

COMPLETAMENTO DELL'INTERVENTO DI EDILIZIA ABITATIVA SOSTITUTIVA PER LA  
 REALIZZAZIONE DI 126 ALLOGGI IN VIA CUPA SPINELLI - CIRCOSCRIZIONE  
 CHIAIANO

1° LOTTO FUNZIONALE - CUP: B62J01000030008

PROGETTO ESECUTIVO

PROGETTAZIONE ATI: INGEGNERIA e SVILUPPO S.R.L. - ING. SERGIO CAMERA



San Vitaliano (NA)  
 Via Nazionale delle Puglie n. 283  
 Telefono 0815198672  
 e-mail info@iesingegneria.com  
 pec info@pec.iesingegneria.com  
 CI e P.IVA n. 07918340634  
**COORDINAMENTO DEL PROGETTO:**  
 Ing. ANTONIO RUSSO



DIRETTORE DEI LAVORI: Ing. SERGIO CAMERA  
 INTEGRAZIONI SPECIALIS.: Ing. FRANCESCO SIRIGNANO  
 GRUPPO DI LAVORO:  
 Arch. VINCENZO RUSSO  
 Ing. PASQUALINO DE LAURENTIIS  
 Arch. MADDALENA GAGLIONE  
 Geom. VINCENZO AUTORINO

COMMITTENTE:

Comune di Napoli  
 Area Trasformazione del Territorio  
 Servizio Edilizia Residenziale Pubblica e Nuove Centralità

Dirigente:  
 Arch. PAOLA CEROTTO

RUP:  
 Ing. GIOVANNI DE CARLO

APPROVAZIONI:

OGGETTO:

IMPIANTI MECCANICI: RELAZIONE TECNICA

ELABORATO:

IMM.R\_2

SCALA: --  
 COMMESSA: I122\_08  
 REDAZIONE: GIG  
 VERIFICA: SIR  
 APPROVAZIONE: ARU

Rev	Data	Motivazione	Redatto	Verificato	Approvato	Autorizzato

# **Relazione Tecnica**

## Sommario

IMPIANTI MECCANICI .....	3
IMPIANTO IDRICO SANITARIO .....	3
La produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS) .....	3
Collegamenti tubieri di carico .....	3
Collegamenti tubieri di scarico .....	4
Impianti elettrici .....	4
IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA .....	6
Produzione Acqua Calda Sanitaria, Impianto Idrico ed Igienico Sanitario .....	6
IMPIANTO SOLARE PER LA PRODUZIONE D'ACQUA CALDA SANITARIA .....	8
Premessa .....	8
Calcolo fabbisogno termico: .....	9
Calcolo energia solare captabile .....	9
Calcolo superficie dei collettori solari: .....	10
Risparmio conseguibile .....	10
IMPIANTO DI SCARICO RELATIVI AGLI ALLOGGI .....	12
Generalità .....	12
Materiale utilizzato .....	13
Tipologia di sistema di scarico .....	13
Terminologia .....	13
Descrizione dell'impianto .....	14
Dimensionamento del sistema di scarico .....	14
Colonne di scarico .....	14
Convenzioni e simboli .....	15
Il Calcolo .....	16
a. Determinazione delle <i>DU</i> .....	16
b. Coefficiente di frequenza .....	16
c. Calcolo delle diramazioni di scarico .....	18
d. Calcolo delle diramazioni di raccolta .....	20
e. Calcolo della colonna .....	20
f. Calcolo dei collettori .....	21
Procedura di calcolo .....	21
Prescrizioni antirumore .....	21
Raccomandazioni finali .....	22
Raccolta delle acque meteoriche .....	27
Fase di progettazione idraulica .....	27
LA TECNOLOGIA DELLE CALDAIE A CONDENSAZIONE .....	12
Caldaie ad alto rendimento .....	12
Caldaie a condensazione: aspetti tecnici ed economici .....	13
Mercato .....	14
Aspetti tecnici .....	14
Il rendimento di una caldaia a condensazione .....	16
Le principali caratteristiche tecniche .....	18
Sinergie della condensazione dei fumi abbinata alla combustione senza fiamma .....	19
IMPIANTI DI CARICO IDRICO ALLOGGI .....	22
Introduzione .....	22
Riferimenti Normativi .....	23
Requisiti .....	23

Temperature di erogazione.....	24
Materiali .....	24
Allacciamento all'acquedotto .....	25
Tipologia di sistema di distribuzione .....	25
Il calcolo delle tubazioni .....	25
Rete di Distribuzione Idrica Comunale:.....	26
<b>IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO ALLOGGI .....</b>	<b>31</b>
Premessa: .....	31
Impianti di Climatizzazione: .....	31
A* Dati posti a base dei calcoli.....	34
B* Normativa di riferimento.....	36
C* Descrizione degli impianti: .....	36
D* Circuiti Fancoil.....	38
E* Coibentazione tubazioni .....	13
F* Corpi scaldanti e corpi raffrescanti (fancoil) .....	13
G* Regolazione temperatura ambiente .....	14
<b>IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE GAS ALLOGGI .....</b>	<b>14</b>
Introduzione .....	14
Riferimenti Normativi.....	14
Dimensionamento dell'impianto.....	16
Tubazioni .....	16
Giunti, raccordi e pezzi speciali, rubinetti .....	16
Posa in opera degli impianti.....	17
Prova di tenuta degli impianti .....	18
Apparecchi di utilizzazione.....	18

## **IMPIANTI MECCANICI**

### **IMPIANTO IDRICO SANITARIO**

#### **La produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS)**

La produzione dell'acqua calda sanitaria sarà garantita dalla combinazione caldaia a condensazione/pannello solare termico/bollitore. Ciascun alloggio, infatti, sarà equipaggiato con un proprio sistema di pannelli solari installati in copertura. Tali pannelli saranno collegati, mediante apposito circuito tubiero in condotta multistrato coibentata, al bollitore al servizio della caldaia a condensazione installata in ogni alloggio. In particolare, la circolazione nel circuito solare sarà del tipo forzato grazie all'azionamento di apposita pompa e scaricherà l'energia termica captata dal pannello solare nella serpentina posta nella parte bassa del bollitore. Nel caso in cui l'energia termica prodotta dal pannello solare risulti sufficiente a portare l'acqua del bollitore alla temperatura desiderata allora nella seconda serpentina, posizionata nella parte alta del bollitore stesso, non circolerà nulla ed il fabbisogno di acqua calda sanitaria sarà integralmente coperto dall'energia solare. Viceversa, nel momento in cui la temperatura del bollitore scenda sotto il limite prefissato ed in caso di richiesta di acqua calda sanitaria da parte dell'utenza, allora il termostato posizionato all'uscita del bollitore azionerà la caldaia a condensazione che provvederà ad alimentare la seconda serpentina posta nella parte alta del bollitore. In tal modo, nella summenzionata eventualità, il pannello solare provvederà ad un preriscaldamento dell'acqua; mentre invece la caldaia provvederà a completare il processo di riscaldamento dell'acqua fino alle condizioni desiderate.

Una tale scelta impiantistica offre numerosissimi vantaggi, fra i quali:

- elevata affidabilità in quanto l'acqua calda sanitaria è disponibile sempre, qualsiasi siano le condizioni di irraggiamento al suolo;
- alta efficienza energetica in quanto la gran parte della produzione di acqua calda sanitaria viene coperta dal pannello solare termico; la caldaia interverrà esclusivamente nei rari casi in cui l'energia raggiante al suolo, in combinazione con l'area prescelta del pannello, non sia sufficiente a garantire il livello di temperatura richiesto

#### **Collegamenti tubieri di carico**

Dal sistema di produzione dell'acqua calda sanitaria (caldaia oppure pannello solare termico) saranno effettuati i collegamenti tubieri necessari a garantire il soddisfacimento delle utenze calde, fredde delle sale da bagno.

I due tubi, se posti all'esterno e coibentati con lamierino di copertura, perverranno nella residenza dove, mediante collegamento sotto traccia arriveranno all'altezza del soffitto; a partire

dal suddetto punto i tubi correranno a pavimento; da qui sarà effettuata l'alimentazione per le sale da bagno. La distribuzione dell'acqua alle varie utenze è garantita dall'uso di centraline tipo Caleffi, FAR o similare, una per ogni sala da bagno.

Gli impianti si collegheranno alle tubazioni di acqua calda, fredda, oltre che alle colonne fecali esistenti.

### **Collegamenti tubieri di scarico**

Lo scarico dei pezzi igienici (lavabo, bidet, doccia, w.c.) per ciascuno dei bagni e cucina e lo scarico di condensa dei fan-colis verrà realizzato con tubi in p.v.c. PN 10 nei diametri DN 32mm, DN40mm e DN 110mm, con una cassetta di ispezione sifonata a pavimento.

Saranno collegati con la tubazione DN 110 mm alla fecale.

A tutte le tubazioni di scarico verrà data la opportuna pendenza.

### **Impianti elettrici**

Sistemi protettivi supplementari sono richiesti in tutti gli ambienti che contengono vasche da bagno o piatto doccia, dove il rischio elettrico è accresciuto per la minore resistenza che il corpo umano presenta e per la possibilità di contatto con elementi a potenziale di terra.

Le zone circostanti al piatto doccia si suddividono in:

- zona 0: volume interno al piatto doccia;
- zona 1: è la zona delimitata dalla superficie verticale circoscritta al piatto doccia, per una altezza di 2,25 m;
- zona 2: è la zona compresa fra la zona 1 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione della zona 1, distante 0,6m, per un'altezza di 2,25 m;
- zona 3: è la zona compresa fra la zona 2 e una superficie verticale parallela alla superficie di delimitazione esterna della zona 2, distanza 2,4 m per un'altezza di 2,25 m.

I rischi che i locali da bagno presentano, sono soprattutto legati alla possibilità di elettrocuzione per contatti diretti o indiretti.

Per il primo tipo di contatto deve pertanto essere richiesta una protezione più restrittiva a garanzia della maggiore pericolosità dell'ambiente, mentre per i contatti indiretti, è necessario prendere ulteriori precauzioni anche per guasti provenienti dall'esterno.

Protezione dai contatti diretti.

Sono ammessi solo sistemi di protezione di tipo totale.

Grado di protezione meccanico

Per i componenti ammessi, è richiesto un grado minimo di protezione IPX4. Nel caso di bagni pubblici o destinati a comunità, dove è possibile l'uso di getti d'acqua IPX5 (IP 55).

#### Condutture elettriche

E' vietata la installazione di condutture elettriche a vista nella zona 0. Nella zona 1 e 2 la installazione deve essere limitata. Ciò vale anche per le condutture incassate nelle pareti ad una profondità non superiore a 5 cm.

#### Cassette di derivazione

Non sono ammesse cassette di derivazione nelle zone 0, 1, 2.

#### Dispositivi di protezione, sezionamento, comando

##### \* Zona 0

E' vietata l'installazione di qualsiasi dispositivo.

##### \* Zona 1

Sono ammessi solo interruttori i circuiti SELV purché alimentati a tensione non superiore a 12 V ca, con sorgente SELV esterna alle zone 0, 1, 2.

##### \* Zona 2

Sono ammessi solo interruttori di circuiti SELV, come sopra indicato, e prese a spina, alimentate da trasformatori di isolamento di classe II, di bassa potenza, incorporati nelle stesse prese a spina, per alimentare i rasoi elettrici.

##### \* Zona 3

Le prese a spina e altri dispositivi sono ammessi a condizione che la protezione venga realizzata mediante:

- separazione elettrica individuale
- alimentazione SELV
- protezione supplementare con interruttore differenziale da 30 mA, nel caso di interruzione automatica.

#### Tiranti isolanti di richiesta soccorso

Sono vietati nella zona 0. Nelle zone 1,2,3, sono ammessi purché soddisfino le prescrizioni di sicurezza (Norma CEI 23-9).

#### Componenti elettrici

##### \* Zona 0

E' vietata l'installazione di qualsiasi componente

##### \* Zona 1

Possono essere installati solo apparecchi utilizzatori alimentati con circuiti SELV, e scaldacqua, protetti con grado di protezione IPXXB.

Componenti per idromassaggio, installati sotto la vasca, possono essere accettati a condizione

che:

- le vasche per idromassaggio siano realizzate in conformità alle rispettive norme CEI di costruzione;
- tutti i componenti per l'idromassaggio siano segregati sotto la vasca, mediante ripari e protezioni, apribili solo con l'uso di un attrezzo;
- sia realizzato un collegamento equipotenziale supplementare fra le masse estranee della vasca e il conduttore di protezione;
- sia installato a protezione un interruttore differenziale da 30 mA.

**\* Zona 2**

Oltre ai componenti ammessi nella zona 1. con le condizioni prima dette, possono essere installati anche componenti di illuminamento e riscaldamento, di classe II e di classe I, questi ultimi purché provvisti di interruttore differenziale da 30 mA.

Il tutto sarà eseguito in conformità delle norme UNI e CEI, a regola d'arte.

A fine lavori l'Impresa rilascerà le prescritte dichiarazioni di conformità per gli impianti elettrici e per gli impianti idrici.

## **IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA**

### **Produzione Acqua Calda Sanitaria, Impianto Idrico ed Igienico Sanitario**

L'acqua fredda proveniente dalla rete idrica cittadina, attraverso il gruppo contatori e quindi attraverso le colonne montanti poste in cavedio all'interno del fabbricato, dopo aver attraversato un riduttore di pressione ed un apposito sistema di filtraggio verrà introdotto nell'impianto idrico sanitario di ciascun alloggio, attraverso l'apposita valvola di sezionamento.

Dal collettore di acqua fredda si dipartiranno i seguenti circuiti, tutti intercettabili ed indipendenti:

- Alimentazione di tutte le utenze dell'alloggio (collettori Caleffi, FAR o similare);
- Alimentazione boiler solare di produzione di acqua calda sanitaria.

Sul boiler saranno installate le tubazioni di distribuzione dell'acqua calda sanitaria che seguiranno lo stesso percorso dell'acqua fredda.

L'acqua calda per uso sanitario sarà pertanto prodotta mediante un boiler a doppia serpentina, a corredo della caldaia a condensazione, alimentato sul primario dall'impianto solare e relativa elettropompa di circolazione (serpentina bassa) e dalla caldaia a condensazione (serpentina alta).

In particolare, ciascun alloggio sarà dotato del proprio gruppo di pannelli posti in copertura. Da questi partiranno le tubazioni di mandata e ritorno del circuito solare che correranno dapprima a vista sul lastrico di copertura staffati a pavimento, poi verranno convogliate verso il cavedio e

quindi, dal cavedio al bollitore, saranno installate a pavimento dell'alloggio e del balcone sotto traccia. Tutte le tubazioni del circuito solare saranno coibentate in conformità all'B del DPR 412/93 e ss. mm. li.. Inoltre, le tubazioni installate all'esterno a vista saranno ricoperte con apposito lamierino metallico; in tutti gli altri casi sarà sufficiente una semplice guaina di copertura in pvc.

Invece, tutte le tubazioni dell'impianto idrico sanitario di acqua fredda, di acqua calda sanitaria correranno sotto traccia a pavimento oppure a parete.

Tutte le tubazioni calde e fredde saranno in tubo multistrato, mentre le tubazioni del circuito solare saranno in rame. Le tubazioni fredde saranno del tipo pre-isolato oppure con coibentazione esterna.

Le giunzioni, le derivazioni ed i cambiamenti di sezione, saranno realizzati con pezzi speciali.

Le tubazioni, sia quelle a vista che quelle sotto traccia, saranno installate in modo da consentire la libera dilatazione.

Le tubazioni calde dell'impianto (acqua fredda, acqua calda sanitaria e circuito solare), nonché i pezzi speciali, le valvole e quant'altro in esso contenuto, saranno coibentate con coppelle di lana di vetro trattate con resine termoindurenti e con idonei leganti aventi le seguenti caratteristiche:

- conducibilità termica alla temperatura di 50°C di: 0,029 Cal/h m °C
- comportamento al fuoco: non combustibile
- densità: non inferiore a 60 kg/m<sup>3</sup>

Tali coibentazioni, per la parte di tubazioni correnti all'esterno dell'edificio, idoneamente fissate, saranno quindi totalmente ricoperte con una struttura in lamierino di acciaio inox 18/10 dello spessore non inferiore a 4/10 mm idoneamente nervato al fine di conferirgli una maggiore solidità. Lo spessore delle coppelle delle tubazioni esterne o ubicate nelle centrali termiche avrà il seguente:

diametro esterno tubazione

fino a 22 mm	25 mm
da 27 a 48 mm	30 mm
da 54 a 88 mm	40 mm

Per le tubazioni installate nelle murature perimetrali dell'edificio ed in quelle interne, non è richiesta l'applicazione del lamierino di acciaio di protezione, in sostituzione del quale sarà installata una benda vinilica idoneamente fissata.

Tutte le tubazioni fredde sotto traccia e fuori traccia degli impianti di distribuzione idrica e di alimentazione delle varie apparecchiature igienico-sanitarie saranno, isolate con tubo flessibile a cellule chiuse in gomma sintetica vulcanizzata dello spessore non inferiore a 8 mm.

Il dimensionamento delle reti di distribuzione dell'acqua calda sanitaria, dell'acqua fredda



verrà effettuato sulla base dei seguenti dati posti a base dei calcoli:

- lavabo, bidet, utilizzatori bar:	1,5 u.c.
- lavaggio di cucina:	3 u.c.
- W.C. a cassetta	5 u.c.
- doccia:	3 u.c.
- vasca:	5 u.c.
- velocità dell'acqua nelle tubazioni:	tra 0,5 ed 1,1 m/s per tubi di ½"
- coefficiente di contemporaneità di funzionamento:	40%
- pressione residua alle utenze:	5 m c.a.

