



COMUNE DI PAVIA

Provincia di Pavia

RIQUALIFICAZIONE SOCIALE E ARCHITETTONICA DELL'AREA URBANA
DELL'EX MONASTERO DI SAN DALMAZIO IN PAVIA (POP297)

CUI S00296180185202100032 CUP G15F21000090001
CIG 87209324C0

PROGETTO ESECUTIVO

IMPIANTI MECCANICI

RELAZIONE SPECIALISTICA

IL SINDACO
Mario Fabrizio Fracassi

IL RUP
Ing. Adriano Sora

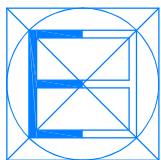
ASS. LAVORI PUBBLICI
Dott. Antonio Bobbio Pallavicini

DIRIGENTE SETTORE 6
Arch. Mara Latini

PROGETTISTI

COORDINAMENTO PROGETTUALE: ING. ROBERTO MONTAGNA

R.T.P.:



Ebner srl

Società Unipersonale Capitale sociale € 50.000 i.v.

Sede operativa: Via G. Mazzini 1, 27043 Broni (PV)

Tel/Fax 0385.51584

e-mail: direttivo@ebnersas.it - ebner@pec.it

Sito web: www.ebnersas.it

Progettista: Ing. Roberto Montagna

(capogruppo mandataria)



UNI EN ISO 9001-2015
SGQ Certificato n. C2019-02916



ARCH. PAOLO MARCHESI
(mandante)

DOTT. MAURIZIO VISCONTI
(mandante)

ING. DANIELE GRAMEGNA
(mandante)

Elaborato:	RS_IM	Pagine:	53	Disegnatore:	S.B.	N. progetto:	1221EBS	Nome file:	1221EBS-E-RS_IM.docx
------------	--------------	---------	----	--------------	------	--------------	---------	------------	----------------------

PIANO DI SVILUPPO CONTROLLO E REGISTRAZIONE DELLA PROGETTAZIONE

FASI DELLA PROGETTAZIONE	CONTROLLI E MODIFICHE			
	Rev. 0	Rev. 1	Rev. 2	Rev. 3
Progetto fattibilità tecnica economica	Novembre 2015-Marzo 2021			
Progetto Definitivo	Dicembre 2021			
Progetto Esecutivo	Agosto 2022			
As. Built e Validazione e collaudo				
Perizia di variante				

A norma di legge il presente disegno non potrà essere riprodotto né consegnato a terzi né utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta di questa società che ne detiene la proprietà

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

INDICE

1. PREMESSA	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI	5
3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	7
3.1. VALORI DI RIFERIMENTO PER I DIMENSIONAMENTI.....	8
4. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE	9
4.1. CENTRALE TERMOFRIGORIFERA.....	9
4.2. CENTRALE TERMICA	10
4.3. CLIMATIZZAZIONE PALESTRA: IMPIANTO A TUTT'ARIA.....	11
4.4. CLIMATIZZAZIONE SPOGLIATOI E SALA FITNESS: VENTILCONVETTORI E RADIATORI	11
5. VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA	12
5.1. UTA PALESTRA	12
5.2. ARIA PRIMARIA SPOGLIATOI E SALA FITNESS	14
5.3. RECUPERATORI DI CALORE.....	15
5.4. DISTRIBUZIONE DELL'ARIA.....	16
6. SISTEMA DI REGOLAZIONE	16
6.1. DESCRIZIONE.....	16
7. IMPIANTO IDRICO SANITARIO	17
7.1. CENTRALE DI PRODUZIONE ACS	17
7.2. SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUA	17
7.3. RETI IDRICHE.....	18
8. IMPIANTI DI SMALTIMENTO REFLUI E RACCOLTA METEORICHE.....	19
8.1. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE.....	19
8.2. RETE DI RACCOLTA CONDENSA	19
8.3. RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE	19

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

9.	IMPIANTO ANTINCENDIO	20
9.1.	IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO A IDRANTI	20
10.	DIMENSIONAMENTI	22
10.1.	CALCOLO ARIA DI RINNOVO.....	22
10.2.	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI	23
10.3.	DIMENSIONAMENTO CANALI MICROFORATI E DIFFUSORI.....	24
10.4.	DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI	25
10.5.	DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO	32
10.6.	DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE	34
11.	ALLEGATI	37
11.1.	Calcoli termici e frigoriferi	37
11.2.	Calcolo portate di aria di rinnovo	40
11.3.	Diagramma psicrometrico	41
11.4.	Calcolo prevalenza elettropompe di circolazione	42
11.5.	Calcolo prevalenza dei ventilatori dell'UTA.....	46
11.6.	Calcolo vasi di espansione.....	47
11.7.	Calcolo unità di carico per dimensionamento impianto idrico sanitario.....	51
11.8.	DIMENSIONAMENTO BOLLITORE	52
11.9.	Calcolo unità di scarico per dimensionamento impianto di scarico	53

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

1. PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare gli impianti meccanici a servizio del nuovo complesso sportivo sito nell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia.

Il complesso edilizio è articolato nei seguenti volumi e destinazioni di uso:

- Corpo A, comprendente la palestra con il campo da gioco e la zona spettatori;
- Corpo B, riguardante la zona spogliatoi e di servizio per il pubblico annessi alla palestra;
- Corpo C, caratterizzato da sala fitness e reception.

Gli impianti previsti comprendono:

- Sistemi per la climatizzazione estiva ed invernale;
- Centrale termofrigorifera per la produzione dei fluidi a servizio degli impianti di climatizzazione;
- Impianti di ventilazione meccanica controllata per il rinnovo d'aria e la climatizzazione;
- Produzione di acqua calda sanitaria;
- Impianto idrico sanitario e di scarico;
- Impianto idrico antincendio;
- Sistemi per la raccolta delle acque meteoriche.

Si riportano nel seguito la descrizione degli impianti e i criteri di dimensionamento adottati.

Si allegano alla presente relazione i risultati e i calcoli effettuati per il dimensionamento degli impianti.

Ulteriori approfondimenti sui materiali e i rispettivi requisiti sono prescritti nel capitolato descrittivo prestazionale.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Il progetto è stato redatto nel rispetto delle disposizioni legislative e secondo le particolari norme emanate da: UNI-CIG, ASHRAE, ISPEL, CEI, tra cui in particolare si evidenziano:

- D.M. 22/01/2008 N. 37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante il riordino delle *disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.*
- D.L. 81/08 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007 n.123 in materia di tutela della salute e della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- Legge 09/01/91 n. 10: Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia e decreti attuativi;
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici;
- D.D.U.O. n° 18546 del 18 dicembre 2019 – Testo Unico sull'Efficienza Energetica in Regione Lombardia
- D.P.R. 26/08/93 n. 412: Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art. 4, comma 4 della Legge 09/01/91 n. 10;
- D.M. 10/03/77: Determinazione delle zone climatiche e dei valori minimi e massimi dei relativi coefficienti volumetrici globali di dispersione termica;
- D.M. 30/06/86: Aggiornamento dei coefficienti di dispersione termica degli edifici;
- Legge 18/11/83 n. 645: Dispersioni per l'esercizio degli impianti di riscaldamento;
- Decreto 26/01/81: Valori di riferimento del rendimento di combustione degli impianti di riscaldamento;
- D.M. 23/11/82: Direttive per il contenimento dei consumi energetici relativi alla termoventilazione ed alla climatizzazione degli edifici industriali ed artigianali;
- D. lgs. 19 agosto 2005, n. 192: Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- D. lgs. 29 dicembre 2006, n. 311 Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- UNI/TS 11300-4:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;
- UNI/TS 11300-5:2016: Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 5: Calcolo dell'energia primaria e della quota di energia da fonti rinnovabili;
- UNI 7357-74 (calcolo del fabbisogno termico di picco);
- Decreto legislativo 3/3/2011 n. 28: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- Decreto legislativo 8/11/2021 n. 199: Attuazione della direttiva UE 2018/2001 del Parlamento europeo e

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

del Consiglio sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;

- NORMA UNI 10344: Riscaldamento degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia
- Norma UNI 10339 "Impianti aeraulici a fini di benessere. Generalità, classificazione e requisiti. Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura";
- UNI 8364-9317-10436 (controllo, conduzione e manutenzione impianti di riscaldamento);
- NORMA UNI 8863: Tubi senza saldatura e saldati d'acciaio non legato, filettabili secondo UNI ISO 7/1.
- NORMA UNI 9736: Giunzioni di tubi e raccordi di PE in combinazione fra loro e giunzioni miste metallo - PE
- NORMA UNI ISO 7/1: Filettature di tubazioni per accoppiamento a tenuta sul filetto - designazione, dimensione e tolleranza.
- NORMA UNI ISO 50: Tubazioni - manicotti d'acciaio, filettati secondo UNI ISO 7/1.
- NORMA UNI ISO 228-1: Filettature di tubazioni per accoppiamento non a tenuta sul filetto - designazione, dimensione e tolleranza.
- NORMA UNI ISO 34-19: raccordi da saldare di testa di acciaio non legato o legato.
- NORMA UNI EN 806: Specifiche relative agli impianti all'interno di edifici, per il convogliamento di acque destinate al consumo umano.
- legge 26 ottobre 1995 n. 447 (legge quadro sull'inquinamento acustico);
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 (determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore);
- D.M. 16 marzo 1998 (tecniche di rilevamento e di misurazione dell'inquinamento acustico);
- D.L. 4 settembre 2002 n.262 (emissione acustica delle macchine destinate a funzionare all'aperto).
- Norma EN 12056 (Sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni.)
- D.M. 18 marzo 1996 "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi";
- DM 08 novembre 2019 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la realizzazione e l'esercizio degli impianti per la produzione di calore alimentati da combustibili gassosi";
- Decreto del M. I. 20 dicembre 2012, recante "Regola tecnica di prevenzione incendi per gli impianti di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi"
- D.P.R. 06/12/71 n. 447: Regolamento di attuazione della Legge 05/03/90 n. 46 in materia di sicurezza degli impianti;
- Norma UNI 9182 – 2014 "Impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - Progettazione, installazione e collaudo";
- Norma UNI10779 - 2014 "Reti di idranti Progettazione, installazione ed esercizio"

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

3. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

La climatizzazione estiva ed invernale della palestra sarà effettuata attraverso un impianto a tutt'aria con una UTA installata in corrispondenza della copertura dei locali tecnici di nuova realizzazione adiacenti alla palestra.

L'UTA assicurerà sia il rinnovo aria dell'ambiente in relazione a quanto prescritto dalla normativa vigente e al reale affollamento della palestra, sia la climatizzazione estiva ed invernale. La presenza una sonda di CO2 sulla ripresa assicurerà la modulazione della portata esterna in relazione al reale affollamento.

Considerata l'entità del volume da climatizzare e l'obiettivo della scrivente di contenere i consumi energetici, l'unità è stata dimensionata considerando una quota parte di aria di ricircolo; il volume di aria esterna trattato in condizioni standard sarà quello necessario per garantire il rinnovo dell'aria secondo i limiti normativi vigenti; tuttavia, per perseguire la maggiore sicurezza biologica degli utenti, si è optato per configurare l'unità in modo che possa garantire anche il funzionamento a tutt'aria esterna in una situazione di emergenza epidemiologica, per contenere la possibile diffusione del virus Sars-CoV-2.

La macchina sarà prevista con sezione di totale ricircolo per la fase di messa a regime dell'impianto, per raggiungere più velocemente le temperature di comfort; per evitare eccessivo spreco energetico, l'unità consentirà la possibilità di effettuare free-cooling in caso di condizioni esterne favorevoli.

La zona spogliatoi e la sala fitness saranno invece dotati di impianto ad aria primaria e fan coil; l'aria di rinnovo sarà immessa attraverso recuperatori di calore installati in controsoffitto; i fan coil garantiranno invece la climatizzazione degli ambienti; in corrispondenza delle docce e dei servizi igienici saranno installati anche i radiatori, con un circuito caldo dedicato e automaticamente escluso dal sistema di regolazione in periodo estivo.

I fluidi di alimentazione alla batteria della UTA e ai terminali ambiente saranno prodotti da una pompa di calore aria-acqua installata in esterno, in corrispondenza dell'area tecnica.

Una totale ridondanza della generazione sarà garantita grazie alla presenza di una caldaia a condensazione di back-up, destinata anche alla produzione di acqua calda sanitaria, in caso di condizioni climatiche esterne particolarmente rigide.

La produzione di acqua calda sanitaria sarà effettuata con una pompa di calore dedicata con la caldaia a supporto e un bollitore con doppio serpentino con volume di accumulo dimensionato in funzione del numero di docce presenti.

Saranno inoltre previsti i seguenti impianti:

- impianto idrico sanitario e di scarico in corrispondenza degli spogliatoi;
- trattamento acqua per la produzione ACS e il carico impianto;
- impianto di smaltimento delle acque meteoriche delle coperture, allacciato alla rete di raccolta cittadina in quanto la superficie coperta dell'intervento di recupero non altera la situazione precedente;
- impianto di smaltimento delle acque meteoriche dei piazzali con sistema di laminazione a seguito dell'aumento della superficie impermeabile, secondo quanto prescritto dal progetto di invarianza idraulica;
- impianto idrico antincendio alimentato dall'acquedotto cittadino con cassette idranti UNI 45;
- rete di adduzione del gas metano per l'alimentazione della nuova centrale termica.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

3.1. VALORI DI RIFERIMENTO PER I DIMENSIONAMENTI

L'impianto è dimensionato per garantire le seguenti condizioni:

Condizioni termoigrometriche esterne

- Inverno: -5°C con 80% U.R.
- Estate: 32°C con 50% U.R.

Condizioni termoigrometriche interne

- Inverno: 20°C +/- 2°C
- Estate: 26°C +/- 2°C
- Umidità relativa: 40-60%

Velocità dell'aria

- ≤ 0,15 m/sec fino a 2 m dal pavimento

Presa d'aria esterna

- A più di tre metri dal suolo

Espulsione

- In copertura

Allo scopo di perseguire obiettivi di risparmio energetico si è cercato di utilizzare fluidi a bassa temperatura per l'ottimizzazione delle risorse energetiche.

I circuiti secondari sono dimensionati per i seguenti valori.

CIRCUITI CALDI:

	T	DT
Batteria UTA	50°C	5°C
Circuito fan coil	50°C	5°C
Circuito radiatori	50°C	5°C

CIRCUITI FREDDI:

	T	DT
Batteria UTA	7°C	5°C
Circuito fan coil	7°C	5°C

I ricambi di aria primaria sono valutati sulla base della norma UNI10339 in relazione all'affollamento previsto dalla tabella della norma suddetta.

I ricambi di aria per i servizi igienici degli spogliatoi saranno collegati all'impianto ad aria primaria servente gli spogliatoi stessi così da recuperare il calore dell'aria in espulsione con ulteriore risparmio energetico. Le portate saranno dimensionate considerando ricambi pari a 8 Volumi/h per un più efficace smaltimento dell'aria viziata secondo quanto specificato dalla normativa vigente e dal regolamento locale di igiene.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Per minimizzare lo spreco energetico, l'UTA a tutt'aria sarà provvista di sistema di recupero con recuperatore igroscopico rotativo per massimizzare il recupero sul calore latente, elevato in ambiente ad alto affollamento.

4. IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE

Nel seguito, vengono descritti gli impianti per la climatizzazione estiva ed invernale dei volumi climatizzati all'interno del complesso sportivo, ovvero la palestra, la sala fitness e gli spogliatoi. Alla base della progettazione ci sono principi di risparmio energetico, raggiungimento del comfort termoigrometrico degli ambienti e semplicità di gestione e manutenzione.

Le diverse tipologie impiantistiche sono state dettate dalla diversa conformazione degli ambienti da climatizzare: sarà previsto un impianto a tutt'aria per la palestra ed un impianto ad aria primaria e fan coil per gli spogliatoi e la sala fitness, con radiatori nei servizi e docce.

Il sistema di generazione sarà costituito da una pompa di calore aria-acqua reversibile e una caldaia che assicurerà un back-up del 100%.

Nel seguito vengono descritti gli impianti. Gli esiti dei calcoli effettuati per il dimensionamento delle apparecchiature sono riportati in allegato alla presente relazione.

4.1. CENTRALE TERMOFRIGORIFERA

I fluidi per la climatizzazione estiva ed invernale saranno prodotti da un gruppo a pompa di calore del tipo aria-acqua che sarà installato in esterno in corrispondenza dell'area tecnica.

La pompa di calore sarà dimensionata per sopperire alle dispersioni dell'involucro del volume da climatizzare, per abbattere i carichi interni all'edificio e per il trattamento dell'aria in entrambe le stagioni, compresa la deumidificazione estiva. Solo per l'aria di rinnovo degli spogliatoi non è previsto trattamento.

La pompa di calore sarà monoblocco con evaporazione/condensazione ad aria e refrigerante ecologico R32.

La potenza frigorifera e termica installata deriva dal calcolo termofrigorifero effettuato modellando l'involucro dell'edificio per valutarne le dispersioni e dal calcolo psicrometrico per il trattamento dell'aria di rinnovo.

