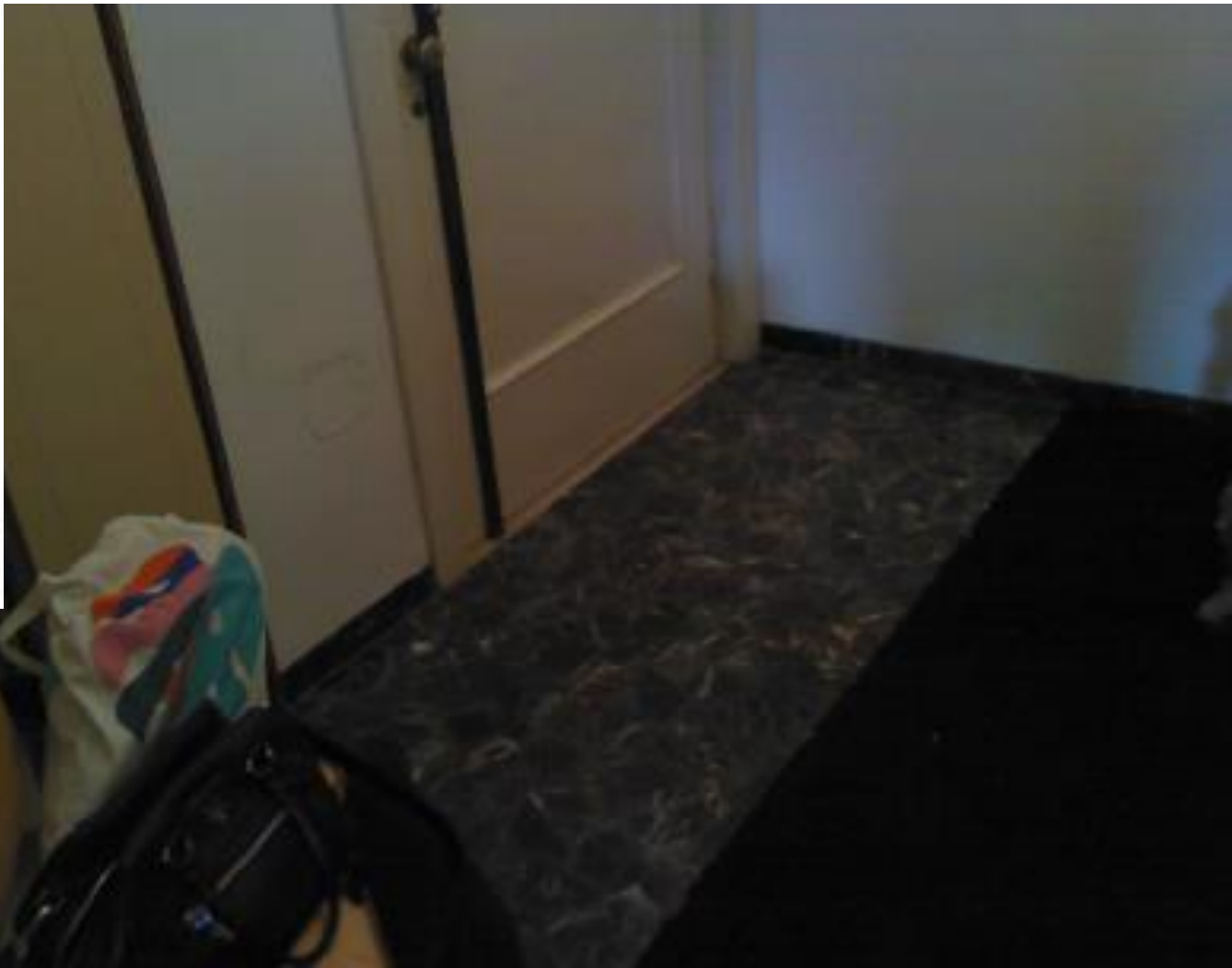