## **IMPIANTO SOLARE PER LA PRODUZIONE D'ACQUA CALDA SANITARIA**

### **Premessa**

L'impianto solare deve far fronte alla produzione di acqua calda sanitaria per gli appartamenti ubicati all'interno dell'ciascun corpo di fabbrica. I pannelli avranno il compito di produrre acqua calda sanitaria sia durante la stagione estiva che quella invernale. Pertanto, essi verranno posizionati in copertura con orientazione ed inclinazione di 0° rispetto al piano dell'orizzontale, quindi complanare alla superficie.

I pannelli saranno del tipo piano con piastra selettiva in maniera tale da garantire elevate efficienze di produzione anche durante la stagione invernale in cui le dispersioni termiche del pannello aumentano. In inverno, infatti, la resa del pannello solare tende a decrescere per effetto della riduzione della temperatura esterna e della riduzione della radiazione solare al suolo dovuta all'inclinazione dell'asse rotazionale terrestre e quindi al maggior percorso dei raggi solari in atmosfera.

Ciascun alloggio sarà servito da un proprio circuito solare con relative pompe e controllo elettronico della temperatura del bollitore.

La scelta di non centralizzare l'impianto solare deriva dall'esigenza di un miglioramento della gestione dello stesso, affidato quindi, per parte di competenza, al singolo utente, e dalla necessità di installare bollitori nei singoli alloggi. Tale scelta, pur comportando maggiori costi di investimento, dovuti alla duplicazione dei bollitori e dei tubi di collegamento consente di ottenere numerosi risparmi sia in termini di costi di esercizio che di gestione.

In alternativa, sarebbe stato possibile installare un unico impianto di solare condominiale, con sistema di controllo e bollitore condominiale installato in copertura. Tuttavia, tale scelta, seppur

meno gravosa dal punto di vista economico, comporterebbe inevitabili inefficienze gestionali, dovute alla necessità di installare un unico sistema di regolazione condominiale. Pertanto, tale progetto è stato redatto ipotizzando l'installazione di un circuito solare indipendente per ogni alloggio. In tal modo è possibile conseguire una gestione ottimale dell'impianto solare termico, abbinato alla caldaia a condensazione, in funzione delle reali richieste dell'utenza.

In definitiva, tale scelta progettuale pur comportando un inevitabile incremento dei costi di investimento, consente di conseguire i seguenti vantaggi:

1. elevatissima efficienza energetica
2. semplicità di gestione
3. elevatissima affidabilità

Pertanto, il collettore solare avrà il compito di captare l'energia termica irradiata dal sole, trasferendola all'acqua corrente all'interno di esso. Essa sarà quindi convogliata verso il circuito solare del singolo alloggio dove provvederà al riscaldamento dell'acque contenuta nel bollitore al servizio di ogni singolo alloggio.

Inoltre, al fine di limitare le perdite lungo il circuito di distribuzione tutte le tubazioni del circuito solare, in multistrato, saranno del tipo pre-isolato in conformità all'all.B del DPR 412/93; infine le dispersioni termiche delle stesse saranno ulteriormente ridotte dal fatto che le tubazioni saranno installate in cavedio.

### **Calcolo fabbisogno termico:**

- Massimo affollamento: 6 persone
- Medio affollamento: 4 persone
- Consumo giornaliero: 70 lt/persona a 45°C
- Periodo di utilizzazione: 365 giorni/anno
- Calore necessario per il riscaldamento dell'acqua sanitaria:

$$E = c \cdot P \cdot \Delta t = 0.0012 \cdot 4 \cdot 70 \cdot (45-10) = 11.76 \text{ kWh/ gg} = 4292 \text{ kWh/ anno}$$

### **Calcolo energia solare captabile**

Dalla tabella che segue in cui sono riportati i valori dell'irraggiamento al suolo su una superficie SUD 30° rispetto al piano orizzontale relativa alla località di Napoli (latitudine 40.850°).

## Irraggiamento

<i>Mese</i>	<i>(kWh/m<sup>2</sup>gg)</i>
<i>Gennaio</i>	<i>2,96</i>
<i>Febbraio</i>	<i>3,71</i>
<i>Marzo</i>	<i>4,68</i>
<i>Aprile</i>	<i>5,56</i>
<i>Maggio</i>	<i>6,32</i>
<i>Giugno</i>	<i>6,69</i>
<i>Luglio</i>	<i>7,58</i>
<i>Agosto</i>	<i>6,80</i>
<i>Settembre</i>	<i>5,78</i>
<i>Ottobre</i>	<i>4,92</i>
<i>Novembre</i>	<i>3,27</i>
<i>Dicembre</i>	<i>2,65</i>

Ipotizzando che il pannello solare riesca a far fronte in maniera completamente indipendente al fabbisogno di acqua calda da Marzo ad Ottobre, con un rendimento termico nelle condizioni più sfavorevoli del 50%.

### **Calcolo superficie dei collettori solari:**

$$S = E/A_{\mu} = 11.76 \text{ (kWh/gg)} / 4.68 * 0.5 \text{ (kWh/gg.m}^2\text{)} = 5 \text{ m}^2 \text{ (n}^{\circ} 2 \text{ pannelli da m}^2 \text{ 2.5 cadauno).}$$

### **Risparmio conseguibile**

Avendo predisposta l'installazione di n° 2 pannelli solari da 2,5 m<sup>2</sup> per ogni alloggio, esposti a SUD ed inclinati a 0° rispetto al piano orizzontale, si otterrà complessivamente in un anno un risparmio energetico di circa l'87 % rispetto ai sistemi tradizionali alimentati con combustibile solido, liquido o gassoso. Dal punto di vista economico il risparmio è pari al 89%.

Tale analisi è stata effettuata calcolando l'energia raggiante captata dai pannelli, quindi sulla base di tale valore e della curva di rendimento del pannello è stata quantificata l'energia termica

prodotta mese per mese dall'impianto solare. Tale valore è stato quindi confrontato con l'energia richiesta dall'utenza al fine di calcolare l'eventuale integrazione da caldaia. Infine i risultati energetici sono stati anche tradotti in termini economici utilizzando un costo medio del metano pari a 0.50 €/Nm<sup>3</sup>. I risultati sono sintetizzati nelle seguenti tabelle.

	<i>energia</i>		<i>energia</i>			<i>energia</i>	<i>energia</i>		
<i>Mese</i>	<i>Energia incidente</i>	<i>Energia incidente</i>	<i>termica prodotta</i>	<i>termica consumata</i>	<i>Integrazioni da caldaia</i>	<i>Energia incidente</i>	<i>termica prodotta</i>	<i>termica consumata</i>	<i>Integrazioni da caldaia</i>
	<i>kWh/m<sup>2</sup>gg</i>	<i>kWh/gg</i>	<i>kWh/gg</i>	<i>kWh/gg</i>	<i>kWh/gg</i>	<i>kWh/mese</i>	<i>kWh/mese</i>	<i>kWh/mese</i>	<i>kWh/mese</i>
Gen	2.96	13.62	6.81	6.81	4.63	408.48	204.24	204.24	138.76
Feb	3.71	17.07	8.53	8.53	2.90	511.98	255.99	255.99	87.01
Mar	4.68	21.53	10.76	10.76	0.67	645.84	322.92	322.92	20.08
Apr	5.56	25.58	12.79	11.43	0.00	767.28	383.64	343.00	0.00
Mag	6.32	29.07	14.54	11.43	0.00	872.16	436.08	343.00	0.00
Giu	6.69	30.77	15.39	11.43	0.00	923.22	461.61	343.00	0.00
Lug	7.58	34.87	17.43	11.43	0.00	1,046.04	523.02	343.00	0.00
Ago	6.80	31.28	15.64	11.43	0.00	938.40	469.20	343.00	0.00
Set	5.78	26.59	13.29	11.43	0.00	797.64	398.82	343.00	0.00
Ott	4.92	22.63	11.32	11.32	0.12	678.96	339.48	339.48	3.52
Nov	3.27	15.04	7.52	7.52	3.91	451.26	225.63	225.63	117.37
Dic	2.65	12.19	6.10	6.10	5.34	365.70	182.85	182.85	160.15

	<i>kWh/anno</i>	<i>kWh/anno</i>	<i>kWh/anno</i>	<i>kWh/anno</i>
<b>energia</b>	8406.96	4203.48	3589.11	526.89
<b>risparmi</b>	87.20%			
	€	€	€	€
<b>costi/benefici</b>	-	-	€ 207.92	-€ 24.42
<b>risparmi</b>	-	-	89.49%	-

## **IMPIANTO DI SCARICO RELATIVI AGLI ALLOGGI**

### **Generalità.**

Il progetto riguarda lo smaltimento delle acque reflue degli alloggi localizzati all'interno di ciascun corpo di fabbrica. L'impianto con un sistema funzionante a gravità ed è svolto in conformità alla vigente normativa europea e in particolare:

UNI EN 12056-1 30/06/01	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.
UNI EN 12056-2 30/09/01	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo.
UNI EN 12056-4 30/09/01	Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici – Stazioni di Pompaggio di acque reflue - progettazione e calcolo.

Nel paragrafo concernente il calcolo, saranno evidenziate tutti i dati, le formule e i coefficienti utilizzati, per la progettazione delle diramazioni di scarico e di raccolta, delle colonne e dei collettori.

In mancanza di dati riguardanti la posizione del collettore fognario della fognatura pubblica, il presente progetto è stato redatto ipotizzando di scaricare le acque reflue verso il collettore fognario, nel caso in cui questo si trovasse ad una quota inferiore rispetto a quella dell'edificio in oggetto, oppure verso una vasca dotata di impianto di sollevamento, nel caso contrario. In ogni caso, la posizione del collettore fognario non influenza il dimensionamento e la posizione delle condutture di scarico all'interno dell'edificio.

L'impianto di scarico delle acque usate è stato progettato facendo riferimento alla norma UNI EN 12056-2, in modo da rispettare i seguenti requisiti:

- Evacuare rapidamente le acque di scarico, senza che diano luogo a depositi di materie putrescibili;

- Essere a tenuta di acqua, di gas e aria al fine di impedire il passaggio dalle tubazioni agli ambienti abitati non solo del materiale di scarico ma anche di odori e microbi;
- Mantenere, durante il funzionamento, le condizioni di pressione di progetto;
- Durare nel tempo.

Il sistema di scarico, funzionante per gravità, è stato dimensionato in modo tale che le acque non occupino tutta la sezione dei tubi, per evitare pressioni e depressioni superiori al limite di 250 Pa, valore che corrisponde a circa la metà dell'altezza dell'acqua contenuta nei sifoni normali.

Come base di tutti i calcoli di dimensionamento è stata presa l'unità di scarico (DU), valore numerico che indica la portata media di scarico di un apparecchio sanitario espressa in litri al secondo (l/s), corrispondente allo scarico di 28 litri di liquame al minuto (0,466 l/s), valori di unità di scarico degli apparecchi presenti nella struttura, sono stati desunti dalla normativa nazionale e da dati pratici.

### **Materiale utilizzato**

Il materiale utilizzato per la realizzazione di tutta la rete è il PEHD (*polietilene ad alta densità*) malleabilizzato e rispondente alla vigente normativa.

Non è ammesso l'utilizzo d'alcun altro materiale oltre al PEHD, per nessun tratto della rete.

Nel caso d'allacciamenti con tratti esistenti di tubazioni in materiale diverso, è indispensabile utilizzare gli appositi raccordi (punto 6.5 UNI EN 12056-5).

I pozzetti da utilizzare per le ispezioni, saranno del tipo prefabbricato in calcestruzzo o in materiale sintetico.

È inoltre previsto, per l'ancoraggio delle colonne e dei collettori alla struttura, l'utilizzo di un adeguato numero di braccialetti scorrevoli e a punto fisso.

### **Tipologia di sistema di scarico**

Sistema di scarico con colonna di scarico e colonna di ventilazione separate.

Gli apparecchi sanitari sono connessi a diramazioni di scarico di piccolo diametro.

Tali diramazioni sono dimensionate per un grado di riempimento uguale a 0,7 (70%) e sono connesse a un'unica colonna di scarico.

### **Terminologia**

Facendo riferimento allo schema più comune le tubazioni di un sistema di scarico di un edificio si possono così suddividere:

✓ **Diramazioni di scarico:**

Con questo termine si indicano i tronchi di tubazione che collegano gli apparecchi sanitari alla colonna

✓ **Colonne di scarico:**

Con questo termine si indicano i tronchi verticali dell'impianto di scarico;

✓ **Deviazione di colonna:**

Porzione non verticale di una colonna di scarico.

✓ **Collettori di scarico:**

Con questo termine si indicano i tronchi orizzontali che collegano le basi delle colonne alla fognatura esterna

✓ **Colonna di ventilazione:**

Tubazione principale di ventilazione verticale, raccordata ad una colonna di scarico, avente la funzione di limitare le variazioni di pressione all'interno del sistema di scarico.

## **Descrizione dell'impianto**

Il sistema di scarico liquami in oggetto, a servizio dei locali convoglieranno alle colonne di scarico i liquami provenienti dalle utenze dei bagni (*lavelli, vasi con cassetta, docce, ecc*) alla fognatura comunale.

È stato adottato inoltre, un sistema di dimensionamento dei collettori di scarico tale che la ventilazione dell'aria all'interno dei collettori sarà garantita dai collettori stessi. Tale sistema si adatta ottimamente alle peculiarità dell'impianto in oggetto, caratterizzato da ridotte dimensioni e da bassi carichi.

## **Dimensionamento del sistema di scarico**

### **Colonne di scarico**

Poiché l'alloggiamento delle diramazioni di scarico delle acque fecali nere è il problema maggiore da affrontare (*per lunghezze ridotte e per pendenze non forti si possono raggiungere diametri del canale superiori alla decina di centimetri*), è stata prevista una colonna di scarico in vicinanza di ogni vaso.

In fase di posa in opera, le colonne dovranno essere contenute in apposite cassette oppure entro un doppio tavolato. In entrambi casi si dovrà avere la possibilità dell'ispezione. È necessario prevedere in sede di progetto la foratura di elementi strutturali per il passaggio delle colonne di scarico, in modo da evitare la demolizione di elementi appena gettati e perché implica una riduzione della sezione resistente degli elementi strutturali che deve essere verificata.

Dette forature saranno predisposte mediante appositi mattoni forati. In fase di progetto dovranno essere previste anche le forature di elementi prefabbricati, ed andrà verificato che le strutture di contenimento abbiano un buon isolamento acustico ai rumori aerei. I massimi livelli sonori ammissibili sono indicati nella seguente tabella:

<b>Livello del rumore di fondo dB(A)</b>	<b>Livello sonoro corretto massimo ammissibile dB(A)</b>
20	30
25	32,5
30	34,5
35	38,7
40	42,9
45	47
50	51,7
55	56,3
60	60,8
65	65

#### **Convenzioni e simboli.**

- a) *Diametri delle tubazioni*: in genere ogni diametro è definito con  $DN$  se trattasi di Diametro Nominale,  $Di$  se trattasi di diametro interno,  $De$  se trattasi di diametro esterno. Il diametro della tubazione viene anche definito come  $Di/De$ . Comunque ogni numero sarà identificato anche con l'apposito simbolo di riferimento.
- b) *Unità di scarico (DU)*.
- c) *Portata delle acque reflue* prevista per un impianto di scarico ( $Q_{ww}$ ).
- d) *Portata continua*  $Q_c$ .
- e) *Coefficiente di frequenza (K)*.
- f) *Portata di progetto dell'impianto* ( $Q_{tot}$ ).

Il calcolo è effettuato con un foglio elettronico. La procedura è di seguita descritta.



## Il Calcolo.

### a. Determinazione delle $DU$ .

Nella tabella che segue sono riportati i valori delle unità di scarico ( $DU$ ) attribuiti ad ogni apparecchio e utilizzati per il calcolo.

I valori delle  $DU$ , contenuti nella tabella, sono conformi al Prospetto 2 delle UNI EN 12056-2.

La portata delle acque reflue prevista per l'impianto di scarico è calcolata con la formula:

$$Q_{WW} = K * \sqrt{\sum DU}$$

La tabella 1 evidenzia le unità di scarico correlate al tipo d'apparecchio, considerato nel calcolo.

**Tabella 1**

Tipo di apparecchio idrosanitario	Unità di scarico
- lavabo	0,3
- bidet	0,3
- piatto doccia	0,5
- vasca da bagno	0,6
- lavello da cucina	0,6
- lavastoviglie	0,6
- lavatrice fino a 6 kg	0,6
- WC (tutti i tipi)	1,8
- Pozzetto a terra DN 50	0,9
- Pozzetto a terra DN 70	0,9
- Pozzetto a terra DN 100	1,2
- Lavatrice da 7 a 12 kg	1,2

### b. Coefficiente di frequenza

La tabella 2 riporta i valori da attribuire al coefficiente  $K$  in funzione della destinazione d'uso dell'impianto.

**Tabella 2**

Categoria	Coefficiente riduttivo
-----------	------------------------

a) Uso intermittente (appartamenti privati, locande, uffici).	$K = 0,5$
b) Uso frequente (ristoranti, alberghi, ospedali e comunità).	$K = 0,7$
c) Uso molto frequente (bagni e docce pubbliche).	$K = 1,0$
d) Uso speciale (laboratori e industrie).	$K = 1,2$

### c. Calcolo delle diramazioni di scarico

La diramazione di scarico, del singolo apparecchio sanitario, é codificata dalla regola dell'arte (punto 6.4.1 UNI EN 12056-2).