Il fabbisogno termico e frigorifero individuato risultano pertanto pari a:

- potenza frigorifera: 240 kW
- potenza termica: di 230 kW

CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO SELEZIONATE

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI	CARICHI PARZIALI (RAFFREDDAMENTO)		SELEZIONATI
Temperatura ambiente esterno	°C	35.0	Potenza richiesta carico parziale	kW	0.000
Temperatura di ritorno impianto	°C	12.0	Temperatura ambiente esterno	°C	35.0
Temperatura di mandata impianto	°C	7.00	GENERALI		SELEZIONATI
RISCALDAMENTO		SELEZIONATI	Salto termico scambiatore impianto	°C	5.00
Temperatura di ritorno impianto	°C	45.0	Glicole circuito impianto	%	0.000
Temperatura di mandata impianto	°C	50.0	LIVELLO DI PRESSIONE SONORA ALLA DISTANZA		SELEZIONATI
Temperatura ambiente esterno	°C	-1.00	Distanza dalla macchina	m	1.00

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

DATI PRESTAZIONALI

RAFFREDDAMENTO		SELEZIONATI			
Potenzialità frigorifera	kW	275	COP compressore	Nr	2.53
Potenza assorbita compressori	kW	97.0	Potenzialità termica (EN14511:2018)	kW	235
Potenza assorbita totale	kW	101	Potenza assorbita totale (EN14511:2018)	kW	98.2
EER	Nr	2.72	COP (EN 14511:2018)	Nr	2.40
EER compressore	Nr	2.84	Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	11.4
Potenzialità frigorifera (EN14511:2018)	kW	275	Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	40.9
Potenza assorbita totale (EN14511:2018)	kW	102	Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	25.0
EER (EN 14511:2018)	Nr	2.70	LIVELLI RUMORE		SELEZIONATI
Portata acqua (Lato Utilizzo)	l/s	13.1	Livello di Pressione Sonora alla Distanza	dB(A)	69.0
Portata acqua (Lato Utilizzo)	m³/h	47.0	PESI UNITA' STANDARD		SELEZIONATI
Perdite di carico scambiatore impianto	kPa	32.1	Peso di spedizione	kg	2503
RISCALDAMENTO		SELEZIONATI	Peso in funzionamento	kg	2944
Potenzialità termica	kW	235	ALIMENTAZIONE		SELEZIONATI
Potenza assorbita compressori	kW	92.7	F.L.I. - Totale	kW	132
COP	Nr	2.41	F.L.A. - Totale	A	218

Per garantire il funzionamento dell'impianto sia in caso di guasto della pompa di calore che in caso di condizioni climatiche critiche è stata prevista una caldaia a condensazione di back up con potenza pari al 100% di quella necessaria per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria (220 kW).

Il gruppo da esterno del tipo aria-acqua sarà dotato al suo interno di gruppo di circolazione inverter e degli organi di espansione e di accumulo (versione tank e pump) e produrrà alternativamente fluido caldo o freddo a seconda della stagione.

Dalla pompa di calore partiranno le linee caldo/fredde verso la sottocentrale di spinta, da cui gli organi di circolazione garantiranno il flusso dei fluidi nei circuiti fan coil, radiatori e batteria UTA; le linee correranno, ad eccezione del circuito UTA, in vespaio con tubazioni preisolate, fino alla zona spogliatoi, dove saliranno per transitare in controsoffitto.

L'impianto a ventilconvettori presenterà una configurazione a due tubi.

La linea radiatori presenterà un circuito dedicato con una intercettazione automatica gestita dal sistema di regolazione per escludere l'alimentazione del circuito in regime estivo.

I circuiti per la climatizzazione saranno realizzati in acciaio nero per quanto riguarda le dorsali principali correnti in controsoffitto e tubazioni pre-isolate per quelle correnti in vespaio e interrate; le derivazioni ai terminali saranno in multistrato. Le tubazioni saranno opportunamente isolate secondo gli spessori da normativa e saranno previsti gli opportuni organi di intercettazione sulle dorsali in uscita dal vespaio e a ciascun terminale.

4.2. CENTRALE TERMICA

In corrispondenza dell'area tecnica di nuova realizzazione sarà prevista una centrale termica dedicata al fabbricato; la centrale termica avrà funzione di supporto alla climatizzazione invernale dell'edificio e alla produzione di acqua calda sanitaria in tutte le stagioni.

La sua funzione è di totale back-up. Il generatore di calore sarà del tipo a condensazione e sarà caratterizzato da due moduli in cascata aventi una potenzialità complessiva di 224 kW.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

Una nuova linea di adduzione gas sarà realizzata a partire dal contatore derivato dalla rete cittadina. La rete correrà interrata dalla strada alla centrale, dove si muoverà a vista fino agli apparecchi; saranno previste tutte le valvole e sicurezze necessarie, anche in conformità alla materia di prevenzione incendi.

4.3. CLIMATIZZAZIONE PALESTRA: IMPIANTO A TUTT'ARIA

La climatizzazione estiva ed invernale della palestra sarà realizzata con un'unità di trattamento aria dedicata, avente una portata di aria trattata pari a 22.000 mc/h.

L'UTA sarà installata in corrispondenza della copertura dei locali tecnici di nuova realizzazione in corrispondenza del confine su vicolo San Dalmazio. L'unità sarà opportunamente mascherata e la copertura dei locali tecnici sarà configurata in modo tale da consentire l'accessibilità in sicurezza alla macchina e ai suoi componenti per gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, quali pulizia dei filtri, controllo degli organi di regolazione, ecc.

L'unità sarà opportunamente allestita in configurazione per installazione da esterno e presenterà vano tecnico per l'alloggiamento degli organi di regolazione, quali valvola di regolazione a 3-vie in corrispondenza della batteria, quadri di potenza e regolazione.

L'immissione dell'aria in ambiente avverrà attraverso due canali circolari microforati realizzati in lamiera zincata verniciata secondo colore RAL a scelta, correnti a vista nel locale. I canali saranno derivati dal plenum di mandata dell'UTA ed entreranno in ambiente lateralmente in corrispondenza del prospetto Est. La foratura del canale sarà opportunamente dimensionata e studiata da produttore specializzato allo scopo di garantire l'effetto induttivo di immissione dell'aria, fondamentale per il massimo comfort ambientale, ed evitare qualsiasi fenomeno di condensa e di stratificazione dell'aria, assicurando la profondità di lancio necessaria considerata l'elevata altezza di installazione.

La ripresa dell'aria ambiente sarà invece effettuata attraverso una distribuzione aeraulica realizzata con canali rettangolari in pannello sandwich correnti lungo i lati corti della palestra, ricreando una sorta di fascia marcapiano integrata esteticamente nell'ambiente, da cui scenderanno quattro canali per lato per effettuare la gran parte della ripresa dal basso (80%). Questo aspetto assicurerà il massimo lavaggio del locale e contribuirà ad evitare il fenomeno di stratificazione dell'aria.

La restante ripresa dell'aria (20%) sarà effettuata attraverso griglie di ripresa installate sul tratto di canale in quota sul prospetto corto.

L'UTA sarà dotata di un sistema di regolazione per la gestione della temperatura ambiente: la regolazione sarà rimandata al sistema di supervisione generale a servizio dell'edificio dal quale sarà possibile settare le temperature e gli orari di funzionamento.

4.4. CLIMATIZZAZIONE SPOGLIATOI E SALA FITNESS: VENTILCONVETTORI E RADIATORI

La climatizzazione di spogliatoi e sala fitness avverrà mediante un impianto a fan coil a due tubi.

La tipologia di fan coil che sarà adottata per gli spogliatoi è la soluzione a cassetta.

Per la reception sarà previsto un fan coil a pavimento, mentre per la sala fitness, per assicurare la migliore integrazione estetica delle apparecchiature, saranno predisposti fan coil canalizzati ad alta prevalenza con

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

canali microforati per la mandata dell'aria. Negli stessi canali verrà convogliata l'aria di rinnovo derivante da un recuperatore di calore dedicato alla zona.

Il plenum del ventilconvettore canalizzato sarà collegato sia all'aria primaria che alla distribuzione a vista per l'immissione in ambiente. Il plenum sarà realizzato in lamiera zincata coibentata con materiale a cellule chiuse per evitare fenomeni di condensa e dovrà essere collegato al ventilconvettore tramite giunto antivibrante per minimizzare la trasmissione di vibrazioni.

I fan coil saranno installati nel controsoffitto della reception. La ripresa aria fan coil avverrà attraverso il controsoffitto che fungerà da plenum e sarà in comunicazione con la zona fitness attraverso griglie di ripresa a schermo forellinato.

Ciascun ventilconvettore sarà dotato di valvola a due/tre vie per l'interruzione del flusso idraulico al raggiungimento delle condizioni di comfort, così come impostate dal termostato ambiente o sonda cieca presente in ogni singolo locale. In situazione di portata compatibile, inferiore a 100 m³/h, dagli apparecchi a cassetta attraverso un canale flessibile sarà possibile introdurre in ambiente anche l'aria primaria.

La regolazione ambiente dei ventilconvettori potrà comandare, oltre che i gruppi moto ventilanti, anche le valvole a due vie, avendo cura di lasciare le valvole a tre vie o prevedere nuove valvole differenziali di bypass, solo alle estremità terminali dei circuiti, consentendo, con l'elettropompa inverter, di ottenere notevoli risparmi sui consumi adeguando le portate in circolazione alle effettive richieste e limitando le inevitabili perdite di temperatura lungo le tubazioni ed i consumi elettrici.

I fan coil a cassetta e a pavimento presenteranno inoltre motore inverter per consentire un ulteriore abbattimento degli assorbimenti elettrici e un funzionamento in funzione delle reali esigenze dell'ambiente.

I canalizzati non avranno ventilatore inverter in modo da assicurare la corretta pressione utile e consentire l'adeguata diffusione dell'aria attraverso il canale microforato.

Solo gli ambienti più protetti saranno dotati di termostato per la regolazione +/-3 della temperatura ambiente. Mentre per gli spogliatoi, oggetto di maggior flusso di persone, saranno predisposte sonde cieche per evitare manomissioni da parte dell'utenza.

La rete di raccolta di condensa, realizzata con tubazione in polipropilene autoestinguente con giunti a bicchiere tipo Nicoll, sarà prevista passante in controsoffitto e sarà convogliata negli scarichi previo sifone per evitare la risalita degli odori.

Le schede tecniche delle apparecchiature sono riportate nel capitolato descrittivo prestazionale.

In corrispondenza delle docce e dei servizi saranno predisposti radiatori, adeguatamente dimensionati per basse temperature del fluido.

5. VENTILAZIONE MECCANICA CONTROLLATA

5.1. UTA PALESTRA

Sarà prevista l'installazione di una unità di trattamento aria di portata pari a 22.000 mc/h, installata in esterno in corrispondenza della copertura dell'area tecnica.

L'UTA sarà configurata per installazione in esterno. Presenterà vano tecnico per alloggiamento delle apparecchiature di regolazione e sarà fornita comprensiva del suo quadro di regolazione e di potenza. Tutte

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">IMPIANTI MECCANICI</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---

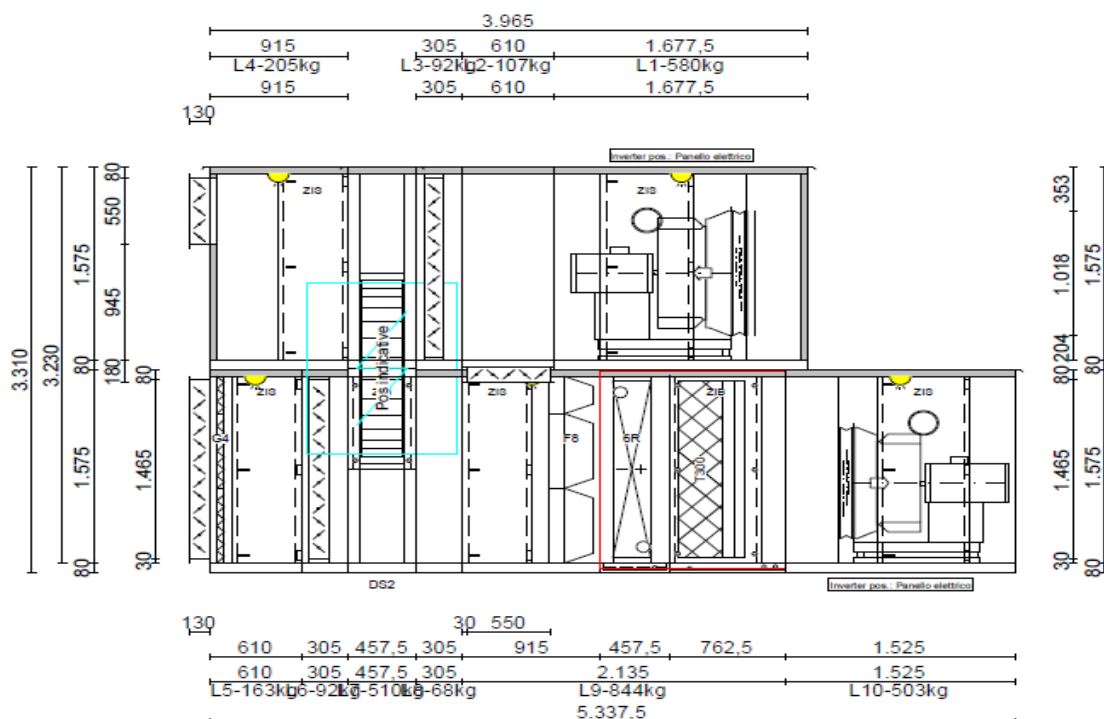
le apparecchiature e i componenti saranno ispezionabili e accessibili dalla copertura dei locali tecnici, che fungeranno da terrazza tecnica.

L'UTA presenterà una struttura in pannelli autoportanti in doppia parete di 50 mm di spessore, perfettamente chiusi ed isolati sia acusticamente che termicamente.

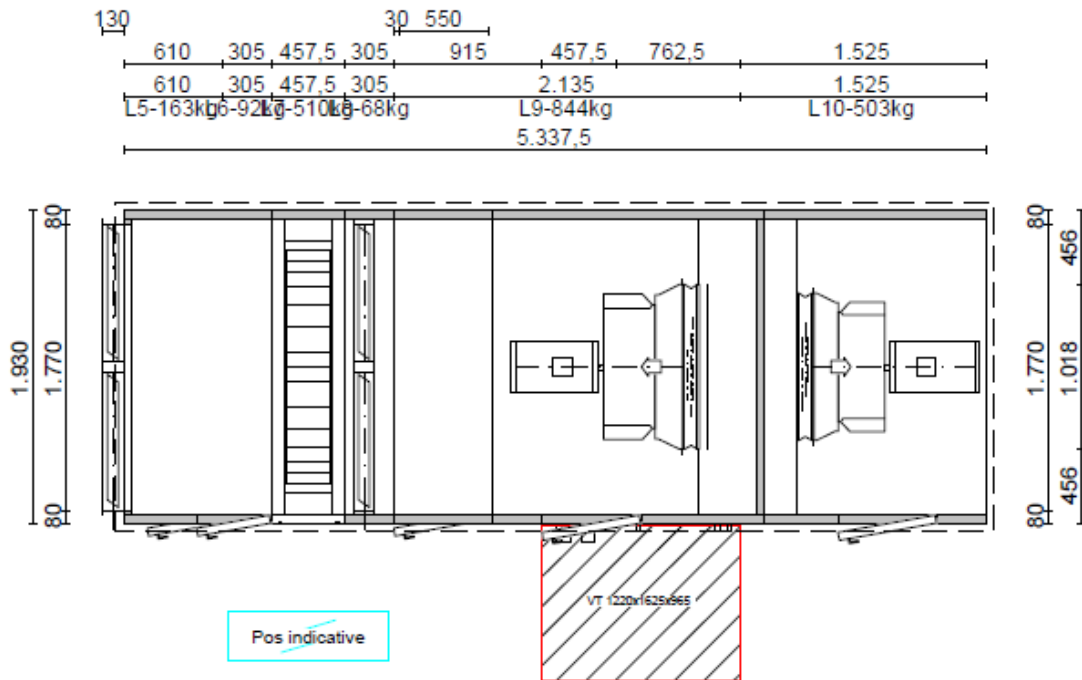
L'UTA sarà certificata EUROVENT e presenterà tutti i requisiti conformi alle direttive ERP2018.

L'unità di trattamento aria, come si può evincere dal costruttivo sottoriportato, presenterà le seguenti sezioni (tutti i dettagli tecnici sono meglio riportati nel capitolato descrittivo prestazionale):

- Sezioni di filtrazione: in corrispondenza della presa aria sarà previsto filtro piano, con grado di filtrazione G4, e filtro a tasche con grado di efficienza F8;
- Serrande motorizzate di presa d'aria e di espulsione, gestite dal sistema di regolazione;
- Sezione di recupero del calore, costituito da recuperatore igroscopico rotativo: il sistema assicurerà elevati rendimenti, pari a circa l'80%, per il massimo risparmio energetico;
- Sezione di ricircolo con serranda motorizzata con possibilità di esclusione del ricircolo e con possibilità di funzionamento a tutto ricircolo per la rapida messa a regime dell'impianto;
- Batteria promiscua calda/fredda avente potenzialità pari a 190 kW, per il trattamento dell'aria in regime invernale ed estivo; la batteria è dimensionata per consentire sia il raffrescamento che il trattamento di una buona deumidificazione dell'aria: la batteria assicurerà infatti un abbattimento della temperatura dell'aria fino ai 16°C assicurando la quasi totale deumidificazione dell'aria. A causa dell'assenza del post-riscaldamento non è stata dimensionata una batteria più performante per un raffreddamento dell'aria a 12°C con deumidificazione totale;
- Sezioni ventilanti di mandata e ripresa aria costituite da ventilatori con inverter integrato.



<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">IMPIANTI MECCANICI</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---



L'UTA dovrà essere appoggiata su appositi dispositivi antivibranti allo scopo di evitare trasmissione di vibrazioni alle strutture sottostanti. Dovranno altresì essere previsti giunti antivibranti in corrispondenza dei raccordi tra UTA e canali di distribuzione dell'aria per evitare a trasmissione di vibrazioni.

Sono state altresì previste griglie afoniche in corrispondenza della presa aria esterna e dell'espulsione così da mitigare il rumore prodotto dall'apparecchiatura di nuova installazione.

5.2. ARIA PRIMARIA SPOGLIATOI E SALA FITNESS

L'edificio sarà dotato di impianto di rinnovo dell'aria attraverso l'immissione di aria filtrata e trattata nei limiti imposti dalla norma di riferimento (UNI10339) e dal locale R.L.I.

