
COMMITTENTE

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO BICOCCA
Piazza dell'Ateneo Nuovo, 1 20126 Milano

OGGETTO

**RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI STABULAZIONE
EDIFICIO U1**
Piazza della Scienza, 1 20126 Milano

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE DI CALCOLO
IMPIANTO MECCANICO**

COMMESSA	NOME FILE			N. DOCUMENTO
IT19043	ESE_M102_relc			M102
DATA	REV.	PM	RP	
29/05/2020	-	ADB	AI	

A circular professional stamp from the 'ORDINE DEGLI ARCHITETTI E PAESAGGISTI DELLA PROVINCIA DI MILANO' is visible. The stamp contains the name 'IANNONE ANTONIO' and the number '6669'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.

INDICE

1.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
1.1.	IMPIANTI TECNOLOGICI MECCANICI	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.
2.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	6
2.1.	IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE AREA STABULARIO	6
3.	DATI DI PROGETTO	10
3.1.	DATI CLIMATICI INVERNALI	10
3.2.	BIN RISCALDAMENTO	11
3.3.	BIN ACQUA CALDA SANITARIA	12
3.4.	PROFILO DI TEMPERATURE DEL GIORNO TIPO MENSILE	13
3.5.	DATI DI RIFERIMENTO PERIODO ESTIVO	14
3.6.	IRRADIANZA ORARIA DEL GIORNO DI MASSIMA INSOLAZIONE	14
3.7.	CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO	15
3.7.1.	Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)	15
3.7.2.	Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)	15
3.7.3.	Dati Tecnici dimensionamento principali apparecchiature	15
3.8.	CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO PER CALCOLO DEI TERMINALI	16
3.8.1.	Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)	16
3.8.2.	Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)	16
3.9.	CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO PER CALCOLO DELLE BATTERIE UTAP	16
3.9.1.	Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)	16
3.9.2.	Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)	16
3.10.	DATI DI PROGETTO DEGLI AMBIENTI	16
3.10.1.	Condizioni interne di progetto.....	17
3.10.2.	Locali Stabulari (zona roditori).....	17
3.10.3.	Locali Stabulari (zona zebrafish)	18
3.10.4.	Studio Stabularista:.....	Errore. Il segnalibro non è definito.
3.10.5.	Sala Operatoria	18
3.10.6.	Laboratori e Locali annessi Sala Operatoria	18
3.10.7.	Corridoio	19
3.10.8.	Locali igienici.....	19
3.10.9.	Tolleranze	19
3.10.10.	Indici di affollamento.....	19
3.10.11.	Carichi interni	20
3.10.12.	Carichi per persone:.....	20
3.10.13.	Velocità dell'aria in ambiente	20
3.10.14.	Valutazione dei carichi termici	20
3.10.15.	Condizioni di progetto	20
3.10.16.	Calcolo carico termico invernale	21
3.10.17.	Calcolo carico termico estivo (rif. Norme uni 10345, 10349, 10355)	22
3.10.18.	Risultati	22
4.	RETE DI DISTRIBUZIONE IDRAULICA – CRITERI	23
5.	RETE AEREAULICHE - CRITERI DIMENSIONAMENTO.....	27
5.1.	GENERALITÀ	27

5.2.	VELOCITÀ DELL'ARIA	27
5.3.	VELOCITÀ DELL'ARIA NEI CANALI	27
5.4.	VELOCITÀ DELL'ARIA NELLE APPARECCHIATURE DI DIFFUSIONE	27
5.5.	MOVIMENTO DELL'ARIA	27
5.6.	PERDITE DI CARICO MASSIME NELLE CANALIZZAZIONI	28
5.7.	MATERIALI	28
5.8.	INSTALLAZIONE	28
5.9.	RAPPORTO DI FORMA	29
5.10.	SISTEMI DI CALCOLO	29
5.11.	CRITERI COSTRUTTIVI	30
5.12.	PULIZIA DELLE CANALIZZAZIONI	30
5.13.	ATTRAVERSAMENTI	30
5.14.	PREDISPOSIZIONE PER I COLLAUDI	30
5.15.	RACCORDI ANTIVIBRANTI	30
5.16.	DISTRIBUZIONE DELL'ARIA	31
5.17.	IMPIANTO IDRICO-SANITARIO	31
5.18.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	32
5.19.	METODOLOGIE ADOTTATE	32
5.19.1.	Circuito acqua fredda / acqua calda:	32
5.19.2.	Criteri per il dimensionamento delle reti di adduzione di acqua fredda e calda sanitaria	36
5.19.3.	Criteri per il dimensionamento delle reti di scarico acque nere	37
6.	ALLEGATI	43

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di definire i parametri progettuali e fornire una descrizione degli interventi relativi alla realizzazione degli impianti tecnologici meccanici a servizio dell'area di stabulazione animale posta al secondo piano interrato dell'Edificio U1 dell'Università degli Studi di Milano Bicocca, sito in Piazza della Scienza, 1 a Milano.

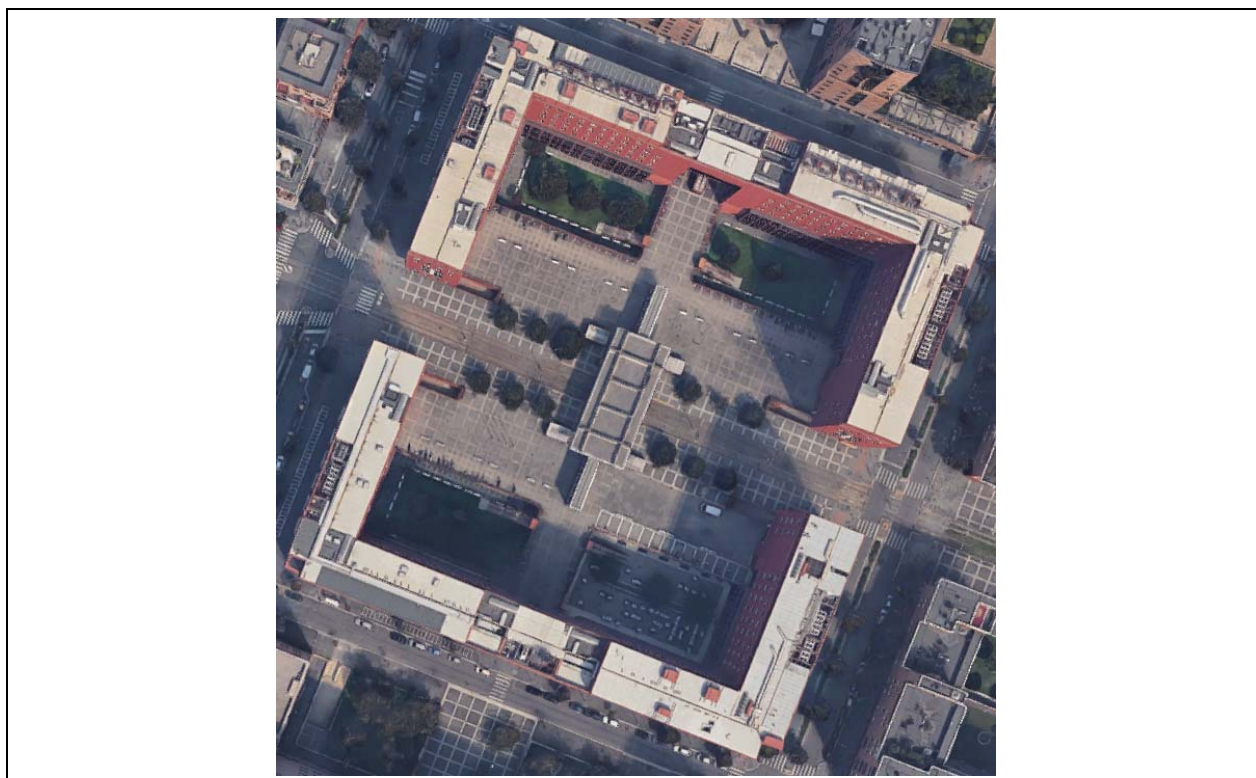


Figura 1 – Vista aerea del sito Università Bicocca

Gli impianti meccanici oggetto dell'intervento di adeguamento a servizio dell'area di stabulazione animale posta al secondo piano interrato dell'Edificio U1 dell'Università degli Studi, sito in Piazza della Scienza, 1 - Milano sono i seguenti:

- Realizzazione nuova centrale termofrigorifera dotata di n. 2 Gruppi Frigoriferi in esecuzione "polivalenti" condensati ad acqua di falda idonei a garantire contemporaneamente sia la produzione di acqua calda riscaldamento che di acqua refrigerata 365 gg/anno.
- Per garantire l'utilizzo dell'acqua di falda verrà realizzato un nuovo pozzo di prelievo avente un diametro pari a 450 mm dove si prevedrà l'installazione di n° 2 elettropompe realizzate in acciaio inox dotate di inverter. L'acqua di falda utilizzata dai gruppi polivalenti verrà riimmessa in falda a temperatura inferiore ai 20°C così come imposto dalle Normative vigenti utilizzando un pozzo diametro 250 mm. Per il pozzo di prelievo e il pozzo di resa acqua di falda, in questa fase progettuale, non è stato affrontato l'iter burocratico amministrativo. Si è affrontato l'aspetto tecnico di fattibilità con il Dott. Geol. Pezzotti e si sono impostati i punti di prelievo e di resa acqua di falda; entrambi

previsti sulla Via Giovanni Polvani sfruttando l'intera lunghezza del cavedio tecnico posizionato per l'intera lunghezza del perimetro dell'edificio.

- Per quanto riguarda i gas tecnici il circuito di aria compressa verrà derivato dalla rete esistente al 2° piano interrato, mentre per il circuito CO2 verrà realizzata una nuova rete in derivazione da un "pacco bombole dedicato" posizionato nell'intercapedine.
- Il circuito dell'acqua prelevata dalla falda sarà dotato di un idoneo scambiatore "sacrificale" che garantirà lo scambio di calore tra l'acqua prelevata dal pozzo e l'acqua a servizio degli scambiatori dei due gruppi "Polivalenti". L'acqua prelevata, così come richiesto dalla concessione provinciale verrà contabilizzata.
- I gruppi polivalenti saranno dotati di elettropompe di circolazione a servizio del circuito "caldo" e del circuito "freddo" che alimenteranno due puffer ad accumulo opportunamente coibentati.
- I circuiti in derivazione dai puffer garantiranno alimentazioni ad acqua calda riscaldamento a 50°C e acqua refrigerata a +7°C a tutte le apparecchiature di nuova installazione
- Nella Centrale termofrigorifera verrà posizionata una nuova UTA dotata di sistema di recupero di calore "aria-acqua" idonea a trattare l'aria esterna a servizio di tutti gli ambienti del nuovo Stabulario. L'Aria Esterna verrà prelevata dalla copertura dell'edificio utilizzando la canalizzazione circolare diam. 600 mm attualmente utilizzata per la mandata aria dell'impianto esistente dopo aver provveduto alla sanificazione dell'intera condotta. Anche per l'espulsione dell'aria ambiente verrà riutilizzata la canalizzazione circolare di estrazione esistente
- Per la climatizzazione dell'area di stabulazione animale verrà realizzato un impianto del tipo "a tutt'aria esterna" dove si prevedrà una temperatura di mandata neutra per tutto l'anno, valutata a +16°C, e a servizio dei singoli spazi verranno installate batterie di post-riscaldamento alimentate con acqua calda a + 50°C che garantiranno il controllo della temperatura ambiente
- In particolare per gli ambienti stabulari si garantiranno le condizioni termoigrometriche e di ricambi dell'aria esterna così come imposto dalle Normative vigenti riportate nel presente documento
- Nella centrale termofrigorifera verranno installate le apparecchiature per la filtrazione e il trattamento chimico delle acque tecnologiche
- La produzione dell'acqua calda sanitaria verrà realizzata localmente utilizzando un sistema a scambio diretto utilizzando l'acqua tecnica del "puffer caldo", il sistema sarà dotato di un circuito di ricircolo sanitario al fine di garantire una immediata circolazione di ACS ai singoli apparecchi sanitari
- Verrà realizzato ex-novo l'intero impianto di scarico acque nere e grigie che, sfruttando il vespaio di nuova realizzazione convoglierà la rete di scarico alla vasca di accumulo esistente dove si prevedrà l'installazione di nuove elettropompe di rilancio acque reflue
- Verrà realizzato l'impianto di gas medicali secondo l'installazione delle nuove apparecchiature. Le cappe del tipo "chimiche" che verranno installate nei locali denominati "procedura" saranno dotate di canne di esalazione che verranno convogliate sulla copertura dell'edificio U1 dove troveranno collocazione sia i ventilatori che le filtrazioni richieste dalla tipologia delle cappe.
- Verrà modificato l'impianto antincendio a manichette UNI 45 secondo il nuovo lay-out architettonico
- Per il tiro in sito e la movimentazione delle attrezzature e/o dei componenti di nuova installazione si sono verificati gli spazi e le vie di accesso sia utilizzando il cavedio esistente con accesso diretto sulla Via Giovanni Polvani che utilizzando l'autorimessa interrata sino al piano -2 dov'è presente anche la centrale idrica e la centrale termica a servizio dell'intero edificio