Per la progettazione delle diramazioni di scarico ci si è attenuti alle regole di seguito elencate e illustrate per una più comoda consultazione in cantiere.

Inoltre l'illustrazione dei principi di progettazione diventa indispensabile nel caso di varianti.

I punti a e b delle regole di seguito esposte, sono correlati in quanto utilizzando per le diramazioni di scarico dei singoli pezzi (naturalmente WC esclusi) il  $DN\ 50$ , il riempimento della diramazione stessa non supera il 50%.

a) L'altezza di riempimento  $Y/D$  è del 50%..

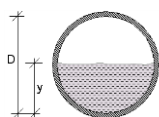
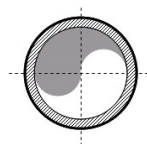


Figura - 1

b) Il diametro minimo utilizzato per le diramazioni è  $D_i/D_e = 44/50$  ( $DN = 50$ ).



Diramazioni di scarico

$$DN \geq 50$$

Figura - 2

c) La pendenza delle diramazioni di scarico sarà sempre  $\geq 2\%$ .

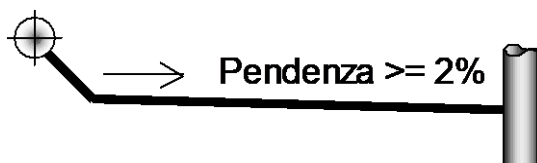


Figura - 3

- d) La lunghezza massima dal sifone più lontano, alla colonna di scarico, non dovrà superare i 4 mt.

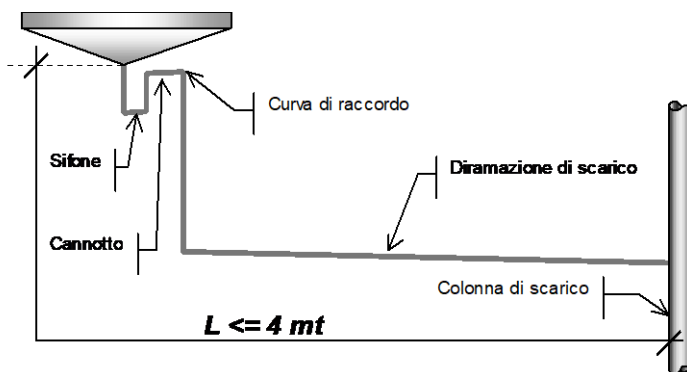


Figura - 4

- e) Il numero massimo di curve a  $90^\circ$  nel tratto A-B è di 3 (compresa la curva di raccordo).

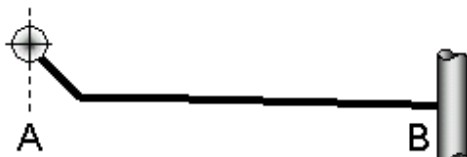


Figura - 5

- f) Il dislivello massimo in una diramazione (tra il sifone dell'apparecchio sanitario e lo scarico in colonna) dovrà essere di 1 mt.

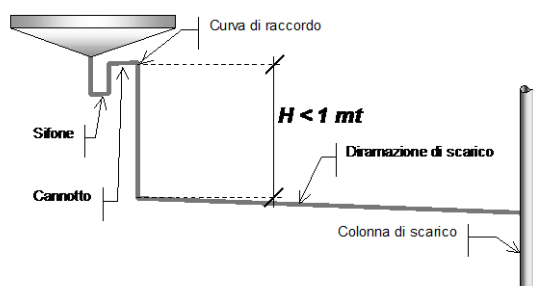


Figura - 6

- g) Negli allacciamenti orizzontali degli apparecchi deve essere sempre evitato il collegamento diretto tra l'apparecchio e la colonna di scarico. È necessario creare un disassamento sempre maggiore di 1DN.

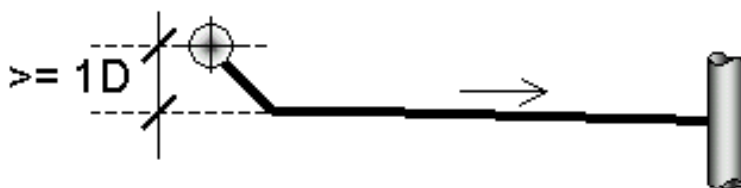


Figura - 7

#### d. Calcolo delle diramazioni di raccolta

Le diramazioni di raccolta sono progettate in modo che la loro capacità ( $Q_{max}$ ) corrisponda almeno al valore maggiore tra:

- a) portata acque reflue calcolata ( $Q_{ww}$ );
- b) portata totale ( $Q_{tot}$ );

oppure:

- c) portata dell'apparecchio con l'unità di scarico più grande.

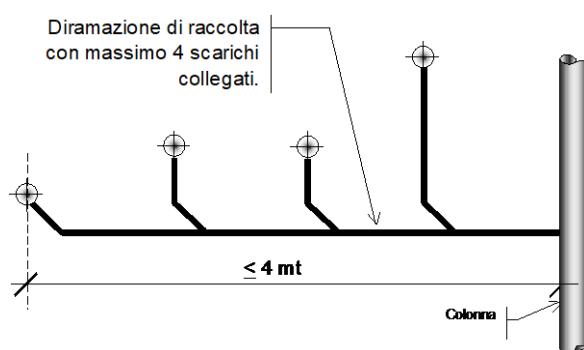


Figura - 8

I limiti delle diramazioni di raccolta sono esposti in figura e precisamente:

- a) la lunghezza massima della diramazione non può superare i 4 mt;
- b) il numero massimo di scarichi allacciati è 4.

#### e. Calcolo della colonna.

Si procede al calcolo di  $Q_{tot}$  che rappresenta la portata di progetto per ogni colonna utilizzando la formula:

$$Q_{tot} = Q_{ww} + Q_c$$

Il calcolo della colonna è di tipo tabellare. A tal proposito si utilizzano i prospetti pubblicati nelle schede tecniche del costruttore delle tubazioni delle colonne.

Si presterà attenzione che la portata della colonna, riferita all'utilizzo della braga ad angolo, non sia superiore a quanto stabilito nel Prospetto 11 della predetta norma.

## f. Calcolo dei collettori

I collettori sono dimensionati utilizzando la relazione di Prandtl-Colebrook:

$$V = -2 * \sqrt{2gDJ_E} * \log_{10} \left( \frac{k}{3,71D} + \frac{2,51\nu}{D\sqrt{2gDJ_E}} \right)$$

I valori utilizzati per  $k$  e  $\nu$ , sono:

- $k$  Il valore utilizzato per la scabrezza idraulica è:  $k = 0,001 \text{ mt.}$   
Le norme UNI, suggeriscono detto valore considerando una tubazione non nuova e quindi con delle possibili irregolarità dovute a depositi.
- $\nu$  Per la viscosità cinematica del fluido, il valore consigliato dalle norme UNI e anche dall'A.T.V. - Associazione Tecnica delle Fognature (*Abtrittsgrube Technische Vereinigung*), è di  $1,31*10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec.}$

### Procedura di calcolo.

Il progetto esecutivo dell'impianto descritto nel foglio di calcolo allegato fornisce i valori dei diametri delle tubazioni per ciascun ramo della rete si scarico.

### Prescrizioni antirumore.

Per le colonne passanti all'interno del corpo dell'edificio, è prescritto l'utilizzo delle seguenti tecniche per la riduzione del rumore.

- ⊕ *Tubazione di tipo fonoassorbente.* Nei tratti riportati negli appositi disegni, è indispensabile l'utilizzo di tubazioni di tipo pesante con un potere di riduzione del 40% circa. I due tipi di tubazione. La serie normale e pesante, dovranno essere della stessa marca e dello stesso materiale.
- ⊕ *Fogli d'isolanti specifici.* Nei tratti riportati negli appositi disegni, è indispensabile che la tubazione venga avvolta in fogli isolanti che abbiano un potere di riduzione del 40% circa.
- ⊕ *Chiusura del cavedio con materiale pesante.* Il cavedio o il vano contenente la colonna che attraversa un locale non di servizio, deve essere opportunamente coibentato. Tutta la colonna, per tutto il suo percorso all'interno dell'edificio, prima

di essere chiusa nel suo vano, deve essere opportunamente rivestita con un materassino di lana di roccia in accoppiamento ad un foglio avente la funzione di barriera al vapore. Per l'attraversamento di locali non di servizio, è indispensabile seguire le indicazioni riportate nella figura 14.

### **Raccomandazioni finali.**

La configurazione utilizzata per il sistema adottato, non prevede che le diramazioni di scarico debbano essere ventilate.

Di seguito sono illustrati dei particolari costruttivi e degli accorgimenti atti a ridurre il rumore e a non creare brusche variazioni di pressione all'interno della colonna.

✦ *Cambiamenti di direzione.* Le colonne non devono mai cambiare direzione nel corpo dell'edificio se non quando s'immettono nel collettore.

✦ *Raccordo tra colonne e collettore.* Le colonne di scarico, in particolare, si devono immettere nel collettore con due semicurve a 45° collegate da un tratto di tubazione non inferiore a  $2 \cdot D_e$ , come illustrato nella seguente figura.

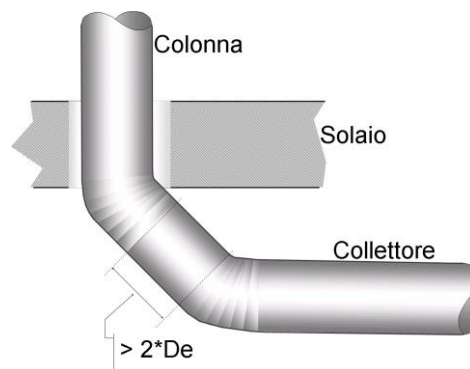


Figura - 9

- ✧ *Cambiamenti di sezione.* Per i cambiamenti di sezione delle tubazioni suborizzontali, devono essere utilizzate riduzioni eccentriche, così da tenere allineata la generatrice superiore delle tubazioni da collegare.

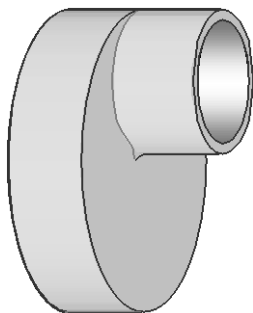


Figura - 10

- ✧ *La braga.* La braga da utilizzare per l'immissione degli scarichi in colonna deve essere ad  $88^\circ$  circa. Nella sottostante figura è rappresentata una braga per l'allacciamento di un WC con scarico a parete. Per qualsiasi tipo d'apparecchio, è necessario che la braga abbia un tratto suborizzontale maggiore del diametro.

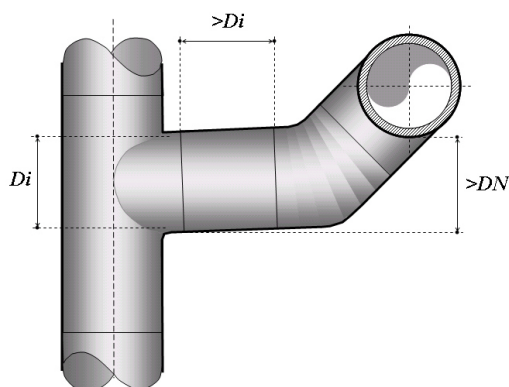


Figura - 11

- ✧ *Braghe ridotte.* Sono da evitare gli allacciamenti in colonna con braga ridotta a  $45^\circ$

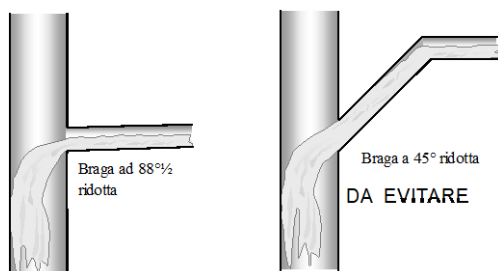


Figura - 12



*Tratto terminale del tubo d'aerazione.* Il tratto terminale della colonna che costituisce il tubo d'aerazione, deve avere lo stesso diametro della colonna stessa, deve essere portato all'esterno e lasciato libero senza alcun cappelletto o mitra, come in figura 13.

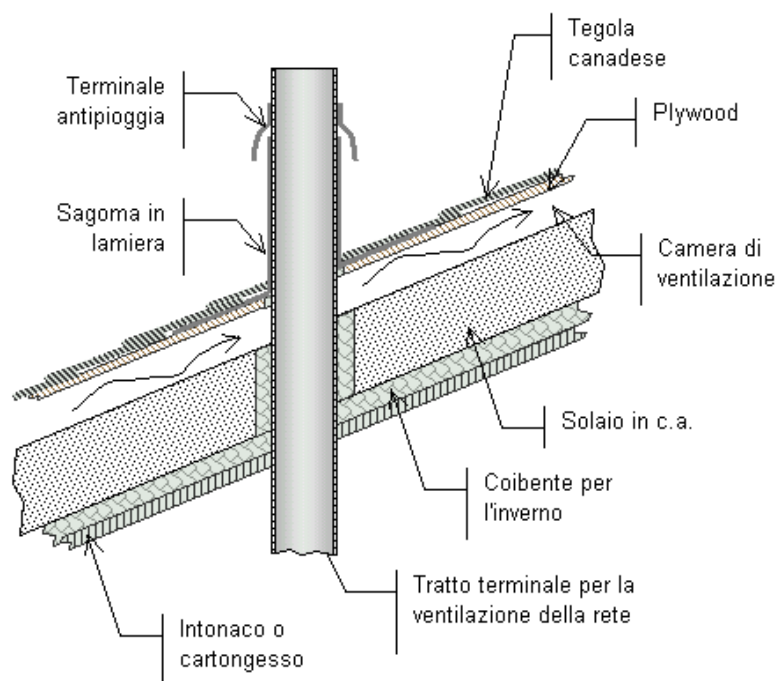


Figura - 13

Fuoriuscita della colonna dall'edificio. È indispensabile attenersi alle prescrizioni illustrate nella figura 15.

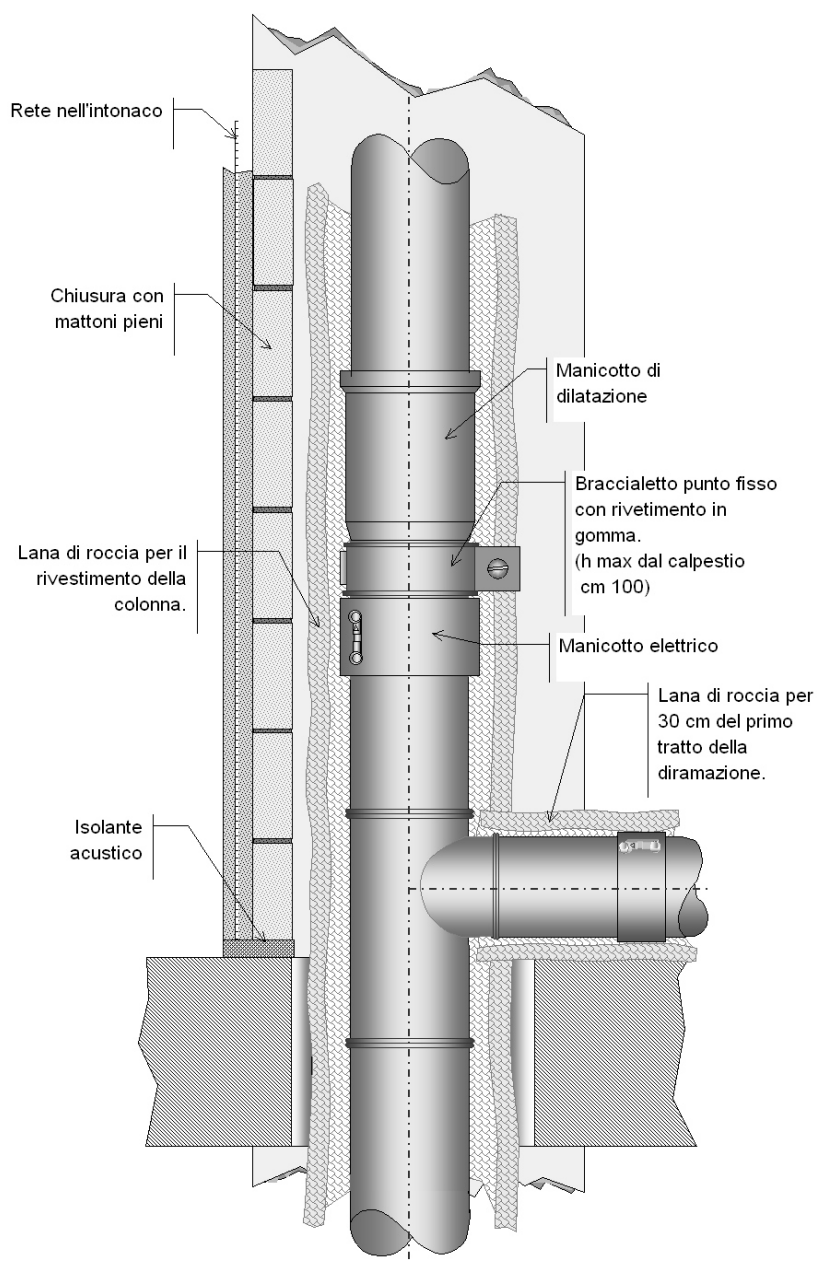


Figura - 14 – Nella figura sono riportati alcuni suggerimenti importanti per la realizzazione delle colonne e delle diramazioni di scarico.