L'apporto di aria primaria sarà garantito dall'UTA per la palestra e da recuperatori di calore ad alta efficienza installati:

- in controsoffitto in corrispondenza delle docce dello spogliatoio femminile per il corpo B;
- in controsoffitto in corrispondenza della reception per il corpo C.

Il solo recuperatore a servizio della sala fitness sarà integrato con una batteria promiscua caldo/fredda in modo da effettuare la deumidificazione e dare un apporto alla climatizzazione.

Nella stagione invernale, l'aria esterna verrà gratuitamente pre-riscaldata attraverso il passaggio nella sezione di recupero; la batteria effettuerà il riscaldamento dell'aria fino alla temperatura neutra di immissione, oppure leggermente superiore per contribuire al riscaldamento dei locali. Nella stagione estiva, successivamente al passaggio nella sezione di recupero per un pre-raffrescamento, l'aria sarà raffreddata e deumidificata grazie al passaggio attraverso la batteria, che consentirà un abbattimento della temperatura

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

dell'aria fino a 16°C. In questo modo, l'aria primaria sarà deumidificata, così da assicurare il comfort termoigrometrico, e contribuirà al raffrescamento degli ambienti.

Il riscaldamento ed il raffreddamento dell'aria saranno gestiti direttamente dalla logica del recuperatore di calore che gestirà: la valvola a tre vie motorizzata relativa alla batteria ad acqua.

L'impianto di aria primaria degli spogliatoi provvederà inoltre all'estrazione dell'aria dei servizi igienici in conformità con i volumi previsti dall'attuale normativa e dal R.L.I.

L'aria esterna e di espulsione saranno convogliate in copertura attraverso canali sfocianti a tetto posizionati in modo da integrarsi con l'edificio architettonico.

Il canale flessibile sarà installato solo in corrispondenza del tratto terminale per il collegamento al plenum del diffusore/bocchetta.

Ove necessario, saranno predisposte opportune griglie di transito.

Si riportano in allegato i calcoli delle portate di aria di rinnovo.

5.3. RECUPERATORI DI CALORE

Le unità saranno dimensionate per assicurare un adeguato apporto di aria di rinnovo agli ambienti.

I recuperatori di calore selezionati rappresentano una soluzione ad elevata efficienza per soddisfare le esigenze di benessere termoigrometrico e di ricambio dell'aria degli ambienti.

Saranno previsti:

- Un recuperatore di calore dedicato all'area spogliatoi, avente una portata di 1.200 mc/h
- Un recuperatore dedicato alla zona fitness e reception avente una portata di 1.850 mc/h



L'unità presenterà un recuperatore di calore a piastre a

flussi incrociati ad elevato rendimento; solo il recuperatore della zona fitness sarà integrato con una batteria caldo/fredda per il trattamento dell'aria immessa.

ed un circuito frigorifero in pompa di calore operante con fluido refrigerante R410A per il trattamento dell'aria.

Le principali caratteristiche e funzionalità dell'unità sono:

- configurazione per interno; installazione orizzontale;
- recupero di calore dall'aria espulsa effettuato mediante l'utilizzo di un recuperatore a piastre in alluminio ad alta efficienza con scambio in controcorrente. Il recuperatore ha un rendimento superiore al 90% CERTIFICATO EUROVENT;
- filtrazione dei flussi d'aria (ad alta efficienza per il flusso d'aria di rinnovo);
- ventilazione di tipo plug fan con motore a controllo elettronico EC con bassi valori di assorbimento elettrico;
- free-cooling/heating per sfruttare appieno le condizioni favorevoli dell'aria esterna;

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

- integrazione della potenza necessaria tramite una batteria ad acqua interna caldo/fredda (solo per l'area fitness)

5.4. DISTRIBUZIONE DELL'ARIA

La distribuzione dell'aria in ambiente avverrà attraverso differenti soluzioni, in relazione alle caratteristiche geometriche del locale e alla tipologia impiantistica con un particolare attenzione all'integrazione architettonica, considerato il contesto di pregio dell'intervento.

In corrispondenza della palestra, la distribuzione dell'aria avverrà attraverso canali completamente a vista.

La mandata dell'aria sarà realizzata attraverso due canali circolari microforati correnti in modo simmetrico lungo lo sviluppo longitudinale della palestra; i canali saranno realizzati in lamiera con finitura RAL a scelta.

La ripresa dell'aria sarà effettuata dai lati corti della palestra, con calate dei canali verso il basso in modo da assicurare la perfetta circolazione dell'aria; i canali saranno realizzati in PAL e opportunamente rifiniti in lamierino.

In corrispondenza della zona spogliatoi, la distribuzione dell'aria sarà interamente in controsoffitto, con canali di mandata e ripresa realizzati in pannello sandwich. La diffusione avverrà attraverso i ventilconvettori a cassetta dove la portata sarà compatibile o attraverso diffusori a lancio elicoidale; la ripresa sarà invece effettuata con griglie di ripresa e valvole di ventilazione.

Per la zona fitness, la distribuzione dell'aria avverrà attraverso canali circolari microforati in lamiera zincata rifiniti con RAL a scelta correnti a metà altezza del volume da climatizzare; le riprese avverranno dal basso e le discese dei canali saranno opportunamente mascherate.

6. SISTEMA DI REGOLAZIONE

6.1. DESCRIZIONE

Il sistema di regolazione dovrà garantire la perfetta gestione degli impianti presenti, consentendo un monitoraggio dello stato di funzionamento nonché la possibilità di impostare orari di funzionamento e set-point di temperatura.

Il sistema di regolazione comprenderà la gestione degli impianti di climatizzazione, sia a tutt'aria che fan coil, e di ventilazione meccanica controllata oltre alla regolazione della centrale termofrigorifera.

L'UTA sarà fornita comprensiva di quadro di potenza e regolazione e di tutto il materiale in campo, come sonde di temperatura e umidità, pressostati differenziali, sonde di CO2, ecc. per la perfetta gestione del sistema.

I recuperatori di calore presenteranno una loro logica di regolazione integrata nell'apparecchiatura.

Le apparecchiature di ventilazione saranno rimandate al sistema di gestione e supervisione centrale grazie all'integrazione seriale Modbus.

Il sistema di regolazione dovrà altresì:

- Gestire l'impianto di climatizzazione a fan coil, con sonde di temperatura in campo e modulazione delle valvole a due/tre vie a bordo del terminale a seconda delle reali richieste dell'ambiente; sonde cieche di

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

temperatura saranno previste in corrispondenza degli spogliatoi; solo per sala fitness, reception ed infermeria sarà possibile un aggiustamento del set-point di temperatura di +/-3 °C ;

- Escludere attraverso valvola servocomandata il circuito radiatori in regime estivo;
- Escludere il back-up della caldaia in regime estivo sul collettore in centrale relativo agli impianti di climatizzazione in modo da consentire il solo supporto della caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria;
- Gestire le elettropompe di circolazione presenti in centrale (già dotate di inverter integrato nel circolatore elettronico); le stesse pompe saranno in grado di gestire autonomamente l'alternanza di funzionamento. Sarà previsto un unico quadro di regolazione modulare a cui saranno rimandati tutti i segnali di cui sopra, comprensivo di touch panel. Il tutto andrà integrato in un quadro di regolazione installato in corrispondenza delle reception.

Il dettaglio del materiale in campo e dei punti è riportato nel capitolato descrittivo prestazionale.

7. IMPIANTO IDRICO SANITARIO

7.1. CENTRALE DI PRODUZIONE ACS

La produzione di acqua calda sanitaria sarà effettuata attraverso:

- Pompa di calore aria-acqua dedicata alla produzione ACS installata in esterno in corrispondenza dell'area tecnica avente una potenzialità di 30 kW;
- Caldaia a condensazione modulare di back-up;
- Bollitore a doppio serpentino installato in corrispondenza della centrale termica avente una capacità di accumulo pari a 1000 litri; il serpentino inferiore sarà collegato alla pompa di calore, che sarà la fonte energetica principale; il serpentino superiore, caratterizzato da un notevole sviluppo superficiale, sarà invece collegato alla caldaia in modo da assicurare la continuità di servizio in caso di condizioni climatiche estreme e anomalia di funzionamento della pompa di calore.

Nonostante l'impianto sia stato dimensionato per far fronte ai picchi di richiesta, la presenza della caldaia assicurerà una disponibilità di acqua calda sanitaria anche in caso di richiesta superiore a quella stimata in fase progettuale.

7.2. SISTEMA DI TRATTAMENTO ACQUA

Saranno previsti i seguenti sistemi di trattamento dell'acqua potabile:

- Filtrazione dell'acqua fredda in ingresso dall'acquedotto per trattenere particelle e solidi sospesi;
- Addolcimento della quota parte di acqua fredda sanitaria destinata alla produzione di acqua calda sanitaria e al carico impianto per ridurre il contenuto di calcare;
- Dosaggio di prodotto antincrostante e anticorrosivo per prevenire formazione di depositi calcarei e corrosioni nelle tubazioni e nei boiler di ACS;
- dosaggio di disinfettante. Il prodotto utilizzato sarà a base di perossido di idrogeno e preverrà il rischio di formazione della legionella;

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

- Stazione di dosaggio prodotto filmante anticorrosivo per il carico impianto di riscaldamento. Il dettaglio delle apparecchiature è presente nel capitolato descrittivo prestazionale.

7.3. RETI IDRICHE

La distribuzione dell'impianto idrico sanitario avverrà a partire dalla centrale termofrigorifera.

Le tubazioni dalla centrale agli spogliatoi correranno interrato e nel vespaio e saranno:

- In polietilene ad alta densità per l'acqua fredda sanitaria;
- In tubazioni preisolate per l'acqua calda sanitaria e il ricircolo ACS.

Le tubazioni preisolate avranno le seguenti specifiche:

- Flessibile, pre-isolata, tubazione in plastica autocompensante, prodotta in base alla norma EN 15632
- Tubazione interna in polietilene reticolato (PE-Xa) conforme alla norma EN ISO 15875, colore naturale, PN 10 (SDR 7,4)
- Materiale isolante rivoluzionario con un valore lambda estremamente basso 0,004 W/mK in combinazione con isolante in polietilene espanso a cellule chiuse PE-X, permanentemente elastico, resistente all'invecchiamento
- Guaina corrugata esterna in polietilene alta densità (PE-HD).

Raggiunta la zona spogliatoi, le tubazioni, opportunamente intercettate, correranno in controsoffitto e saranno in acciaio zincato opportunamente isolate secondo gli spessori da normativa per l'acqua calda sanitaria e ricircolo allo scopo di limitare le dissipazioni energetiche e con isolamento anticondensa per l'acqua fredda sanitaria.

Saranno previste cassette incassate in parete per l'alloggiamento dei collettori di AFS e ACS.

Le schemature interne ai servizi igienici correranno in massetto e saranno realizzate con tubi multistrato a rotoli dotati di guaina isolante.

Il monitoraggio dei consumi sarà effettuato direttamente in centrale attraverso l'installazione di contatori volumetrici in corrispondenza di:

- Linea generale di acqua fredda in ingresso dall'acquedotto;
- Linea di acqua fredda sanitaria alle utenze;
- Linea di acqua fredda sanitaria di carico al bollitore per valutare il consumo di ACS;
- Linea di carico impianto.

L'acqua potabile sarà derivata dall'acquedotto cittadino con contatore installato in apposito pozzetto in prossimità di Via Luigi Porta. La tubazione correrà interrato lungo il cortile e raggiungerà l'area tecnica.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

8. IMPIANTI DI SMALTIMENTO REFLUI E RACCOLTA METEORICHE

8.1. IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE

Il sistema di smaltimento reflui a servizio del corpo B (spogliatoi) prevede lo smaltimento delle acque nere e lo smaltimento della condensa della rete fan coil (acque reflue di tipo domestico o comunque assimilabili alle domestiche).

La totalità delle acque reflue provenienti dai servizi igienici verrà recapitata ad un nuovo allaccio alla fognatura comunale corrente in Vicolo San Dalmazio. Sarà prevista una ventilazione primaria per assicurare il corretto funzionamento del sistema di scarico.

La rete di scarico condensa sarà recapitata in corrispondenza dei lavabi o direttamente in pozzetto esterno; in ogni caso sarà convogliata nel sistema di smaltimento delle acque nere o bianche previo sifone in apposito pozzetto.

Le tubazioni dovranno presentare la pendenza minima dell'1% per assicurare il corretto deflusso delle acque di scarico.

La rete sarà realizzata in PP silenziato con innesti a bicchiere per facilità di posa. I tratti esterni saranno invece in PVC.

8.2. RETE DI RACCOLTA CONDENZA

Il sistema di raccolte della condensa smaltirà le condense di tutti i fan coil installati.

Le tubazioni dovranno presentare la pendenza minima dell'1% per assicurare il corretto deflusso delle acque di scarico. L'innesto nelle reti di scarico principali dovrà avvenire previo sifone.

8.3. RETI DI RACCOLTA ACQUE METEORICHE

Il sistema di raccolta delle acque meteoriche dovrà garantire la corretta evacuazione delle acque meteoriche che insisteranno sui piazzali (cortile 1 e 2) e sulle coperture della totalità dei corpi A, B e C.

Le coperture e i piazzali avranno due sistemi di raccolta separati in virtù della prescrizione del progetto di invarianza idraulica di prevedere laminazione in corrispondenza delle acque convogliate dai piazzali; le coperture non sono oggetto di invarianza idraulica in quanto già esistenti e non soggette a modifiche rispetto alla superficie coperta preesistente. Pertanto, la rete di nuova installazione convoglierà le acque in corrispondenza dell'allaccio in fognatura già esistente.

Le reti di raccolta saranno in lattoneria per i tratti a vista e con impatto estetico, in PEAD per i tratti correnti in esterno e mascherati, in PVC per le parti interrate.

Saranno previsti due serbatoi che assolveranno l'accumulo di laminazione richiesto:

- Cortile 1: volume di laminazione 60 mc
- Cortile 2: volume di laminazione 30 mc.

Si rimanda alla relazione dell'invarianza idraulica per un trattamento approfondito sulle acque meteoriche.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

Si sottolinea che le acque dei piazzali, essendo questi adibiti, a parcheggio, saranno opportunemente disoleate prima dell'immissione in fognatura.

9. IMPIANTO ANTINCENDIO

L'attività sarà protetta da un impianto idrico antincendio ad idranti con cassette UNI45.

Sarà presente la sola protezione interna in accordo a quanto prescritto dalla normativa (DM 20/12/2012).

Il livello di pericolosità prescritto è il livello 1 della UNI 10779.

Non sarà prevista centrale antincendio e riserva idrica. La rete sarà alimentata dall'acquedotto.

9.1. IMPIANTO IDRICO ANTINCENDIO A IDRANTI

L'impianto idrico antincendio a protezione dell'attività sarà caratterizzato dall'installazione di cassette idranti UNI45.

Gli idranti saranno disposti in modo tale da assicurare la completa copertura dell'attività, considerando un raggio di influenza di 20 m.

Numero e posizione degli idranti sono stati verificati anche con la regola del filo teso in modo da verificare che il reale srotolamento della manichetta tenendo conto dell'interferenza di pareti e arredi fissi assicurati di arrivare in ogni punto dell'attività.

Non saranno previsti idranti esterni in quanto la normativa non richiede protezione esterna.

In corrispondenza dell'accesso all'area, in posizione accessibile ai Vigili del Fuoco, sarà installato attacco motopompa.

La rete idranti correrà interrata con una tubazione in PEAD se interrata e in vespaio. I tratti in controsoffitto saranno invece in acciaio idoneo allo scopo.

Il livello di pericolosità individuato per l'area in oggetto secondo la UNI10779 è 1, come prescritto dal DM 20 dicembre 2012 per gli impianti sportivi oltre i 100 e fino a 1000 spettatori.

Pertanto, dovranno essere garantite le prestazioni idrauliche, riportate nel prospetto B.1 della norma, da cui derivano le seguenti portate e pressioni residue:

PROTEZIONE INTERNA

Contemporaneità idranti = 2

Portata singolo idrante = 120 l/min

Portata massima del sistema = 360 l/min

Pressione residua: non minore di 2 bar garantita all'idrante UNI 45 in posizione più sfavorita

Durata dell'erogazione = 30 minuti

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Livello di pericolosità	Apparecchi considerati contemporaneamente operativi		
	Protezione interna ³⁾⁴⁾	Protezione esterna ⁴⁾	Durata
1	2 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 35 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa	Generalmente non prevista	≥30 min
2	3 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 4 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	4 attacchi di uscita ¹⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	≥60 min
3	4 idranti a muro ¹⁾ con 120 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,2 MPa oppure 6 naspi ¹⁾ con 60 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,3 MPa	6 attacchi di uscita ¹⁾²⁾ DN 70 con 300 l/min cadauno e pressione residua non minore di 0,4 MPa	≥120 min
1) Oppure tutti gli apparecchi installati nel compartimento, o gli attacchi previsti per la protezione esterna, se minori al numero indicato. 2) In presenza di impianti automatici di spegnimento il numero di bocche DN 70 può essere limitato a 4 e la durata a 90 min. 3) Negli edifici a più piani, per compartimenti maggiori di 4 000 m ² ed in assenza di protezione esterna, il numero di idranti o naspi contemporaneamente operativi deve essere doppio rispetto a quello indicato. 4) Le prestazioni idrauliche richieste si riferiscono a ciascun apparecchio in funzionamento contemporaneo con il numero di apparecchi previsti nel prospetto. Si deve considerare il contemporaneo funzionamento solo di una tipologia di protezione (interna o esterna).			