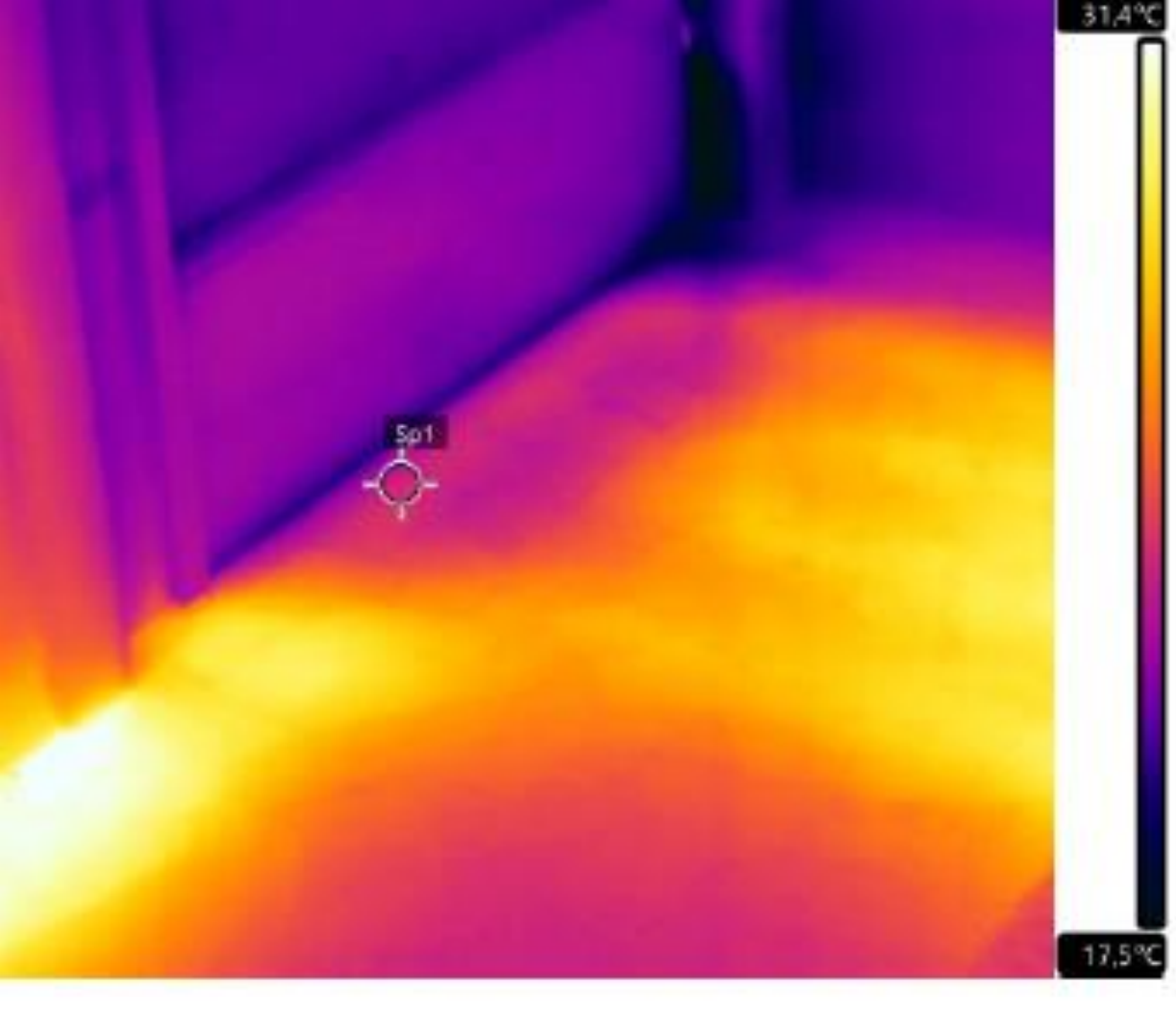