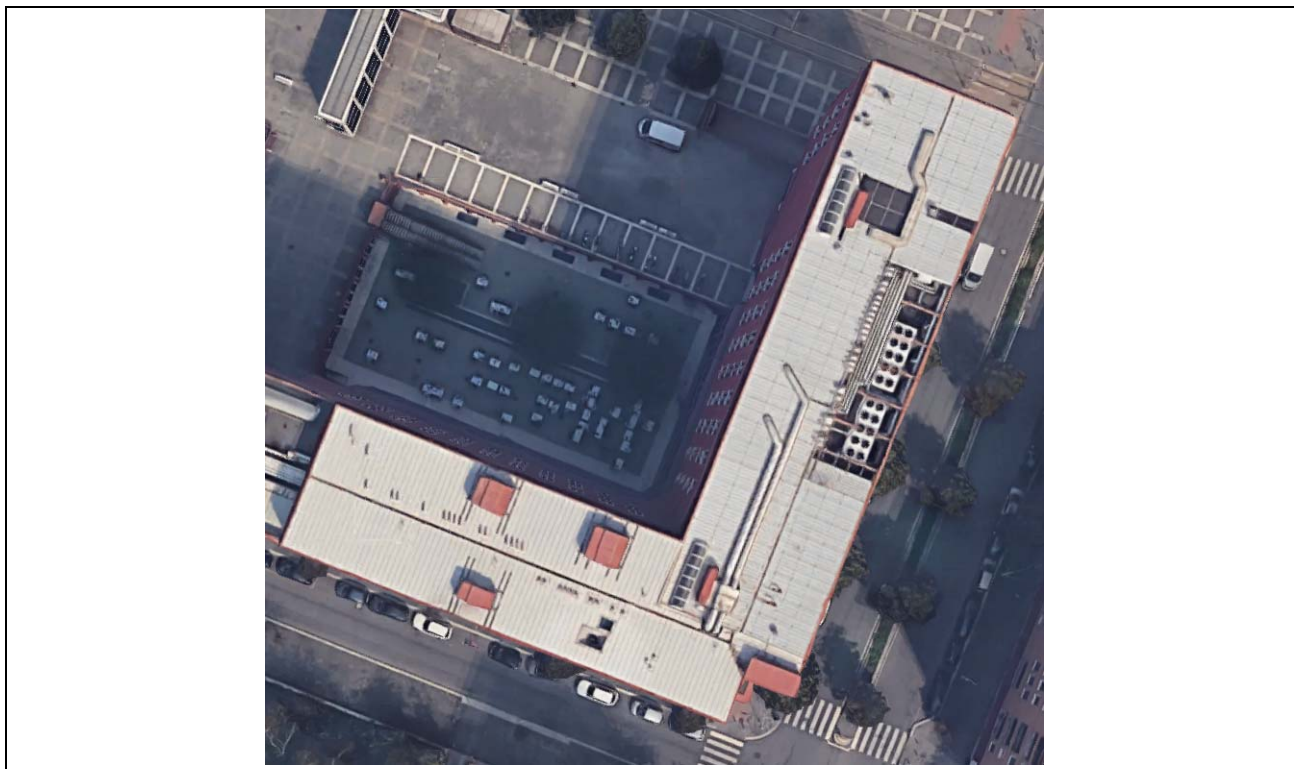


Figura 2 – Vista aerea dell’Edificio U1 Università Bicocca

2. DESCRIZIONE DELL’OPERA

2.1. IMPIANTO DI CLIMATIZZAZIONE AREA STABULARIO

L’impianto di climatizzazione sarà del tipo “a tutt’aria esterna” con una unità di trattamento dell’aria “dedicata” avente una portata nominale adeguata alla classe ambientale di riferimento. Si prevederà l’installazione del relativo ventilatore d’estrazione, avente anch’esso una portata nominale adeguata alla classe ambientale di riferimento, dotato di sistema di recupero del calore dall’aria di ripresa/espulsione del tipo “aria-acqua glicolata”; i ventilatori sia di mandata che di ripresa/espulsione aria ambiente saranno dotati di inverter e di doppio motore, al fine di poter sempre garantire la circolazione dell’aria trattata nel caso di malfunzionamento di uno dei ventilatori.

L’unità di trattamento dell’aria, che verrà installata nel Locale Tecnico che verrà realizzato al secondo piano interrato dell’edificio U1 esistente in aderenza agli ambienti stabulari, sarà costituita essenzialmente dalle seguenti sezioni:

- sezione di presa dell’aria esterna con serranda motorizzata, che verrà collegata alla condotta circolare di PAE esistente
- sezione di pre-filtrazione con efficienza F9
- batteria di recupero da collegare con circuito ad acqua glicolata chiuso alla batteria posta sul sistema di estrazione aria ambiente
- batteria di pre-riscaldamento
- batteria di raffreddamento e deumidificazione

- batteria di umidificazione del tipo adiabatica con acqua atomizzata ad alta pressione
- sezione di ventilazione di mandata dotato di doppio motore con inverter
- silenziatore
- sezione di filtrazione finale
- plenum di mandata con serranda

L'unità centralizzata di estrazione aria ambiente verrà anch'essa installata nel Locale Tecnico e sarà costituita dalle seguenti sezioni:

- sezione di ripresa dell'aria ambiente con serranda
- sezione di pre-filtrazione con efficienza F9
- batteria di recupero del tipo "aria-acqua glicolata" completa di circuito chiuso dotato di elettropompa ed accessori necessari per il collegamento alla batteria di recupero inserita nella UTA
- sezione di post-filtrazione dotata di filtri a carboni attivi
- sezione di ventilazione di espulsione dotato di doppio motore con inverter
- silenziatore
- plenum di espulsione

Le UTA/EXT per ridurre la contaminazione biologica dovranno essere pulibili e sanificabili, come anche le canalizzazioni di distribuzione dell'aria dovranno essere munite di sportelli d'ispezione a tenuta (come da UNI EN 12097) al fine di poter eseguire una adeguata pulizia e sanificazione quando necessario.

Le canalizzazioni di convogliamento dell'aria trattata saranno in lamiera zincata coibentate per evitare fenomeni di condensazione oppure saranno realizzate con pannelli sandwich eco-compatibili con trattamento autopulente e antimicrobico, in grado di ridurre i possibili accumuli di polvere e particolato solido e di semplificare, di conseguenza, le normali operazioni di manutenzione e bonifica del canale stesso.

I tratti di canali di estrazione dell'aria dalle cappe e dagli altri punti di ripresa (canali circolari) a vista e per il primo metro all'interno del controsoffitto saranno in acciaio inox sino al collettore generale posto nel controsoffitto o nel Locale Tecnico.

Saranno previste delle batterie di post-riscaldamento ad acqua calda per ogni locale stabulario, laboratorio o per gruppo di locali.

Per i locali di stabulazione e per la nuova UTA sarà previsto un sistema di umidificazione autonomo del tipo a vapore

Per i locali di stabulazione e per la nuova UTA sarà previsto un sistema di umidificazione autonomo del tipo a vapore.

Nei singoli locali di stabulazione si prevederà l'installazione di regolatori/serrande del tipo a "portata costante" poste "a valle" dell'unità di trattamento aria idonee per la regolazione della portata d'aria e pressione dei singoli ambienti.

L'aria sarà distribuita nei locali di stabulazione utilizzando idonei diffusori ad "alta induzione" dotati di filtrazione assoluta con grado H14 mentre la ripresa dell'aria avverrà utilizzando griglie dotate di filtri con grado G3.

Per la produzione dell'acqua calda riscaldamento e acqua refrigerata si prevederà l'installazione di n. 2 Gruppi Frigoriferi in esecuzione "polivalenti" condensati ad acqua di falda idonei a garantire contemporaneamente sia acqua calda riscaldamento che acqua refrigerata 365 gg/anno.

Per garantire l'utilizzo dell'acqua di falda verrà realizzato un nuovo pozzo di prelievo avente un diametro pari

a 450 mm dove si prevederà l'installazione di n° 2 elettropompe realizzate in acciaio inox dotate di inverter. L'acqua di falda utilizzata dai gruppi polivalenti verrà reimpressa in falda a temperatura inferiore ai 20°C, così come imposto dalle normative vigenti utilizzando un pozzo diametro 250 mm.

Per il pozzo di prelievo e il pozzo di resa acqua di falda, in questa fase progettuale, non è stato affrontato l'iter burocratico amministrativo. Si è affrontato l'aspetto tecnico di fattibilità con il Dott. Geol. Pezzotti e si sono impostati i punti di prelievo e di resa acqua di falda; entrambi previsti sulla Via Giovanni Polvani sfruttando l'intera lunghezza del cavedio tecnico posizionato per l'intera lunghezza del perimetro dell'edificio.

Il circuito dell'acqua prelevata dalla falda sarà dotato di un idoneo scambiatore "sacrificale" che garantirà lo scambio di calore tra l'acqua prelevata dal pozzo e l'acqua a servizio degli scambiatori dei due gruppi "Polivalenti". L'acqua prelevata, così come richiesto dalla concessione provinciale verrà contabilizzata.

I gruppi polivalenti saranno dotati di elettropompe di circolazione a servizio del circuito "caldo" e del circuito "freddo" che alimenteranno due puffer ad accumulo opportunamente coibentati.

I circuiti in derivazione dai puffer garantiranno alimentazioni ad acqua calda riscaldamento a 50°C e acqua refrigerata a +7°C a tutte le apparecchiature di nuova installazione

L'intero impianto sarà dotato di un adeguato sistema di regolazione e monitoraggio idoneo per la rilevazione e registrazione delle grandezze fisiche necessarie al corretto funzionamento degli impianti di condizionamento e ventilazione, con il controllo della temperatura, dell'umidità e delle pressioni.

Il sistema sarà completo di engineering, hardware e software di gestione idoneo per essere controllato e verificato da postazioni remote.