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p><u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u></p> <p><u>IMPIANTI MECCANICI</u></p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--

10. DIMENSIONAMENTI

10.1. CALCOLO ARIA DI RINNOVO

L'impianto a tutt'aria per la climatizzazione della palestra è stato dimensionato secondo i seguenti principi:

- il minimo volume di aria esterna trattata pari a quello necessario a garantire il rinnovo aria ambiente; a tal proposito è prevista l'immissione di aria di rinnovo la cui portata è stata determinata secondo quanto indicato dalla UNI 10339 che prescrive in tutti i locali come quantità di aria esterna da garantire quella calcolata in base all'affollamento ed alla superficie ($n \cdot s$) dell'ambiente, considerando in questo caso un affollamento di:
 - o 1,5 persone/mq e una quantità di aria esterna per persona pari a 6,5 l/s per la zona spettatori;
 - o 0,2 persone/mq e una quantità di aria esterna per persona pari a 16,5 l/s per la zona gioco; corretta secondo quanto indicato dal metodo B riportato nella stessa UNI riferito ad ambienti in cui il rapporto tra volume del locale (V) e affollamento (n) è compreso tra 15 e 45.

Metodo B

La portata effettiva Q_{ope} è determinata applicando la seguente formula:

$$Q_{ope} = Q_{op} + m (V/n - 15)$$

dove: Q_{op} è la portata di aria esterna per persona secondo il prospetto III;
 $m = (Q_{opmin} - Q_{op}) / (45 - 15)$.

La rappresentazione grafica della procedura è riassunta nella fig. 1.

In considerazione delle esigenze di risparmio energetico, gli impianti aeraulici relativi ai locali di pubblico spettacolo o di riunione devono essere dotati di un sistema manuale od automatico di controllo della portata d'aria esterna immessa nei locali in funzione del numero di persone effettivamente presenti.

- il volume di aria necessario per climatizzare, valutato in base ai carichi termici e frigoriferi da abbattere per assicurare le temperature ambiente di progetto in stagione estiva ed invernale;

La portata così determinata in base alle caratteristiche dell'involucro e dei carichi endogeni dovuti a persone ed apparecchiature è pari a 22.000 mc/h, di cui 8.000 mc/h di aria esterna.

La quantità di aria di rinnovo è stata anche verificata in base al real affollamento previsto (160 spettatori + 40 giocatori), ma risultando inferiore, si è mantenuta la portata ottenuta dal calcolo con la UNI.

Per gli altri locali si è proceduto con il metodo imposto dalla UNI10339.

La presa dell'aria esterna avverrà in copertura, in corrispondenza dei locali tecnici per l'uta e in corrispondenza degli spogliatoi per i corpi B e C.

La presa aria sarà posta ad altezza maggiore di 3 metri dal suolo.

Anche l'espulsione sarà convogliata sulle medesime coperture, avendo cura di evitare qualsiasi fenomeno di circuitazione.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	<u>RELAZIONE SPECIALISTICA</u> <u>IMPIANTI MECCANICI</u> PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

L'impianto garantirà:

- il recupero del calore dell'aria espulsa grazie alla sezione di recupero (rotativo per l'UTA e a flussi incrociati per i recuperatori);
- una migliore qualità dell'aria in ambiente.

In allegato si riporta una tabella riepilogativa con indicazione delle superfici, delle destinazioni d'uso dei locali e dei ricambi di aria forniti.

10.2. CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DELLE CANALIZZAZIONI

Le canalizzazioni utilizzate nel presente progetto sono realizzate in pannello sandwich pre-coibentato per la mandata e ripresa dell'aria e con canali circolari in lamiera zincata verniciata per la mandata dell'aria nelle porzioni a vista. In particolare: il canale microforato di mandata dovrà avere una forellinatura opportunamente studiata per garantire l'immissione con effetto induttivo e prevenire fenomeni di condensa superficiale.

Lo spessore del pannello sandwich, invece, è variabile in base alla tipologia di installazione per tenere conto del necessario isolamento termico del fluido.

Sarà pertanto pari a 21 mm nelle condotte passanti all'interno di locali riscaldati e di 31 mm nelle condotte passanti in locali non riscaldati o all'esterno.

Per quanto riguarda i criteri di dimensionamento adottati si è utilizzato il metodo a perdita di carico costante basandosi sul principio per il quale le perdite di carico lineari di un fluido, che scorre all'interno di un condotto, sono dovute sia agli attriti generati dalla viscosità del fluido (moto laminare) sia dal movimento delle particelle nel moto turbolento.

Il calcolo delle perdite di carico lineari può essere effettuato mediante l'equazione di Darcy:

$$\Delta p_{fr} = f (L/D_h) p_d$$

dove: Δp_{fr} = perdita di carico per attrito

P_f = coefficiente di attrito, adimensionale

L = lunghezza del canale [m]

D_h = diametro idraulico [m]

p_d = pressione dinamica [Pa]

Il diametro idraulico di un canale di forma non circolare si può definire mediante la seguente relazione: $D_h = 4A / p$

dove:

A = area della sezione trasversale al flusso [m²]

P = perimetro della sezione trasversale (perimetro bagnato) [m]

Il coefficiente di attrito "f" può essere ricavato, in funzione del numero di Reynolds e della scabrezza relativa, con la formula di Colebrook e White o con la formula semplificata:

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

$$f1 = 0,11 (\varepsilon/D_h + 68/Re)^{0,25}$$

nel caso in cui $f1 > 0,018$ allora $f = f1$

nel caso in cui $f1 < 0,018$ allora $f = 0,85f1 + 0,0028$

nelle formule sono indicate con: Re = numero di Reynolds, adimensionale

ε = fattore di rugosità assoluta del materiale [mm]

Il fattore di rugosità è determinato dalla seguente tabella in base al tipo di materiale entro quale scorre il fluido.

La formula viene utilizzata per il calcolo delle perdite di carico localizzate ed accidentali che si verificano nella condotta quando vi sono tratti in cui il flusso cambia direzione, oppure si manifestano delle variazioni di sezione, riunioni o separazioni di correnti, ecc..

Le perdite di carico accidentali vanno sommate a quelle distribuite.

In questo caso assume grande importanza la forma del tronco di un condotto, mentre risulta modesta l'influenza del numero di Reynolds perché, in una accidentalità, il moto è sempre altamente turbolento e solo nel caso che Re risulti inferiore a 150.000, si provvede ad introdurre un coefficiente correttivo.

Per il dimensionamento dei canali si è utilizzato il metodo delle perdite di carico tenendo una velocità massima nei vari tratti in base alla tabella di seguito riportata in base alle destinazioni d'uso dei locali.

Applicazione	velocità
Canali principali	6,0 - 5,0 m/s
Canali secondari	4,0 - 3,0 m/s

Figura 2. Velocità dell'aria nei canali

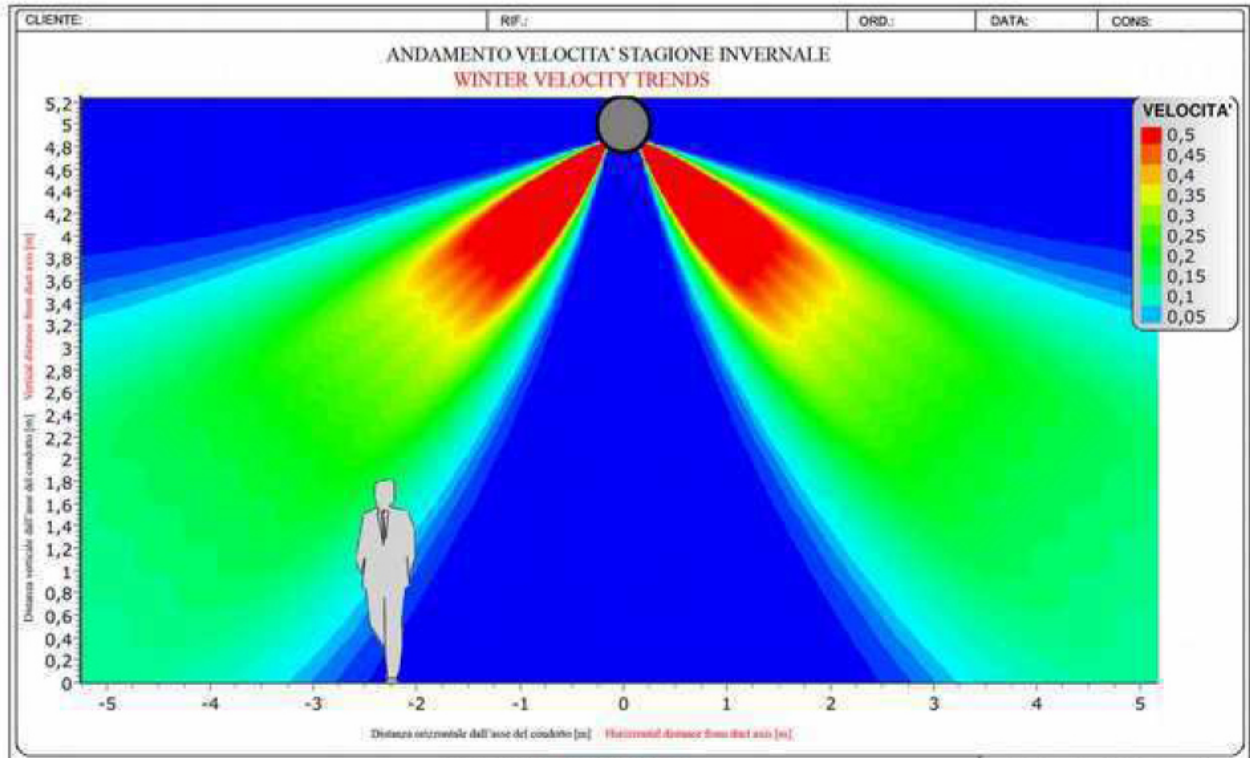
10.3. DIMENSIONAMENTO CANALI MICROFORATI E DIFFUSORI

Per l'immissione dell'aria trattata in ambiente è stato previsto il canale microforato di tipo induttivo. I canali ad alta induzione diffondono l'aria trattata attraverso dei fori di dimensione e quantità opportunamente calcolati, distribuiti su tutta la lunghezza del diffusore, garantendo così una elevatissima superficie di scambio e di miscelazione con l'aria ambiente, la quale viene movimentata per attrito e per effetto dell'induzione.

Il canale è opportunamente definito dall'azienda produttrice: attraverso un software di calcolo viene determinata la forometria ottimale (numero, dimensioni e disposizione dei fori sul diffusore) in relazione alle caratteristiche del locale e dell'impianto per assicurare la velocità dell'aria ottimale in ambiente.

Considerando l'elevata altezza degli ambienti di installazione, la forellinatura costruita e progettata ad hoc assicurerà un lancio ottimale dell'aria sia in estate che in inverno, assicurando la corretta profondità di lancio, soprattutto in fase di immissione di aria calda, scongiurando fenomeni di stratificazione dell'aria.

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p>RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p>IMPIANTI MECCANICI</p> <p>PROGETTO ESECUTIVO</p> <p><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p>N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	--



Per assicurare il corretto funzionamento del canale microforato in palestra, è necessaria la seguente pressione statica utile alla bocca del canale: 220 Pa.

I diffusori e le griglie di ripresa e in generale i terminali di diffusione dell'aria sono stati dimensionati considerando sia la perdita di carico concentrata sviluppata in corrispondenza del terminale che l'indice di rumorosità sviluppato dal flusso dell'aria, contenendo entrambi i valori allo scopo di non sovradimensionare i ventilatori e garantire comfort acustico in ambiente.

10.4. DIMENSIONAMENTO TUBAZIONI

Il progetto prevede l'utilizzo di tubazioni in acciaio (conformi norma UNI 8863) per la realizzazione delle dorsali di distribuzione principali dell'impianto.

La voce di computo relativa alle tubazioni è comprensiva anche dei giunti di dilatazione, che andranno previsti ove necessari.

Il dimensionamento delle tubazioni è stato realizzato tenendo conto del fatto che nei tubi che convogliano l'acqua negli impianti di riscaldamento o condizionamento, il valore ottimale della velocità dipende essenzialmente da quattro fattori:

- l'entità delle perdite di carico;
- la rumorosità;
- la corrosione;
- il trascinamento dell'aria;

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Il dimensionamento in relazione alla velocità del fluido è stato progettato con riferimento alla tabella seguente:

Tipo di tubazione	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Derivazioni ai terminali
Tubo in acciaio	0,8 - 1,7 m/s	0,5 – 0,8 m/s	0,2 - 0,5 m/s

Il calcolo delle tubazioni è effettuato attraverso il metodo delle perdite di carico considerate lungo la rete costituite da:

- perdita di carico con resistenza continua J,
- specifica per metro lineare di tubazione (mm di c.a./m);
- perdita di carico localizzata dovuta ai cambiamenti di direzione, rubinetti di arresto, rubinetti di attingimento ecc, espresse dalla seguente formula:

$$z = \xi \rho \frac{v^2}{2g}$$

dove:

z = perdita di carico espressa in mm di c.a.;

ξ = coefficiente di perdita localizzata, adimensionale (riferimento alle tabelle di seguito riportate);

ρ = massa volumica del fluido in kg/m³;

v = velocità dell'acqua nelle tubazioni in m/s;

g = accelerazione di gravità in m/s².

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">IMPIANTI MECCANICI</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---

Valori del coefficiente di perdita localizzata ξ (rete di distribuzione)

Diametro interno tubi rame, PEad, PEX		8+16 mm	18+28 mm	30+54 mm	>54 mm
Diametro esterno tubi acciaio		3/8"+1/2"	3/4"+1"	1 1/4"+2"	>2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Curva stretta a 90° r/d = 1,5		2,0	1,5	1,0	0,8
Curva normale a 90° r/d = 2,5		1,5	1,0	0,5	0,4
Curva larga a 90° r/d > 3,5		1,0	0,5	0,3	0,3
Curva stretta a U r/d = 1,5		2,5	2,0	1,5	1,0
Curva normale a U r/d = 2,5		2,0	1,5	0,8	0,5
Curva larga a U r/d > 3,5		1,5	0,8	0,4	0,4
Allargamento				1,0	
Restringimento				0,5	
Diramazione semplice con T a squadra				1,0	
Confluenza semplice con T a squadra				1,0	
Diramazione doppia con T a squadra				3,0	
Confluenza doppia con T a squadra				3,0	
Diramazione semplice con angolo inclinato (45° - 60°)				0,5	
Confluenza semplice con angolo inclinato (45° - 60°)				0,5	
Diramazione con curve d'invito				2,0	
Confluenza con curve d'invito				2,0	

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Valori del coefficiente di perdita localizzata ξ (componenti impianto)

Diametro interno tubi rame, PEad, PEX		8+16 mm	18+28 mm	30+54 mm	>54 mm
Diametro esterno tubi acciaio		3/8" + 1/2"	3/4" + 1"	1 1/4" + 2"	>2"
Tipo di resistenza localizzata	Simbolo				
Valvola di intercettazione diritta		10,0	8,0	7,0	6,0
Valvola di intercettazione inclinata		5,0	4,0	3,0	3,0
Saracinesca a passaggio ridotto		1,2	1,0	0,8	0,6
Saracinesca a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a sfera a passaggio ridotto		1,6	1,0	0,8	0,6
Valvola a sfera a passaggio totale		0,2	0,2	0,1	0,1
Valvola a farfalla		3,5	2,0	1,5	1,0
Valvola a ritegno		3,0	2,0	1,0	1,0
Valvola per corpo scaldante tipo diritto		8,5	7,0	6,0	—
Valvola per corpo scaldante tipo a squadra		4,0	4,0	3,0	—
Detentore diritto		1,5	1,5	1,0	—
Detentore a squadra		1,0	1,0	0,5	—
Valvola a quattro vie		6,0		4,0	
Valvola a tre vie		10,0		8,0	
Passaggio attraverso un radiatore		3,0			
Passaggio attraverso una caldaia		3,0			

Le tubazioni sono state pertanto calcolate seguendo il metodo di cui sopra limitando il valore delle perdite di carico al metro lineare inferiore ai 30mm/m al fine di non sovradimensionare gli organi di spinta.

Le portate sono state desunte in base al fabbisogno termofrigorifero e alla potenza installata nei terminali.