NOTA:
**Rilievi effettuati da operatore termografico
 certificato di 2° livello a sensi della UNI-EN
 473 – ISO 9712 PND**

RILIEVO TERMOGRAFICO DEI SOFFITTI RADIANTI E DELLE TEMPERATURE SUPERFICIALI DEI PANNELLI

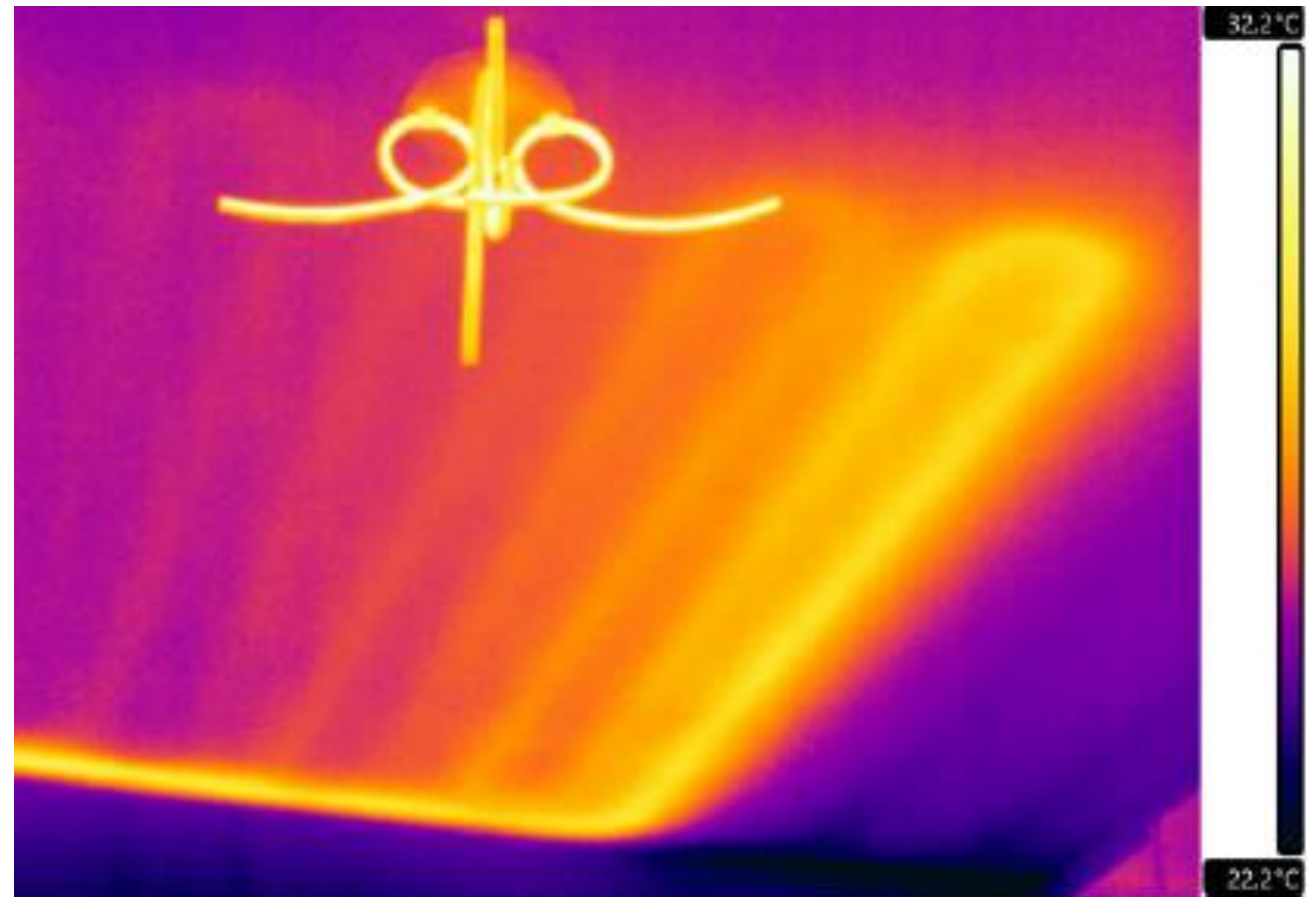


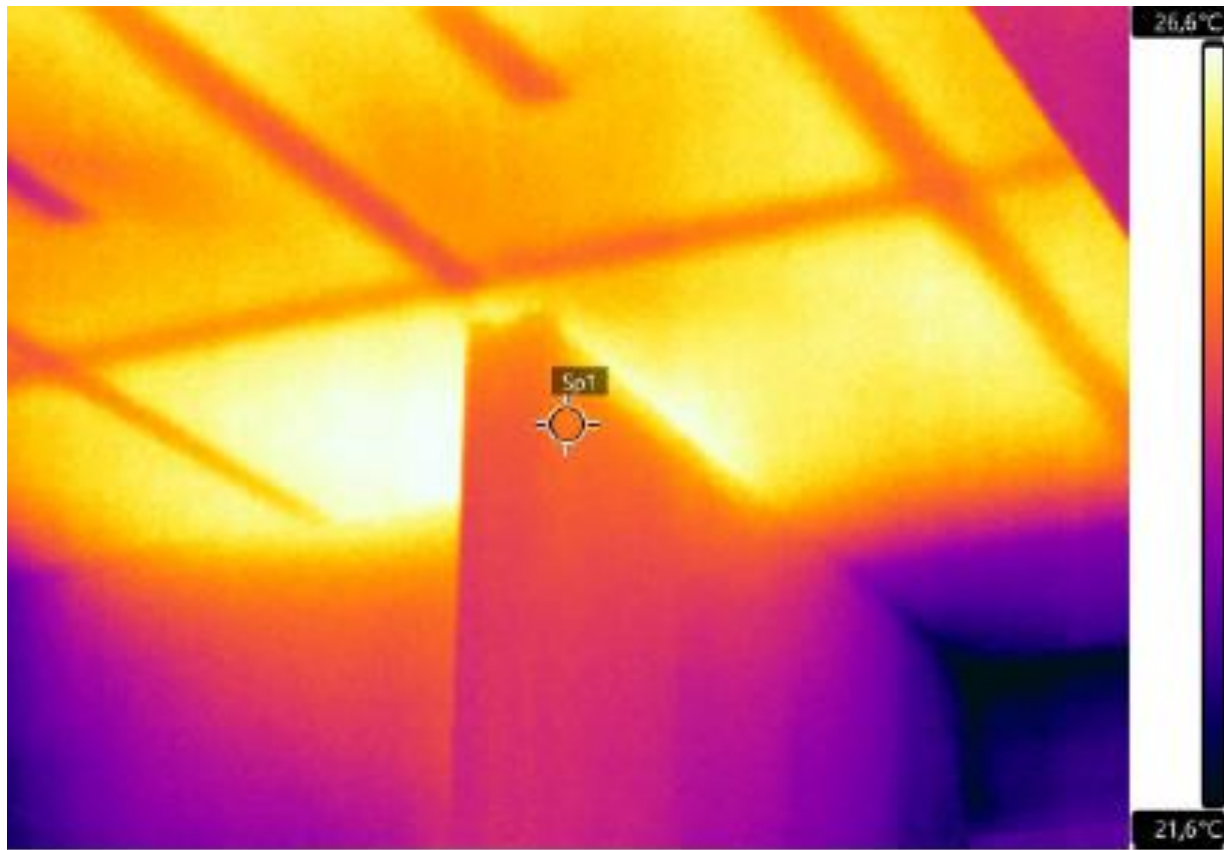




Serpentina radiante a soffitto attualmente attiva.

Pressione limitata del fluido termovettore e/o ostruzione lungo lo sviluppo dell'impianto.