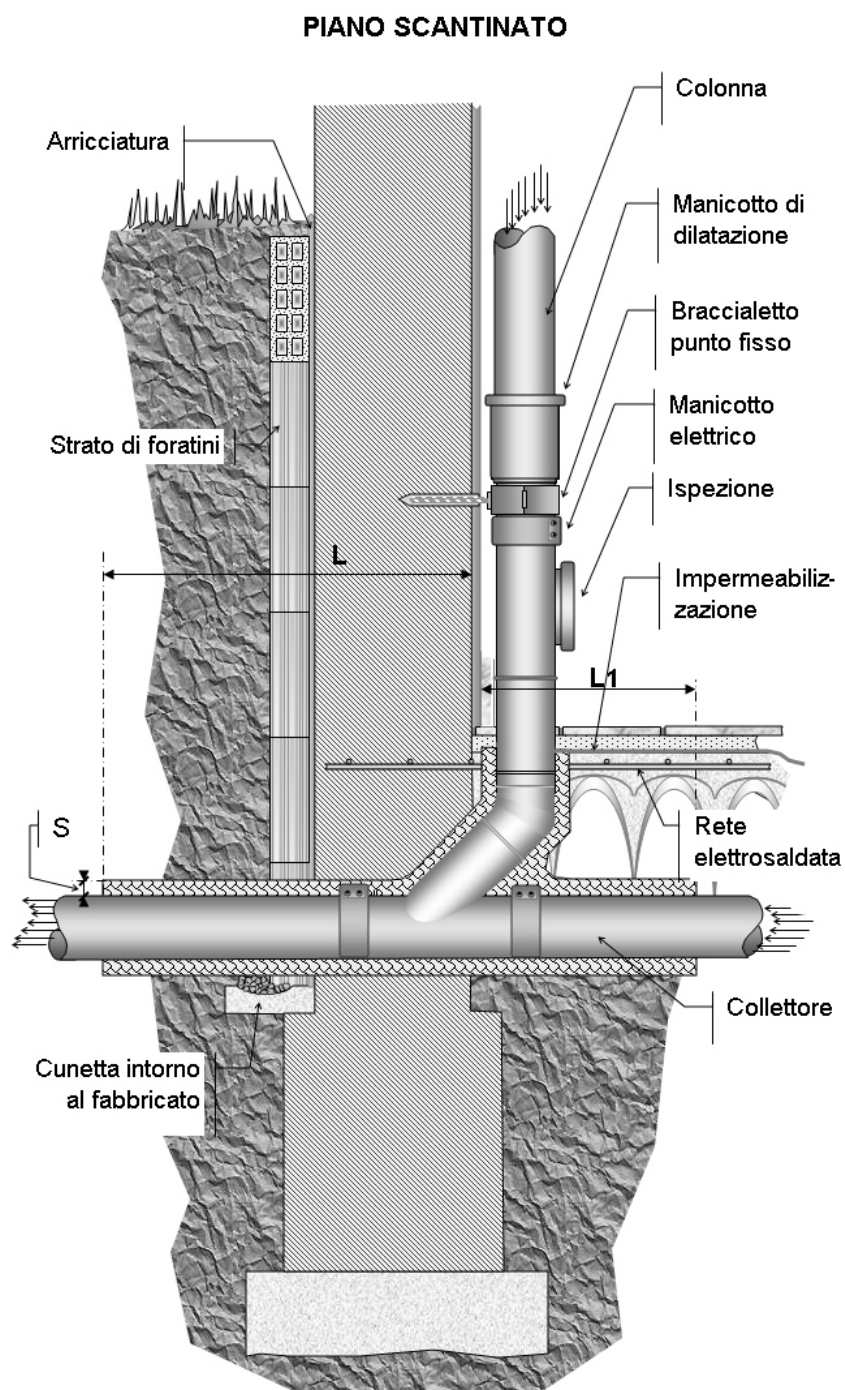


Figura - 15 – Il tratto L (70 cm di lunghezza circa), deve essere rivestito con materiale soffice dello spessore di circa 4 cm.

## **Raccolta delle acque meteoriche**

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche è definito come l'insieme di tutti quegli elementi che concorrono a raccogliere ed a condurre le acque di origine meteorica, dal punto di intercettazione di queste da parte di elementi tecnici dell'edificio, fino al punto di smaltimento o di raccolta per particolari usi.

I requisiti che devono essere soddisfatti dal sistema di acque meteoriche possono essere così classificati:

- Tenuta dell'acqua;
- Resistenza all'acqua;
- Resistenza agli agenti atmosferici;
- Resistenza agli agenti chimici;
- Resistenza agli agenti biologici;
- Manutenibilità;
- Compatibilità fisico – chimica con gli elementi al suo contorno;
- Curabilità;
- Aspetto.

Il sistema di smaltimento è composto da:

- Canalizzazioni orizzontali di prima raccolta (canali a bordo o di gronda);
- Elementi di raccordo (bocchettoni);
- Canalizzazioni verticali di convogliamento (pluviali);
- Elementi di raccordo (pozzetti di ispezione);
- Canalizzazioni orizzontali di convogliamento (collettori);
- Elementi di smaltimento (corpi ricettori).

## **Fase di progettazione idraulica**

Tale fase viene suddivisa in vari punti ciascuno dei quali definisce le caratteristiche idrauliche, tra le quali la sezione idraulica, di un certo elemento tecnico componente il sistema di smaltimento delle acque.

Le fasi sono le seguenti:

1. Definizione della posizione dei pluviali;
2. Definizione del sistema delle pendenze della copertura;
3. Progettazione idraulica dei canali di gronda;
4. Progettazione idraulica dei pluviali;
5. Progettazione idraulica dei collettori orizzontali di raccolta o scarico.

In particolare, i punti 1 e 2 sono inclusi nel progetto architettonico allegato. In particolare, ciascun corpo di fabbrica avrà un lastrico di copertura con pendenze convoglianti verso il cavedio centrale nel quale è installata la tubazione pluviale che correrà, staffata, lungo tutto il cavedio, fino al solaio del piano cantinato. Di qui, correrà staffata a soffitto fino al pozzetto in calcestruzzo di collegamento alla rete pubblica di smaltimento delle acque bianche. Il pozzetto sarà dotato di sifone tipo Firenze. Il punto 3 non è applicabile in quanto non sono presenti canali di gronda. I punti 4 e 5, riguardante il calcolo idraulico delle pluviali è invece dettagliatamente descritto nell'elaborato di calcolo allegato in cui il diametro delle tubazioni è calcolato in base al valore della superficie captante, del coefficiente di scorrimento, dell'altezza pluviometrica e del fattore di rischio. Tutti i valori sono stato selezionati in maniera tale da cautelarsi anche contro eventi molto consistenti, così come deducibile dal foglio di calcolo allegato.

## **LA TECNOLOGIA DELLE CALDAIE A CONDENSAZIONE**

### **Caldaie ad alto rendimento.**

La tendenza comune del settore domestico e residenziale in genere ha portato ad una graduale scomparsa degli impianti di generazione di energia termica centralizzata a favore di quelli autonomi. È noto che, a parità di tecnologia, impianti di maggiore potenza comportano maggiori rendimenti, minori emissioni di inquinanti e minori costi di investimento. Ne consegue, quindi, che la citata tendenza verso la “termoautonomia” delle singole unità abitative dovrebbe aver comportato, in generale, una riduzione delle prestazioni energetiche e di impatto ambientale di tali sistemi di produzione di energia termica. In realtà, non è possibile affermare che la decentralizzazione della produzione di energia termica abbia determinato un incremento delle richieste energetiche, in quanto, nello stesso periodo in cui si è andata affermando tale tendenza, l'industria produttrice di piccoli generatori di calore ha fatto passi da gigante migliorando notevolmente l'efficienza dei propri prodotti sia a carico nominale che parziale.

Tale sviluppo tecnologico, incentivato dalla normativa in materia di contenimento dei consumi energetici (legge 10 /91 e ss. mm.ii.), ha portato allo sviluppo delle cosiddette “caldaie ad alto rendimento” in grado di garantire rendimenti a carico nominale anche superiori al 90 % e di gestire i carichi parziale in maniera energeticamente molto soddisfacente.

Migliorare il rendimento di conversione di un generatore di calore implica ridurre:

- portata dei gas incombusti
- perdite al camino
- perdite attraverso l'involucro.

In primo luogo, le caldaie ad alto rendimento presentano notevoli spessori di isolante dell'involucro (>10 cm) in modo da ridurre le perdite per irraggiamento; inoltre la temperatura di scarico fumi è notevolmente ridotta, fino a valori intorno ai 100 °C. Tale temperatura può subire un ulteriore decremento nel caso di caldaie in cui il tiraggio è realizzato in maniera forzata, o addirittura può essere portata al disotto della temperatura di rugiada del gas, nel caso di caldaia a condensazione. Le perdite al camino sono ulteriormente ridotte da valori di eccesso di aria molto bassi, realizzati nella gran parte dei casi mediante la premiscelazione di aria e combustibile, in modo da evitare, per quanto possibile, la presenza di incombusti; questi ultimi determinerebbero inefficienze energetiche e gravi danni ambientali (effetto serra). Grazie all'evoluzione della tecnica della miscelazione si è riusciti a realizzare combustioni pressoché complete con portate di aria sensibilmente minori. Come già accennato in precedenza, il notevole vantaggio di una caldaia ad alto rendimento rispetto ad una tradizionale, risiede soprattutto nell'ottimo comportamento a carico parziale. Una caldaia tradizionale, con rendimento nominale dell'85% difficilmente è in

grado di superare un rendimento medio stagionale del 60 %. Viceversa, le moderne caldaie ad alto rendimento sono in grado di assicurare un'efficienza media stagionale anche superiore all' 80%. Tale risultato è stato conseguito mediante le seguenti migliorie tecniche:

- accensione piezoelettrica evitando l'uso della fiamma pilota
- utilizzo di bruciatori a più stadi o addirittura a modulazione continua in grado di seguire le richieste dell'utenza termica
- sistema a temperatura scorrevole che riduce la temperatura della caldaia al ridursi delle richieste dell'utenza. In questo modo si abbassa la temperatura dell'involucro, riducendo le perdite per irraggiamento
- efficace modulazione dell'eccesso d'aria a carico parziale mediante inverter sul ventilatore, nel caso di tiraggio forzato, oppure attraverso serrande per l'aria e valvole a farfalla per il combustibile, nel caso di tiraggio naturale
- in mancanza di richiesta termica, chiusura totale della serranda dell'aria, nel caso di caldaia a tiraggio naturale, oppure arresto del ventilatore nel caso di tiraggio forzato. Con tale accorgimento si evita di raffreddare involontariamente l'acqua presente nell'impianto, sfruttandone al meglio la propria inerzia termica. Tale intervento è tanto più efficiente quanto maggiore è il contenuto d'acqua dell'impianto.

L'obiettivo di efficienza energetica deve, però, essere strettamente legato ad un comportamento in esercizio che sia rispettoso dell'ambiente e che consenta al generatore di calore di funzionare in assoluta sicurezza. È evidente, quindi, che anche i generatori autonomi debbano essere periodicamente sottoposti ad interventi di manutenzione che mirino a verificarne l'efficienza energetica, con particolare attenzione al processo di combustione; ed a controllare il buon funzionamento di tutte le apparecchiature di sicurezza. La verifica delle emissioni di inquinanti deve, invece, essere realizzata in continuo mediante opportune sonde che siano in grado di modificare le condizioni di esercizio della caldaia, oppure di inibirne il funzionamento.

### **Caldaie a condensazione: aspetti tecnici ed economici**

La norma UNI EN 677 definisce caldaia a condensazione una *“Caldaia in cui, nelle normali condizioni di funzionamento e a determinate temperature dell'acqua, il vapore acqueo contenuto nei prodotti della combustione viene parzialmente condensato, per poter utilizzare il calore latente del vapore acqueo stesso per il riscaldamento e che soddisfa i requisiti di rendimento contenuti nella presente norma europea”*.

Il principale vantaggio, nell'utilizzo di una caldaia a condensazione, risiede nella possibilità di raggiungere efficienze energetiche addirittura superiori al limite teorico relativo alle caldaie

tradizionali ad alto rendimento. Tale tecnologia, già ampiamente diffusa in molti paesi europei da circa 25 anni, sta ora raggiungendo notevoli livelli di sviluppo soprattutto grazie ai nuovi bruciatori ed alle più moderne tecniche di controllo dell'eccesso d'aria. In questo modo si è riusciti ad ottenere una temperatura di rugiada dei fumi sensibilmente più alta (è noto che tale temperatura aumenta al ridursi dell'eccesso d'aria), garantendo un migliore interfacciamento di tale tecnologia con gli impianti di riscaldamento tradizionali.

## **Mercato**

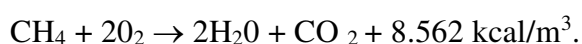
I motivi della scarsa penetrazione nel mercato italiano sono sostanzialmente i seguenti:

- mancanza di incentivi governativi
- consumi per riscaldamento più contenuti
- diffidenza diffusa dell'utente, degli installatori e dei progettisti
- maggiore costo d'investimento
- carenza di una normativa precisa nei confronti del trattamento della condensa acida scaricata dalla caldaia a condensazione (il DL 512/99 vieta di scaricare acqua con PH inferiore a 5,5). Tale gap è stato recentemente sanato per le caldaie di potenzialità inferiore ai 35 kW (UNI 11071); rimane ancora aperta la problematica riguardante le caldaie di potenza maggiore. Tuttavia, sembra ormai che si sia raggiunta una posizione di ampia tolleranza nei confronti delle condense acide delle caldaie a condensazione, in quanto sono compensate dalla tradizionale basicità delle acque reflue domestiche (a causa dei detersivi) e la loro portata risulta decisamente modesta rispetto al totale delle acque scaricate dalle comuni utenze domestiche.

## **Aspetti tecnici**

Il fine ultimo del processo di combustione è la produzione di energia termica, derivata dalla marcata isotermità delle reazioni di ossidazione dei combustibili. Viene definito potere calorifico di un combustibile la quantità di calore resa disponibile da 1 kg di combustibile solido o liquido oppure da 1 m<sup>3</sup> di combustibile gassoso, per effetto della combustione completa, a pressione costante e quando i prodotti della combustione sono riportati alla temperatura iniziale.

La combustione del metano, principale costituente del gas naturale, si sviluppa secondo la reazione di ossidazione:



La combustione stechiometrica di 1 m<sup>3</sup> di metano richiede 9,52 m<sup>3</sup> di aria comburente e produce 2 m<sup>3</sup> di acqua, 1 m<sup>3</sup> di biossido di carbonio, 7,52 m<sup>3</sup> di azoto e calore. I 2 m<sup>3</sup> di acqua producono 1,6 kg di vapore con un calore latente di 3.600kJ (cioè 860 kcal).



Il vapor d'acqua prodotto nella combustione condensa nel momento in cui la sua temperatura risulta inferiore rispetto alla temperatura di saturazione del vapore corrispondente alla sua pressione parziale presente nella miscela. In altre parole, nel momento in cui i gas di scarico vengono riportati a temperatura ambiente la loro temperatura risulta sicuramente minore della temperatura di passaggio di fase dell'acqua e quindi si determina la condensazione del vapore d'acqua presente nel gas stesso. Pertanto, occorre distinguere:

- potere calorifico superiore: l'energia prodotta dalla combustione di 1 m<sup>3</sup> di metano comprendente il calore di condensazione del vapor d'acqua formatosi nella combustione, cioè 3.600 kJ/m<sup>3</sup> di metano;
- potere calorifico inferiore: è l'energia prodotta dalla combustione di 1 m<sup>3</sup> di metano, senza tenere in conto il calore di condensazione.

Il potere calorifico inferiore è, quindi, la quantità di calore che si ha da una combustione, nella quale il vapor d'acqua è evacuato con i fumi, cioè con i prodotti della combustione. In una caldaia tradizionale, anche la più evoluta, non è possibile accettare la condensazione del vapore presente nei fumi della combustione, in quanto unitamente all'acqua condenserebbero anche prodotti acidi che in breve tempo determinerebbero il danneggiamento della caldaia stessa. Quindi attraverso l'evacuazione dei fumi caldi e umidi si verifica la perdita sia del calore sensibile dei fumi stessi, che del calore latente di vaporizzazione, cioè il calore consumato per vaporizzare l'acqua che si è formata dalla combustione.

La caldaia a condensazione recupera parte del calore sensibile dei fumi, in quanto questi fuoriescono ad una temperatura più bassa dei fumi rispetto ai generatori tradizionali, e recupera dal 90 al 99% del calore latente di vaporizzazione attraverso la condensazione del 90-99% del vapore d'acqua contenuto nei prodotti della combustione.

Tale recupero avviene ponendo uno scambiatore acqua - fumi in modo che i fumi possano cedere del calore all'acqua che ricicla dal circuito di riscaldamento e, quindi, possano raffreddarsi sino ad una temperatura inferiore al *punto di rugiada*. Per il gas naturale con un eccesso d'aria del 20% il punto di rugiada vale circa 57°C. Per avere la condensazione, la temperatura di uscita dei fumi deve essere inferiore alla temperatura di rugiada. In virtù di tale scambio termico è possibile raffreddare i gas di scarico fino ad una temperatura solo di 5 - 10°C superiore rispetto a quella dell'acqua di riciclo.