Il dimensionamento delle tubazioni è stato effettuato secondo le seguenti tabelle:

Ebner S.r.l.
(Capogruppo)

Arch. Paolo Marchesi
(Mandante)

Dott. Maurizio Visconti
(Mandante)

Ing. Gramegna Daniele
(Mandante)

RELAZIONE SPECIALISTICA

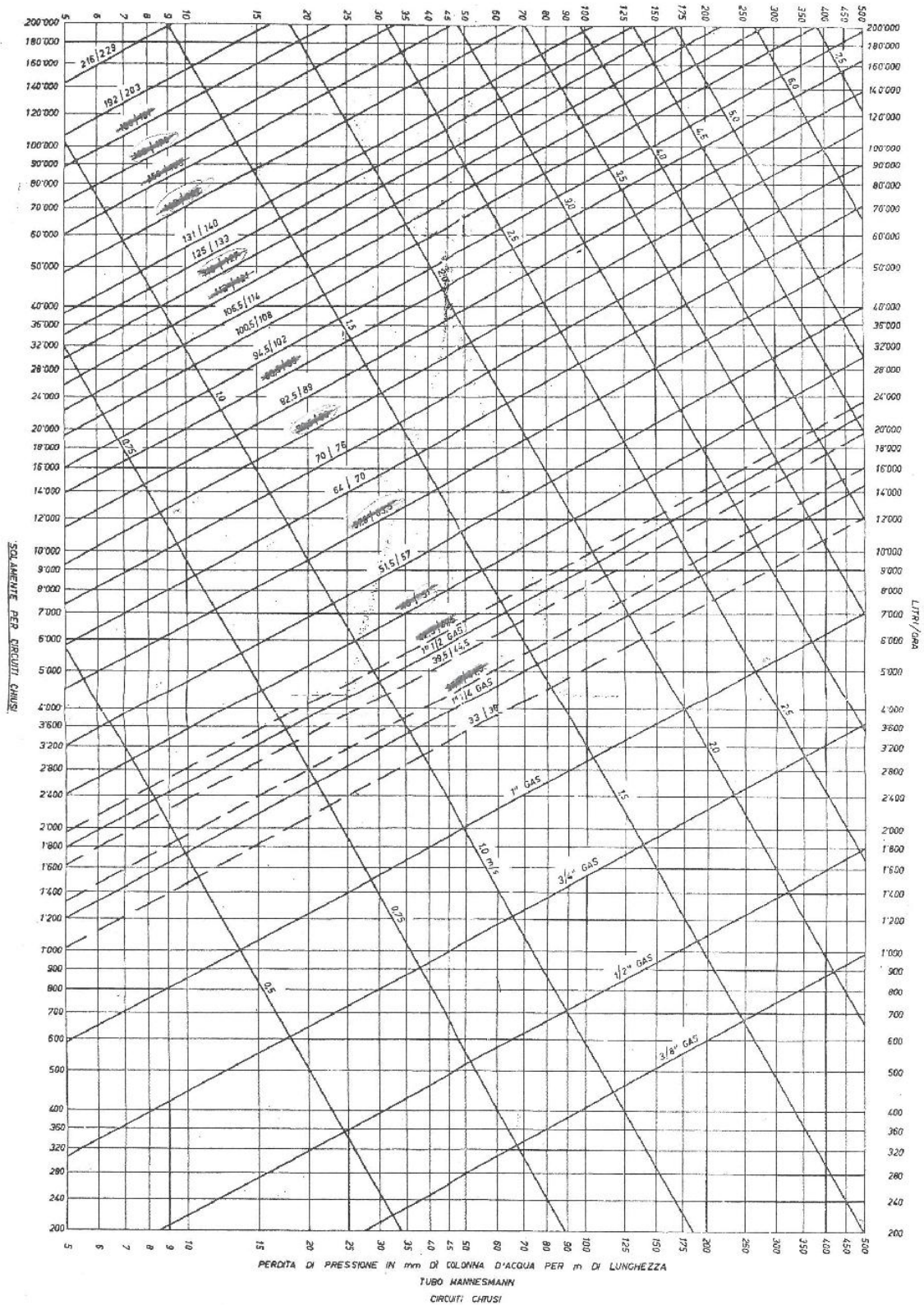
IMPIANTI MECCANICI

PROGETTO ESECUTIVO

*"Riqualificazione sociale e architettonica
dell'area urbana dell'ex monastero di San
Dalmazio in Pavia (Pop297)"*

**N° PROGETTO
1221EBS**

Tavola A.5 Perdita di carico dell'acqua nelle tubazioni - Circuiti chiusi (1)



Ebner S.r.l.
(Capogruppo)

Arch. Paolo Marchesi
(Mandante)

Dott. Maurizio Visconti
(Mandante)

Ing. Gramegna Daniele
(Mandante)

RELAZIONE SPECIALISTICA

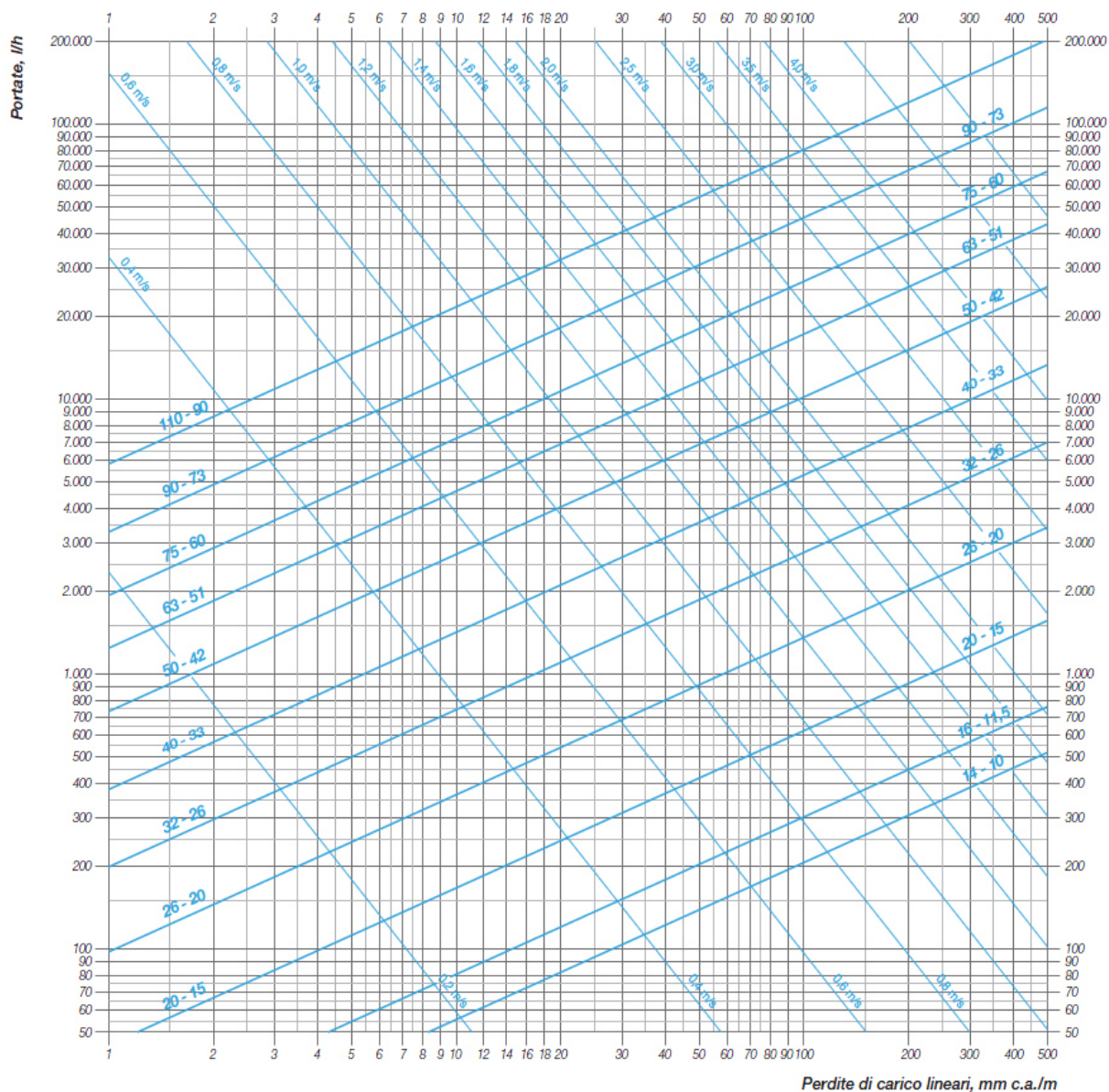
IMPIANTI MECCANICI

PROGETTO ESECUTIVO

*"Riqualificazione sociale e architettonica
dell'area urbana dell'ex monastero di San
Dalmazio in Pavia (Pop297)"*

**N° PROGETTO
1221EBS**


Perdite di carico continue TUBI MULTISTRATO - Temperatura acqua = 10°C



La coibentazione delle tubazioni di distribuzione dovrà essere realizzata come di seguito indicato.

Tubi isolanti $\lambda < 0,036 \text{ W/m}^\circ\text{C}$ a 40°C come da Allegato B della DPR 412/1993

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

TAB 1						
Conducibilità Termica utile dell'isolante (W/m °C)	Diametro esterno della tubazione (mm)					
	<20	da 20 a 39	da 40 a 59	da 60 a 79	da 80 a 99	> 100
0.030	13	19	26	33	37	40
0.032	14	21	29	36	40	44
0.034	15	23	31	39	44	48
 0.036	17	25	34	43	47	52
0.038	18	28	37	46	51	56
0.040	20	30	40	50	55	60
0.042	22	32	43	54	59	64
0.044	24	35	46	58	63	69
0.046	26	38	50	62	68	74
0.048	28	41	54	66	72	79
0.050	30	42	56	71	77	84

Per valori di conducibilità termica utile dell'isolante differenti da quelli indicati in tabella 1, i valori minimi dello spessore del materiale isolante sono ricavati per interpolazione lineare dei dati riportati nella tabella 1 stessa.

I montanti verticali delle tubazioni devono essere posti al di qua dell'isolamento termico dell'involucro edilizio, verso l'interno del fabbricato ed i relativi spessori minimi dell'isolamento che risultano dalla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,5.

- Per tubazioni correnti entro strutture non affacciate né all'esterno né su locali non riscaldati gli spessori di cui alla tabella 1, vanno moltiplicati per 0,3.

TUBAZIONE	Spessore minimo richiesto da DPR412 Zona A*	Spessore isolamento tubi scelto in progetto (Zona A)	Spessore minimo richiesto da DPR412 Zona C** (x 0,3)	spess.isolamento tubi scelto in progetto (Zona C)
DIAM. 1/2"	17 mm	--	5 mm	--
DIAM. 3/4"	25 mm	30 mm	7,5 mm	13 mm
DIAM. 1"	25 mm	40 mm	7,5 mm	13 mm
DIAM. 1" 1/4	25 mm	40 mm	7,5 mm	13 mm
DIAM. 1" 1/2	25 mm	40 mm	7,5 mm	13 mm
DIAM. 2"	34 mm	50 mm	10,2 mm	19 mm
DIAM. 2" 1/2	43 mm	50 mm	12,9 mm	19 mm
DIAM. 3"	43 mm	55 mm	12,9 mm	--
DIAM. 3" 1/2	47 mm	55 mm	14 mm	--
DIAM. 4"	52 mm	60 mm	15,6 mm	--
DIAM. 5"	52 mm	60 mm	15,6 mm	--

* Con Zona A si intendono le zone non riscaldate come

** Con Zona C si intendono le zone riscaldate (controsoffitto)

Le cospelle isolanti saranno in poliuretano espanso secondo i diametri indicati nella tabella precedente.

Le tubazioni installate in Zona A (centrale termica, percorsi di collegamento alla centrale esistente) avranno inoltre l'isolamento con finitura in lamierino d'alluminio.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

10.5. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO

Il dimensionamento delle tubazioni dell'impianto idrico sanitario è stato effettuato in base al metodo delle unità di carico secondo norma UNI 9182.

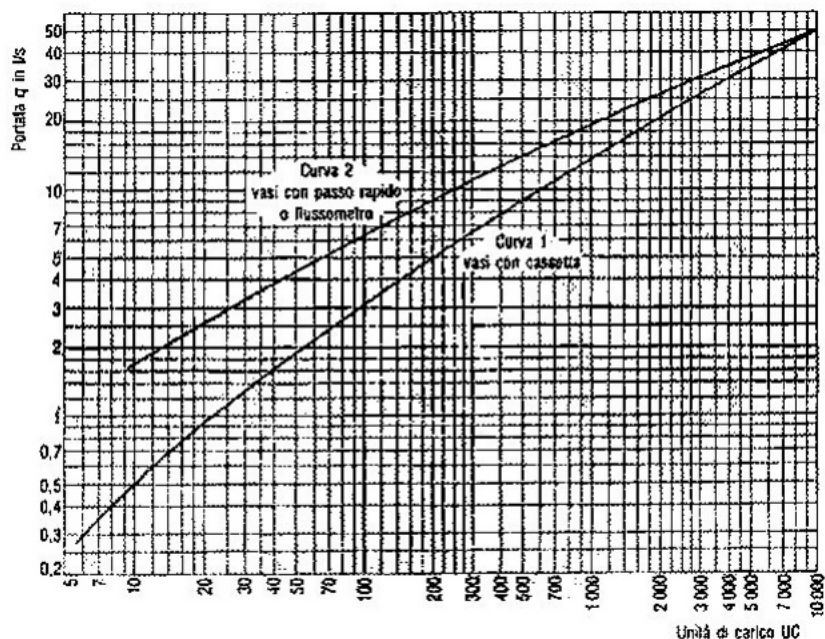
Apparecchio	Alimentazione	Unità di carico		
		Acqua fredda	Acqua calda	Tot
Lavabo	Gruppo miscelatore	1,5	1,5	2,0
Bidet	Gruppo miscelatore	1,5	1,5	2,0
Vasca	Gruppo miscelatore	3,0	3,0	4,0
Doccia	Gruppo miscelatore	3,0	3,0	4,0
Vaso	cassetta	5,0	-	5,0
Vaso	Passo rapido	10,0	-	10,0
Vuotatoio	Cassetta	5,0	-	5,0
Vuotatoio	Passo rapido	10,0	-	10,0
Lavello	Gruppo miscelatore	2,0	2,0	3,0
Idrantino 3/8"	Solo acqua fredda	2,0	-	2,0
Idrantino 1/2"	Solo acqua fredda	4,0	-	4,0

Il diametro minimo previsto per l'allacciamento delle varie utenze alla rete idrica generale sarà di 1/2" per tubazioni in acciaio zincato e Øe 16 mm per tubazioni in multistrato. I tubi di diametro minore a quelli indicati sono ammessi solamente per il collegamento di un solo apparecchio e per percorsi non superiori a 1 metro, o per casi particolari da mettere in evidenza.

Le portate massime contemporanee, in base alle quali sono stati dimensionati i vari tratti di tubazione, sono state determinate considerando la somma di tutte le unità di carico sopra precisate (punto a) ed utilizzando il seguente schema:

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">IMPIANTI MECCANICI</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---

Curve $q = f(UC)$ portata in l/s in funzione delle unità di carico



In base alla portata è stata dimensionata la tubazione sulla scorta della velocità massima ammissibile riportata nella seguente tabelle in riferimento ad impianti di tipo A (civile):

TAB. 9
VELOCITÀ MASSIME CONSENTITE

Materiale tubi	φ tubi	impianti tipo A vmax (m/s)	impianti tipo B vmax (m/s)
Acciaio zincato	fino a 3/4"	1,1	1,3
	1"	1,3	1,5
	1 1/4"	1,6	1,8
	1 1/2"	1,8	2,1
	2"	2,0	2,3
	2 1/2"	2,2	2,5
	oltre 3"	2,5	2,8
Pead PN10 e PN16	fino a DN 25	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	1,9	2,2
	DN 63	2,1	2,4
	DN 75	2,3	2,6
	oltre DN 90	2,5	2,8
Multistrato	fino a DN 26	1,2	1,4
	DN 32	1,3	1,5
	DN 40	1,6	1,8
	DN 50	2,0	2,3

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Le tubazioni di acqua calda sanitaria e ricircolo saranno coibentate secondo la Legge 10/91 e D.P.R. 412/93, mediante applicazione di guaina in polietilene espanso.

La tubazione in acciaio zincato sarà adeguatamente isolata negli spessori di legge.

10.6. DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SCARICO ACQUE NERE

Le reti di scarico interne ai locali igienici saranno realizzate in polipropilene autoestinguento tipo PP SILENT con relativi sifoni ed il raccordo alle colonne fognarie.

Relativamente al dimensionamento delle tubazioni di scarico, saranno adottate le seguenti prescrizioni. Il diametro del tubo di scarico di ogni apparecchio sarà realizzato secondo quanto indicato nella tabella sotto riportata.

DIAMETRI TUBAZIONI DI SCARICO

APPARECCHIO	DIAMETRO
Vaso	DN 110
Lavabo	DN 40
Doccia	DN 50

Per il dimensionamento della rete, la norma UNI stabilisce per ogni apparecchio sanitario una unità di scarico, ovvero una intensità media di scarico espressa in l/s, secondo i valori riportati nella seguente tabella (Tabella 1).

Tipi di apparecchi idrosanitari	Unità di scarico DU in l/s
- orinatoio a canale a parete (per persona)	0,2
- lavamani, lavabo - bidet - orinatoio	0,5
- piatto doccia	0,6
- vasca da bagno - lavello da cucina semplice e doppio - lavastoviglie domestica - lavatoio per lavanderia - lavatrice fino a 6 kg - pozzetto a pavimento con uscita e 50	0,8
- pozzetto a pavimento con uscita e 63	1,0
- vasca da bagno idromassaggio - lavatrice da 7 kg a 12 kg - pozzetto a pavimento con uscita 75	1,5
- WC con scarico 6 l	2,0
- WC con scarico 9 l - vuotatoio	2,5

Tabella 1 - Unità di scarico dei diversi apparecchi

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Per il dimensionamento della diramazione, ovvero il tratto di tubazione orizzontale che collega più apparecchi sanitari alla colonna/collettore orizzontale, è stata calcolata l'intensità di scarico totale Q_t (l/s) ottenuta sommando le unità di scarico UD dei singoli apparecchi sanitari serviti dalla medesima tubazione.

$$Q_t = \Sigma(UD)$$

Per il corretto dimensionamento dell'impianto è stato necessario ridurre l'intensità totale di scarico Q_t tenendo in considerazione la probabile contemporaneità di scarico degli apparecchi, ovvero la misura della probabilità che due o più apparecchi, allacciati ad una condotta, scarichino contemporaneamente. L'eventuale contemporaneità non dipende dalla natura dell'apparecchio allacciato bensì dal probabile utilizzo da parte dell'utenza, sensibilmente differente qualora l'impianto sia situato, per esempio, in una abitazione, in un hotel o in un ospedale.

Per determinare l'intensità di scarico ridotta Q_r sono state applicate le formule riportate nella seguente tabella (Tabella 2) derivate da test pratici e confronti effettuati a livello internazionale.