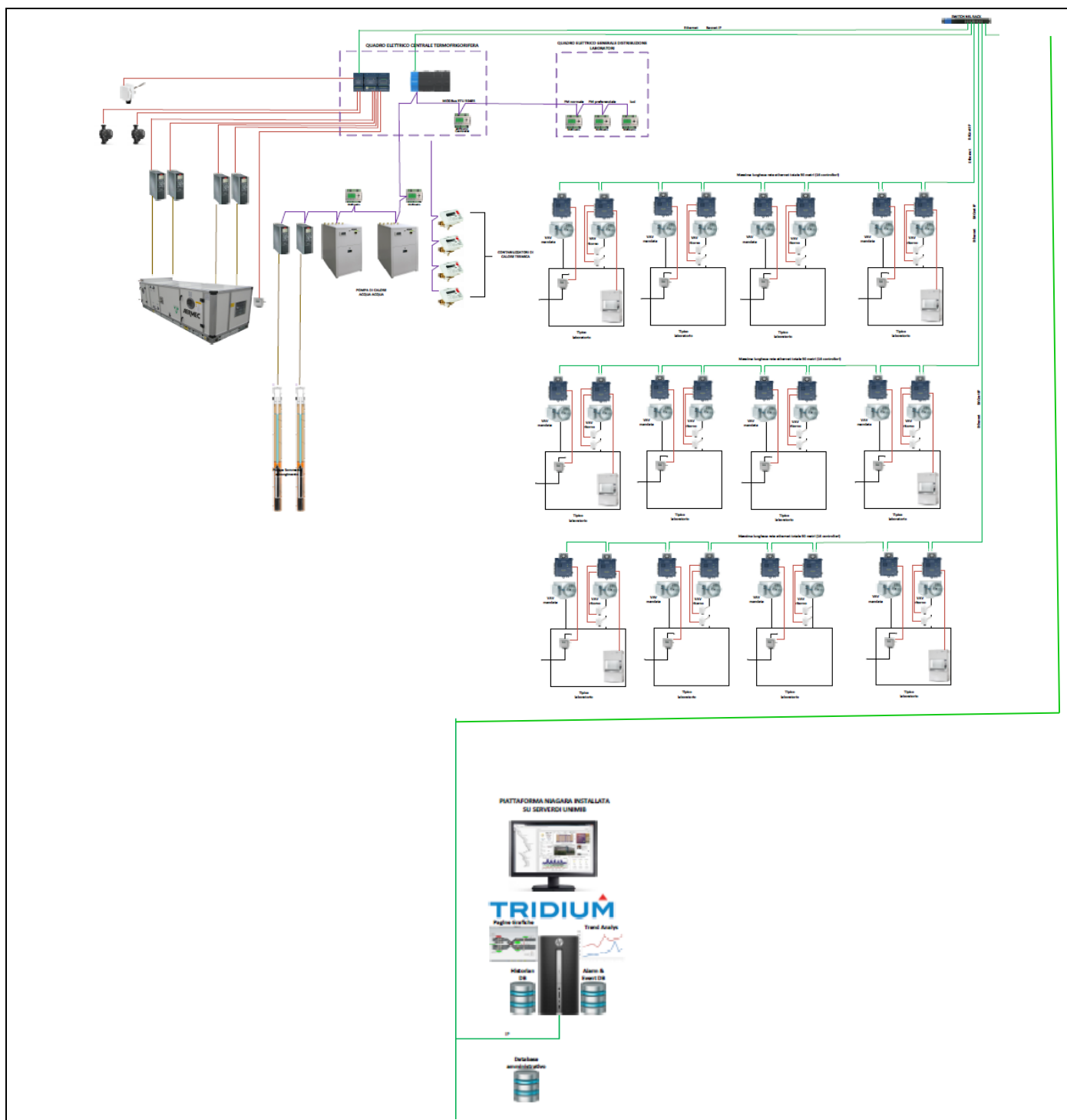


Figura 3 – Schema “logica” funzionalità del sistema di regolazione automatica centralizzata

Nella centrale termofrigorifera verranno installate le apparecchiature per la filtrazione e il trattamento chimico delle acque tecnologiche.

La produzione dell’acqua calda sanitaria verrà realizzata localmente utilizzando un sistema a scambio diretto utilizzando l’acqua tecnica del “puffer caldo”, il sistema sarà dotato di un circuito di ricircolo sanitario al fine di garantire una immediata circolazione di ACS ai singoli apparecchi sanitari.

Verrà realizzato ex-novo l'intero impianto di scarico acque nere e grigie che, sfruttando il vespaio di nuova realizzazione convoglierà la rete di scarico alla vasca di accumulo esistente dove si prevedrà l'installazione di nuove elettropompe di rilancio acque reflue.

Verrà realizzato l'impianto di gas medicali secondo l'installazione delle nuove apparecchiature. Le cappe "laminari" che verranno installate nei locali denominati "procedura" saranno dotate di canne di esalazione che verranno convogliate sulla copertura dell'edificio U1 dove troveranno collocazione sia i ventilatori che le filtrazioni richieste dalla tipologia della cappe.

Verrà modificato l'impianto antincendio a manichette UNI 45 secondo il nuovo lay-out architettonico.

3. DATI DI PROGETTO

I dati riportati di seguito sono stati desunti dalla Normativa di riferimento o dalla buona tecnica di progettazione.

Nel caso in cui essi siano stati modificati dalla Normativa di riferimento a seguito di valutazioni tecniche derivanti da esperienze professionali e/o espressamente da richieste dell'Ufficio Tecnico della Proprietà, ciò è stato evidenziato con l'indicazione "diff".

3.1. DATI CLIMATICI INVERNALI

Provincia di appartenenza
 MI - MILANO

Comuni della provincia di MILANO
 Milano

Provincia di riferimento per il calcolo dei dati climatici
 MI - MILANO

Latitudine 45 ° 27 '

Longitudine 9 ° 11 '

Altitudine s.l.m. 122 m

Temperatura di progetto -5,0 °C

Temperatura media annuale 14,3 °C

Temperatura media stagione di riscaldamento 7,8 °C

Fattore climatico di carico termico 0,49

Gradi giorno 2404

Zona climatica E

Durata della stagione di riscaldamento 183 giorni

Irradianza media del mese di massima insolazione 269,6 W/m²

Velocità del vento media annuale 1,7 m/s

3.2. BIN RISCALDAMENTO

°C	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
▶ -5	12,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4	17,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3	23,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,80
-2	30,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76
-1	38,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,45
0	45,71	16,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,83
1	52,47	23,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,99
2	57,90	32,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,49
3	61,42	41,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,98	86,02
4	62,64	51,47	17,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,15	86,17
5	61,41	59,69	27,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,10	79,90
6	57,87	65,40	39,62	8,34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,11	68,58
7	52,43	67,71	53,45	11,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,19	54,48
8	45,66	66,23	66,99	16,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,60	118,64	40,07
9	38,22	61,21	78,00	21,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,75	101,25	27,27
10	30,76	53,45	84,38	25,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,37	73,47	17,18
11	23,80	44,10	84,79	30,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,76	45,33	0,00
12	17,70	34,38	79,17	33,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,18	23,78	0,00
13	12,65	25,32	68,67	35,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	51,21	0,00	0,00
14	0,00	17,62	55,33	34,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	54,67	0,00	0,00
15	0,00	11,59	41,43	32,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,52	0,00	0,00
16	0,00	0,00	28,81	29,56	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45,41	0,00	0,00
17	0,00	0,00	18,62	25,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	35,34	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	20,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,75	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	15,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,60	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	11,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,85	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	7,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3.3. BIN ACQUA CALDA SANITARIA

°C	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
▶ -5	12,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-4	17,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
-3	23,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	16,80
-2	30,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,76
-1	38,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	39,45
0	45,71	16,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	53,83
1	52,47	23,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	67,99
2	57,90	32,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,49
3	61,42	41,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,98	86,02
4	62,64	51,47	17,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	44,15	86,17
5	61,41	59,69	27,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	72,10	79,90
6	57,87	65,40	39,62	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,11	68,58
7	52,43	67,71	53,45	23,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	118,19	54,48
8	45,66	66,23	66,99	32,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,86	118,64	40,07
9	38,22	61,21	78,00	42,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,07	101,25	27,27
10	30,76	53,45	84,38	51,91	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	40,79	73,47	17,18
11	23,80	44,10	84,79	60,48	14,70	0,00	0,00	0,00	0,00	59,74	45,33	0,00
12	17,70	34,38	79,17	66,86	20,55	0,00	0,00	0,00	13,02	78,73	23,78	0,00
13	12,65	25,32	68,67	70,15	27,53	0,00	0,00	0,00	19,63	93,39	0,00	0,00
14	0,00	17,62	55,33	69,83	35,34	15,46	0,00	0,00	27,98	99,69	0,00	0,00
15	0,00	11,59	41,43	65,96	43,48	20,46	13,24	0,00	37,71	95,78	0,00	0,00
16	0,00	0,00	28,81	59,12	51,26	26,18	17,77	15,24	48,04	82,81	0,00	0,00
17	0,00	0,00	18,62	50,29	57,93	32,39	23,08	21,22	57,87	64,44	0,00	0,00
18	0,00	0,00	0,00	40,59	62,74	38,75	29,01	28,31	65,90	45,13	0,00	0,00
19	0,00	0,00	0,00	31,08	65,12	44,82	35,29	36,19	70,94	28,44	0,00	0,00
20	0,00	0,00	0,00	22,59	64,78	50,13	41,54	44,33	72,20	16,13	0,00	0,00
21	0,00	0,00	0,00	15,58	61,76	54,22	47,33	52,05	69,47	0,00	0,00	0,00
22	0,00	0,00	0,00	0,00	56,43	56,69	52,19	58,56	63,19	0,00	0,00	0,00
23	0,00	0,00	0,00	0,00	49,41	57,32	55,69	63,15	54,34	0,00	0,00	0,00
24	0,00	0,00	0,00	0,00	41,47	56,03	57,52	65,26	44,17	0,00	0,00	0,00
25	0,00	0,00	0,00	0,00	33,35	52,96	57,49	64,62	33,95	0,00	0,00	0,00
26	0,00	0,00	0,00	0,00	25,71	48,40	55,62	61,33	24,67	0,00	0,00	0,00
27	0,00	0,00	0,00	0,00	18,99	42,77	52,07	55,78	16,95	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	13,45	36,55	47,18	48,62	0,00	0,00	0,00	0,00
29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,19	41,37	40,62	0,00	0,00	0,00	0,00
30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,12	35,11	32,51	0,00	0,00	0,00	0,00
31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,63	28,83	24,94	0,00	0,00	0,00	0,00
32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,91	22,92	18,34	0,00	0,00	0,00	0,00
33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,63	12,92	0,00	0,00	0,00	0,00
34	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

3.4. PROFILO DI TEMPERATURE DEL GIORNO TIPO MENSILE

ora	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	2.89	5.75	8.60	10.89	16.28	19.49	21.09	21.33	17.55	12.52	6.35	2.49
2	2.75	5.52	8.23	10.46	15.83	18.91	20.69	20.96	17.30	12.33	6.25	2.40
3	2.65	5.28	8.01	10.11	15.46	18.51	20.19	20.50	17.06	12.07	6.11	1.81
4	2.51	5.10	7.87	9.76	15.10	18.02	19.79	20.22	16.74	11.88	5.97	2.13
5	2.41	4.93	7.65	9.50	14.92	17.93	19.59	20.04	16.49	11.69	5.88	2.04
6	2.32	4.81	7.57	9.41	15.19	18.32	19.79	20.04	16.33	11.56	5.74	1.95
7	2.22	4.69	7.43	9.50	15.65	19.10	20.39	20.13	16.25	11.43	5.69	1.95
8	2.32	4.87	7.79	10.19	16.74	20.38	21.59	20.87	16.74	11.69	5.83	1.99
9	2.65	5.46	8.82	11.76	18.38	22.04	23.39	22.52	18.11	12.58	5.93	2.35
10	3.18	6.34	10.28	13.94	20.47	24.10	25.59	24.82	20.06	13.99	7.19	2.89
11	4.04	7.41	11.74	15.76	22.20	25.77	27.39	26.85	21.92	15.40	8.13	3.61
12	4.91	8.41	12.83	16.81	23.11	26.65	28.39	27.95	22.97	16.36	8.93	4.47
13	6.06	9.53	13.78	17.50	23.65	27.24	28.99	28.60	23.78	17.19	9.78	5.50
14	6.73	10.24	14.44	17.94	23.84	27.53	29.29	28.87	24.19	17.64	10.25	6.13
15	6.92	10.53	14.58	18.02	23.93	27.63	29.39	28.96	24.19	17.70	10.34	6.27
16	6.83	10.47	14.51	17.76	23.74	27.43	29.29	28.87	23.86	17.51	10.16	6.09
17	6.40	10.06	14.00	17.24	23.29	26.94	28.79	28.50	23.22	16.94	9.73	5.64
18	5.77	9.35	13.27	16.46	22.65	26.26	28.09	27.77	22.41	16.17	9.07	5.05
19	4.86	8.35	12.25	15.41	21.74	25.37	27.19	26.76	21.35	15.14	8.18	4.20
20	4.09	7.52	11.22	14.37	20.65	24.30	26.09	25.74	20.38	14.31	7.48	3.52
21	3.71	6.99	10.57	13.50	19.56	23.22	24.99	24.64	19.65	13.74	7.10	3.16
22	3.42	6.64	9.91	12.54	18.38	21.85	23.59	23.44	18.92	13.35	6.87	2.98
23	3.23	6.34	9.40	11.85	17.47	20.77	22.49	22.52	18.27	12.97	6.68	2.80
24	3.04	6.05	8.96	11.24	16.92	20.08	21.69	21.79	17.87	12.65	6.44	2.62