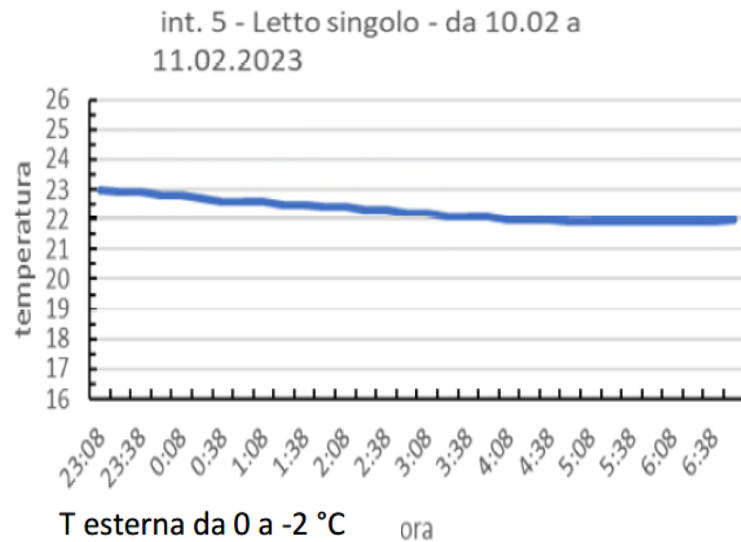
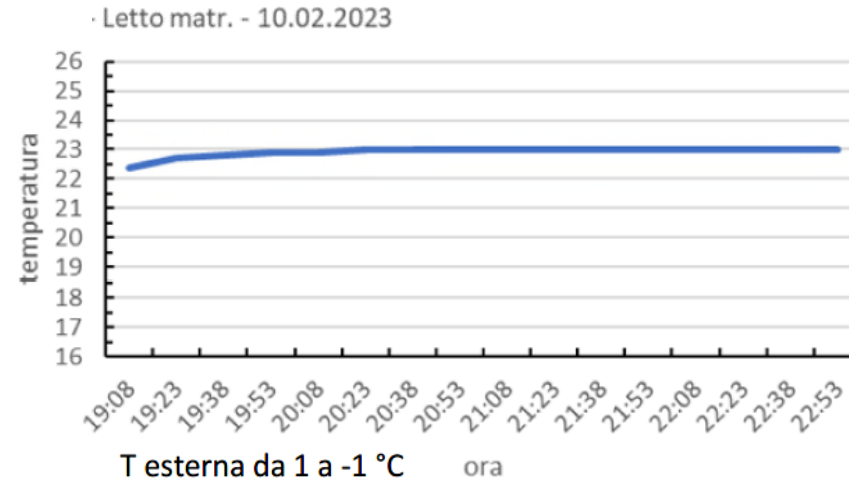
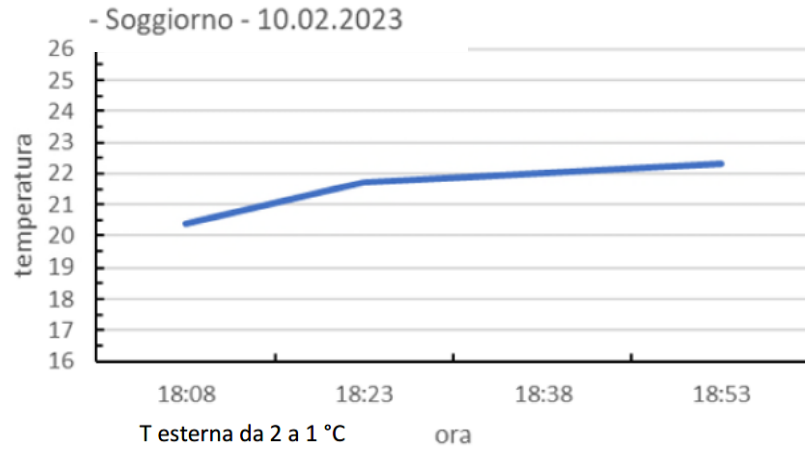




Sistema radiante a soffitto attivo, con interposizione anomala di controsoffitto.