Appartamenti e uffici (intensità di scarico variabile in tempi brevi)	Ristoranti, hotel, ospedali, scuole
$Q_r = 0.5 \sqrt{Q_t}$	$Q_r = 0.7 \sqrt{Q_t}$
Centri sportivi, bagni pubblici	Industrie, laboratori (intensità di scarico costante per lungo tempo)
$Q_r = 1 \sqrt{Q_t}$	$Q_r = 1.2 \sqrt{Q_t}$

Tabella 2 – Formule di calcolo della portata ridotta

In particolare, per il presente dimensionamento, la formula utilizzata è la seguente, essendo la principale destinazione dei servizi quella di docce negli spogliatoi per gli addetti nello stabilimento:

$$Q_r = 1 \sqrt{Q_t}$$

Il terzo fattore tenuto in considerazione per il dimensionamento riguarda la pendenza del collettore di diramazione che trasporta le acque reflue fino alla colonna di scarico, per i quali si considera un riempimento ($h/d=0.5$) pari al 50% e si raccomanda una pendenza minima del 1%.

Definita la pendenza e la portata di progetto Q_r è stato possibile definire il diametro della diramazione attraverso la seguente tabella (Tabella 3).

<p>Ebner S.r.l. (Capogruppo)</p> <p>Arch. Paolo Marchesi (Mandante)</p> <p>Dott. Maurizio Visconti (Mandante)</p> <p>Ing. Gramegna Daniele (Mandante)</p>	<p align="center">RELAZIONE SPECIALISTICA</p> <p align="center">IMPIANTI MECCANICI</p> <p align="center">PROGETTO ESECUTIVO</p> <p align="center"><i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i></p>	<p align="center">N° PROGETTO 1221EBS</p>
--	---	---



h/d=0,5	pendenze in %				
	0,5%	1,0%	1,5%	2,0%	2,5%
e mm	portata Q in l/s				
34/40*	0,11	0,15	0,19	0,22	0,24
44/50*	0,21	0,30	0,37	0,43	0,48
57/63*	0,43	0,61	0,75	0,87	0,98
69/75*	0,72	1,03	1,26	1,46	1,64
83/90**	1,05	1,53	1,88	2,18	2,44
101/110***	1,95	2,79	3,42	3,96	4,43

Tabella 3 - Dimensionamento delle diramazioni di scarico

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

11. ALLEGATI

Si riportano nel seguito gli esiti dei calcoli effettuati per il dimensionamento degli impianti.

11.1. CALCOLI TERMICI E FRIGORIFERI

Per i calcoli termici e frigoriferi di dettaglio si rimanda alla relazione sul contenimento dei consumi energetici allegata al progetto degli impianti meccanici; si riportano in questa sede i risultati riassuntivi e le tabelle per il dimensionamento dei terminali in ambiente.

Esito del calcolo termico eseguito con software EC700 – Edilclima

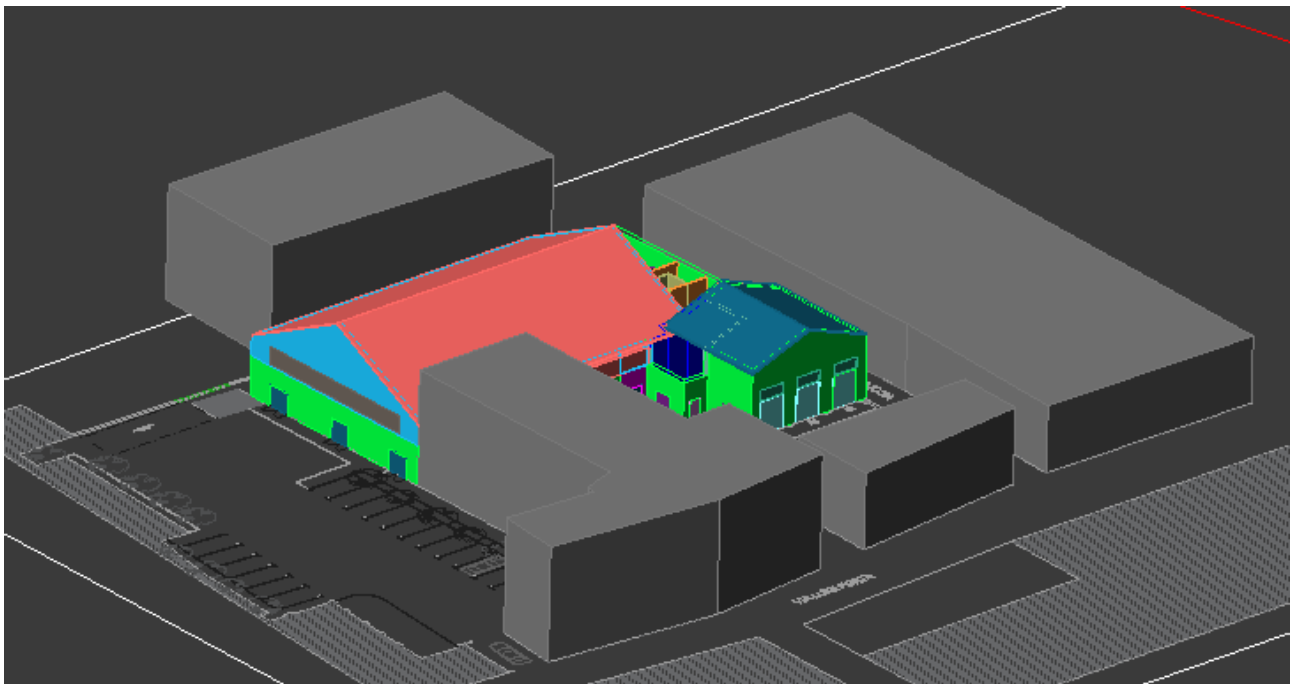
Dispersioni per locale		Dispersioni per componente		Dispersioni per orientamento		Riassunto zone			
Potenza dispersa per trasmissione, ventilazione, effetto intermittenza e coefficiente di sicurezza									
Locale	Zona	Descrizione	θ_i [°C]	V [m³]	S [m²]	Φ_{tr} [W]	Φ_{ve} [W]	Φ_{rh} [W]	Φ_{hl} [W]
1	1	Palestra	20,0	7185,3	778,81	17925	7944	0	25869
1	2	Antibagno per il pubblico	20,0	25,3	8,17	246	0	0	246
2	2	WC 1 per il pubblico	20,0	7,5	2,51	104	80	0	184
3	2	WC H per il pubblico	20,0	9,7	3,23	45	103	0	149
4	2	WC 2 per il pubblico	20,0	7,4	2,46	37	79	0	116
5	2	Docce M	20,0	29,7	9,89	204	316	0	520
6	2	WC M H	20,0	10,0	3,32	116	106	0	222
7	2	WC M	20,0	6,6	2,21	80	71	0	151
8	2	Spogliatoio M	20,0	164,1	54,40	1138	493	0	1632
9	2	Spogliatoio I	20,0	47,3	15,78	376	267	0	643
10	2	Docce I	20,0	16,5	5,51	68	176	0	245
11	2	WC I	20,0	9,7	3,23	46	103	0	150
12	2	Spogliatoio F	20,0	100,4	33,46	493	533	0	1027
13	2	Docce F	20,0	88,1	27,42	952	300	0	1252
14	2	WC H F	20,0	9,7	3,24	45	104	0	149
15	2	WC 1 F	20,0	6,4	2,15	34	69	0	103
16	2	WC 2 F	20,0	10,6	2,17	129	113	0	242
17	2	Ingresso spogliatoi	20,0	39,6	12,89	1563	107	0	1669
18	2	Deposito	20,0	35,0	11,33	305	373	0	678
19	2	Locale infermeria	20,0	52,5	16,86	334	133	0	467
1	3	Reception	20,0	210,7	33,93	1089	333	0	1422
2	3	Sala fitness	20,0	1031,9	127,89	5523	2133	0	7656
Risultati									
Dettaglio dispersioni					Totali				
Potenza dispersa per trasmissione	Φ_{tr}	30853	W	Volume totale	V	9104,0	m³		
Potenza dispersa per ventilazione	Φ_{ve}	13938	W	Potenza totale	Φ_{hl}	44791	W		
Potenza dispersa per intermittenza	Φ_{rh}	0	W	Potenza totale, con fattore di sicurezza	Φ_{hl} sic	44791	W		

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

Esito del calcolo frigorifero eseguito con software EC700 – Edilclima

Carichi termici nell'ora di massimo carico di ciascun locale:											senza riduzione per contemporaneità
Zona	Locale	Descrizione	Ora	Qlrr [W]	QTr [W]	Qv [W]	Qc [W]	Qgl,sen [W]	Qgl,lat [W]	Qgl [W]	
Palestra	1	Palestra	16	5686	5628	17770	36494	33278	32299	65577	
Zona spogliatoi	8	Spogliatoio M	16	87	168	299	1020	1053	521	1574	
Zona spogliatoi	9	Spogliatoio I	16	46	52	86	296	329	151	479	
Zona spogliatoi	12	Spogliatoio F	16	45	71	183	627	607	320	927	
Zona spogliatoi	17	Ingresso spogliatoi	16	661	287	72	242	1137	124	1262	
Zona spogliatoi	18	Deposito	16	0	60	64	212	227	110	336	
Zona spogliatoi	19	Locale infermeria	16	0	59	96	316	307	164	471	
Sala fitness	1	Reception	16	89	239	642	636	887	719	1606	
Sala fitness	2	Sala fitness	18	2509	1406	2884	4636	6314	5122	11436	

Modellazione energetica con software EC700 – Edilclima



Dimensionamento radiatori

Si riporta nel seguito tabella con selezione dei radiatori.

Considerata l'assenza di trattamento dell'aria in corrispondenza della zona servizi ad eccezione del recupero, si è optato per aumentare la potenza installata rispetto al fabbisogno risultante dai calcoli (che presentano una ridotta dispersione per ventilazione considerata l'efficienza del recupero).

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

Dati locale				Potenza termica			Terminale ambiente						
Locale	superficie	altezza	volume	totale		Pt / mc	Tipologia	resa el	n°	n°	resa tot	modello	Wt/mc
	m ²	m	mc	W		W/mc		W/el			W	W	W/mc
Antibagno P	7,98	2,8	22,34	246		11,01							
WC1 P	2,52	2,8	7,06	184		26,08							
WC H P	3,25	2,8	9,10	149		16,37							
WC2 P	2,47	2,8	6,92	116	695	16,77	RAD	85,8	8,1	15	1287	3c/15e/1800	28,34
Docce M	9,95	2,8	27,86	520		18,66							
WC H M	3,33	2,8	9,32	222		23,81	RAD	85,8		15	1287	3c/15e/1800	50,87
WC M	2,21	2,8	6,19	151	893	24,40	RAD	40,3	22,2	15	604,5	3c/15e/800	
Docce I	5,52	2,8	15,46	245		15,85							
WC I	3,24	2,8	9,07	150	395	16,53	RAD	85,8	4,6	15	1287	3c/15e/1800	52,47
Docce F	27,45	2,8	76,86	1252		16,29							
WC H F	3,25	2,8	9,10	149		16,37							
WC 1 F	2,16	2,8	6,05	103		17,03	RAD	85,8		15	1287	3c/15e/1800	169,92
WC 2 F	2,17	2,8	6,08	242	1746	39,83	RAD	85,8	20,3	15	1287	3c/15e/1800	

Dimensionamento fan coil

Approccio analogo è stato tenuto per il dimensionamento dei fan coil.

Calcolo invernale

Dati locale				Potenza termica		Terminale ambiente			
Locale	superficie	altezza	volume	totale	Pt / mc	Tipologia	Modello	n°	resa termica
	m ²	m	mc	W	W/mc				W
Spogliatoio M	54,34	2,8	152,15	1632	10,73	FC	FCL32	2	2940
Spogliatoio I	15,82	2,8	44,30	643	14,52	FC	FCL32	1	1470
Spogliatoio F	33,01	2,8	92,43	1027	11,11	FC	FCL32	2	2940
Ingresso SP	12,77	2,8	35,76	451	12,61	FC	FCL32	1	1470
Infermeria	16,68	2,8	46,70	467	10,00	FC	FCL32	1	1470
Reception	35,91	6,3	226,23	1422	6,29	FC	FCZI400	1	2440
Sala fitness	127,89	8,07	1032,07	7656	7,42	FC	FCZ-950PO	2	14340

Calcolo estivo

Dati locale				Potenza frigorifera				Terminale ambiente					
Locale	superficie	altezza	volume	sensibile	latente	totale	Pf/mc	Tipologia	Modello	n°	resa frigorifera	sens	lat
	m ²	m	mc	W	W	W	W/mc					W	W
Spogliatoio M	54,34	2,8	152,15	1053	521	1574	10,34	FC	FCL32	2	2920	2480	440
Spogliatoio I	15,82	2,8	44,30	329	151	480	10,84	FC	FCL32	1	1460	1240	220
Spogliatoio F	33,01	2,8	92,43	607	320	927	10,03	FC	FCL32	2	2920	2480	440
Ingresso SP	12,77	2,8	35,76	263	246	509	14,24	FC	FCL32	1	1460	1240	220
Infermeria	16,68	2,8	46,70	307	164	471	10,08	FC	FCL32	1	1460	1240	220
Reception	35,91	6,3	226,23	878	689	1567	6,93	FC	FCZI400	1	2460	1760	700
Sala fitness	127,89	8,07	1032,07	6314	5122	11436	11,08	FC	FCZ-950PO	2	14640	9740	4900

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

11.2. CALCOLO PORTATE DI ARIA DI RINNOVO

Locale	Destinazione	Sup.(mq)	H (m)	Vol. (mc)	Ind. Aff.	N° Persone	N° Pers. effettive	N° Pers. Progetto	Vol./Pers. (l/s)	Vol./Pers. (mc/h)	V/h	Q (mc/h)	Mandata (mc/h)	Ripresa (mc/h)
1	Antibagno per il pubblico	7,96	2,8	22,3								0,0		
2	WC 1 per il pubblico	2,50	2,8	7,0							8,0	56,0		60
3	WC H per il pubblico	3,25	2,8	9,1							8,0	72,8		75
4	WC 2 per il pubblico	2,47	2,8	6,9							8,0	55,3		60
5	Spogliatoio M	43,41	2,8	121,5							3,0	364,6	370	
6	Antibagno spogliatoio M	10,00	2,8	28,0								0,0		
7	Docce M	9,56	2,8	26,8							8,0	214,1		215
8	WC H M	3,24	2,8	9,1							8,0	72,6		75
9	WC 1 M	2,16	2,8	6,0							8,0	48,4		50
10	Spogliatoio Istruttori	15,69	2,8	43,9							3,0	131,8	200	
11	Doccia Istruttori	5,49	2,8	15,4							8,0	123,0		125
12	WC 1 Istruttori	3,24	2,8	9,1							8,0	72,6		75
13	Spogliatoio F	33,07	2,8	92,6							3,0	277,8	400	
14	Antibagno spogliatoio F	13,38	2,8	37,5								0,0		
15	Docce F	13,32	2,8	37,3							6,0	223,8		225
16	WC H F	3,24	2,8	9,1							8,0	72,6		75
17	WC 1 F	2,16	2,8	6,0							8,0	48,4		50
18	WC 2 F	2,16	2,8	6,0							8,0	48,4		50
19	Ingresso spogliatoi	12,76	2,8	35,7							2,0	71,5	80	
21	Infermeria	16,65	2,8	46,6	0,2	3,3	1	3	8,50	31		91,8	100	70
RECUPERATORE DI CALORE												TOT	1150	1205
22	Reception	35,87	5,5	197,3	0,2	7,2	8	8		30		240,0	250	200
23	Area fitness	126,73	8,3	1051,9	0,2	25,3		26		16,5	59,4	1544,4	1600	1500
RECUPERATORE DI CALORE												TOT	1850	1700

Locale	Destinazione	Sup.(mq)	H (m)	Vol. (mc)	Ind. Aff.	N° Persone	N° Pers. effettive	N° Pers. Progetto	Vol./Pers. (l/s)	Vol./Pers. (mc/h)	V/h	Q (mc/h)
9	Palestra	780,00	9,35	7293,0			236,0	236,0	236,0		5	36465,0
	campi gioco	655,00				0,2	131,0	131	131,0	12,36	44,5	5831,1
	zone spettatori	70,00				1,5	105,0	105	105,0	5,21	18,7	1968,5
												7799,5
												8000

Ebner S.r.l.
(Capogruppo)

Arch. Paolo Marchesi
(Mandante)

Dott. Maurizio Visconti
(Mandante)

Ing. Gramegna Daniele
(Mandante)