	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
Fshut	0.54	0.56	0.61	0.70	0.72	0.90	0.95	0.92	0.69	0.65	0.55	0.53

3.5. DATI DI RIFERIMENTO PERIODO ESTIVO

	Temperatura [°C]	Pressione [Pa]	Umidità rel. [%]	Irradiazione orizz. giornaliera [kWh/m²]	Velocità del vento [m/s]
▶ gennaio	4,0	682	84	1,4	0,0
febbraio	7,1	766	76	2,0	0,0
marzo	10,6	810	64	3,3	0,0
aprile	13,4	1048	68	4,5	0,0
maggio	19,4	1523	68	5,3	0,0
giugno	22,8	1548	56	6,3	0,0
luglio	24,5	1775	58	6,5	0,0
agosto	24,3	1864	61	5,3	0,0
settembre	19,8	1265	55	4,2	0,0
ottobre	14,1	1323	82	2,2	0,0
novembre	7,5	822	79	1,2	0,0
dicembre	3,5	633	81	1,0	0,0

3.6. IRRADIANZA ORARIA DEL GIORNO DI MASSIMA INSOLAZIONE

Irradianza oraria del giorno di massima insolazione [W/m²]										
	T [°C]	Orizz.	Sud	SE	Est	NE	Nord	NO	Ovest	SO
▶ 1	21,5									
2	20,9									
3	20,4									
4	20,0									
5	19,9	27,0	9,9	52,5	124,6	130,1	64,7	9,9	9,9	9,9
6	20,1	195,3	48,9	308,7	557,6	508,0	191,7	49,5	49,5	49,5
7	20,7	379,9	85,7	506,3	749,2	596,7	149,8	79,0	79,0	79,0
8	21,8	552,6	172,6	628,0	764,6	539,6	109,3	102,3	102,3	102,3
9	23,4	700,2	315,2	675,2	713,8	407,0	121,1	120,3	120,3	120,3
10	25,2	813,3	432,1	650,6	568,8	239,5	133,3	133,3	133,3	140,0
11	27,2	884,9	507,6	562,1	374,8	148,6	141,6	141,6	141,6	245,1
12	29,1	912,0	533,6	421,8	156,3	144,3	144,3	144,3	156,3	421,2
13	30,6	884,9	507,6	245,1	141,6	141,6	141,6	147,1	374,8	562,1
14	31,5	813,3	432,1	140,0	133,3	133,3	133,3	239,5	568,8	650,6
15	31,9	700,2	315,2	120,3	120,3	120,3	121,1	407,0	713,8	675,2
16	31,5	552,6	172,6	102,3	102,3	102,3	109,3	539,6	764,6	628,0
17	30,7	379,9	85,7	79,0	79,0	79,0	149,8	596,7	749,2	506,3
18	29,4	195,3	48,9	49,5	49,5	49,5	191,7	508,0	557,6	308,7
19	27,8	27,0	9,9	9,9	9,9	9,9	64,7	130,1	124,6	51,1
20	26,3									
21	24,9									
22	23,7									
23	22,8									
24	22,1									

3.7. CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO

3.7.1. *Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)*

- Temperatura esterna BS: (diff) + 35°C
- Escursione termica giornaliera: 12°C
- Umidità relativa esterna alla temperatura massima: (diff) 50%
- Latitudine di calcolo: 45° 46'
- Longitudine di calcolo: 8° 56'
- Altitudine nominale di calcolo: 122 m
- Temperatura BS per funzionamento gruppi refrigeratori: + 35°C

3.7.2. *Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)*

- Temperatura minima invernale di calcolo impianti: (diff) 7°C
- Umidità relativa alla temperatura minima: (diff) 70%
- Gradi giorno Milano (MI): 2404
- Giorni di riscaldamento: 183
- Zona climatica: E
- Temperatura minima invernale per protezioni antigelo: -10°C
- Velocità media del vento annua: 4,2 m/s

3.7.3. *Dati Tecnici dimensionamento principali apparecchiature*

- Superficie utile da climatizzare ~ 305 mq
- Volume netto da climatizzare ~ 823 mc
- Ricambi A.E. UTA 3531,94 l/s
- Aria di Espulsione 3209,97l/s
- Potenzialità Termica G.F. 114,1x2 KWT
- Potenzialità Frigorifera G.F. 81,98x2 KWF

3.8. CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO PER CALCOLO DEI TERMINALI

3.8.1. *Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)*

- Temperatura esterna BS: + 32°C
- Umidità relativa esterna alla temperatura massima: 50%

3.8.2. *Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)*

- Temperatura minima invernale di calcolo impianti: - 5°C
- Umidità relativa alla temperatura minima: 80%

3.9. CONDIZIONI CLIMATICHE ESTERNE DI PROGETTO PER CALCOLO DELLE BATTERIE UTAP

3.9.1. *Periodo Estivo (riferimento UNI 10339)*

- Temperatura esterna BS: (diff) + 35°C
- Umidità relativa esterna alla temperatura massima: (diff) 50%

3.9.2. *Periodo Invernale (UNI 5364 - DPR 28-6-1977 – UNI 10339)*

- Temperatura minima invernale di calcolo impianti: (diff) - 7°C
- Umidità relativa alla temperatura minima: (diff) 70%

3.10. DATI DI PROGETTO DEGLI AMBIENTI

Condizioni Esterne

Stagione di Progetto	Temperatura B.S.	Umidità
Estate	32,0 °C	48 %
Inverno	-5 °C	80 %

Condizioni termoigrometriche esterne di progetto

Stagione di Progetto	Temperatura	Umidità
Estate	35 °C	48 %
Inverno	-7 °C	85 %

Fluidi disponibili in sito

Tipologia	Estate	Inverno
Acqua refrigerata	7 – 12 °C	
Acqua calda per riscaldamento		50 – 45 °C
Acqua calda per produzione sanitario accumulo puffer	50 °C	50 °C
Acqua potabile (sarà derivata dalla rete generale di distribuzione esistente all'interno del Polo Universitario)		
Acqua per uso antincendio (sarà derivata dall'anello generale di distribuzione esistente all'interno del Polo Universitario)		

3.10.1. Condizioni interne di progetto

I criteri di progetto hanno carattere generale, tuttavia particolari destinazioni d'uso possono richiedere condizioni termoigrometriche, tassi di ricambio d'aria esterna/estrazione o carichi interni di dissipazione termica diversificati in funzione delle necessità specifiche.

Le portate minime di aria esterna e l'indice di affollamento dei locali sono definiti in accordo alla norma UNI EN 15251 edizione 2008, UNI EN 13779 ed. 2005 ed alla norma UNI 10339 ed. 1995, oppure in funzione degli arredi e delle caratteristiche di utilizzazione definite per specifiche destinazioni d'uso.

Per l'interpretazione dei criteri di progetto sono utilizzate le seguenti abbreviazioni:

I = Inverno

E = Estate

n.c. = non controllato

+ = ambiente in sovrappressione

- = ambiente in depressione

Nota: la sovrappressione o depressione richiesta si intende nell'ordine di 0,2÷0,3 vol.amb./h salvo ove diversamente indicato.

3.10.2. Locali Stabulari (zona roditori)

Temperatura bulbo secco (I÷E) : +22 ÷ +24°C

Umidità relativa (I÷E) : 50%÷ 50%

Tipologia impianto : VAV+P (Impianto a tutt'aria esterna a portata costante +

Filtrazione	: H14
Pressione rispetto agli ambienti circostanti	: +
Ricambi minimi d'aria esterna	: 18 ric/h
Ricircolo	: NO
Livello sonoro	: max. 35 dB(A)

3.10.3. Locali Stabulari (zona zebrafish)

Temperatura bulbo secco (I÷E)	: +18 ÷ +24°C
Umidità relativa (I÷E)	: 50%÷ 50%
Tipologia impianto	: VAV+P (Impianto a tutt'aria esterna a portata costante + controllo pressioni ambienti)
Filtrazione	: H14
Pressione rispetto agli ambienti circostanti	: +
Ricambi minimi d'aria esterna	: 18 ric/h
Ricircolo	: NO
Livello sonoro	: max. 35 dB(A)

3.10.4. Sala Operatoria

Temperatura bulbo secco (I÷E)	: +22 ÷ +22°C
Umidità relativa (I÷E)	: 45%÷ 50%
Tipologia impianto	: VAV+P (Impianto a tutt'aria esterna a portata variabile o a portata costante con riduzione della portata notturna + controllo pressioni ambienti)
Filtrazione	: H14
Pressione rispetto agli ambienti circostanti	: ++
Ricambi minimi d'aria esterna	: 18 ric/h
Ricircolo	: NO
Livello sonoro	: max. 40 dB(A)

3.10.5. Laboratori procedure

Temperatura bulbo secco (I÷E)	: +21 ÷ +24°C
Umidità relativa (I÷E)	: 45%÷ 55%
Tipologia impianto	: VAV+P (Impianto a tutt'aria esterna a portata variabile o a portata costante con riduzione della portata notturna + controllo pressioni ambienti)
Filtrazione	: EU8/H14
Pressione rispetto agli ambienti circostanti	: +
Ricambi minimi d'aria esterna	: 15 ric/h
Ricircolo	: NO
Livello sonoro	: max. 40 dB(A)

3.10.6. Corridoio

Temperatura bulbo secco (I÷E)	: +20 ÷ +26°C
Umidità relativa (I÷E)	: 45%÷ 55%
Tipologia impianto	: VAV+P (Impianto a tutt'aria esterna a portata variabile o a portata costante con riduzione della portata notturna + controllo pressioni ambienti)
Filtrazione	: EU8
Pressione rispetto agli ambienti circostanti	: ±
Ricambi minimi d'aria esterna	: 6 ric/h
Ricircolo	: NO
Livello sonoro	: max. 45 dB(A)

3.10.7. Locali igienici

Temperatura bulbo secco (solo riscaldamento)	: 22° C
Ricambi <u>minimi</u> in estrazione con funzionamento continuato (esclusi antibagni)	: 8 vol/h

3.10.8. Tolleranze

Tolleranze temperatura ed umidità interne di progetto stabulari- laboratori - uffici

Stagione di Progetto	Temperatura	Umidità	Portata d'aria
Estate	+/- 1°C	+/- 5%	± 5%
Inverno	+/- 1°C	+/- 5%	± 5%

Tolleranze temperatura ed umidità interne di progetto corridoi – locali servizi - depositi

Stagione di Progetto	Temperatura	Umidità	Portata d'aria
Estate	+/- 1°C	n.c.	± 10%
Inverno	+/- 1°C	n.c.	± 10%

Per gli ingressi ed in genere per i locali con accesso da zone a temperatura non controllata, i limiti di tolleranza sopra indicati potranno essere superati solo in particolari momenti o per situazioni transitorie (aperture frequenti di porte ecc.).

3.10.9. Indici di affollamento

Sono definiti in genere in accordo alle norme UNI EN 13779 edizione 2009 e UNI 10339 ed. 1995, oppure in funzione degli arredi e delle caratteristiche di utilizzazione per specifiche destinazioni d'uso. In particolare sono assunti i seguenti affollamenti specifici:

- Zona attesa/ingresso : 0,2 persone/m²
- Uffici : 0,1 persone/m²
- Stabulari : 0,1 persone/m²

3.10.10. Carichi interni

- Carichi interni dovuti all'illuminazione ed alla forza motrice:
- Carico parametrico uffici e simili : 20 W/m²
- Illuminazione (carico medio su tutte le superfici) : 15 W/m²
- Forza motrice(carico medio su tutte le superfici) : 20 W/m²
- Forza motrice laboratori : 30 W/m²
- Locale quadri elettrici/UPS : 3,0KW

Ai suddetti carichi andranno aggiunti i carichi sensibili interni peculiari delle apparecchiature previste per particolari destinazioni d'uso quali, per esempio, i locali server ecc.

3.10.11. Carichi per persone:

- sensibile: 75 W/cad.
- latente: 65 W/cad.