Riducendo la temperatura dei fumi raggiungiamo tre obiettivi:

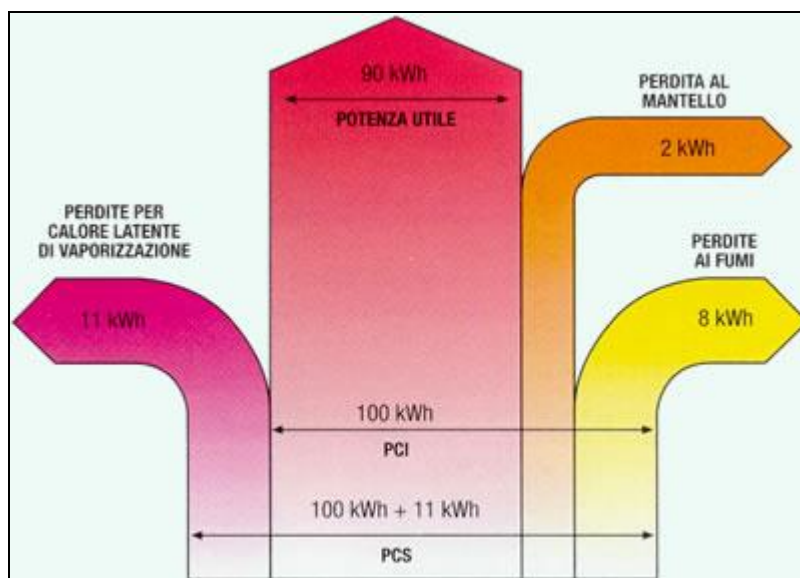
- recupero quasi totale del calore latente di vaporizzazione, in quanto si fa condensare dal 90 al 99% di vapore presente nei fumi;

- riduzione delle perdite di calore sensibile dei fumi, in quanto questi escono a temperature più basse, prossime ai 60°C, contro i valori di 120-160°C che si debbono garantire per le caldaie tradizionali.
- riduzione delle perdite per irraggiamento del mantello della caldaia in quanto essa opera a temperature minori.

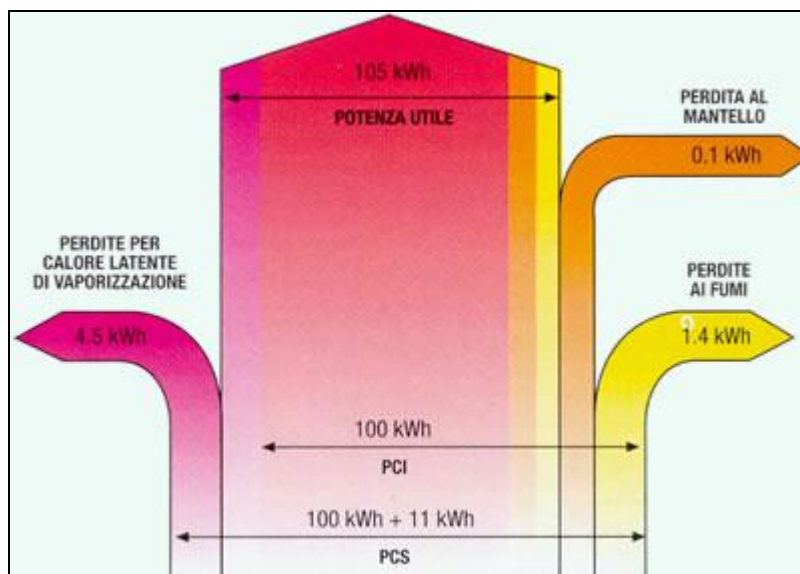
### Il rendimento di una caldaia a condensazione

Come accennato in precedenza, le caldaie tradizionali garantiscono rendimenti utili del 80 - 85%; le caldaie ad alto rendimento hanno valori prossimi 92 % con circa un 6% di perdite ai fumi ed un 2% di perdite per irraggiamento dal mantello.

I vari rendimenti che si calcolano per le caldaie fanno riferimento, per convenzione, al potere calorifico inferiore del combustibile, cioè alla quantità di calore liberata dalla combustione di 1 m<sup>3</sup> di gas, escludendo il calore di condensazione del vapor d'acqua formatosi nella combustione. Per il gas naturale che alimenta i nostri generatori, il potere calorifico superiore è in media 38.100 kJ/Nm<sup>3</sup> mentre il potere calorifico inferiore è in media 34.500 kJ/Nm<sup>3</sup>, cioè circa il 10% in meno. La differenza  $38.100 - 34.500 = 3.600$  kJ/Nm<sup>3</sup> è, come abbiamo già visto, il calore latente di vaporizzazione di 1,6 kg di vapore che si formano durante la combustione di 1 m<sup>3</sup> di metano. Ed è proprio questa percentuale del 10%, unitamente alle minori perdite lato fumi e per irraggiamento, che consente ad una caldaia a condensazione di raggiungere un rendimento (calcolato convenzionalmente sul potere calorifico inferiore) totale teorico del 110-111%.



**Potenza utile per caldaie tradizionali partendo dal PCS**



### **Potenza utile per una caldaia a condensazione partendo dal PCS**

Il recupero totale del calore contenuto nei fumi non è possibile in quanto, per avere lo scambio termico con l'acqua di riciclo, i fumi devono necessariamente trovarsi ad una temperatura superiore, cioè deve esserci una differenza di temperatura che renda possibile il trasferimento di calore dai fumi all'acqua. Per tal motivo il rendimento delle caldaie a condensazione è tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura dell'acqua di riciclo.

Il rendimento utile di una caldaia a condensazione è strettamente legato alla temperatura dell'acqua di riciclo, quella proveniente dal circuito di riscaldamento. Più è bassa la temperatura dell'acqua, più è bassa la temperatura dei fumi che fuoriescono, quindi maggiore è il vapore condensato. Con una temperatura di 60°C si ha un rendimento utile intorno al 99%, che sale al 109% con una temperatura di 30°C; infatti, con un'acqua di riciclo a 30°C è possibile evacuare i fumi intorno ai 35°C, generando un'elevata condensazione del vapore, quindi un elevato recupero del calore latente di vaporizzazione, quindi un rendimento utile dell'ordine del 109%.

Poiché, per raggiungere i massimi rendimenti, occorre mantenere basse temperature dell'acqua di riciclo, le caldaie a condensazione si prestano bene per alimentare impianti a pannelli, sia a pavimento sia a parete, impianti con radiatori di grande superficie e per fungere da integrazione ai pannelli solari.

Va però evidenziato che le caldaie a condensazione vanno impiegate anche sui comuni impianti con radiatori tradizionali. In tal caso, nei periodi meno freddi, le temperature dell'acqua di riciclo consentiranno una condensazione spinta del vapore mentre nei mesi più freddi, quando occorrerà alzare la temperatura dell'acqua di riciclo, tali caldaie presenteranno sempre un rendimento più elevato rispetto ai generatori tradizionali, con valori dell'ordine del 97% alla massima potenza.

## **Le principali caratteristiche tecniche**

Le caldaie a condensazione possono essere murali e a basamento, alimentate a gas naturale, gpl o gasolio, con o senza bollitore. Sono commercializzate caldaie con potenza nominale anche di oltre 1.000 kW. Come detto, dispongono di tiraggio forzato e, di norma, sono stagne; potremmo avere anche caldaie a condensazione con bruciatori aspirati ma in tal caso dovrebbero avere un ventilatore per l'evacuazione dei fumi. Il tiraggio è la differenza di pressione che si stabilisce tra la base del camino o della canna fumaria ed il comignolo. Sappiamo che più sono caldi i fumi e più è ridotta la loro massa volumica, cioè sono più leggeri, quindi tendono più facilmente ad essere evacuati con un tiraggio naturale.

Una caldaia a condensazione sfrutta il principio di raffreddamento dei fumi per recuperare il loro calore riducendone le temperature di uscita anche fino ai 35°C. Non è quindi possibile un tiraggio naturale, data la pesantezza dei fumi, ed occorre necessariamente ricorrere al tiraggio forzato con un ventilatore. Il vantaggio, di contro, è che la bassa temperatura consente di realizzare le canne fumarie anche con un normale materiale plastico.

Le caldaie a condensazione per uso civile hanno generalmente uno scambiatore primario, come quello dei modelli tradizionali, ed uno scambiatore secondario in materiale anticorrosione per la cessione del calore dei fumi all'acqua di riciclo. I tubi corrugati dello scambiatore secondario, all'interno dei quali fluisce l'acqua di riciclo proveniente dal circuito idrico dell'impianto di riscaldamento, sono lambiti dalla corrente dei fumi caldi sospinti dal ventilatore, cedendo il loro contenuto termico. La condensa è raccolta alla base dello scambiatore secondario e scaricata tramite un piccolo sifone. Si ricorda che tale condensa è molto acida con pH anche inferiore a 4. Il bruciatore è in genere di forma cilindrica. Le caldaie a condensazione possono disporre di flusso bilanciato, di regolazione continua della velocità del ventilatore, di regolazione del rapporto aria comburente/gas con una precamera di miscelazione per un corretto controllo stechiometrico, e di tutte le altre tecniche a corredo delle caldaie tradizionali. In diversi modelli la modulazione della potenza può variare dal 20 al 100%. È inoltre possibile dotare le caldaie a condensazione con un bruciatore gas ad irraggiamento in fibre ceramiche e metalliche (senza fiamma), che consente di aggiungere alle tradizionali peculiarità delle caldaie a condensazione benefici quali: migliore efficienza di combustione, minore inerzia termica, bassi eccessi d'aria e alte temperature di rugiada; bassissime emissioni.

Un problema, che probabilmente ha contribuito a portare a un ingiustificato freno della diffusione di tali caldaie, è la presenza della condensa da smaltire. Si tratta di una condensa debolmente acida, con un pH intorno a 4 - 4,5, dovuta essenzialmente all'acido carbonico derivato da uno dei prodotti della combustione, il biossido di carbonio, in presenza di umidità.

Per avere un raffronto numerico ricordiamo che una caldaia a condensazione da 24kW, in funzionamento continuo e con una temperatura dell'acqua di riciclo intorno ai 30°C, produce circa 3,5 kg/h di condensa. In un ipotetico ciclo di funzionamento giornaliero di otto ore si ha una produzione di circa 30 litri di condensa. La quantità di reflui domestici che vanno in fognatura ammonta, come minimo, a circa 200 litri il giorno per persona e sono di natura basica, per la presenza di saponi e detersivi. Si ha quindi una diluizione da 1 a 6 della condensa: tale rapporto, unito alla debole acidità della condensa, assicura la completa neutralizzazione della condensa e quindi la protezione delle tubazioni di scarico.

La norma UNI EN 677 richiede lo scarico in tubi resistenti alla corrosione e aventi un diametro interno di almeno 13 mm. Resta inteso che lo scarico della condensa deve avvenire nel rispetto della eventuale legislazione e regolamentazione locale.

Grazie ad una corretta premiscelazione dell'aria comburente e del gas, alla struttura del bruciatore, alla ridotta temperatura dei fumi è possibile ottenere con questo tipo di caldaie una concentrazione di inquinanti ampiamente inferiore ai limiti massimi consentiti dalle norme europee. Si hanno basse emissioni di ossidi di azoto NO<sub>x</sub>, (anche l'80% in meno, con valori inferiori a 15 - 45 mg/kWh), di monossido di carbonio CO (anche l'85% in meno, con valori inferiori a 15 mg/kWh) e del biossido di carbonio CO<sub>2</sub>. Una caldaia a condensazione da 24 kW può correntemente emettere meno di 25 ppm di NO<sub>x</sub> e di 10 ppm di CO.

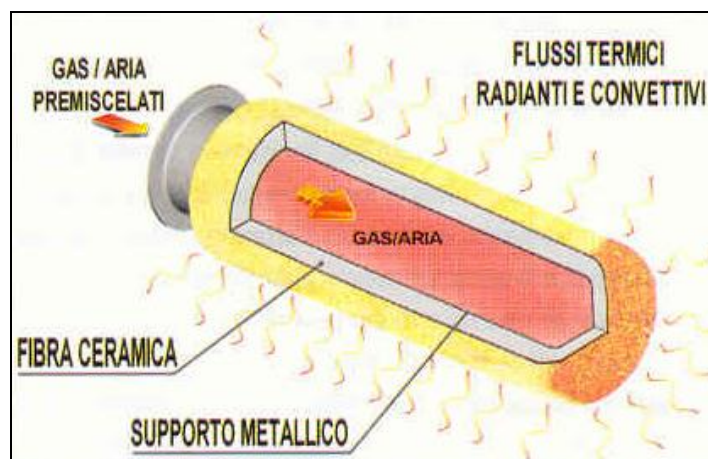
### **Sinergie della condensazione dei fumi abbinata alla combustione senza fiamma**

I bruciatori di gas ad irraggiamento in fibre ceramiche e metalliche, com'è noto, presentano tutta una serie di caratteristiche di funzionamento che consentono di progettare generatori di calore altamente performanti; in sintesi essi offrono:

- elevato scambio termico per irraggiamento nella combustione di gas;
- accensione e spegnimento istantanei (nessuna inerzia termica);
- ampio campo di modulazione della potenza;
- elevata sitenziosità di combustione;
- accoppiamento ideale tra le superfici che irradiano e quelle irradiate;
- grande uniformità dei flussi di calore;
- altissimi rendimenti utili istantanei a tutti i carichi e annuali;
- combustione ottimale con tutti i gas;
- bassi eccessi d'aria e alte temperature di rugiada;
- bassissime emissioni di NO<sub>x</sub>;
- bassissime emissioni di CO.

L'impiego di tale bruciatore consente di ottenere principalmente due effetti:

- una grande uniformità della distribuzione del flusso di miscela di aria e gas (perfettamente premiscelata grazie al miscelatore ad effetto venturi) su tutta la sua superficie, e una perfetta miscelazione a livello microscopico dovuta alla porosità dello strato ceramico di cui è costituito il bruciatore;



**Schema funzionale del bruciatore in fibra ceramica ad irraggiamento**

- un sensibile abbassamento della temperatura di combustione dovuto allo scambio termico per irraggiamento che si instaura tra la superficie ceramica incandescente, che emette energia nel campo della radiazione infrarossa comportandosi come un corpo grigio.

L'uniformità di flusso e l'intima miscelazione dell'aria con il gas che si crea a seguito dell'attraversamento dello strato ceramico microporoso consentono di ottimizzare la combustione rendendola uniforme su tutta la superficie del bruciatore e, conseguentemente, l'eccesso d'aria può essere ridotto, senza formazione di CO, ad un valore molto basso: in questo modo si ottiene una consistente ulteriore riduzione delle perdite di calore al camino dovuto alla diminuzione del volume di aria comburente in eccesso che, pur non partecipando alla reazione di combustione, deve comunque essere riscaldata alla temperatura dei prodotti della combustione, assorbendo una parte del flusso termico di combustione.

Inoltre, essendo i prodotti della combustione composti prevalentemente di azoto, CO, vapore acqueo e O<sub>2</sub>, il titolo di vapore è tanto più elevato quanto minore è l'eccesso d'aria. Di conseguenza si intuisce facilmente che, quanto più ci si avvicina al rapporto stechiometrico della miscela, tanto più il contenuto di umidità dei fumi, e quindi la temperatura di rugiada, sono elevati.

Questo comporta la possibilità di lavorare in regime di condensazione più spinto rispetto a una caldaia a condensazione con bruciatore di tipo tradizionale: infatti la condensazione inizia a temperature più elevate e, a parità di temperature di ritorno e di portata termica, il recupero di calore

latente di condensazione è maggiore, come illustrato nel diagramma sperimentale riportato nella figura 1. La diminuzione della temperatura nella zona di combustione (da circa 1500 a 1000°C), ottenuta grazie all'irraggiamento dalla superficie ceramica del bruciatore verso lo scambiatore di calore, permette una fortissima riduzione delle emissioni di NO<sub>x</sub> termici, che si formano dalla reazione dell'azoto e dell'ossigeno dell'aria alle elevate temperature che normalmente si sviluppano durante un normale processo di combustione a fiamma turbolenta. L'inerzia termica del bruciatore è molto bassa, poiché la temperatura superficiale dello strato ceramico interessato dalla combustione si stabilizza a regime nel giro di un paio di secondi; ciò permette di ridurre drasticamente i transitori di accensione e spegnimento ottenendo un elevato rendimento termico anche in caso di funzionamento discontinuo.