RELAZIONE SPECIALISTICA

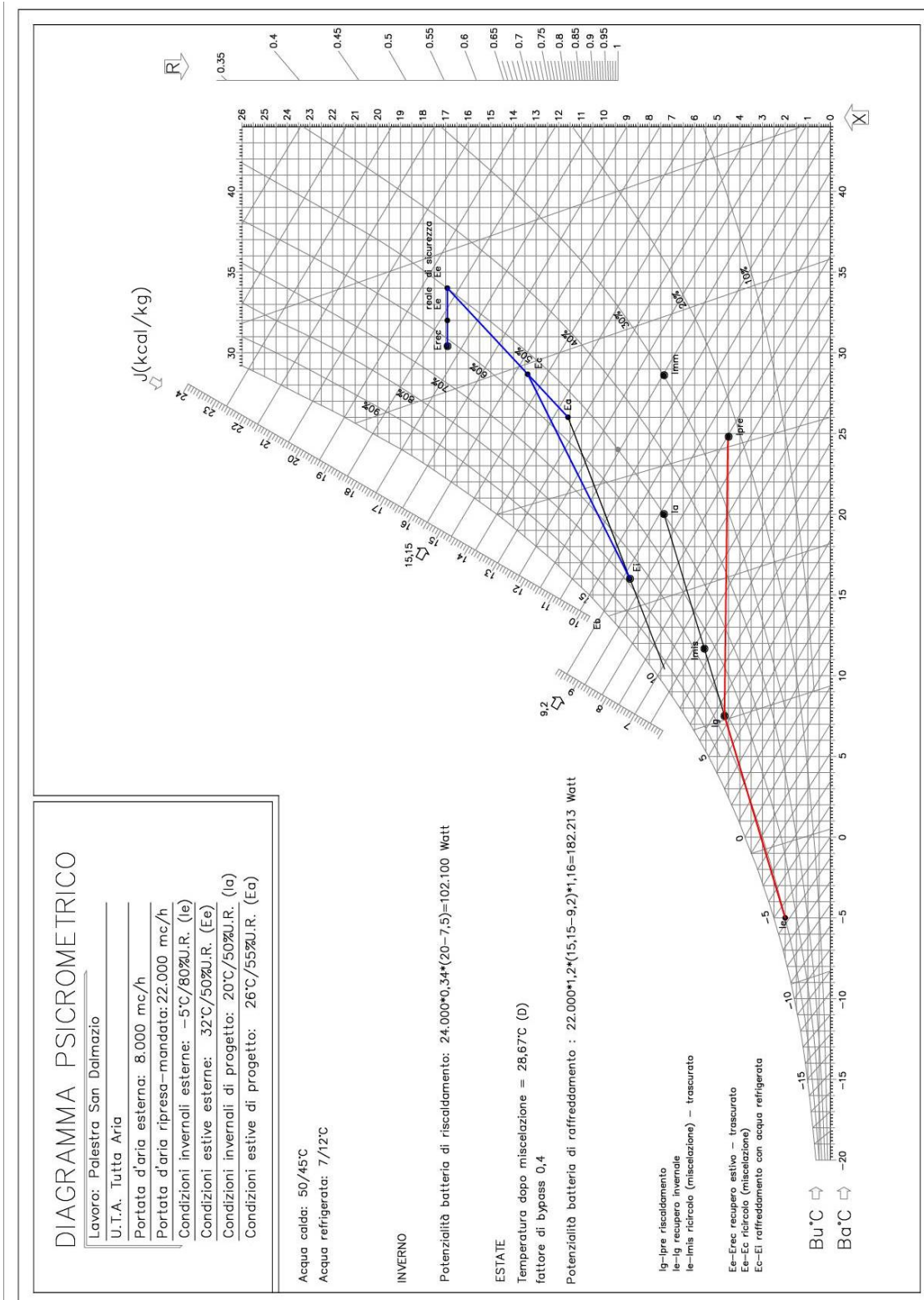
IMPIANTI MECCANICI

PROGETTO ESECUTIVO

*"Riqualificazione sociale e architettonica
dell'area urbana dell'ex monastero di San
Dalmazio in Pavia (Pop297)"*

**N° PROGETTO
1221EBS**

11.3. DIAGRAMMA PSICROMETRICO



Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

11.4. CALCOLO PREVALENZA ELETTROPOMPE DI CIRCOLAZIONE

P01 - circuito caldo /freddo UTA																	
componenti	q	q	L	materiale	C	DN	Øi	Si	V	R	pezzi speciali	Leq Ac	coef	Leq	L * R	PROGRES.	
	l/min	l/h	m				mm	mmq	m/s	mm c.a./m	n	m		m	mm c.a.	mm	
1	curva a 45°									14,11	-	1,2	1,00	-	-	-	
	curva a 90°									14,11	20,00	3,0	1,00	60,00	847	847	
	curva a 90° a largo raggio									14,11	-	1,8	1,00	-	-	847	
	pezzo a T o raccordo a croce									14,11	2,00	6,0	1,00	12,00	169	1 016	
	Saracinesca									14,11	8,00	0,6	1,00	4,80	68	1 084	
	Valvola di non ritorno									14,11	2,00	6,6	1,00	13,20	186	1 270	
	Tubazione	542	32 500	50,00	acciaio	120	100	105,0	8 655	1,04	14,11				705	1 975	
	4"															1 975	
	batteria UTA														1 800	3 775	
	portata	32,5	mc/h											prevalenza	3,8	m c.a.	

P02 - circuito caldo /freddo fan coil																	
componenti	q	q	L	materiale	C	DN	Øi	Si	V	R	pezzi speciali	Leq Ac	coef	Leq	L * R	PROGRES.	
	l/min	l/h	m				mm	mmq	m/s	mm c.a./m	n	m		m	mm c.a.	mm	
1	curva a 45°									12,26	-	0,6	1,00	-	-	-	
	curva a 90°									12,26	8,00	1,2	1,00	9,60	118	118	
	curva a 90° a largo raggio									12,26	-	0,6	1,00	-	-	118	
	pezzo a T o raccordo a croce									12,26	-	2,4	1,00	-	-	118	
	Saracinesca									12,26	3,00	0,0	1,00	-	-	118	
	Valvola di non ritorno									12,26	-	2,7	1,00	-	-	118	
	Tubazione	45	2 700	20,00	acciaio	120	40	42,0	1 385	0,54	12,26				245	363	
	1"1/4															363	
	recuperatore (batteria)														1 600	1 963	
2	curva a 45°									16,47	-	0,6	1,00	-	-	1 963	
	curva a 90°									16,47	-	1,5	1,00	-	-	1 963	
	curva a 90° a largo raggio									16,47	-	0,9	1,00	-	-	1 963	
	pezzo a T o raccordo a croce									16,47	-	3,0	1,00	-	-	1 963	
	Saracinesca									16,47	-	0,3	1,00	-	-	1 963	
	Valvola di non ritorno									16,47	-	3,3	1,00	-	-	1 963	
	Tubazione	98	5 900	12,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,74	16,47				198	2 160	
	(rec + 2 fan coil)															2 160	
																2 160	
3	curva a 45°									17,83	-	0,6	1,00	-	-	2 160	
	curva a 90°									17,83	-	1,5	1,00	-	-	2 160	
	curva a 90° a largo raggio									17,83	-	0,9	1,00	-	-	2 160	
	pezzo a T o raccordo a croce									17,83	-	3,0	1,00	-	-	2 160	
	Saracinesca									17,83	-	0,3	1,00	-	-	2 160	
	Valvola di non ritorno									17,83	-	3,3	1,00	-	-	2 160	
	Tubazione	103	6 160	9,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,77	17,83				160	2 321	
	(rec + 3 fan coil)															2 321	
																2 321	
4	curva a 45°									20,72	-	0,6	1,00	-	-	2 321	
	curva a 90°									20,72	-	1,5	1,00	-	-	2 321	
	curva a 90° a largo raggio									20,72	-	0,9	1,00	-	-	2 321	
	pezzo a T o raccordo a croce									20,72	-	3,0	1,00	-	-	2 321	
	Saracinesca									20,72	-	0,3	1,00	-	-	2 321	
	Valvola di non ritorno									20,72	-	3,3	1,00	-	-	2 321	
	Tubazione	111	6 680	13,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,84	20,72				269	2 590	
	(rec + 5 fan coil)															2 590	
																2 590	
5	curva a 45°									23,80	-	0,6	1,00	-	-	2 590	
	curva a 90°									23,80	-	1,5	1,00	-	-	2 590	
	curva a 90° a largo raggio									23,80	-	0,9	1,00	-	-	2 590	
	pezzo a T o raccordo a croce									23,80	-	3,0	1,00	-	-	2 590	
	Saracinesca									23,80	-	0,3	1,00	-	-	2 590	
	Valvola di non ritorno									23,80	-	3,3	1,00	-	-	2 590	
	Tubazione	120	7 200	9,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,90	23,80				214	2 805	
	(rec + 7 fan coil)															2 805	
																2 805	

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

6	curva a 45°										27,08	-	0,6	1,00	-	-	2 805
	curva a 90°										27,08	6,00	1,5	1,00	9,00	244	3 048
	curva a 90° a largo raggio										27,08	-	0,9	1,00	-	-	3 048
	pezzo a T o raccordo a croce										27,08	-	3,0	1,00	-	-	3 048
	Saracinesca										27,08	2,00	0,3	1,00	0,60	16	3 064
	Valvola di non ritorno										27,08	-	3,3	1,00	-	-	3 064
	Tubazione	129	7 720	40,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,97	27,08					1 083	4 147
	(dorsale principale)																4 147
7	curva a 45°										7,74	-	0,9	1,00	-	-	4 147
	curva a 90°										7,74	8,00	1,8	1,00	14,40	111	4 259
	curva a 90° a largo raggio										7,74	-	1,2	1,00	-	-	4 259
	pezzo a T o raccordo a croce										7,74	-	3,6	1,00	-	-	4 259
	Saracinesca										7,74	-	0,3	1,00	-	-	4 259
	Valvola di non ritorno										7,74	-	4,2	1,00	-	-	4 259
	Tubazione	129	7 720	120,00	re-isolat	120	65	68,8	3 716	0,58	7,74					929	5 188
	pre-isolato																5 188
8	curva a 45°										27,08	-	0,6	1,00	-	-	5 188
	curva a 90°										27,08	20,00	1,5	1,00	30,00	812	6 000
	curva a 90° a largo raggio										27,08	-	0,9	1,00	-	-	6 000
	pezzo a T o raccordo a croce										27,08	2,00	3,0	1,00	6,00	162	6 162
	Saracinesca										27,08	3,00	0,3	1,00	0,90	24	6 187
	Valvola di non ritorno										27,08	1,00	3,3	1,00	3,30	89	6 276
	Tubazione	129	7 720	20,00	acciaio	120	50	53,2	2 222	0,97	27,08					542	6 818
	centrale																6 818
portata 7,7 mc/h prevalenza 6,8 m c.a.																	

P03 - circuito caldo radiatori																	
componenti	q	q	L	materiale	C	DN	Øi	Si	V	R	pezzi speciali	Leq Ac	coef	Leq	L * R	PROGRE SS.	
	l/min	l/h	m				mm	mmq	m/s	mm c.a./m	n	m		m	mm c.a.	mm	
1	curva a 45°									9,62	-	0,3	1,00	-	-	-	
	curva a 90°									9,62	8,00	0,6	1,00	4,80	46	46	
	curva a 90° a largo raggio									9,62	-	0,6	1,00	-	-	46	
	pezzo a T o raccordo a croce									9,62	2,00	1,5	1,00	3,00	29	75	
	Saracinesca									9,62	2,00	0,0	1,00	-	-	75	
	Valvola di non ritorno									9,62	-	1,5	1,00	-	-	75	
	Tubazione	4	230	20,20	mst	150	20	15,0	177	0,36	9,62					194	269
	(mst De20/16) radiatore																269
2	curva a 45°									9,41	-	0,3	1,00	-	-	269	
	curva a 90°									9,41	-	0,6	1,00	-	-	269	
	curva a 90° a largo raggio									9,41	-	0,6	1,00	-	-	269	
	pezzo a T o raccordo a croce									9,41	-	1,5	1,00	-	-	269	
	Saracinesca									9,41	-	0,0	1,00	-	-	269	
	Valvola di non ritorno									9,41	-	1,5	1,00	-	-	269	
	Tubazione	4	230	11,00	acciaio	120	15	16,4	211	0,30	9,41					104	373
	(1 radiatore)																373
3	curva a 45°									8,48	-	0,3	1,00	-	-	373	
	curva a 90°									8,48	-	0,6	1,00	-	-	373	
	curva a 90° a largo raggio									8,48	-	0,6	1,00	-	-	373	
	pezzo a T o raccordo a croce									8,48	-	1,5	1,00	-	-	373	
	Saracinesca									8,48	-	0,0	1,00	-	-	373	
	Valvola di non ritorno									8,48	-	1,5	1,00	-	-	373	
	Tubazione	8	460	16,00	acciaio	120	20	21,8	373	0,34	8,48					136	509
	(2 radiatori)																509
4	curva a 45°									17,96	-	0,3	1,00	-	-	509	
	curva a 90°									17,96	2,00	0,6	1,00	1,20	22	530	
	curva a 90° a largo raggio									17,96	-	0,6	1,00	-	-	530	
	pezzo a T o raccordo a croce									17,96	-	1,5	1,00	-	-	530	
	Saracinesca									17,96	-	0,0	1,00	-	-	530	
	Valvola di non ritorno									17,96	-	1,5	1,00	-	-	530	
	Tubazione	12	690	13,00	acciaio	120	20	21,8	373	0,51	17,96					233	764
	(3 radiatori)																764

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

5	curva a 45°										10,04	-	0,3	1,00	-	-	764	
	curva a 90°										10,04	2,00	0,6	1,00	1,20	12	776	
	curva a 90° a largo raggio										10,04	-	0,6	1,00	-	-	776	
	pezzo a T o raccordo a croce										10,04	-	1,5	1,00	-	-	776	
	Saracinesca										10,04	-	0,0	1,00	-	-	776	
	Valvola di non ritorno										10,04	-	1,5	1,00	-	-	776	
	Tubazione (4 radiatori)	15	920	9,00	acciaio	120	25	27,4	589	0,43	10,04						90	866
																		866
6	curva a 45°										15,18	-	0,3	1,00	-	-	866	
	curva a 90°										15,18	2,00	0,6	1,00	1,20	18	884	
	curva a 90° a largo raggio										15,18	-	0,6	1,00	-	-	884	
	pezzo a T o raccordo a croce										15,18	-	1,5	1,00	-	-	884	
	Saracinesca										15,18	-	0,0	1,00	-	-	884	
	Valvola di non ritorno										15,18	-	1,5	1,00	-	-	884	
	Tubazione (5 radiatori)	19	1 150	12,00	acciaio	120	25	27,4	589	0,54	15,18						182	1 066
																		1 066
7	curva a 45°										17,97	-	0,3	1,00	-	-	1 066	
	curva a 90°										17,97	2,00	0,6	1,00	1,20	22	1 088	
	curva a 90° a largo raggio										17,97	-	0,6	1,00	-	-	1 088	
	pezzo a T o raccordo a croce										17,97	-	1,5	1,00	-	-	1 088	
	Saracinesca										17,97	2,00	0,0	1,00	-	-	1 088	
	Valvola di non ritorno										17,97	-	1,5	1,00	-	-	1 088	
	Tubazione (6 radiatori)	21	1 260	10,00	acciaio	120	25	27,4	589	0,59	17,97						180	1 268
																		1 268
8	curva a 45°										17,97	-	0,3	1,00	-	-	1 268	
	curva a 90°										17,97	8,00	0,6	1,00	4,80	86	1 354	
	curva a 90° a largo raggio										17,97	-	0,6	1,00	-	-	1 354	
	pezzo a T o raccordo a croce										17,97	-	1,5	1,00	-	-	1 354	
	Saracinesca										17,97	-	0,0	1,00	-	-	1 354	
	Valvola di non ritorno										17,97	-	1,5	1,00	-	-	1 354	
	Tubazione pre-isolato	21	1 260	120,00	re-isolat	120	25	27,4	589	0,59	17,97						2 157	3 511
																		3 511
9	curva a 45°										17,97	-	0,3	1,00	-	-	3 511	
	curva a 90°										17,97	20,00	0,6	1,00	12,00	216	3 726	
	curva a 90° a largo raggio										17,97	-	0,6	1,00	-	-	3 726	
	pezzo a T o raccordo a croce										17,97	2,00	1,5	1,00	3,00	54	3 780	
	Saracinesca										17,97	3,00	0,0	1,00	-	-	3 780	
	Valvola di non ritorno										17,97	1,00	1,5	1,00	1,50	27	3 807	
	Tubazione centrale	21	1 260	20,00	acciaio	120	25	27,4	589	0,59	17,97						359	4 167
																		4 167
		portata	1,3	mc/h											prevalenza	4,2	m c.a.	

P04 - circuito primario caldaia																	
componenti	q	q	L	materiale	C	DN	Øi	Si	V	R	pezzi speciali	Leq Ac	coef	Leq	L * R	PROGRES.	SS.
	l/min	l/h	m				mm	mmq	m/s	mm c.a./m	n	m		m	mm c.a.	mm	
curva a 45°										31,32	-	0,9	1,00	-	-	-	-
curva a 90°										31,32	20,00	1,8	1,00	36,00	1 127	1 127	1 127
curva a 90° a largo raggio										31,32	-	1,2	1,00	-	-	-	1 127
pezzo a T o raccordo a croce										31,32	2,00	3,6	1,00	7,20	225	1 353	
Saracinesca										31,32	5,00	0,3	1,00	1,50	47	1 400	
Valvola di non ritorno										31,32	1,00	4,2	1,00	4,20	132	1 531	
Tubazione DN65	320	19 200	30,00	acciaio	120	65	68,8	3 716	1,44	31,32						940	2 471
serpentino bollitore																	2 471
		portata	19,2	mc/h											prevalenza	5,6	m c.a.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

PR - ricircolo ACS																		
componenti	q	q	L	materiale	C	DN	Øi	Si	V	R	pezzi speciali	Leq Ac	coef	Leq	L * R	PROGRE SS.		
	l/min	l/h	m				mm	mmq	m/s	mm c.a./m	n	m		m	mm c.a.	mm		
1	curva a 45°									1,66	-	0,3	1,00	-	-	-		
	curva a 90°									1,66	4,00	0,6	1,00	2,40	4	4		
	curva a 90° a largo raggio									1,66	-	0,6	1,00	-	-	4		
	pezzo a T o raccordo a croce									1,66	2,00	1,5	1,00	3,00	5	9		
	Saracinesca									1,66	-	0,0	1,00	-	-	9		
	Valvola di non ritorno									1,66	-	1,5	1,00	-	-	9		
	Tubazione	2	90	16,00	acciaio	120	15	16,4	211	0,12	1,66					27	35	
	DN15																35	
	spogliatoio F																	35
	2	curva a 45°									7,27	-	0,3	1,00	-	-	35	
curva a 90°										7,27	1,00	0,6	1,00	0,60	4	40		
curva a 90° a largo raggio										7,27	-	0,6	1,00	-	-	40		
pezzo a T o raccordo a croce										7,27	-	1,5	1,00	-	-	40		
Saracinesca										7,27	-	0,0	1,00	-	-	40		
Valvola di non ritorno										7,27	-	1,5	1,00	-	-	40		
Tubazione		3	200	10,00	acciaio	120	15	16,4	211	0,26	7,27					73	113	
DN15																	113	
3	curva a 45°									16,54	-	0,3	1,00	-	-	113		
	curva a 90°									16,54	16,00	0,6	1,00	9,60	159	271		
	curva a 90° a largo raggio									16,54	-	0,6	1,00	-	-	271		
	pezzo a T o raccordo a croce									16,54	1,00	1,5	1,00	1,50	25	296		
	Saracinesca									16,54	3,00	0,0	1,00	-	-	296		
	Valvola di non ritorno									16,54	1,00	1,5	1,00	1,50	25	321		
	Tubazione	11	660	100,00	acciaio	120	20	21,8	373	0,49	16,54					1 654	1 975	
	DN20																1 975	
											portata	0,7	mc/h			prevalenza	2,0	m c.a.