3.10.12. Velocità dell'aria in ambiente

Per tutti i locali si fa riferimento al volume convenzionalmente occupato, così come definito dalla UNI 10339 (porzione del locale delimitata dal pavimento, da una superficie orizzontale posta ad una altezza di 1,80 m al di sopra del pavimento e dalle superfici verticali poste a distanza di 0,60 m da ciascuna delle pareti del locale o delle apparecchiature per la climatizzazione ambientale).

Entro tale volume le massime velocità dell'aria ammesse saranno:

- in fase di riscaldamento: 0,15 m/s
- in fase di raffreddamento: 0,20 m/s

3.10.13. Valutazione dei carichi termici

Nella presente relazione tecnica saranno evidenziate le necessarie informazioni che hanno condotto alla valutazione dei carichi termici estivi ed invernali per ogni ambiente, punto di partenza per discriminare una scelta in termini tecnici ed economici dell'impianto più idoneo, in base anche alla destinazione d'uso dei locali, all'occupazione degli stessi ed alla disponibilità degli spazi per collocare le macchine e gli impianti di servizio

3.10.14. Condizioni di progetto

Le condizioni termiche, gli indici di affollamento e di rinnovo dell'aria sono riportati nel seguito per le singole zone considerate.

Il valore massimo della temperatura media ambiente per i locali riscaldati è pari a 21°C±1°C di tolleranza (DPR 412/93 art. 4 comma 1); Il numero di volumi d'aria ricambiati in un ora è variabile da 2 a 15 in base alla

destinazione d'uso; Il valore degli apporti gratuiti interni è pari a 6W/m² (norma UNI 10379, prospetto VIII); In via cautelativa si suppone che i locali confinanti non siano riscaldati.

Per la corretta valutazione dei carichi si sono utilizzate delle condizioni di progetto fissate dalle Normative vigenti (norme UNI 10339) e dal DPR 412 del 1993.

Il calcolo è stato realizzato sull'intero blocco "stabulario" considerando le zone adiacenti non oggetto dell'intervento come zone non condizionate. Nei calcoli delle dispersioni invernali è stato considerato un incremento del 25% della potenza di picco, per tener conto dell'intermittenza di funzionamento, conformemente alle norme UNI 7357-74 e del 5% sul carico di picco estivo.

Si è supposto un affollamento medio degli ambienti (riportato nelle tabelle sopra inserite); ogni persona contribuisce con un carico termico sensibile e latente in funzione del tipo di attività e della temperatura interna; si suppone inoltre un carico sensibile dovuto all'illuminazione ed apparecchiature stimato sulla base di esperienze progettuali note in letteratura.

Il carico termico totale è dato dalla somma del carico termico sensibile e latente.

Il carico termico sensibile è dato dalla somma delle seguenti aliquote: potenza trasmessa attraverso i componenti opachi e trasparenti che separano la zona stessa dall'ambiente esterno o da ambienti non condizionati;

- carico dovuto alla radiazione solare
- carico sensibile dovuto alla presenza di persone;
- carico sensibile dovuto alla presenza di lampade e macchinari;
- carico sensibile dovuto alle infiltrazioni di aria esterna.

Esso rappresenta, quindi, ogni trasferimento di energia termica che avvenga secondo le modalità della conduzione, convezione ed irraggiamento e che abbia effetto soltanto sulla T_{ba} (temperatura a bulbo asciutto) e non sull'umidità specifica.

Il carico termico latente è legato a flussi di acqua, liquida o vapore, che attraversano il volume di controllo, ai quali sono connessi flussi convettivi di energia e ciò tende a causare una variazione dell'umidità specifica dell'aria interna.

Nel seguito si riportano i criteri progettuali del calcolo dei carichi termici nelle stagioni estive ed invernali.

I valori di potenza desunti dai singoli prospetti rappresentano il fabbisogno termico di ogni zona necessario a bilanciare il carico termico totale e quindi a mantenere le condizioni di temperatura interne di progetto.

3.10.15. *Calcolo carico termico invernale*

Il calcolo del carico termico invernale di un ambiente consiste nel determinare:

- Le dispersioni termiche verso l'esterno attraverso le pareti opache dell'edificio;
- le infiltrazioni di aria esterna negli ambienti non riscaldati, assunta convenzionalmente pari a 0,5 volumi ambiente/ora ma che nel caso di impianti ad aria primaria non viene considerata in quanto l'impianto provvede a mantenere costantemente l'ambiente in leggera sovrappressione impedendo le infiltrazioni dell'aria dall'esterno. La sovrappressione è garantita dall'aria prelevata dall'esterno che dopo essere stata trattata, verrà immessa in ambiente per migliorare la qualità dell'aria.
- Le dispersioni termiche attraverso le pareti dell'edificio confinanti con locali non riscaldati o con il terreno o a temperatura fissata;
- Le dispersioni termiche attraverso le superfici trasparenti;
- eventuali apporti gratuiti;

A tali dispersioni di calore viene applicata una correzione per tenere conto dell'esposizione.

Queste correzioni tengono conto di vari fattori, quali l'insolazione normale, il diverso grado di umidità delle pareti, la diversa velocità e temperatura dei venti delle varie provenienze. Nella fattispecie sono stati considerati i valori nell'intervallo previsto dalla UNI 7357 di riferimento.

3.10.16. Calcolo carico termico estivo (rif. Norme uni 10345, 10349, 10355)

Il metodo utilizzato per il calcolo dei carichi termici estivi dei locali è il metodo Pizzetti Carrier basato sull'applicazione di idonei fattori di accumulo del calore radiante e sulla valutazione di una differenza di temperatura equivalente per tener conto della radiazione solare sulle superfici opache. Il calcolo è stato eseguito in diverse ore del giorno: dalle 08:00 alle 18:00 nel mese più caldo.

Si è ipotizzato, ma è buona norma che si utilizzino, schermature esterne che determinano una certa riduzione degli apporti solari diretti.

Per l'aria esterna di infiltrazione si è considerato un valore nullo nei calcoli in quanto l'impianto prevede l'immissione di aria primaria. Il carico frigorifero legato al trattamento termo igrometrico dell'aria di rinnovo è stato calcolato come segue.

Il carico sensibile dovuto all'aria esterna si calcola con la seguente relazione:

$$Q_{s,A.ext} = V * C_p * \Delta T_{i,e} [W]$$

in cui:

- C_p capacità termica volumica 0,34 Wh/ m³°C
- V portata aria esterna m³/h
- $\Delta T_{i,e}$ differenza di temperatura interno-esterno °C
- Il carico latente dovuto al vapore contenuto nell'aria esterna si calcola con la seguente relazione:

$$Q_{L,A.ext} = \rho * V * c * \Delta x_{i,e} [W]$$

in cui:

- c calore latente di evaporazione dell'acqua 0,692 Wh / g acqua
- V portata aria esterna m³/h
- ρ massa volumica dell'aria 1,20 kg/m³
- i e x , D è la differenza di titolo dell'aria interno-esterno g acqua/kg aria

Il calore latente e sensibile dovuto alla presenza di persone si assume in relazione al tipo di attività ed alla temperatura ambiente secondo il seguente prospetto:

Grado di attività	Applicazioni tipiche	Sensibile (W)	Latente (W)	Totale (W)
Seduto con attività moderata	Uffici – studi - ambulatori	64	70	134

3.10.17. Risultati

I calcoli dei carichi termofrigoriferi sono stati effettuati con un apposito software di progettazione termotecnica. I risultati dei calcoli sono riportati nell'allegato "Relazione di Calcolo" considerato parte integrante della presente relazione.

4. RETE DI DISTRIBUZIONE IDRAULICA – CRITERI

Per il dimensionamento delle reti di distribuzione, come prima fase sono state determinate le portate richieste per il corretto funzionamento delle apparecchiature utilizzando la seguente formula:

$$G = \frac{P}{c\Delta_t} v$$

dove:

v = Volume specifico dell'acqua;

t D = salto termico richiesto;

P = potenza termica richiesta;

Una volta determinate le portate, il diametro delle tubazioni è stato scelto in funzione della velocità del fluido che attraversa il tubo per la quale è stata utilizzata la seguente formula:

$$V = \frac{G}{A}$$

dove:

V = velocità, m/s

G = portata volumetrica, m³/s

A = sezione netta del condotto, m².

Nei tubi che convogliano acqua per il riscaldamento o per il condizionamento, il valore ottimale della velocità dipende essenzialmente da quattro fattori: l'entità delle perdite di carico, la rumorosità, la corrosione - erosione e il trascinamento dell'aria.

Nel dimensionare correttamente la rete di distribuzione, sono stati rispettati i seguenti parametri:

Velocità (m/s) consigliate per reti ad acqua calda e refrigerata

	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Derivazione alle unità terminali
tubazioni in acciaio	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7
tubazioni in rame	0,9 ÷ 1,2	0,5 ÷ 0,9	0,2 ÷ 0,5
Tubazioni in materiale	1,5 ÷ 2,5	0,5 ÷ 1,5	0,2 ÷ 0,7

plastico

Quindi, utilizzando la formula del calcolo della velocità e impostando la velocità desiderata, si è ottenuto la sezione netta delle tubazioni e si è passati alla successiva determinazione delle perdite di carico.

Le perdite di carico continue sono state calcolate con la seguente formula generale:

$$r = \frac{Fa}{D} \rho \frac{v^2}{2}$$

dove:

r = perdita di carico unitaria, Pa/m

Fa = fattore di attrito, adimensionale

D = diametro interno del condotto, m

ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del fluido, m/s

L'Impianto di distribuzione termo fluidica, comprende le tubazioni di andata e ritorno dai gruppi frigoriferi al collettore primario, le tubazioni che vanno dal collettore primario alle unità di condizionamento.

La distribuzione in pianta di tali tubazioni è visionabile nella tavola allegata.

I fluidi termo vettori primari, prodotti dai gruppi frigoriferi, avranno le seguenti temperature:

- Acqua refrigerata 7 -12 °C
- Acqua calda 45-50 °C

Le tubazioni, per il circuito primario e per una parte del circuito secondario, dovranno essere realizzate in acciaio nero saldato di testa con raccorderia a saldare e flange di accoppiamento delle principali apparecchiature e dispositivi inseriti in linea. Per le tubazioni finali, cioè quelle che a partire dal secondario alimentano le batterie di post-riscaldamento e/o unità di condizionamento, dovranno essere realizzate in multistrato.

Il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato assumendo i valori massimi consentiti di velocità dei fluidi e di perdita di carico specifica.

Il dimensionamento della rete di distribuzione dei fluidi è svolto con l'obiettivo di garantire che a ciascuna utenza (batteria di post-riscaldamento e/o unità di condizionamento) vengano assicurate le caratteristiche di portata e pressione prescritte tecnicamente e nel rispetto delle normative.

La geometria delle reti e le sezioni adottate per la rete distributiva mirano ad ottenere un bilanciamento della rete alle diverse utenze. Il metodo di calcolo adottato è quello a perdita di carico costante per unità di lunghezza delle tubazioni.

In pratica, partendo dal ramo principale con una velocità del fluido prefissata che renda sufficientemente contenuto il rumore prodotto, si dirama nel collettore secondario e dal collettore alle utenze con dimensioni tali da rendere la perdita di carico per unità di lunghezza costante ed uguale al valore iniziale.

Negli impianti termo fluidici il fluido termo vettore per eccellenza è l'acqua. Le principali proprietà dell'acqua che interessa conoscere sono le seguenti:

- massa volumica, (espressa in kg/m³ a 20 °C e 101,325 kPa) rH₂O = 998,3 kg/m³
- viscosità dinamica (a 20 °C e 101,325 kPa) mH₂O = 1,0 mN s/m²

- viscosità cinematica nH₂O = 1,0 mm²/s (centistokes)

La letteratura tecnica mette a disposizione le proprietà fisiche dell'acqua alle differenti condizioni di esercizio.