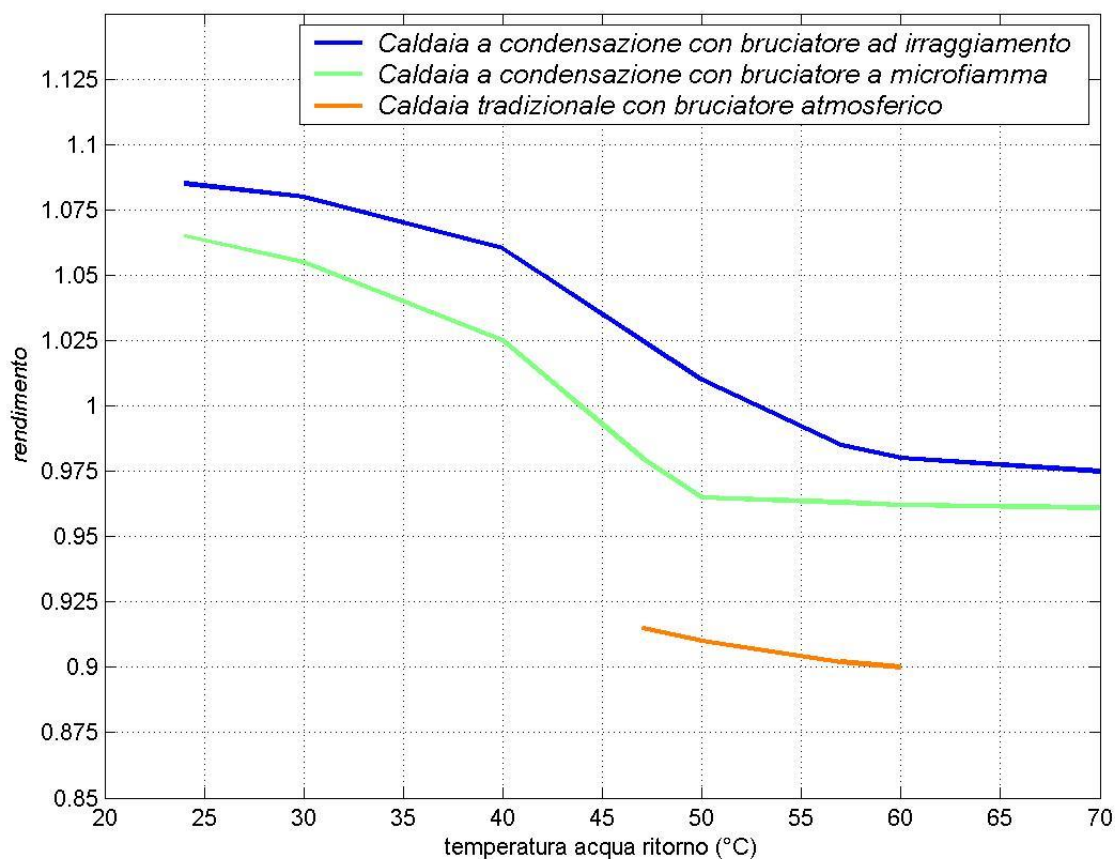


Fig. 1

## **IMPIANTI DI CARICO IDRICO ALLOGGI**

### **Introduzione**

Nella seguente relazione viene descritto l'impianto di alimentazione acqua fredda e calda, con particolare riferimento a: criteri di progettazione, procedure di calcolo e specifiche tecniche dei materiali.

Il sistema idrico di alimentazione e distribuzione di un edificio, può essere definito come l'insieme di impianti e degli apparecchi, atti all'approvvigionamento ed alla somministrazione dell'acqua fredda, calda, potabile e non potabile.

Si definisce potabile, l'acqua destinata al consumo alimentare umano e deve possedere i requisiti indicati dalla direttiva 98/83/CE.

L'impianto ha come scopo quello di distribuire l'acqua fredda e calda all'interno degli alloggi e di alimentare questi ultimi tramite la rete di distribuzione acqua fredda condominiale. In particolare, ogni alloggio sarà dotato di un proprio contatore posto al piano terra dell'edificio ed alimentato dalla tubazione idrica principale. A partire dal contatore, per ogni alloggio si diparte una tubazione che quindi viene convogliata verso il collettore complanare. Lo stesso collettore è anche alimentato dall'acqua calda proveniente dal sistema caldaia/collettore solare. A partire dal collettore, si dipartono linee di distribuzione correnti sotto traccia a pavimento.

In conformità alle specifiche della Committenza, ciascun alloggio sarà dotato del proprio contatore acqua. Esso verrà posizionato al piano terra, in apposito mobiletto con tutti gli altri contatori dell'alloggio. Pertanto, ogni edificio sarà dotato di una batteria di contatori acqua posti al piano terra dello stesso, ispezionabili dai tecnici della società di servizio dell'acqua.

In definitiva, la batteria contatori sarà collegata alla rete idrica cittadina mediante un gruppo di presa con valvola di intercettazione stradale (a carico del distributore); quindi la tubazione di adduzione acqua dell'edificio correrà dapprima interrata o in cunicolo per fuoriuscire in corrispondenza del solaio del piano cantinato, quindi raccordarsi alla batteria contatori posta al piano terra (oppure al piano seminterrato, a seconda degli edifici). Da questa batteria, quindi, per ciascun alloggio partirà una tubazione che correrà dapprima staffata a vista a parete ed a soffitto e quindi verrà convogliata verso il cavedio dell'edificio. In corrispondenza dell'alloggio, la tubazione fuoriuscirà dal cavedio per quindi collegarsi, mediante opportuna valvola di intercettazione, all'impianto idrico sanitario dell'alloggio.

Ciascun alloggio sarà quindi dotato di:



- gruppo di misura acqua
- valvola di intercettazione a monte dell'impianto
- valvola di non ritorno
- filtro acqua
- gruppo di regolazione della pressione

Tali componenti saranno installati in posizione indicate sulle piante di progetto.

In corrispondenza di ciascun alloggio, i cavedi saranno ispezionabili per consentire l'accesso alle tubazioni di adduzione dell'acqua ed alle apparecchiature di regolazione, controllo e manovra.

Tutte le tubazioni di carico idrico saranno coibentate al fine di evitare il fenomeno della condensa superficiale dovuto al passaggio dell'acqua nelle tubazioni.

La tubazione principale di adduzione, così come la batteria contatori e le montanti in cavedio saranno in acciaio zincato e verranno opportunamente staffate a parete ed a soffitto; le tubazioni dell'impianto idrico sanitario correnti all'interno degli alloggi saranno invece in multistrato.

Verrà inoltre previsto, all'interno della batteria contatori, un ulteriore contatore a servizio delle sole utenze condominiali, collegato ad una saracinesca ad uso esclusivo del personale autorizzato.

### **Riferimenti Normativi**

UNI 9182 – Impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione

DL 02.02.2001 n.31- Attuazione della direttiva 98/83/CR relativa alla qualità delle acque destinate al consumo idrico

UNI EN 805 – Approvvigionamento di Acqua – requisiti per sistemi e componenti all'esterno degli edifici

### **Requisiti**

Di seguito sono elencati i requisiti minimi degli impianti di distribuzione dell'acqua calda e fredda:

- A. Coibentazione delle tubazioni di adduzione dell'acqua calda con spessori non inferiori a quelli indicati nell'All. B del DPR 412/93
- B. Coibentazione anticondensa delle tubazioni di adduzione dell'acqua fredda al fine di evitare la formazione di condensa sulla superficie degli stessi

C. Accertarsi dell'assenza di tubazioni con tratti terminali chiusi (tappati).

### **Temperature di erogazione**

Gli impianti sono dimensionati in maniera tale che alle utenze, a seguito della miscelazione fra l'acqua calda e quella fredda, siano garantiti almeno i seguenti valori di temperatura:

- Bidet: 38 °C
- Doccia: 41 °C
- Lavabo: 40 °C
- Cucina: 42 °C
- Vasca da bagno: 44 °C

In tutti i casi la temperatura massima dell'acqua in rete (DPR 412/93) sarà di 48 °C, con una tolleranza sia in positivo che in negativo di 5°C.

L'erogazione deve avvenire attraverso meccanismi anti-scottatura (miscelatori termostatici con limitazione della temperatura, installati a valle della caldaia). In alternativa, nel caso di installazione di caldaie a condensazione, è possibile fissare la temperatura di erogazione dell'acqua calda sanitaria senza l'utilizzo del miscelatore termostatico.

Infine, al fine di evitare la proliferazione del batterio della legionella, l'utente, mediante meccanismi manuali o automatici, avrà il compito di regolare periodicamente la temperatura all'interno delle tubazioni ad un valore prossimo ai 60 °C, in maniera tale da distruggere i batteri.

### **Materiali**

L'impianto di adduzione di acqua fredda e calda sanitaria è costituito da due diverse tipologie di tubazioni: acciaio zincato per la linea principale che collega il contatore dell'alloggio – posto al piano terra – ai collettori installati all'interno dell'alloggio; multistrato per le linee secondarie che collegano i collettori alle utenze (wc, lavabo, cucina, etc).

Le tubazioni di acciaio zincato saranno conformi alla norma UNI 8863 "Tubi senza saldatura e saldati, di acciaio non legato, filettati secondo UNI ISO 7/1", aggiornata con FA 1:89. In particolare esse saranno del tipo senza saldatura in barre filettate, rivestite esternamente con coibentazione anticondensa;

Le tubazioni in multistrato sono costituite da 5 strati: 1) PE-Xb; 2) polietilene; 3) alluminio; 4) polietilene; 5) PE-Xb. I raccordi saranno in ottone e le giunzioni avverranno con raccordi a pressfitting.

### **Allacciamento all'acquedotto**

L'impianto di adduzione idrica è collegato alla rete di distribuzione comunale. Da questa partirà una tubazione sotto traccia fino al collettore da cui si dipartono tutte le linee destinate alle singole utenze. In particolare, la batteria contatori sarà installata in apposito armadio al piano terra. Ogni contatore sarà intercettabile mediante una coppia di chiavi di arresto e sarà inoltre dotato di una valvola di non ritorno per impedire il reflusso dell'acqua verso la rete idrica cittadina. Inoltre, la tubazione in ingresso a ciascun alloggio sarà dotata di: riduttore di pressione e filtro a cartuccia.

### **Tipologia di sistema di distribuzione**

L'impianto di adduzione di acqua fredda è del tipo a linee, una per ogni unità immobiliare, senza colonne montanti, come da richiesta della Committenza. Pertanto, i vari alloggi avranno in comune esclusivamente l'allacciamento alla rete idrica cittadina e il contatore al servizio delle utenze idriche comuni del fabbricato.

### **Il calcolo delle tubazioni**

Il calcolo delle reti di distribuzione dell'acqua, sia fredda che calda, è stato condotto secondo le procedure descritte nella norma UNI 9182 "impianti di alimentazione e distribuzione dell'acqua fredda e calda. Criteri di progettazione, collaudo e gestione".

Il dimensionamento parte dalla determinazione della portata massima contemporanea, cioè il valore massimo della portata contemporaneamente disponibile per tutte le utenze servite da una distribuzione durante la durata del periodo di punta. Il calcolo viene effettuato attraverso il metodo delle unità di carico (UC), che rappresenta la portata convenzionale di un rubinetto erogatore.

I valori delle UC utilizzati sono riportati nella seguente tabella

<b>Apparecchio</b>	<b>Acqua Fredda</b>	<b>Acqua Calda</b>	<b>Acqua Fredda + Acqua Calda</b>
Lavabo	0,75	0,75	1
Bidet	0,75	0,75	1
Vasca	1,5	1,5	2
Doccia	1,5	1,5	2
Vaso con	3	-	3

cassetta			
Vaso con flussometro	6	-	6
Lavello	1,5	1,5	2
Lavabiancheria	2	-	2
Lavastoviglie	2	-	2

Si tiene conto della contemporaneità, ipotizzando che per ogni locale siano in funzione al massimo due apparecchi. Pertanto i valori delle UC non rappresentano la portata massima di ogni singolo apparecchio e/o locale. Le unità di carico totali saranno date dalla sommatoria delle unità di carico delle utenze moltiplicate per un coefficiente di contemporaneità, minore dell'unità, che è funzione del numero di apparecchi serviti e della destinazione d'uso dell'edificio.

Stabilita la portata circolante in ogni tubazione, è possibile determinarne il diametro, in base al valore della massima velocità dell'acqua circolante nelle tubazioni.

$$D = 2\sqrt{\frac{Q}{pv}}$$

La velocità massima ammessa è di 1,5 m/s.

Noti, quindi i valori delle velocità, del diametro, della quota e della portata per ciascun tratto del circuito, è possibile determinare la perdita di carico corrispondente al circuito più sfavorito (sanitario posto alla quota maggiore). Le perdite di carico concentrate sono considerate proporzionali all'energia cinetica specifica secondo un coefficiente che dipende dalla tipologia di variazione del flusso. Le perdite di carico accidentali sono invece determinate sulla base dell'equazione di Hazen-Williams.

### **Rete di Distribuzione Idrica Comunale:**

La rete distributiva dell'acqua predisposta dalla compagnia di distribuzione dell'acqua da progetto dovrà essere del tipo ad “*anello*”relativamente alle linee secondarie con condotta centrale disposta lungo la strada principale.

L'impianto idrico dell'edificio si ferma all'ingresso della batteria contatori, dal quale occorrerà successivamente provvedere al collegamento con la condotta comunale più vicina.

Verrà alloggiata nella parte bassa del cunicolo intelligente al di sotto dei cavi elettrici e di telecomunicazione.

Verranno pertanto utilizzati i pozzetti di ispezione posti in sommità del predetto cunicolo già illustrato e computato nella sezione elettrica.

Sul fondo del cunicolo intelligente verrà disposta una griglia per il drenaggio con relativa tubazione di collegamento alla rete fognaria.

I dati di progetto ed i relativi risultati di calcolo sono riportati nelle relazioni di calcolo allegate cui si rimanda.

Il tubo utilizzato è preferibilmente in pead.

I diametri delle tubazioni di derivazione sono stati assegnati in funzione del numero di utenze da servire.

Su tutti gli allacci alle utenze saranno installate idonee saracinesche di intercettazione. Saranno disposte inoltre su tutti i rami e maglie.

Nei pozzetti verranno installate valvole di scarico e di sfiato e rientro aria.

Le valvole di sfiato dovranno consentire l'uscita e l'entrata dell'aria quando la condotta è in fase di riempimento o di scarico e lo spurgo dell'aria anche sotto pressione.

Saranno inserite nei vertici altimetrici delle condotte ed a valle di organi di intercettazione delle stesse condotte.

Per il buon funzionamento delle condotte adduttrici degli acquedotti risulta necessario prevedere l'installazione di una serie di apparecchiature speciali all'interno di appositi manufatti, facilmente accessibili dall'esterno.

Le funzioni più comuni di tali apparecchiature sono quelle di permettere l'evacuazione e il rientro dell'aria nelle tubazioni; di intercettazione, per poter isolare tronchi di condotte o altre apparecchiature per la manutenzione o la riparazione; di regolazione della portata o della pressione.

Esistono poi varie altre apparecchiature, aventi specifiche funzioni, come per esempio quelle di impedire l'inversione del flusso, di limitare le sovrappressioni durante il moto vario, di interrompere automaticamente il flusso, di misurare la portata, la pressione ecc. di cui non si terrà conto in questa fase.

La presenza di aria nelle condotte che convogliano liquidi in pressione può dar luogo a una serie di inconvenienti che, in alcuni casi, possono ostacolare gravemente o addirittura interrompere il deflusso; si ha quindi l'esigenza di mettere in atto tutti accorgimenti tecnici per eliminare o ridurre le cause dell'ingresso d'aria nelle tubazioni e per far fuoriuscire il più rapidamente possibile l'aria che comunque è presente.

Le più comuni cause dell'ingresso d'aria nelle condotte in pressione, sono

- ✓ insufficiente carico all'imbocco delle opere di presa e di tutte le vasche a pelo libero (*serbatoi, vasche di carico, torri piezometriche ecc*);
- ✓ imbocchi della tubazione non ben raccordati;
- ✓ mancanza di tenuta di tronchi funzionanti in depressione, quali per esempio i tubi di aspirazione delle pompe;
- ✓ turbolenza che sorge durante le fasi di riempimento della tubazione, generando un miscuglio di acqua e aria e quindi intrappolando notevoli quantità d'aria;
- ✓ arrivo in serbatoi o vasche di correnti idriche che generano un'agitazione con conseguente fenomeno di aerazione dell'acqua anche a notevoli distanze dall'imbocco della condotta di partenza.

Ma anche riducendo o eliminando le suddette cause, le correnti idriche in pressione, essendo sempre state in precedenza a contatto con l'atmosfera, contengono una certa quantità di aria disciolta, che inevitabilmente si libera in alcuni punti della tubazione.

Infatti, la quantità d'aria disciolta nell'acqua è tanto maggiore quanto maggiore è la pressione e quanto minore è la temperatura (*alla pressione atmosferica, il volume d'aria disciolto nell'acqua varia dal 2,23% all'1,85% del volume dell'acqua stessa, all'aumentare della temperatura da 10° C a 20°C*).

Per tutti questi motivi è necessario espellere quanto più rapidamente possibile l'aria, dopo che si è liberata dall'acqua in piccole quantità, evitando la formazione di grosse bolle; ciò si ottiene mediante appositi dispositivi, detti sfiati, che vengono collocati nei punti più alti del profilo longitudinale della tubazione.

Quando si effettua il vuotamento della tubazione per un qualsiasi motivo occorre la presenza di analoghi dispositivi, per permettere il rapido rientro di aria dall'esterno, al fine di evitare che si manifestino forti depressioni, pericolose sotto l'aspetto sia statico che igienico; analogamente, nel caso di riempimento della tubazione, servono dispositivi idonei all'espulsione dell'aria dalla tubazione stessa in tempi brevi. In questi casi i volumi d'aria in gioco sono molto grandi e gli apparecchi da installare hanno un funzionamento diverso rispetto a quello degli sfiati che espellono l'aria durante l'esercizio.

Affinché l'espulsione dell'aria avvenga rapidamente, è opportuno evitare tratti di tubazione orizzontali; perciò, in presenza di terreni pianeggianti, si assegna al profilo longitudinale della tubazione un andamento a denti di sega, con tratti ascendenti nel senso del moto aventi una pendenza minima dello 0,2 - 0,3% e tratti discendenti con pendenza del 2-3%; nei

vertici più elevati del profilo si dispongono gli sfiati e in quelli più bassi gli scarichi, dispositivi che permettono il vuotamento dei due tratti adiacenti di tubazione.