RILIEVO DELLE TEMPERATURE AMBIENTE E DELLE TEMPERATURE ESTERNE



***RILIEVO DELLE TEMPERATURE
AMBIENTE E DELLE TEMPERATURE
ESTERNE MEDIANTE STRUMENTI CON
CERTIFICATO DI CALIBRAZIONE 1 ANNO***

***MISURA SPERIMENTALE
DELL'INERZIA TERMICA***



CRITICITÀ FUNZIONALI

elevate temperature registrate in diversi alloggi, sia nel periodo diurno che notturno, con punte prossime ai 25-26 °C, tanto da dover mantenere le finestre aperte anche in piena stagione invernale;

disuniformità diffuse delle temperature tra ambienti dello stesso alloggio e tra i diversi appartamenti;

mancato funzionamento del soffitto radiante in alcuni locali; per questo motivo circa una quindicina di anni or sono - a spese del condominio - erano stati installati 2 radiatori, intercettando le linee di alimentazione dei pannelli; la soluzione non ha comunque permesso di ottenere le condizioni di comfort desiderate, a causa del fatto che la temperatura di alimentazione dei pannelli radianti è tipicamente più bassa di quella di cui necessitano i radiatori.

CAUSE DELLE CRITICITÀ

distribuzione idraulica non bilanciata (ovvero alla sussistenza di parti dell'impianto con circolazione del fluido termovettore più favorita rispetto ad altre), anche a causa del blocco di numerose valvole di regolazione dei locali prima degli interventi di ripristino;

regolazione non ottimizzata della centralina che governa l'impianto;

possibile presenza di aria nelle tubazioni, con conseguente blocco della circolazione in alcuni tratti della rete idraulica;

INTERVENTI RISOLUTIVI

impianto ben progettato e ben realizzato, nonostante i suoi 70 anni di vita, concezione ancor oggi moderna e idonea ad ottenere prestazioni - sia di comfort che di risparmio energetico - di elevatissimo livello, certamente superiori alle realizzazioni attuali.

impianto DA GESTIRE CON
PERIZIA

Problemi da addebitare a una scarsa conoscenza della tipologia e della ubicazione dei terminali.

Interventi risolutivi secondo due distinte direttrici:

1. da un lato mediante un puntuale sfogo dell'aria; nel progetto originale è visibile la conformazione delle reti medesime e dei punti terminali posizionati sulla copertura dell'edificio e dotati di valvole di apertura/chiusura;

2. dall'altro lato, mediante il rilievo delle temperature dei vari locali e del corrispondente trend nell'arco di intervalli temporali significativi; in tal modo è stato possibile individuare i locali idraulicamente meglio serviti e regolare di conseguenza le valvole di controllo dei pannelli radianti a soffitto,

Quadro energetico finale

I consumi dell'impianto per le 3 ultime stagioni invernali sono risultati pari a:

534.827 kWh per l'inverno 20-21 (ante intervento)

522.400 kWh per l'inverno 21-22 (ante intervento)

352.200 kWh per l'inverno 22-23 (post intervento);

- Si è quindi ottenuta una **diminuzione media dei consumi energetici del 32-34 %** tra l'ultimo inverno e i due precedenti, pari ad un **risparmio rispettivamente di 170.200 kWh e 182.627 kWh.**

349.430 kWh per l'inverno 23-24 (post intervento);

Quadro economico finale

Nel caso specifico i precedenti importi si modificano come segue:

spese riscaldamento dall'1 ottobre 2021 al 30 settembre 2022: € **85.660,82**

spese riscaldamento dall'1 ottobre 2022 al 30 settembre 2023: € **50.231,73**

risparmio 41% sulla gestione precedente
€ **35.429,09**

spese riscaldamento dall'1 ottobre 2023 al 30 settembre 2024: € **49,390,23**

**COSTI ANNUALI
RISCALDAMENTO
PER MILLESIMO
DI PROPRIETÀ**

Quadro riassuntivo	Costo in €/anno per millesimo
Costo originale 2021-2022	85,64
Costo 2022-2023	57,11
risparmio	- 33,54

UN CASO STUDIO DI VERIFICA E
RIDUZIONE DEI CONSUMI ENERGETICI
IN UN CONDOMINIO SERVITO DA
TELERISCALDAMENTO



grazie per
l'attenzione