Nella rete di distribuzione fluidica si riscontrano due tipologie di perdite di carico:

- perdita di carico distribuita
- perdita di carico concentrata

La prima perdita di carico esprimibile in Pa/m si genera per via dell'attrito del fluido vettore (acqua) lungo le pareti delle tubazioni e la sua espressione analitica generale è la seguente:

$$\Delta p_d = \frac{F_a}{D} \rho \frac{v^2}{2}$$

dove i termini rappresentano le seguenti grandezze:

Δp_d : perdita di carico distribuita [Pa/m]

F_a = fattore di attrito, adimensionale

D = diametro interno del condotto, m

ρ = massa volumica del fluido, kg/m³

v = velocità media del fluido, m/s

Il moto di un fluido all'interno di una tubazione può essere di tipo laminare o di tipo turbolento in funzione del numero di Reynolds così espresso:

$$Re = \frac{wD}{\nu}$$

Re : numero di Reynolds [adimensionale]

w : velocità del fluido [m/s]

D : diametro interno della tubazione [m]

ν : viscosità cinematica [m²/s]

Il dominio di variazione di tale parametro può essere suddiviso in tre fasce così distinte:

$0 < Re < 2000$ moto laminare

$2000 < Re < 2500$ moto transitorio

$Re > 2500$ moto turbolento

L'equazione della perdita di carico distribuita assume due diverse espressioni analitiche a seconda che vi si trovi nel moto laminare o turbolento e la stessa equazione non è ben definibile analiticamente qualora il numero di Reynolds ricada nella fascia dei valori di transizione.

Il caso che ricorre nel dimensionamento delle tubazioni idriche e quello del moto turbolento. All'interno di tale dominio, l'espressione relativa al coefficiente di attrito assume la seguente espressione analitica detta equazione di Colebrook:

$$\frac{1}{f} = 2 \log \frac{k}{3.7D} + \frac{2.51}{Re f^{0.5}}$$

dove oltre ai termini già definiti in precedenza troviamo il coefficiente "k" che rappresenta la rugosità della tubazione espressa in metri.

Questa è un'equazione implicita in "f" pertanto si presta ad essere risolta per via iterativa.

In funzione del coefficiente "k" si possono identificare le seguenti tre categorie di tubazioni:

- tubazioni a bassa rugosità (es. tubi in rame e materiale plastico) $0,002 < k < 0,007$
- tubazioni a media rugosità (es. tubi in acciaio nero e zincato) $0,020 < k < 0,090$
- tubazioni ad alta rugosità (es. tubi incrostati o corrosi) $0,200 < k < 1,000$

In applicazione dei principi illustrati nella premessa si è proceduto, note le portate da garantire in ciascun circuito (conseguenti le potenze ed i salti termici di progetto), alla scelta di sezioni di tubazioni in acciaio nero e in multistrato tali da provocare una perdita di carico sul fluido costante dell'ordine di 150 Pa/m. Le perdite di carico concentrate sono delle perdite di energia dovute alla presenza di pezzi speciali (deviazioni di percorso, valvolame, ecc.) lungo il percorso del fluido vettore e la loro espressione analitica è la seguente:

$$\Delta p_{ci} = \zeta \rho \frac{w^2}{2}$$

dove i termini rappresentano le seguenti grandezze:

Δp_{ci} : perdita di carico concentrata relativa all'i-esimo pezzo speciale [Pa]

ζ : coefficiente di perdita di carico localizzata [adimensionale]

w : velocità cinematica del fluido [m/s]

ρ : massa volumica del fluido [kg/m³]

La letteratura tecnica mette a disposizione una vasta serie di coefficienti in funzione degli elementi previsti nel circuito idraulico. Le perdite di carico relative ai terminali dei circuiti idraulici sono stati ricavati dalle schede tecniche dei componenti medesimi.

La sommatoria dei Δp_{ci} a loro volta sommati alle perdite di carico dei terminali di erogazione dell'energia ed alle perdite distribuite delle tubazioni porta ad avere la prevalenza che dovrà essere assicurata dal circolatore di competenza per garantire le portate di progetto.

La scelta dei gruppi di pompaggio è stata effettuata in modo tale che il punto di lavoro di ciascun circuito (Q , Δp_c) calcolato con la metodologia precedentemente descritta, ricada sulla curva di lavoro caratteristica di ciascun circolatore, evitando i punti estremi della curva medesima onde garantire una maggiore flessibilità di lavoro.

Foglio per dimensionamento linee di adduzione batterie di post - imp. Riscaldamento (si veda tabella allegata N° 1)

5. RETE AERAILICHE - CRITERI DIMENSIONAMENTO

5.1. GENERALITÀ

Le canalizzazioni servono al convogliamento dell'aria di mandata e di estrazione. Oltre all'installazione delle canalizzazioni, saranno forniti ed installati gli accessori indicati sui disegni o comunque necessari per collegare tra loro tutte le apparecchiature di trattamento dell'aria, le prese dell'aria esterna, gli eventuali cassoni di contenimento, i pezzi speciali di raccordo ai diffusori ed alle bocchette di mandata e di estrazione, nonché tutti i collegamenti flessibili tra le aspirazioni e la mandata dei ventilatori e dei canali. Ove possibile le diramazioni saranno del tipo dinamico proporzionate in rapporto alle portate d'aria derivate, ottenendo una migliore ripartizione delle portate, ridotta perdita di carico e rumorosità.

5.2. VELOCITÀ DELL'ARIA

Il dimensionamento delle canalizzazioni sia di mandata che di estrazione è stato effettuato rispettando i seguenti limiti massimi di velocità, derivati sia dalle normative vigenti che dalle buone regole dell'arte:

5.3. VELOCITÀ DELL'ARIA NEI CANALI

Canali principali 4,0 m/s

Canali secondari 3,0 m/s

Canali terminali 3,0 - 2,0 m/s

Presa aria esterna 2,5 m/s

5.4. VELOCITÀ DELL'ARIA NELLE APPARECCHIATURE DI DIFFUSIONE

Diffusori circolari e bocchette 2,0 - 3,0 m/s

Bocchette di estrazione 2,0 - 2,5 m/s

Griglie di ripresa 2,0 m/s

5.5. MOVIMENTO DELL'ARIA

La distribuzione dell'aria negli ambienti viene effettuata in modo da garantire che il flusso di aria immesso si misceli convenientemente con l'aria ambiente in tutto il volume convenzionale occupato, nel rispetto delle prescrizioni riportate nella norma UNI 10339 punto 9.1.3 ed appendice C.

Velocità residua dell'aria in ambiente 0,15 - 0,25 m/sec.

5.6. PERDITE DI CARICO MASSIME NELLE CANALIZZAZIONI

Perdite di carico massime nelle canalizzazioni:

- 0,8 Pa/m per le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria a bassa velocità;
- 2 Pa/m per le canalizzazioni di distribuzione e ripresa dell'aria ad alta velocità;

I canali di mandata ed estrazione a sezione rettangolare per installazione interna saranno realizzati in lamiera di acciaio zincati di spessore tra 6/10 e 15/10 in funzione delle dimensioni o in alternativa con pannelli sandwich preisolati dello spessore di 20 mm, composti da uno strato esterno di alluminio goffrato dello spessore di 0,08 mm, protetto con lacca poliestere; da uno strato intermedio di poliuretano espanso a celle chiuse di conducibilità 0,023 W/mK, densità 48-50 kg/mc e da uno strato interno in alluminio goffrato dello spessore di 0,08 mm.

I canali circolari rigidi saranno realizzati in lamiera di acciaio zincati di spessore tra 8/10 e 12/10 in funzione delle dimensioni. Saranno isolati con materassino in lana minerale trapuntata su carta kraft, dello spessore di 25 mm, conduttività termica = 0,04 W/mK, classe 1 di reazione al fuoco, resistente alla diffusione del vapore.

I canali circolari per l'estrazione dai servizi igienici saranno realizzati in lamiera di acciaio zincati di spessore tra 6/10 e 15/10 in funzione delle dimensioni.

I canali circolari flessibili, per il collegamento degli apparecchi aeraulici, saranno costituiti da un condotto interno a strati multipli di foglio di alluminio, microperforato, isolato acusticamente da fibra di vetro dello spessore di 25 mm, e protetto esternamente da alluminio laminato rinforzato in poliestere. Classe 0-1 di reazione al fuoco.

5.7. MATERIALI

Ove necessario, le condotte saranno dotate di appositi rinforzi in grado di garantire, durante l'esercizio, la tenuta meccanica alla pressione interna massima di esercizio. Le giunzioni tra condotto e condotto saranno realizzate per mezzo di apposite flangie e garantiranno una idonea tenuta pneumatica e meccanica. Le curve e i pezzi speciali saranno provvisti, ove indicato, di alette deflettrici. Le condotte saranno sostenute da appositi supporti con intervalli variabili in funzione della dimensione del canale. Gli accessori quali: serrande di taratura, serrande tagliafuoco, diffusori, ecc. saranno sostenuti in modo autonomo in modo che il loro peso non gravi sulle condotte. Le condotte saranno supportate autonomamente per evitare che il peso del canale venga trasferito sugli attacchi flessibili.

5.8. INSTALLAZIONE

Le condotte poste all'esterno saranno staffate sollevate da terra con apposite controventature e qualora poste orizzontalmente saranno installate con una pendenza sufficiente da poter drenare l'acqua.

Qualora le condotte attraversino il tetto saranno munite nella parte terminale di curve a "collo d'oca" allo scopo di evitare l'ingresso di acqua e neve.

Tutte le aperture delle condotte verso l'esterno, (espulsione, presa aria esterna, ecc.) saranno provviste di apposita griglia antivolatile.

Le curve e i pezzi speciali saranno provvisti, ove indicato, di alette deflettrici. Le curve saranno eseguite come segue:

- di norma con raggio di curvatura uguale alla larghezza del canale;
- qualora i raggi debbano essere minori, si impiegheranno dei deflettori.
- verranno impiegati i deflettori quando le lunghezze del tronco di canale a valle della curva non saranno tali da ottenere una stabilizzazione del flusso d'aria prima di un'accidentalità nel moto del fluido.

I collegamenti tra gli scambiatori di calore e le condotte saranno realizzati mediante appositi giunti antivibranti allo scopo di isolare dalle vibrazioni.

5.9. RAPPORTO DI FORMA

La sezione di canali sarà tale per cui la velocità dell'aria oscillerà tra 4,0-2,5 m/s, imponendo valori maggiori a valle della sezione ventilante e valori minori in corrispondenza delle bocchette di diffusione.

Viene definito come rapporto di forma K il rapporto tra i lati "a" e "b" della condotta rettangolare:

$$K = a/b \text{ con } K > 1$$

Le condotte rettangolari vengono dimensionate in fase di progettazione utilizzando il diametro equivalente, al quale corrispondono molte possibili combinazioni tra i lati "a" e "b"; tra tutte, la migliore e senz'altro quella che individua una sezione quadrata con rapporto di forma $K = 1$, poiché, passando da questa a una rettangolare, si ottiene un aumento della lamiera impiegata, quindi un maggior peso e, di conseguenza, un maggior prezzo di acquisto si indica in $K = 4$ il rapporto limite da utilizzare nel dimensionamento di una condotta anche in relazione alla perdita di carico.

5.10. SISTEMI DI CALCOLO

Una volta eseguito il tracciato della rete aeraulica, si passa al dimensionamento dei vari tronchi di condotte, utilizzando il metodo a perdita di carico costante; Secondo tale metodo, il più diffuso per gli impianti a bassa pressione, l'intera rete aeraulica viene dimensionata mantenendo costante la perdita di carico per metro lineare. Questo metodo risulta tecnicamente affidabile, perché consente un miglior bilanciamento delle diramazioni simmetriche. Quando all'interno della rete sono previste diramazioni con diverse lunghezze, si renderà necessaria la creazione di perdite di carico supplementari, ad esempio con l'inserimento di serrande di taratura, per equilibrare i vari tronchi e più in generale l'intero sistema. E' opportuno notare che ad ogni riduzione di portata (in corrispondenza, ad esempio, di una diramazione o di un terminale) corrisponde una riduzione della velocità dell'aria nella condotta. In conseguenza di ciò, si avrà una conversione di pressione dinamica in pressione statica, che controbilancerà parzialmente la caduta di pressione per attrito nel tratto di condotta successivo. Per il principio stesso su cui si basa, non è possibile ottenere, con questo metodo, una pressione statica uniforme a monte di ciascun terminale.