Gli sfiati automatici o in pressione sono costituiti da un galleggiante a forma sferica contenuto in una cassa metallica che, a seconda della posizione di equilibrio, apre o chiude una piccola luce di comunicazione con l'esterno, o direttamente o comandando una valvola a spillo. La cassa contenitrice è collegata alla condotta in pressione mediante una saracinesca di intercettazione per consentire lo smontaggio dell'apparecchio in caso di necessità.

Gli sfiati delle tubazioni interrato vengono installati in pozzetto in muratura, che sono in genere muniti di tubazione di scarico per l'allontanamento dell'acqua che fuoriesce assieme all'aria.

Le bocche di introduzione, note anche col nome di *scatole di prova*, sono degli apparecchi che hanno lo scopo di permettere di inserire all'interno della tubazione le apparecchiature raschiatubi per un tratto di una certa lunghezza, in modo poter levare dalla superficie della tubazione stessa i depositi, le incrostazioni e le tubercolizzazioni, quando questi hanno raggiunto un'entità tale da dar luogo a una riduzione di portata non accettabile.

Le bocche di introduzione sono sostanzialmente costituite da un tronchetto di varie forme, munito alle sezioni estreme di flange per il collegamento ai tronchi di tubazione adiacenti e superiormente di un coperchio imbullonato, che può essere facilmente levato per permettere l'introduzione delle attrezzature per la pulizia.

Nelle condotte adduttrici degli acquedotti c'è sempre l'esigenza, per vari motivi, di dover ridurre la pressione in alcuni punti durante l'esercizio. Infatti la rugosità delle tubazioni aumenta nel tempo, per cui durante il funzionamento dell'acquedotto si hanno perdite di carico inferiori a quelle previste in progetto a *tubi usati*, che vengono raggiunte solo dopo un lungo periodo di servizio e quindi occorre dissipare una parte del carico disponibile mediante valvole riduttrici di pressione, che danno luogo a perdite di carico localizzate.

Inoltre nelle condotte adduttrici si hanno delle continue variazioni di portata, sia perché la portata massima di progetto è relativa a una situazione di futuro sviluppo che prevede maggiori consumi idrici, sia per effetto delle continue oscillazioni della richiesta idrica che, anche in presenza di serbatoi di compenso, rendono necessari cambiamenti di portata nelle adduttrici, per evitare di dover sfiorare dai serbatoi stessi i quantitativi d'acqua in arrivo che nei periodi di minor consumo risultano in eccesso rispetto alla richiesta idrica.

In sostanza, quindi, le condotte adduttrici vengono calcolate considerando la condizione di funzionamento estremo di massima portata e massima rugosità della tubazione, che si verifica solo per brevi periodi dell'anno dopo un lungo tempo di servizio, mentre

normalmente le perdite di carico sono minori, per cui è necessario prevedere dispositivi di dissipazione di energia durante le fasi di normale esercizio, dispositivi che andranno dimensionati con riferimento all'altra situazione estrema, di funzionamento: minima portata e tubazione nuova.

Le valvole regolatrici di pressione, consentono di ottenere una pressione a valle costante, con tolleranze anche inferiori al 2%, indipendentemente dalla pressione di monte e dalla portata; queste valvole agiscono quindi esclusivamente sotto l'impulso della pressione ridotta.

Per una corretta installazione di una valvola riduttrice o regolatrice di pressione si prevede l'installazione a monte della valvola di un raccoglitore di impurità e di una saracinesca di intercettazione e a valle di una valvola di sicurezza. Il raccoglitore di impurità ha lo scopo di trattare le eventuali impurità trascinate dalla corrente, per evitare pericoli di occlusione della strozzatura della valvola; la saracinesca di intercettazione serve per poter interrompere completamente il deflusso al fine di effettuare eventuali operazioni di manutenzione o di riparazione della valvola riduttrice; la valvola di sicurezza ha lo scopo di evitare che la pressione ridotta possa superare un determinato limite in caso di mancato funzionamento della valvola riduttrice.

Le valvole di sicurezza possono essere a molla o a leva e contrappeso e possono essere munite o meno di scarico verso l'esterno. Nelle tubazioni d'acquedotto non si ravvisa però la necessità di tali valvole, in quanto se la pressione ridotta supera il limite prefissato non sono da temere particolari inconvenienti.

Le valvole riduttrici o regolatrici dei carichi, i filtri di presa, le valvole di sicurezza vengono realizzate in ghisa grigia o sferoidale o in acciaio.

Lungo le tubazioni d'acquedotto devono essere previste delle valvole che permettono sia l'interruzione completa del flusso che la regolazione della portata; a volte entrambe le suddette funzioni vengono affidate ad un unico apparecchio.

Per le reti di distribuzione urbana gli organi di chiusura da inserire sono molti, essendo necessario poter isolare facilmente le varie diramazioni. Gli organi di regolazione della portata consentono di ridurre la portata stessa parzializzando la sezione trasversale, per cui danno luogo a una perdita di carico. È perciò corretto servirsi di tali apparecchiature per regolazioni di piccola entità che possono essere richieste durante il servizio e che originano quindi perdite di carico modeste, mentre quando le perdite conseguenti alla riduzione di portata risultano grandi è opportuno adoperare le valvole riduttrici di pressione.



La conoscenza della portata è necessaria per ogni tronco di tubazione in cui questa assume un valore diverso. In presenza di un nodo che collega  $n$  tratti di tubazione è sufficiente la misura della portata in  $(n - 1)$  tratti, essendo possibile ricavare il valore nel tratto ennesimo mediante l'equazione di continuità: tuttavia, anche in questi casi, è preferibile installare dei misuratori di portata in tutti i tratti, in modo da poter aver un riscontro sull'esattezza delle misure dei vari apparecchi.

Si prevede la realizzazione di idranti sottosuolo ad un interasse non superiore ai 150 m per tubazioni distributrici il cui diametro sia superiore al DN 80.

## **IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE/RISCALDAMENTO ALLOGGI**

### **Premessa:**

- I locali oggetto dell'intervento sono destinati ad ospitare alloggi di varia pezzatura (dai 55 m<sup>2</sup> ai 95 m<sup>2</sup>)
- L'impianto in oggetto si propone di garantire le condizioni di confort termoigrometrico invernale/estivo per tutti gli alloggi di tutti gli edifici del complesso, esclusivamente in termini di temperatura.
- Non vengono installati sistemi di controllo dell'umidità relativa in quanto i relativi costi ed ingombri non sono compatibili con le caratteristiche dell'utenza.
- Il ricambio di aria all'interno dei singoli alloggi avverrà in maniera naturale mediante la semplice apertura dei serramenti esterni. Sistemi di ventilazione forzata non sono compatibili con le esigenze economiche ed architettoniche degli edifici in oggetto.
- Ciascun alloggio sarà servito da un proprio impianto autonomo: tale soluzione garantisce l'ottimizzazione della gestione dell'impianto stesso garantendo considerevoli risparmi energetici sia al singolo utente che all'intero complesso.
- L'impianto in oggetto propone la migliore soluzione impiantistica compatibile con le esigenze architettoniche ed economiche dell'edificio, al fine di ottimizzare i consumi energetici degli alloggi stessi, di migliorare la distribuzione dei fluidi termovettori e di incrementare la risposta temporale dell'impianto alle esigenze dell'utenza.

### **Impianti di Climatizzazione:**

Lo scopo di tali impianti, è di realizzare e mantenere opportune condizioni ambientali, tali da determinare situazioni di comfort per gli occupanti, sia d'estate che d'inverno.

La tipologia impiantistica sarà del tipo autonomo e lo schema funzionale di impianto sarà il medesimo per tutti gli alloggi dell'insediamento. Infatti, gli impianti centralizzati, pur garantendo migliori efficienze di conversione energetica, presentano rilevanti perdite in termini di costi economici ed energetici di gestione. Pertanto, la soluzione che garantisce la migliore flessibilità, minori consumi energetici, minori costi di esercizio e ridotto impatto ambientale è basata sull'installazione di impianti di riscaldamento/climatizzazione autonomo, a servizio di ogni alloggio dell'insediamento.

L'impianto in oggetto è concepito per il funzionamento in regime invernale ma è progettato, dimensionato e predisposto anche per il funzionamento estivo. Tale scelta, anche se gravosa dal punto di vista progettuale, garantisce numerosi vantaggi:

- bassi costi di investimento per l'utilizzo dell'impianto in regime estivo
- risparmio energetico nell' utilizzo dell'impianto in regime estivo
- ridotto impatto estetico dell'impianto.

Tale scelta si propone di evitare la successiva installazione da parte degli utenti di sistemi split-system che presentano un bassissimo rendimento energetico ed un elevato impatto estetico dovuto all'installazione degli stessi sulle pareti perimetrali dell'edificio

In sintesi, ciascun impianto di climatizzazione sarà costituito dai seguenti componenti:

- n° 1 caldaia a gas naturale del tipo a condensazione modulante in grado di garantire rendimenti di produzione termica decisamente superiori rispetto alle caldaie tradizionali e di modulare la potenza termica resa incrementando il proprio rendimento di conversione. Le caldaie a condensazione saranno del tipo a temperature scorrevole ma verranno settate per un funzionamento a bassa temperatura al fine di massimizzare il rendimento. Tale scelta progettuale consente di conseguire notevoli risparmi per l'utente in termini di costi di gestione dell'impianto e quindi di ridurre il consumo energetico e l'impatto ambientale dello stesso. La caldaia sarà inoltre integrata con un bollitore e con l'impianto a pannelli solari condominiale per la produzione combinata di acqua calda sanitaria. Il sistema sarà inoltre dotato di una centralina di controllo (interna oppure esterna) tramite la quale l'utente possa essere in grado di regolare la temperatura di mandata del fluido termovettore e la temperatura di produzione dell'acqua calda sanitaria, nonché tutti i parametri operativi della caldaia, del bollitore e del sistema solare.
- Ventilconvettori con batteria ad acqua a parete tipo split in grado di distribuire l'energia termica frigorifera e/o termica agli ambienti. La scelta di tali terminali in luogo dei tradizionali radiatori in ghisa oppure in alluminio presenta numerosi vantaggi, fra i quali; possibilità di utilizzo di un fluido termovettore a bassa temperatura con conseguente

incremento del rendimento dell'impianto (altrimenti impossibile con i tradizionali radiatori); miglioramento del rendimento di emissione dei terminali stessi; miglioramento della risposta termica dell'impianto che sarà in grado di portare gli ambienti nelle condizioni di temperatura prefissate in tempi decisamente minori rispetto al caso dell'utilizzo di radiatori; facilità di gestione dovuto al pratico utilizzo del telecomando con relativo termostato; sezionabilità dell'impianto in quanto l'utente con estrema semplicità può decidere quale dei locali debba essere riscaldato o meno; riduzione dei costi di gestione grazie al termostato ambiente a corredo di ogni apparecchio. Infine, sarà limitato al minimo il disturbo proveniente dal movimento dell'aria generato dai ventilconvettori in quanto questi sono stati dimensionati per funzionare al più alla media velocità.

- Sistema di distribuzione dei fluidi termovettori in tubi multistrato che presentano numerosissimi vantaggi rispetto ai tubi tradizionali in termini di: durabilità, affidabilità, prestazioni energetiche.
- Collettore complanare tipo Caleffi, FAR o simile per la distribuzione del fluido termovettore ai vari terminali.
- Coibentazione delle tubazioni (all. B DPR 412/93) al fine di consentire la riduzione delle perdite energetiche lungo le linee di distribuzione; la coibentazione sarà inoltre del tipo anticondensa al fine di poter consentire l'utilizzo del medesimo impianto anche in regime estivo senza far ricorso a costose opere murarie.
- Raccorderie, valvole ed accessori idronici.
- Sistema di scarico della condensa con tubazione in pvc o pead di diametro costante pari a 32 mm da installare sotto traccia con pendenza maggiore dell'1% e da convogliare verso lo scarico sifonato più vicino.
- Pompa di calore, completa di kit idronico per la produzione dell'acqua refrigerata durante l'estate e dell'acqua calda durante l'inverno. Tale componente sarà opzionale, quindi eventualmente a carico dell'utente. Tuttavia, come già precedentemente descritto, l'utente può semplicemente convertire il proprio impianto anche al funzionamento estivo semplicemente collegando la suddetta pompa di calore agli allacci predisposti. In tal modo potrà soddisfare le proprie esigenze di raffrescamento estivo ed inoltre potrà decidere durante la stagione invernale se azionare la pompa di calore oppure la caldaia. Tale scelta sarà derivata dalla valutazione dell'utente stesso in merito ai costi delle forniture elettriche e del gas in quanto le prestazioni energetiche dei due componenti sono fra loro comparabili.

## **A\* Dati posti a base dei calcoli**

### Condizioni Termoigrometriche esterne:

- inverno:

temperatura	2 °C
umidità relativa	60% (+/-5%)

- estate:

temperatura	34 °C
umidità relativa	50% (+/-5%)

### Condizioni Termoigrometriche interne:

- inverno:

temperatura	20 °C (+/-1 °C)
umidità relativa	non controllata

- estate:

temperatura	25 °C (+/-1 °C)
umidità relativa	non controllata

### Rinnovo di aria esterna:

- naturale

### Temperature dei fluidi primari:

- Acqua calda: 45 °C – 40 °C (sia caldaia a condensazione che pompa di calore)
- Acqua refrigerata: 7 °C – 12 °C

### Funzionamento:

intermittente.

- Limite di rumorosità:

il livello sonoro imputabile all'impianto aeraulico all'interno dei locali non supera:

5 dB curva A rispetto al rumore di fondo.

- Livelli sonori

I livelli sonori massimi consentiti all'interno degli ambienti, stabiliti dalla norma UNI 8199, sono di 45 dB (A) per gli uffici singoli, di 50 dB (A) per gli uffici collettivi.

Secondo l'ASHRAE i livelli sonori devono essere compresi tra le curve NC 30 e 45.

- Velocità max dell'acqua nelle tubazioni:

fino a 1" - 0,8 m/s  
tubi in ferro fino a 5" - 1,5 m/s

- Coefficiente di contemporaneità sul carico massimo:

estate: 0,75  
inverno: 1

- Calore emesso dalle persone:

sensibile: 70 W  
latente: 80 W

- Calore emesso dalle apparecchiature elettroniche:

in assenza di specifiche tecniche fornite dal Committente, sono stati utilizzati i seguenti valori ricavati dalla letteratura tecnica. I dettagli sono forniti nelle relazioni di calcolo allegate al progetto.

Valori indicativi del flusso termico sensibile  $q_s$  [W] e della portata di valore  $G_v$  [g/h], dovuti alla presenza di apparecchiature caratterizzate dalla potenza massima assorbita  $P_{max}$  [W].

<b>Apparecchiatura</b>	<b><math>P_{max}</math></b>	<b><math>q_s</math></b>	<b><math>G_v</math></b>
<u>Apparecchiature per ufficio:</u>			
Personal computers	10÷600	90÷550	0
Minicalcolatori	2000÷6500	2000÷6500	0
Stampanti laser	850	350	0
Fotocopiatrici	450÷6600	450÷6600	0
Scanner	1700	1500	0
Distruttori di documenti	250÷3000	200÷2400	0

- Coefficiente di maggiorazione per esposizione e per intermittenza:  
quelli previsti dalle Norme UNI

- Coefficienti di trasmissione

Si rimanda ad i calcoli allegati alla presente relazione.

#### **B\* Normativa di riferimento**

- Dlgs 311/06
- Dlgs 192/05
- Legge 10/91 del 09/01/1991
- D.P.R. n° 412 del 26/93
- Legge 626/94 e successive modificazioni
- UNI 10339 del 30/06/95

#### **C\* Descrizione degli impianti:**

L'impianto di climatizzazione è del tipo definito permanente. Esso è capace di realizzare e mantenere negli ambienti condizioni di temperatura entro i limiti richiesti per il benessere delle persone durante tutte le stagioni.

L'impianto da realizzare avrà origine da un gruppo frigorifero raffreddato ad aria in versione pompa di calore accoppiato ad una caldaia a condensazione a metano. Durante la stagione estiva il gruppo funzionerà in regime di refrigerazione; viceversa durante l'inverno l'utente potrà decidere, in funzione delle proprie esigenze tecnico-economiche, se utilizzare il gruppo in modalità pompa di calore oppure la caldaia a gas. La caldaia a gas sarà del tipo a condensazione adatta ad installazioni all'esterno ed equipaggiata con apparecchiature di sicurezza e kit per la produzione e l'accumulo di acqua calda sanitaria. Infatti, essa è anche in grado di produrre l'acqua calda sanitaria necessaria ad alimentare le utenze presenti all'interno dei locali. Il gruppo a pompa di calore e la caldaia a gas costituiscono la centrale termofrigorifera che alimenterà le utenze dell'alloggio.

Il gruppo frigorifero raffreddato ad aria a pompa di calore e la caldaia saranno disposti all'esterno su opportune basi di appoggio.

Il controllo della temperatura ambiente verrà affidato invece ad unità locali (fancoil) provviste di filtro, batteria di scambio termico, vaschetta di raccolta condensa, elettroventilatore a tre velocità, bocca di mandata e di ripresa, termostato ambiente e telecomando.

I fancoil provvederanno alla rimozione del calore sensibile e latente presente in ambiente (stagione estiva).