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
--	---	--------------------------------------

11.5. CALCOLO PREVALENZA DEI VENTILATORI DELL'UTA

VENTILATORE DI RIPRESA - UTA PALESTRA P = 22.000 mc/h																	
	componenti	Q	L	materiale	A	B	Deq	Area	V	f _v	R	pezzi speciali	E	Somma toria E	Z (mm c.a.)	L * R	PROGRE SS.
		mc/h	m	Pyral	m	m	m	m ²	m/s	m/sec	mm c.a./m	n			mm c.a.	mm	
	griglia di ripresa 600x1000														15		15
1	curva a 45°											-	0,2	0,0			
	curva a 90°											-	0,4	0,0			
	curva a 30°											-	0,1	0,0			
	restringimento/allargamento											-	0,2	0,0			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											1,00	1,4	1,4			
Canale rettangolare 750x400	2200	4,00	pal	0,75	0,40	0,592	0,2751	2,22	2,04	0,013				1,40	0,58	0,05	15,632
2	curva a 45°											-	0,2	0,0			
	curva a 90°											-	0,4	0,0			
	curva a 30°											-	0,1	0,0			
	restringimento/allargamento											-	0,2	0,0			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											1,00	1,4	1,4			
Canale 750x600	8800	20,00	pyral	0,750	0,600	0,732	0,4500	5,43	5,11	0,045				1,40	2,51	0,90	19,038
3	curva a 45°											-	0,2	0,0			
	curva a 90°											-	0,4	0,0			
	curva a 30°											-	0,1	0,0			
	restringimento/allargamento											-	0,2	0,0			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											1,00	1,4	1,4			
Canale 1100x600	11000	4,00	pyral	1,100	0,600	0,878	0,6600	4,63	4,26	0,025				1,40	1,82	0,10	20,954
4	curva a 45°											-	0,2	0,0			
	curva a 90°											-	0,4	0,0			
	curva a 30°											-	0,1	0,0			
	restringimento/allargamento											-	0,2	0,0			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											1,00	1,4	1,4			
Canale 750x750	11000	1,00	pyral	0,750	0,750	0,820	0,5625	5,43	5,11	0,035				1,40	2,51	0,04	23,495
5	curva a 45°											2,00	0,2	0,4			
	curva a 90°											-	0,4	0,0			
	curva a 30°											-	0,1	0,0			
	restringimento/allargamento											-	0,2	0,0			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											1,00	1,4	1,4			
Canale 600x900	11000	30,00	pyral	0,900	0,600	0,799	0,5400	5,66	5,26	0,035				1,80	3,85	1,05	28,395
6	curva a 45°											-	0,2	0,0			
	curva a 90°											1,00	0,4	0,4			
	curva a 30°											4,00	0,1	0,5			
	restringimento/allargamento											1,00	0,2	0,2			
	serranda											-	0,5	0,0			
	Derivazione con riduzione a 90											-	0,5	0,0			
	derivazione a T											-	1,4	0,0			
Canale 1200x850	22000	20,00	pyral	1,200	0,850	1,100	1,0200	5,99	5,57	0,030				1,13	2,21	0,60	31,205
	Griglia presa aria esterna														4		35,205
	Ventilatore mandata/ripresa portata	mc/h															22
																	prevalenza
																	352
																	Pa

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

11.6. CALCOLO VASI DI ESPANSIONE

<u>CIRCUITO caldaia</u>	
MARCA/MODELLO:	Condexa Pro 115 x 2
MATRICOLA:	
POTENZA TERMICA:	224 kW
<u>DIMENSIONAMENTO VALVOLA DI SICUREZZA</u>	
VALVOLA DI SICUREZZA:	
QUANTITA' n.:	1
DIAMETRO NOMINALE:	3/4"
ORIFIZIO:	20 mm
SEZIONE NETTA:	3,1416 cmq
PRESSIONE DI TARATURA:	4,5 bar
PRESSIONE DI SCARICO NOMINALE:	4,95 bar
PRESSIONE DI CHIUSURA:	3,6 bar
COEFFICIENTE DI EFFLUSSO K:	0,67
PORTATA DI SCARICO VALVOLA:	582,89 Kg/h
W PORTATA DI SCARICO TOTALE:	582,89 Kg/h
Wi PORTATA DI SCARICO IMPIANTO (Wi = P [KW]/0,58) :	386,21 Kg/h
Wi < W LA VALVOLA DI SICUREZZA E' CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DI LEGGE	
<u>Dimensionamento vaso: collettore principale</u>	
PRESSIONE ATMOSFERICA =	1,013 bar
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO =	4,5 bar
DISLIVELLO GENERATORE/SOMMITA IMPIANTO =	2,5 m
*DISLIVELLO VALVOLA DI SICUREZZA/VASO =	-0,5 m
PRESSIONE INIZIALE (P1) RELATIVA =	0,6 bar
PRESSIONE DI TARGA =	6,0 bar
PRESSIONE INIZIALE (P1) =	1,6 bar
PRESSIONE FINALE (P2) =	5,5 bar
VOLUME IMPIANTO (Va) =	200 l
n = 0,31 + 3,9*(10^-4)*tm2	3,83
TEMPERATURA MASSIMA AMMISSIBILE_tm	95 °C
VOLUME DI ESPANSIONE Ve	7,66 l
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $Vv = \frac{Ve}{1-(P1/P2)}$ </div>
VOLUME VASO calcolato Vv =	10,73 l
VOLUME VASO di progetto	15,00 l
diámetro interno del tubo di espansione calcolato	13,88 mm
	$D = \sqrt{P/1,163}$
DIAMETRO tubo di espansione	1/2"
diámetro interno	16,40 mm

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

<u>CIRCUITO : pompa di calore</u>			
MARCA/MODELLO:			
MATRICOLA:			
POTENZA TERMICA:		285 kW	
<u>DIMENSIONAMENTO VALVOLA DI SICUREZZA</u>			
VALVOLA DI SICUREZZA:			
QUANTITA' n.:		2	
DIAMETRO NOMINALE:		1/2"	
ORIFIZIO:		15 mm	
SEZIONE NETTA:		1,767 cmq	
PRESSIONE DI TARATURA:		6 bar	
PRESSIONE DI SCARICO NOMINALE:		6,6 bar	
PRESSIONE DI CHIUSURA:		4,8 bar	
COEFFICIENTE DI EFFLUSSO K:		0,79	
PORTATA DI SCARICO VALVOLA:		386,6 Kg/h	
W PORTATA DI SCARICO TOTALE:		773,2 Kg/h	
Wi PORTATA DI SCARICO IMPIANTO		491,38 Kg/h	
(Wi = P [KW]/0,58) :			
Wi < W LA VALVOLA DI SICUREZZA E' CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DI LEGGE			
<u>Dimensionamento vaso: collettore principale</u>			
PRESSIONE ATMOSFERICA =		1,013 bar	
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO =		2,7 bar	
DISLIVELLO GENERATORE/SOMMITA IMPIANTO =		3,5 m	
DISLIVELLO VALVOLA DI SICUREZZA/VASO* =		0,2 m	
PRESSIONE INIZIALE (P1) RELATIVA =		0,7 bar	
PRESSIONE DI TARGA =		6,0 bar	
PRESSIONE INIZIALE (P1) =		1,7 bar	
PRESSIONE FINALE (P2) =		3,7 bar	
VOLUME IMPIANTO (Va) =		2000 l	
n = 0,31 + 3,9*(10^-4)*tm2		3,83	
TEMPERATURA MASSIMA AMMISSIBILE _tm		95 °C	
VOLUME DI ESPANSIONE Ve		76,60 l	
		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="padding: 5px;"> $Vv = \frac{Ve}{1-(P1/P2)}$ </td> </tr> </table>	$Vv = \frac{Ve}{1-(P1/P2)}$
$Vv = \frac{Ve}{1-(P1/P2)}$			
VOLUME VASO calcolato Vv =		138,13 l	
VOLUME VASO di progetto		150,00 l	
diametro interno del tubo di espansione calcolato		15,65 mm	
$D = \sqrt{P/1,163}$			
DIAMETRO tubo di espansione		3/4"	
diametro interno		21,80 mm	

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

<u>SANITARIO</u>		
MARCA/MODELLO:		
MATRICOLA:		
POTENZA TERMICA:		224 kW
<u>DIMENSIONAMENTO VALVOLA DI SICUREZZA</u>		
VALVOLA DI SICUREZZA:		
QUANTITA' n.:		1
DIAMETRO NOMINALE:		1/2"
ORIFIZIO:		25 mm
SEZIONE NETTA:		4,9087 cmq
PRESSIONE DI TARATURA:		6 bar
PRESSIONE DI SCARICO NOMINALE:		6,6 bar
PRESSIONE DI CHIUSURA:		4,8 bar
COEFFICIENTE DI EFFLUSSO K:		0,79
PORTATA DI SCARICO VALVOLA:		483,25 Kg/h
W PORTATA DI SCARICO TOTALE:		483,25 Kg/h
Wi PORTATA DI SCARICO IMPIANTO		386,21 Kg/h
(Wi = P [KW]/0,58) :		
Wi < W LA VALVOLA DI SICUREZZA E' CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DI LEGGE		
<u>DIMENSIONAMENTO VASO D'ESPANSIONE CHIUSO A DIAFRAMMA</u>		
PRESSIONE ATMOSFERICA =		1,013 bar
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO =		6 bar
DISLIVELLO VALVOLA DI SICUREZZA/VASO =		1,5 m
PRESSIONE INIZIALE (P1) RELATIVA =		3,5 bar
PRESSIONE DI TARGA =		10,0 bar
PRESSIONE INIZIALE (P1) =		4,5 bar
PRESSIONE FINALE (P2) =		7,0 bar
VOLUME IMPIANTO (Va) =		1000 l
e		0,014
TEMPERATURA MASSIMA AMMISSIBILE _tm		100 °C
VOLUME DI ESPANSIONE Ve		14,00 l
		$V_v = \frac{V_e}{1-(P_1/P_2)}$
VOLUME VASO calcolato Vv =		39,27 l
VOLUME VASO di progetto		50,00 l
di diametro interno del tubo di espansione calcolato		13,88 mm
$D = \sqrt{P/1,163}$		
DIAMETRO tubo di espansione		1/2"
di diametro interno		16,40 mm

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

<u>CIRCUITO pompa di calore - studentato PD</u>	
POTENZA TERMICA:	30 kW
<u>DIMENSIONAMENTO VALVOLA DI SICUREZZA</u>	
VALVOLA DI SICUREZZA:	
QUANTITA' n.:	1
DIAMETRO NOMINALE:	1/2"
ORIFIZIO:	15 mm
SEZIONE NETTA:	1,767 cmq
PRESSIONE DI TARATURA:	4,5 bar
PRESSIONE DI SCARICO NOMINALE:	4,95 bar
PRESSIONE DI CHIUSURA:	3,6 bar
COEFFICIENTE DI EFFLUSSO K:	0,79
PORTATA DI SCARICO VALVOLA:	386,6 Kg/h
W PORTATA DI SCARICO TOTALE:	386,6 Kg/h
Wi PORTATA DI SCARICO IMPIANTO	51,72 Kg/h
(Wi = P [KW]/0,58) :	
Wi < W LA VALVOLA DI SICUREZZA E' CONFORME ALLE PRESCRIZIONI DI LEGGE	
<u>Dimensionamento vaso: collettore circuito recupero</u>	
PRESSIONE ATMOSFERICA =	1,013 bar
PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO =	4,5 bar
DISLIVELLO GENERATORE/SOMMITA IMPIANTO =	3,0 m
DISLIVELLO VALVOLA DI SICUREZZA/VASO =	0,0 m
PRESSIONE INIZIALE (P1) RELATIVA =	0,6 bar
PRESSIONE DI TARGA =	8,0 bar
PRESSIONE INIZIALE (P1) =	1,6 bar
PRESSIONE FINALE (P2) =	5,5 bar
VOLUME IMPIANTO (Va) =	125 l
n = 0,31 + 3,9*(10^-4)*tm2	4,21
TEMPERATURA MASSIMA AMMISSIBILE _tm	100 °C
VOLUME DI ESPANSIONE Ve	5,26 l
	$Vv = \frac{Ve}{1-(P1/P2)}$
VOLUME VASO calcolato Vv =	7,44 l
VOLUME VASO di progetto	10,00 l
diametro interno del tubo di espansione calcolato	5,08 mm
$D = \sqrt{P/1,163}$	
DIAMETRO tubo di espansione	1/2"
diametro interno	16,40 mm

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

11.7. CALCOLO UNITÀ DI CARICO PER DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO INTERO EDIFICIO

APPARECCHIO SANITARIO	AFS			ACS			AFS+ACS		
	UDC	q.tà	tot UDC	UDC	q.tà	tot UDC	UDC	q.tà	tot UDC
lavabo	1,5	12	18	1,5	12	18	2	12	24
doccia	3	12	36	3	12	36	4	12	48
vaso a cassetta	5	9	45	0	9	0	5	9	45
		UDC	99		UDC	54		UDC	117
		l/s	3,125		l/s	2,02		l/s	3,575
		2"	11250		1"1/2	7272		2"	12870

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO COLLETTORE DOCCE spogliatoio F/M

APPARECCHIO SANITARIO	AFS			ACS		
	UDC	q.tà	tot UDC	UDC	q.tà	tot UDC
lavabo	1,5	0	0	1,5	0	0
doccia	3	5	15	3	5	15
vaso a cassetta	5	0	0	0	0	0
		UDC	15		UDC	15
		l/s	0,75		l/s	0,72
		1"	2700		1"	2592

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO IDRICO SANITARIO LINEA W.C spogliatoio F

APPARECCHIO SANITARIO	AFS			ACS		
	UDC	q.tà	tot UDC	UDC	q.tà	tot UDC
lavabo	1,5	3	4,5	1,5	3	4,5
doccia	3	5	15	3	5	15
vaso a cassetta	5	3	15	0	3	0
		UDC	34,5		UDC	19,5
		l/s	1,46		l/s	0,91
		1"1/2	5256		1"1/4	3276

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

11.8. DIMENSIONAMENTO BOLLITORE

CALCOLO ACCUMULO ACS			
temperatura acquedotto		C°	10
Temperatura accumulo		C°	55
Consumo nel periodo punta			
	LAVABO	n°	4
	consumo per unità	l	40
	DOCCE	n°	12
	consumo per unità	l	130
	fattore di contemporaneità		1
	TOT	l	1720
Fattore contemporaneità			1
Temperatura utilizzo		C°	40
Durata del periodo di punta		h	0,5
Durata pre riscaldamento		h	1,5
Calore totale per il riscaldamento dell'acqua nell'ora di punta		kCal	51 600,00
Calore orario richiesto		kCal/h	25 800,00
Portata acqua richiesta salto 5°C		l/h	5 160,00
Calore da accumulare		kcal	38 700,00
Volume del bollitore		l	860,00
SERPENTINO			
Coeff. Scambio termico (K)	inox		500
Temperatura media fluido scaldante		°C	47,5
Temperatura fluido riscaldato		°C	30
Superficie serpentino		mq	2,95
Consumo orario acqua sanitaria		l/h	3440,00
Portata lato impianto (dt 5°C)		l/h	5160,93
Potenza serpentino		W	30 005,40

Ebner S.r.l. (Capogruppo) Arch. Paolo Marchesi (Mandante) Dott. Maurizio Visconti (Mandante) Ing. Gramegna Daniele (Mandante)	RELAZIONE SPECIALISTICA IMPIANTI MECCANICI PROGETTO ESECUTIVO <i>"Riqualificazione sociale e architettonica dell'area urbana dell'ex monastero di San Dalmazio in Pavia (Pop297)"</i>	N° PROGETTO 1221EBS
---	--	--------------------------------------

11.9. CALCOLO UNITÀ DI SCARICO PER DIMENSIONAMENTO IMPIANTO DI SCARICO

<i>DIMENSIONAMENTO COLLETTORE DI SCARICO IN USCITA DA EDIFICIO</i>			
APPARECCHIO SANITARIO	SCARICHI		
	UDS	q.tà	tot UDS
lavabo	0,5	12	6
doccia	0,6	12	7,2
vaso a cassetta	2	9	18
		Qt	31,2
		Qr	5,59
		De	160
Qr = 1 x rad Qt			

DIMENSIONAMENTO COLLETTORE DI SCARICO SPOGLIATOIO M			
APPARECCHIO SANITARIO	SCARICHI		
	UDC	q.tà	tot UDS
lavabo	0,5	6	3
doccia	0,6	5	3
vaso a cassetta	2	5	10
		Qt	16
		Qr	4,00
		De	125

Broni, Agosto 2022

Il Progettista

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PAVIA
 ROBERTO MONTAGNA
 LAUREA SPECIALISTICA - SEZIONE A
 SETTORE: INGENNERIA AMBIENTALE
 ANNO DI ISCRIZIONE: 1998
 N° 1871