5.11. CRITERI COSTRUTTIVI

In funzione della pressione statica e della dimensione massima, i canali dovranno essere irrigiditi mediante rinforzi interni singoli o a croce. I vari tronchi di canale saranno giuntati fra di loro mediante flangie. Le giunzioni dovranno essere munite di idonee guarnizioni per evitare perdite di aria nelle canalizzazioni stesse. I cambiamenti di direzione verranno eseguiti mediante curve ad ampio raggio, con rapporto non inferiore ad 1,00 fra il raggio di curvatura e la dimensione della faccia del canale parallelo al piano di curvatura. Qualora per ragioni di ingombro fosse necessario eseguire curve a raggio stretto le stesse dovranno essere munite internamente di alette defletttrici per il convogliamento dei filetti di aria allo scopo di evitare fenomeni di turbolenza.

Saranno inserite alette defletttrici in tutte le curve (e stacchi raccordati) a valle delle quali vi sia, ad una distanza inferiore o pari ad 8 volte il lato "curvato" del canale, una bocchetta o un'altra diramazione.

Quando in una canalizzazione intervengano cambiamenti di sezione, di forma oppure derivazioni, i tronchi di differenti caratteristiche dovranno essere raccordati fra di loro mediante adatti pezzi speciali di raccordo.

5.12. PULIZIA DELLE CANALIZZAZIONI

Prima di essere posti in opera i canali dovranno essere puliti internamente e durante la fase di montaggio dovrà essere posta attenzione al fine di evitare l'intromissione di corpi estranei che potrebbero portare a malfunzionamenti o a rumorosità durante l'esercizio dell'impianto stesso.

5.13. ATTRAVERSAMENTI

Nell'attraversamento dei solai e delle pareti i fori di passaggio entro le strutture dovranno essere chiusi con guarnizioni di tenuta e/o con materiale intumescente.

5.14. PREDISPOSIZIONE PER I COLLAUDI

La Ditta Installatrice avrà l'onere di prevedere lungo le reti di canalizzazione delle opportune ispezioni per il rilevamento delle condizioni termoigrometriche e le portate in modo da verificare il perfetto funzionamento dell'impianto. L'ubicazione di tali ispezioni, quando non sia già evidenziato sui disegni allegati, dovrà essere deciso in accordo alla Direzione dei Lavori.

5.15. RACCORDI ANTIVIBRANTI

Nell'attacco ai gruppi di ventilazione, sia in mandata che in aspirazione, i canali dovranno essere collegati con la interposizione di idonei giunti antivibranti del tipo a soffietto flessibile.

Il soffietto dovrà essere eseguito in tessuto ininfiammabile e tale da resistere sia alla pressione che alla temperatura dell'aria convogliata; gli attacchi saranno del tipo a flangia.

5.16. DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

Particolare attenzione è stata posta nella scelta degli elementi di diffusione dell'aria in ambiente con l'adozione di diffusori o bocchette che garantissero buone qualità estetiche, valori minimi della rumorosità ed un buon effetto induttivo.

Il posizionamento in pianta è stato effettuato in relazione all'altezza ed alla natura dei soffitti. Per la diffusione dell'aria sono state utilizzate bocchette a barre lineari fisse frontali e alette posteriori regolabili in alluminio, complete di serranda di taratura ad alette multiple contrapposte. L'estrazione dell'aria avverrà a mezzo di griglie di ripresa del tipo in alluminio ad alette fisse inclinate, installate in controsoffitto dei corridoi, dotate di serranda di regolazione.

Il passaggio dell'aria dai locali condizionati ai corridoi sarà garantita da griglie di transito da installarsi sulle porte di accesso ai locali stessi. Ogni volta che le reti aerauliche attraverseranno compartimenti antincendio o percorsi di esodo dovranno essere installate serrande tagliafuoco in corrispondenza degli attraversamenti e protetti i percorsi mediante l'adozione di controsoffitti REI 120.

DATI EDIFICIO - STABULARIO DI VIA BALZARETTI, 9		
	VOLUME AMBIENTE	VENTILAZIONE

5.17. IMPIANTO IDRICO-SANITARIO

La tipologia del sistema di distribuzione di acqua ad uso idrosanitario adottato all'interno dei nuovi Stabulari ricalca quello esistente di tutto il Polo Universitario è, con riferimento alla classificazione proposta dalla norma UNI 9182, caratterizzato da una linea principale di distribuzione (acqua fredda) che ha origine nella centrale idrica esistente ed alimenta il circuito dell'intero Complesso.

Tale sistema infatti, prevede la realizzazione di uno stacco (intercettabile con valvole a sfera a passaggio totale) sul circuito principale esistente che si andrà a collegare alla nuova alimentazione della Palazzina Stabulari. Dalla colonna montante dipartono, internamente alla zona sottotetto adibita a sottocentrale, le dorsali a servizio dei singoli "locali servizi" o "stacchi per le diverse utenze" dalle quali si staccano le tubazioni a servizio del generico utilizzatore.

Il calcolo di dimensionamento ha infatti lo scopo di garantire le condizioni di funzionamento anche nelle condizioni più svantaggiose di utilizzazione.

Di seguito si riportano le condizioni di esercizio che la norma UNI 9182, e la pratica ingegneristica, prescrive ai fini di una progettazione ottimale della rete:

Circuito acqua fredda:

- Portata massima contemporanea al fine di soddisfare le richieste degli utilizzatori a
- valle del ramo da dimensionare.

- Pressione massima e minima in corrispondenza dell'apparecchio/i utilizzatori posti in posizione più sfavorita.
- Velocità massima ammissibile in funzione del diametro della tubazione. In realtà la velocità, oltre a costituire la variabile più importante della legge di resistenza (legame quadratico), influisce su molteplici fattori quali l'azione di trascinamento d'aria all'interno delle tubazioni, rumori e vibrazioni, degrado della tubazione.
- Perdita di carico associata alla portata massima contemporanea ai fini di una corretta stima della prevalenza dell'impianto di sopraelevazione e di una scelta dei diametri economicamente vantaggiosa.

Una perdita di carico elevata ($J > 120$ mm c.a./m) denota una elevata disponibilità di pressione, ad esempio in presenza di grandi dislivelli e ridotte distanze. I problemi sorgono quando, in corrispondenza di rilevanti variazioni di consumo (ad esempio nell'ora di punta), le tubazioni e, soprattutto i giunti, sono sollecitati dinamicamente dai gradienti di pressione corrispondenti. Ciò provoca un degrado della rete accelerato.

Una perdita di carico esigua ($J < 20$ mm c.a./m) denota modeste risorse di pressione.

Per raggiungere i punti più sfavorevoli della rete occorre quindi prevedere un sistema di pompaggio oppure sovradimensionare il diametro delle tubazioni.

Circuito acqua calda (prodotta localmente):

- come circuito acqua fredda.
- Gradiente massimo consentito di temperatura all'interno del circuito per effetto delle dispersioni di calore ai fini della determinazione dello spessore di isolamento.

5.18. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento delle tubazioni delle reti in esame è stato effettuato secondo quanto prescritto dalla norma UNI 9182 ad esclusione della determinazione delle portate massime probabili per la quale è stato utilizzato il progetto di norma Europea prEN 806-3, attualmente in via di approvazione.

L'uso di tale norma consente di ricavare valori sostanzialmente rispondenti a quelli delle norme più utilizzate in Europa (cfr. norme inglesi BS 6700, tedesche DVGW 308 e francesi DTU 60.11). La scelta di tale norma ha consentito di evitare palesi sovrastime delle massime portate contemporanee che il metodo delle "unità di carico" della UNI 9182 comportava.

5.19. METODOLOGIE ADOTTATE

Per il dimensionamento di ciascun circuito in esame si è proceduto come segue:

5.19.1. *Circuito acqua fredda / acqua calda:*

1. Si è proceduto all'individuazione dell'area d'influenza associata al tratto in esame; per area d'influenza s'intende la totalità degli apparecchi le cui portate d'utilizzazione vengono convogliate dal tratto di rete da dimensionare.

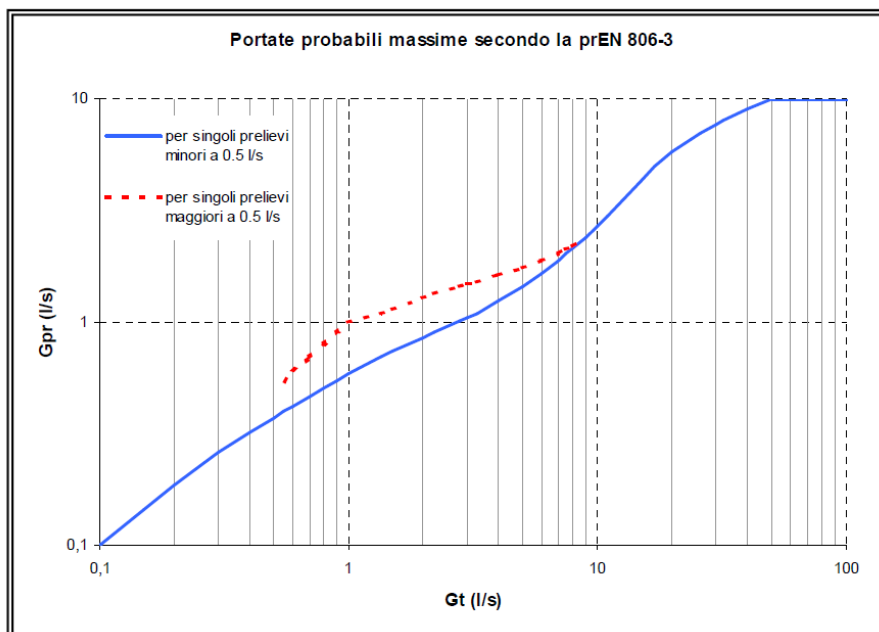
Portate all'apparecchio utilizzatore		
Apparecchio	Acqua fredda (l/s)	Acqua calda (l/s)
Lavabo	0,1	0,1
Bidet	0,1	0,1
Vaso a cassetta	0,1	-
Vaso con passo rapido	1,5	-
Vaso con flussometro	1,5	-
Vasca da bagno	0,2	0,2
Doccia	0,15	1,5
Lavello da cucina	0,2	0,2
Lavabiancheria	0,1	-
Lavastoviglie	0,2	-
Orinatoio comandato	0,1	-
Orinatoio continuo	0,05	-

Tab. 0.1

2. Si è effettuata la somma "Gt" delle singole portate. Ai fini progettuali tale valore va ridotto in misura inversamente proporzionale al fattore di contemporaneità degli apparecchi utilizzatori.

La tabella 0.2, tratta dalla norma prEN 806-3, fornisce il suddetto legame.

3. Si è determinato il valore di portata massima probabile "Gpr" (tabella 0.2)



$\Delta p = \Delta p_c + \Delta p_l$ con Δp = perdita di carico totale

Δp_c = perdita di carico distribuita $a = f \cdot \frac{l}{d} \cdot \rho \cdot \frac{u^2}{2}$

Δp_c = perdita di carico concentrata $a = z \cdot \rho \cdot \frac{u^2}{2}$

u = velocità;

ρ = densità;

l = lunghezza della tubazione

d = diametro della tubazione;

f = fattore d'attrito $= \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$ con Re = numero di Reynolds $\cong 2385 \cdot u \cdot d$ per acqua calda a 70°C;

z = valore che indica la caduta di pressione, è tabulato per i casi più frequenti.

4. Con riferimento alla legge di resistenza dei tubi scabri in acciaio:

si è ricavato il diametro della tubazione sulla base delle condizioni limiti di velocità (tabella 0.3) o, in maniera del tutto equivalente, prevedendo un range di perdite di carico uniformemente distribuite compreso tra 70 e 100 mm/m c.a.

Velocità massima ammessa nei circuiti aperti (tubazioni in acciaio zincato) secondo UNI 9182			
Diametro	DN	Diametro interno(mm)	Velocita' (m/s)
1/2"	16	sino a 16,5	0,7
3/4"	20	21,9	0,9
1"	25	27,7	1,2
1" 1/4	32	36,1	1,5
1" 1/2	40	42,1	1,7
2"	50	53,4	2
2" 1/2	65	68,5	2,3
3"	80	80,75	2,4
4"	100	105,5	2,5
5"	125	130	2,5
6"	150	155,5	2,5

Tab. 0.3

5. Effettuato il pre-dimensionamento della rete si è proceduto alla verifica del funzionamento nelle condizioni di massimo consumo. Si è controllato cioè che nei punti più sfavoriti (verosimilmente quelli associati al percorso dell'acqua che comporta maggiori perdite di altezza piezometrica) vi fosse, a monte dell'apparecchio utilizzatore, la pressione minima richiesta atta a garantirne il funzionamento. Allo stesso modo si è verificato che la pressione a monte dell'apparecchio più favorito (quello "idraulicamente" più vicino al sistema di pompaggio) fosse minore di 550 kPa. Si allega di seguito la tabella 0.4 relativa alle pressioni minime richieste.