I fancoil tratteranno solo aria ambiente ed il loro funzionamento è controllato da idoneo termostato che interviene sulla velocità dello elettroventilatore al fine di mantenere la temperatura prefissata.

Le tubazioni di collegamento tra il gruppo frigorifero, la caldaia ed i fancoil e le U.T.A. saranno del tipo multistrato coibentate secondo le prescrizioni del D.P.R. n° 412 del 26/08/93.

Esse saranno installate a pavimento oppure a parete sotto traccia. In particolare, le tubazioni che collegano la caldaia a condensazione (e/o la pompa di calore) al collettore correranno sotto traccia prima nel pavimento del balcone e quindi dell'alloggio; quindi le tubazioni che partono dal collettore correranno sotto traccia a pavimento e quindi a parete verso il ventilconvettore installato in alto.

Su ogni ventilconvettore verranno installate (se non a corredo del ventilconvettore stesso) valvole di sfiato aria manuali.

I fluidi primari caldi e freddi saranno attivati nelle tubazioni mediante elettropompe centrifughe, incluse nella caldaia a condensazione e nel kit idronico dell'eventuale pompa di calore.

Per limitare al massimo l'impatto ambientale il refrigeratore d'acqua raffreddato ad aria utilizzerà il refrigerante **R32**.

Il principio di funzionamento dell'impianto, in funzionamento invernale, può essere sintetizzato come segue: la caldaia a condensazione converte l'energia chimica del combustibile in energia termica ceduta all'acqua calda che scorre nel circuito della caldaia stessa. L'acqua calda, messa in circolo dalla pompa di circolazione a corredo della caldaia stessa, viene quindi inviata al collettore, dalla quale verrà quindi distribuita verso i vari ventilconvettori. Questi saranno essenzialmente costituiti da una batteria di scambio termico ad acqua e da un ventilatore. Pertanto l'aria mossa dal ventilatore, lambendo la batteria si riscalderà e verrà quindi inviata in ambiente dove avrà il compito di far fronte al carico termico di ciascun locale. Infine, l'acqua in uscita dalla batteria del ventilconvettore, avendo ceduto energia termica all'aria, si sarà raffreddata. Essa sarà quindi nuovamente convogliata verso il collettore e quindi verso la caldaia dove la sua temperatura verrà nuovamente incrementata. Nel caso di impianto alimentato da pompa di calore l'energia termica verrà fornita dal condensatore della pompa di calore con spesa di energia elettrica per azionare il motore del compressore, necessario al ciclo termodinamico inverso a compressione di vapore.

Il principio di funzionamento dell'impianto, in funzionamento estivo, può essere sintetizzato come segue: la pompa di calore converte l'energia elettrica, assorbita dal compressore, in energia frigorifera ceduta all'acqua refrigerata che scorre nel circuito dell'evaporatore della pompa di calore stessa. L'acqua refrigerata, messa in circolo dalla pompa di circolazione a corredo del kit idronico della pompa di calore, viene quindi inviata al collettore, dalla quale verrà quindi distribuita verso i vari ventilconvettori. Questi saranno essenzialmente costituiti da una batteria di scambio termico ad

acqua e da un ventilatore. Pertanto l'aria mossa dal ventilatore, lambendo la batteria si raffredderà e verrà quindi inviata in ambiente dove avrà il compito di far fronte alle rientrate di calore di ciascun locale. Infine, l'acqua in uscita dalla batteria del ventilconvettore, avendo acquisito energia termica dall'aria, si sarà riscaldata. Essa sarà quindi nuovamente convogliata verso il collettore e quindi verso la pompa di calore dove la sua temperatura verrà nuovamente ridotta.

#### **D\* Circuiti Fancoil**

I terminali saranno alimentati dai rispettivi circuiti tubieri. Tali circuiti si dipartiranno dal collettore principale posto in prossimità della centrale termofrigorifera. I dettagli riguardanti le connessioni fra i terminali ed i sistemi di produzione sono riportati nello schema funzionale allegato alla presente relazione.

Ciascun circuito fancoil sarà attraversato, a seconda delle stagioni, da acqua calda prodotta dalla caldaia oppure da acqua refrigerata prodotta dal refrigeratore d'acqua.

La commutazione da caldo a freddo e viceversa sarà eseguita mediante valvole disposte direttamente all'esterno in prossimità della caldaia a condensazione e dell'eventuale pompa di calore.

Ciascun circuito sarà costituito da rete a doppia tubazione in multistrato, corrente in orizzontale sotto traccia a pavimento con salite di collegamento ai fancoil a parete sotto traccia e sarà attivato da una elettropompa di circolazione.

I corpi scaldanti e raffrescanti saranno costituiti da fancoil ad un'unica batteria (fredda e calda).

Essi saranno aggraffati alle pareti mediante staffe in acciaio zincato e saranno intercettabili mediante una coppia di valvole e detentori.

Ciascun fancoil sarà dotato della propria coppia di valvole di sfiato aria manuali.

Tutte le tubazioni, sia quelle orizzontali che quelle verticali saranno coibentate con coppelle di "Armaflex" atermica anticondensa (solo per il freddo) di spessore adeguato al diametro del tubo secondo i dettami del D.P.R. n. 412 del 26/08/93.

Lo smaltimento dell'aria dalla rete tubiera avverrà mediante posizionamento nei punti alti dell'impianto (ivi incluso la sommità delle colonne montanti) di valvole automatiche di sfogo d'aria, mentre su ciascun ventilconvettore sarà disposta una valvolina manuale di sfogo d'aria.

Lo scarico della condensa dai fancoil verrà effettuata con tubazione a pavimento in p.v.c.



### **E\* Coibentazione tubazioni**

Tutte le tubazioni dell'impianto di climatizzazione sia quelle correnti nei locali trattati che quelle correnti in locali non trattati, saranno coibentate secondo le precise disposizioni di cui all'allegato B del d.p.r. n° 412 del 26/08/1993.

Gli spessori del coibente saranno stabiliti sia in funzione del tipo di isolante prescelto che del diametro di tubazione.

Per tutte le tubazioni orizzontali e verticali poste all'esterno andranno impiegati gli spessori base indicati nel regolamento ricoperti da lamierino in acciaio.

Per le tubazioni orizzontali e verticali correnti entro strutture fra locali riscaldati, gli spessori base dell'isolante andranno moltiplicati per 0,3.

In tutti gli altri casi lo spessore dell'isolante andrà moltiplicato per 0,5 e le tubazioni vanno poste all'interno delle pareti isolate.

### **F\* Corpi scaldanti e corpi raffrescanti (fancoil)**

In tutti i locali da trattare, i corpi scaldanti e raffrescanti saranno costituiti da ventilconvettori verticali per l'esercizio ad acqua calda e refrigerata.

Ciascun ventilconvettore verticale, a parete, sarà completo di mobiletto, filtro, batteria di scambio termico, bocca di ripresa, griglie di mandata regolabili, elettroventilatore, scatola comandi a tre velocità oltre l'arresto.

Ciascun fancoil sarà corredato di una coppia di valvole e detentori per la intercettazione e la regolazione del flusso d'acqua e di scarico della condensa, realizzato con tubazioni in p.v.c., fino alle cassette di ispezione dei W.C. oppure alla più vicina pluviale.

La rete di alimentazione elettrica ai fancoil sarà indipendente dagli impianti elettrici interni, in modo da poter attivare il funzionamento dei soli apparecchi nei quali si stia in quel momento ottenendo la circolazione dell'acqua calda refrigerata.

Il comando dell'alimentazione elettrica dovrà essere centralizzato, sul quadro generale.

Il calcolo computerizzato delle richieste termiche e frigorifere è stato effettuato per tutti gli ambienti dell'edificio in funzione dei dati di progetto precedentemente indicati.

La scelta dei fancoil è stata effettuata in funzione dei carichi termici estivi ed in linea di massima, della velocità media del ventilatore.

## **G\* Regolazione temperatura ambiente**

La regolazione della temperatura nei singoli ambienti, imposta dalla legge n° 412 del 26/08/1993, sarà assicurata da termostati ambiente caldo-freddo che agiscono su valvole motorizzate deviatrici a tre vie a corredo di ciascun fancoil.

## **IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE GAS ALLOGGI**

### **Introduzione**

La relazione in oggetto introduce i criteri per la progettazione, la messa in servizio e la manutenzione degli impianti domestici e similari per l'utilizzazione del gas naturale combustibile distribuito a mezzo di canalizzazioni.

Le indicazioni qui fornite si applicano alla costruzione dei nuovi impianti di distribuzione del gas all'interno degli alloggi e si applica a tutti i dispositivi (tubazioni, valvole, accessori, etc) installate a valle del contatore del gas. Le colonne montanti, esterne al fabbricato, il contatore, e l'allaccio fra le colonne e la rete di distribuzione cittadina sono di competenza della compagnia di distribuzione del gas.

### **Riferimenti Normativi**

- UNI EN 1775
- UNI 7129
- UNI 7140
- UNI 7141
- UNI 8850
- UNI 8863
- UNI 9099
- UNI 9165
- UNI 9177
- UNI 9731
- UNI 9891
- UNI 10191
- UNI 10284
- UNI 10389
- UNI 10520
- UNI 10521
- UNI 10582

- UNI 10640
- UNI 10641
- UNI 10642
- UNI 10823
- UNI EN 26
- UNI EN 331
- UNI EN 449
- UNI EN 751-1
- UNI EN 751-2
- UNI EN 751-3
- UNI EN 1057
- UNI EN 1254-1
- UNI EN 1254-2
- UNI EN 1254-4
- UNI EN 1254-5
- UNI EN 1443
- UNI EN 1775
- UNI EN 10208-1
- UNI EN 10240
- UNI EN 10242
- UNI EN 29453
- UNI EN ISO 3677
- UNI EN ISO 4063
- UNI ISO 50
- UNI ISO 228-1
- UNI ISO 4437
- UNI ISO 5256
- CEI 64-8
- CEI EN 60335-2-31
- EN 89
- EN 613
- EN 10241

- EN 10253-1

### **Dimensionamento dell'impianto**

Le sezioni delle tubazioni costituenti l'impianto saranno tali da garantire la fornitura di gas sufficiente a coprire la richiesta massima dell'utenza, limitando la perdita di pressione fra il contatore e l'utenza maggiormente sfavorita a valori inferiori a 1,0 mbar (gas della seconda famiglia, gas naturale).

La portata di gas necessaria ad ogni apparecchiatura (caldaia o cucina) è stata desunta dalle indicazioni fornite dal costruttore. In particolare, sulla base della portata termica nominale,  $Q_n$  in kW, di queste ultime, viene calcolato la portata volumetrica di gas naturale corrispondente:

- Dividendo  $Q_n$  per il potere calorifico superiore,  $H_s$  in  $\text{kJ/m}^3$ , nel caso degli apparecchi di cottura, e moltiplicando per 3600.
- Dividendo  $Q_n$  per il potere calorifico inferiore,  $H_i$  in  $\text{kJ/m}^3$ , nel caso di tutti gli apparecchi di cottura, e moltiplicando per 3600.
- 

### **Tubazioni**

Tutte le tubazioni dell'impianto di distribuzione del gas, sia interno all'alloggio che esterno (colonne montanti) saranno in acciaio.

Per quanto riguarda le tubazioni esterne agli alloggi, essere saranno in acciaio zincato (UNI EN 10240) senza saldatura e le loro caratteristiche non saranno inferiori a quelle indicate nella norma UNI 8863, serie leggera.

Le tubazioni degli impianti interni all'alloggio saranno invece del tipo in acciaio con guaina corrugata gialla esterna di segnalazione e raccordi filettati. I raccordi flessibili saranno conformi alla norma UNI CIG 9891.

I diametri delle tubazioni sono stati selezionati sulla base della sommatoria delle portate termiche delle apparecchiature da esse servite, utilizzando il prospetto 1 della norma UNI 7129-2001.

### **Giunti, raccordi e pezzi speciali, rubinetti**

Le giunzioni dei tubi di acciaio delle tubazioni sotto traccia saranno realizzate esclusivamente con saldatura di testa per fusione. Nel caso di tubazioni esterne, le giunzioni saranno realizzate mediante raccordi con filettatura e saranno conformi alla norma UNI ISO 7-1. Verranno utilizzati specifici compositi di tenuta non indurenti (UNI EN 75-1), eventualmente accompagnati da fibra di supporto specificata dal produttore, al fine di migliorare la tenuta dei raccordi filettati. A tal fine, possono anche essere impiegati nastri PTFE non sinterizzato, conformi alla UNI EN 751-3.

Tutti i raccordi ed i pezzi speciali saranno in acciaio malleabile. I raccordi di acciaio devono avere estremità filettate (UNI ISO 50, EN 10241).

Non sono ammessi raccordi o giunzioni filettate per le tubazioni installate sotto traccia a parete o a pavimento.

I rubinetti saranno in acciaio sferoidale, conformi alla UNI EN 331, essi devono risultare di facile manovra e manutenzione. Le posizioni aperto/chiuso devono essere facilmente rilevabili.

### **Posa in opera degli impianti**

Le tubazioni esterne –colonne montanti – saranno installate a vista, staffate a parete. Le tubazioni dell'impianto interno, che collegano il contatore alle varie utenze, saranno installate sotto traccia a parete oppure a pavimento, così come indicato nelle piante di progetto.

Nella posa sotto traccia delle tubazioni non è consentito l'uso di gesso o materiali simili.

Nell'attraversamento di pareti di qualsiasi tipo, la tubazione non avrà alcun tipo di giunzione o raccordo. Essa, inoltre, in caso di qualsiasi tipo di attraversamento, verrà collocata all'interno di un tubo guaina passante in acciaio, avente diametro interno maggiore almeno di 10 mm rispetto al diametro esterno del tubo interno. Lo spessore di tale tubo guaina sarà maggiore di 2 mm; inoltre, nel caso di attraversamenti di pareti esterne, l'estremità di tale tubo guaina sarà aperta verso l'esterno e sigillata verso l'interno. Tale sigillatura verrà realizzata utilizzando materiali non indurenti (asfalto o cemento plastico).

Nell'installazione a pavimento sotto traccia, la tubazione del gas non dovrà in nessun caso essere posata a diretto contatto con le tubazioni di carico e scarico idrico o dell'impianto di climatizzazione. Nel caso di incroci la tubazione gas verrà installata in basso e verrà protetto con il tubo guaina precedentemente descritto.

Le tubazioni sotto traccia avranno i seguenti requisiti:

- Saranno installate ad una distanza non maggiore di 200 mm dagli spigoli paralleli alla tubazione.
- Al di sopra delle tubazioni sarà installato un nastro segnalatore per consentirne l'individuazione
- Le tubazioni poste sotto traccia a parete verranno installate ad una distanza non inferiore a 200 mm dal pavimento
- Le tubazioni sotto traccia, sia a parete che a pavimento, devono essere posate su uno strato di malta di cemento di spessore superiore a 20 mm
- Le tubazioni sotto traccia, sia a parete che a pavimento, dopo la verifica a tenuta dell'impianto, deve essere completamente annegata in uno strato di malta di cemento
- Non sono ammesse tracce sulle pareti perimetrali

A monte di ogni derivazione, ovvero a monte di ogni tubo flessibile di collegamento con l'apparecchiatura, sarà installato un rubinetto di intercettazione, posto in posizione visibile e facilmente identificabile.

Le tubazioni esterne a vista avranno andamento rettilineo e saranno staffate per evitare vibrazioni. Gli staffaggi avranno un interasse massimo di 2,5 m.

### **Prova di tenuta degli impianti**

Prima della messa in servizio dell'impianto di distribuzione del gas e quindi prima dell'allaccio dello stesso al contatore ed alle utenze, l'installatore dovrà provvedere alla prova di tenuta dell'impianto.

La prova di tenuta deve precedere la copertura delle tubazioni sotto traccia.

La prova di tenuta va effettuata con le seguenti modalità:

- Si tappano tutti i raccordi di alimentazione degli apparecchi e del contatore
- Si chiudono i rubinetti degli apparecchi e del contatore
- Si immette nell'impianto aria o altro gas inerte fino a raggiungere la pressione di almeno 100 bar
- Si attende il tempo necessario alla stabilizzazione della pressione nell'impianto di distribuzione, per un tempo comunque superiore a 15 minuti
- Si effettua una prima misura della pressione con apparecchiatura di sensibilità minima di 0,10 bar
- Si effettua una seconda misurazione, con la medesima apparecchiatura, dopo 15 minuti
- Si verifica che non ci sia alcuna diminuzione nel valore della pressione

Nel caso in cui la procedura dimostri la presenza di perdite, è necessario procedere alla loro localizzazione mediante soluzione saponosa o prodotto equivalente. Tutte le parti difettose devono essere eliminate e rifatte.

Eliminate le perdite, è necessario ripetere la procedura precedente iterativamente fino a che non si dimostri la totale assenza di perdite.

### **Apparecchi di utilizzazione**

L'installatore deve controllare che ogni apparecchio di utilizzazione (cucina e caldaia) siano idonei per l'utilizzo di gas naturale.

È fatto divieto di modificare i dispositivi di sicurezza, controllo e regolazione facenti parte degli apparecchi di utilizzazione.

Gli apparecchi utilizzatori devono essere collegati all'impianto con tubo flessibile di acciaio inossidabile a parete continua, conforme alla norma UNI 9891, munito di estremità filettate. Le guarnizioni di tenuta saranno di gomma e conformi alla UNI 10582. La lunghezza massima dei tubi flessibili è di 2,0 m; non sono ammesse giunzioni fra i tubi flessibili.