Pressioni minime richieste a monte dell'apparecchio utilizzatore (UNI 9182)	
Apparecchio	Pressione minima (m c.a.)
Lavabo	5
Bidet	5
Vaso a cassetta	5
Vasca da bagno	5
Doccia	5
Lavello da cucina	5
Lavabiancheria	5

Tab. 0.4

5.19.2. Criteri per il dimensionamento delle reti di adduzione di acqua fredda e calda sanitaria

Gli impianti di distribuzione dell'acqua potabile dovranno essere realizzati conformemente alla normativa UNI 9182:2010 e al regolamento del pubblico Acquedotto.

Le reti idriche saranno dimensionate in maniera da garantire le seguenti portate nominali unitarie degli utilizzatori idricosanitari:

Apparecchio sanitario	Acqua Fredda	Acqua Calda	Pressione minima
Lavabo	0,10	0,10	50 kPa
Lavandino ambulatorio	0,10	0,10	50 kPa
Lavandino box	0,10	-	50 kPa
Vaso con cassetta	0,10	-	50 kPa
Doccia	0,15	0,15	50 kPa
Idrantino di lavaggio 1/2"	0,40	-	100 kPa

La pressione massima a servizio di tubazioni e valvolame sarà pari a 500 kPa.

Il calcolo del fabbisogno idrico è stato eseguito conformemente alla norma UNI 9182:2010 adottando il metodo delle unità di carico (U.C.).

Per gli apparecchi sanitari si considerano le seguenti unità di carico valide per le utenze degli edifici a uso pubblico e collettivo (Tabella D.3.1):

Apparecchio sanitario	Acqua fredda	Acqua calda	Acqua fredda + calda
Lavabo	1,50	1,50	2
Bidet	1,50	1,50	2
Vaso con cassetta	5	-	5
Doccia	3	3	4
Idrantino di lavaggio ½"	4	-	4

Per alcune destinazioni d'uso (residenze, alberghi, ospedali ecc.) è ammesso l'utilizzo delle unità di carico per combinazioni di apparecchi sanitari anziché per singolo apparecchio.

I valori delle portate massime contemporanee sono ottenuti con l'uso delle tabelle D.4.1 (per residenze ed edifici collettivi quali alberghi, ospedali ecc.) o D.4.2 (per uffici o simili) in accordo alla norma UNI 9182:2010.

Per la distribuzione di acqua calda e fredda sanitaria all'interno dei servizi igienici è ammesso il dimensionamento semplificato in accordo alla norma UNI EN 806-3.

5.19.3. Criteri per il dimensionamento delle reti di scarico acque nere

Nel dimensionamento degli allacciamenti di scarico dai sifoni dei singoli apparecchi sanitari alle colonne ed ai collettori sub orizzontali sono stati adottati diametri di tubazioni non inferiori ai seguenti:

Apparecchio sanitario	Diametro esterno [mm]
Lavabo	De50
Bidet	De50
Vaso	De110
Lavandino box	De50
Doccia	De50
Vasca da bagno	De50
Chiusino in locali tecnici	De110

La definizione del diametro e delle pendenze necessarie e sufficienti allo smaltimento delle acque nere nelle diverse zone d'impianto sono state eseguite secondo i criteri indicati nella Norma UNI EN 12056-2 utilizzando le seguenti unità di deflusso (Q) espresse in l/s:

Apparecchio sanitario	Unità di scarico [l/s]
Lavabo	0,3
Vaso	2,0

Lavandino box	0,3
Doccia	0,5
Lavello	0,6
Chiusino in locali tecnici	1,2

Per quanto concerne la contemporaneità degli scarichi è stata individuata la portata ridotta per contemporaneità da quella nominale, secondo la formula:

$$Q_{\text{ridotta}} = K \times \sqrt{Q_{\text{nominale}}} (l/s)$$

con K (coefficiente di frequenza) assunto generalmente pari a 0,7.

Nei tratti suborizzontali interni ai locali, laddove sono presenti WC, il diametro interno minimo adottato per le tubazioni è di 100 mm, con un'altezza di riempimento pari a 0,7 volte il diametro. Le colonne di scarico verticali previste, dotate di ventilazione primaria, rispetteranno sempre queste dimensioni minime:

De Tubazione [mm]	Portata [kg/s]
DN 110	4,0
DN 125	5,8
DN 160	9,5
DN 200	16,0

Diametro colonna di scarico [mm]	Diametro colonna di ventilaz. [mm]
De 75	De50
De 90	De50
De 110	De75
De 125	De90

Stralcio Foglio di calcolo impianto idrico sanitario

Client e UNIVERSITA' BICOCCA	Rif. relazione	Data 22 gennaio 2020
Installatore STABULARIO U1 2° PIANO INTERRATO	Archivio 0	Note

Unità di calcolo (UC) per le utenze degli edifici ad uso pubblico e collettivo (alberghi, uffici, ecc)

Numero apparecchi	Apparecchio	Alimentazione	UNITA' DI CARICO					
			Acqua Fredda	Totale	Acqua Calda	Totale	Totale Calda/Fredda	Totale
4	Lavabo	gruppo miscelatore	1,5	6,0	1,5	6,0	2	6
0	Bidet	gruppo miscelatore	1,5	0	1,5	0	2	0
0	Vasca	gruppo miscelatore	3	0	3	0	4	0
1	Doccia	gruppo miscelatore	3	3	3	3	4	4
3	Vaso	cassetta	5	15			5	15
0	Vaso	passo rapido o fluss	10	0			10	0
0	Orinatoio	rubinetto a vela	0,75	0			0,75	0
0	Orinatoio	passo rapido o fluss	10	0			10	0
8	Lavello AFS	gruppo miscelatore	1,5	12	0	0	3	0
	Lavatoio di cucina	gruppo miscelatore	3	0	3	0	4	0
	Pilozzo	gruppo miscelatore	2	0	2	0	3	24
	Vuotatoio	cassetta	5	0			5	0
	Vuotatoio	passo rapido o fluss	10	0			10	0
	Lavabo a canale	gruppo miscelatore	1,5	3	1,5	3	2	4
	Lavapiedi	gruppo miscelatore	1,5	0	1,5	0	2	0
1	Lavagabbie	gruppo miscelatore	6	6	0	0	3	3

0	Lavabo chimico	gruppo miscelatore	1,5	0	0	0	3	0
1	Demineralizzatore	rubinetto	1,5	1,5		0	0,75	0,75
	Doccia emergenza	comando a pressione	3	0			3	0
	Idrantino ø 3/8"	solo acqua fredda	2	0			2	0
0	Idrantino ø 1/2"	solo acqua fredda	4	0			4	0
	Idrantino ø 3/4"	solo acqua fredda	6	0			6	0
1	Idrantino ø 1"	gruppo miscelatore	10	10			10	10

Totale	43,5	9,0	54,75
---------------	-------------	------------	--------------

UNITA' DI CARICO			Q [l*sec ⁻¹]	Q [l/l']	Q [m³/h]	Riferimento Normativo
Unità di carico Acqua Fredda	43,5	portata (*)	1,64	98,04	5,8824	(*) V. tabella F 4.1.1 della Norma UNI 9182
Unità di carico Acqua Calda	9,0	portata (*)	0,5	30	1,8	(*) V. tabella F 4.1.1 della Norma UNI 9182
Unità di carico Acqua C/F	54,75	portata (*)	1,8	108	6,48	(*) V. tabella F 4.1.1 della Norma UNI 9182

Determinazione del diametro principale delle tubazioni

Diametro interno =	$\sqrt{4 \times Q_{\max} \times 10^{-3} / \pi \times v_{\text{am}}}$
--------------------	--

Acqua fredda

Diametro interno Di	41,7	mm	Tubazione adottata
Velocità imposta	1,2	m/s	1 1/4"

Acqua Calda

Diametro interno Di	26,6	mm	Tubazione adottata
Velocità imposta	0,9	m/s	1"

Acqua Calda/Fredda

Diametro interno Di	43,7	mm	Tubazione adottata
Velocità imposta	1,2	m/s	

Foglio di calcolo rete di scarico acque reflue

Colonna	lavabo	vaso	doccia	lavello	Piletta	Qtotale	Qridotti	Diametro
LAVAGABBIE						1,50		110
somme bagni	2	2	1	0	0	6,5	1,78	110
anfi+loc tra	0	0	0	2	2	1,6	0,89	63
proanfi e zebra	0	0	0	1	0	0,5	0,49	63
zebrafish	0	0	0	0	7	2,1	1,01	75
lav sporco	0	0	0	2	1	1,3	0,80	63
lav pul+bagno	1	1	0	1	0	3,5	1,31	75
dep pul	0	0	0	0	1	0,3	0,38	63
Procedure 1	0	0	0	1	0	0,5	0,49	63
Procedure 2	0	0	0	1	0	0,5	0,49	63
autopsia	0	0	0	1	0	0,5	0,49	63
						17,30	2,91	110
					Totale		4,41	110

Foglio di calcolo COLLETTORE UTENZE ACQUA CALDA RISCALDAMENTO

TUBAZIONI IN USCITA/ENTRATA

	dn tubo	area interna	quantità	sup. parziali	sup tot	DN collettore (mm)
	15	2,19		0	187,12	189,0910204
	20	3,91	2	7,82		
	25	6,11		0		
	32	10,5		0		
	40	14,2		0		
	50	22,8		0		
	65	38,2	1	38,2		
	80	52,4	1	52,4		
	100	88,7	1	88,7		
	125	134		0		
	150	197		0		
	200	343		0		
	250	508		0		
	300	650		0		
	400	1155		0		

Foglio di calcolo COLLETTORE UTENZE ACQUA REFRIGERATA

TUBAZIONI IN USCITA/ENTRATA

	dn tubo	area interna	quantità	sup. parziali	sup tot	DN collettore (mm)
	15	2,19		0	185,22	188,1285643
	20	3,91	2	7,82		
	25	6,11		0		
	32	10,5		0		
	40	14,2		0		
	50	22,8		0		
	65	38,2		0		
	80	52,4		0		
	100	88,7	2	177,4		
	125	134		0		
	150	197		0		
	200	343		0		
	250	508		0		
	300	650		0		
	400	1155		0		

Foglio di calcolo COLLETTORE UTENZE ACQUA DI FALDA

TUBAZIONI IN USCITA/ENTRATA

COLLETTORE UTENZE ACQUA DI FALDA

	dn tubo	area interna	quantità	sup. parziali	sup tot	DN collettore (mm)
	15	2,19		0	193,5	192,2876031
	20	3,91				
	25	6,11		0		
	32	10,5		0		
	40	14,2		0		
	50	22,8		0		
	65	38,2		0		
	80	52,4	2	104,8		
	100	88,7	1	88,7		
	125	134		0		
	150	197		0		
	200	343		0		
	250	508		0		
	300	650		0		
	400	1155		0		

6. ALLEGATI

ALLEGATO 1: TABELLA DI CALCOLO BATTERIE DI POST-RISCALDAMENTO

ALLEGATO 2: TABELLA DI CALCOLO PORTATA ARIA A SERVIZIO DEGLI AMBIENTI STABULARIO

ALLEGATO 3 - TABELLA DI CALCOLO VENTILAZIONE - STABULARI

ALLEGATO 4 - TABELLA DI CALCOLO UNITA' DI TRATTAMENTO ARIA - STABULARI

Milano, 29 Maggio 2020

arch. Antonio Iannone



A circular professional stamp from the 'ORDINE DEGLI ARCHITETTI DELLA PROVINCIA DI MILANO' is visible. The stamp contains the text 'IANNONE ANTONIO' and 'architetto 6669'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.