



Comune di Padova

Settore Lavori Pubblici
Ufficio Edilizia Monumentale

PROGETTO ESECUTIVO - STRALCIO 1

PADOVA CELESTE PARCO DELLE MURA E DELLE ACQUE
RESTAURO DELL'ALA EST DEL CASTELLO
CARRARESI (LLPP EDP 2021/053)

Progettisti

coordinamento e progettazione generale:
GALEAZZO ARCHITETTI ASSOCIATI
via P. E. Botta n.1 - 35138 Padova - 049 655427
architettogaleazzo@studiogaleazzo.it

progettazione strutturale:
FACCIO ENGINEERING SRL
via Astichello n.18 - 35133 Padova - 049 8647020
posta@faccioengineering.com

progettazione impiantistica:
TFE INGEGNERIA SRL
via Friuli Venezia Giulia n.8 - 30030 Pianiga (VE) - 041 5101542
amministrazione@tfeingegneria.it

coordinamento sicurezza e prevenzione incendi:
ESSETIESSE INGEGNERIA SRL
via P. Bronzetti n.30 - 35138 Padova - 049 8808237
amministrazione.ingegneria@essetiesse.it

Restauratore Beni Culturali:
ADRIANO CINCOTTO
Cannareggio 2588 - 30121 Venezia - 041 2750077
cincottorestauro@gmail.com

Esperto aspetti energetici e ambientali:
ING. MARCO SORANZO
via Tintoretto n.16 - 35030 Selvazzano Dentro (PD) - 348 3109523
ingmsoranzo@gmail.com

Geologo:
DOTT. GEOL. PAOLO CORNALE
Strada di Costabissara n.17 - 36100 Vicenza (VI) - 348 3979406
paolo.cornale55@gmail.com

CUP

H96J20001530008

LLPP EDP 2021/053

N° Progetto

APPR_00

Nome file
EG_RIM

Data
Novembre 2023

Elaborato

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTI MECCANICI

Scala

.....

Rup

Domenico Lo Bosco

Capo Settore

Matteo Banfi

Sommario

1. PREMESSA	2
2. CORPO LEGISLATIVO – IMPIANTI MECCANICI	2
3. IMPATTO AMBIENTALE	8
4. TERMINI E DEFINIZIONI	10
5. STATO DI FATTO	11
6. CRITERI DI BASE	12
7. PARAMETRI FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI	12
8. CONDIZIONI E GARANZIA	13
9. DESCRIZIONE DEL PROGETTO – IMPIANTI MECCANICI	14
9.1. SISTEMA DI PRODUZIONE TERMOFRIGORIFERA	14
9.2. SISTEMA DI TRATTAMENTO E DISTRIBUZIONE ARIA	17
9.3. TERMINALI AMBIENTE DI SCAMBIO E DI DIFFUSIONE	17
9.4. SISTEMA PER L’UMIDIFICAZIONE DELL’ARIA	19
9.5. IMPIANTO IDRICO E PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA	19
9.6. APPARECCHI IGIENICO SANITARI E RUBINETTERIE	21
9.7. RETI DI SCARICO	21
9.8. RETI FLUIDO FRIGORIGENO	22
9.9. RETI AEREAULICHE	23
9.10. ANTINCENDIO	24
9.11. BAGNI DISABILI	24
9.12. LOGICHE DI FUNZIONAMENTO BMS	26
9.13. RISPETTO DEI REQUISITI CAM	26

1. PREMESSA

La presente relazione, unitamente agli elaborati grafici allegati, costituisce il progetto esecutivo Primo Stralcio per il restauro, riqualificazione dell'Ala Est del Castello Carrarese, sito in Piazza del Castello, 16 – 35141 Padova (PD), il cui obiettivo è il riutilizzo e la rifunzionalizzazione degli ambienti dell'edificio, da adibire a destinazione prevalente espositiva – museale.

Scopo del presente documento è l'illustrazione, delle scelte tecnico – impiantistiche nell'ambito della realizzazione degli impianti di:

- Impianto di climatizzazione estiva ed invernale VRF (Variable Refrigerante Flow) con recupero di calore;
- Impianto di ventilazione e rinnovo dell'aria interna;
- Realizzazione reti di distribuzione dei fluidi termo vettori;
- Realizzazione della rete di distribuzione dell'impianto idricosanitario
- Realizzazione della rete scarichi interni al fabbricato (reflui e condensa);
- Realizzazione della rete di protezione antincendio a naspi ed idranti;
- Idricosanitari;
- Estintori;
- Apparecchi sanitari;
- Umidificazione delle sale espositive;
- Regolazione impianti meccanici.

evidenziando le motivazioni ed i vincoli tecnici che hanno condotto alla adozione delle soluzioni proposte.

Poiché l'intero edificio è vincolato dalla Soprintendenza per i beni architettonici e paesaggistici, tutti gli interventi impiantistici sono stati studiati in modo tale da limitare le interferenze con le strutture edilizie, nell'ottica di preservare l'integrità storico – artistica dell'edificio, e dei prospetti esterni.

2. CORPO LEGISLATIVO – IMPIANTI MECCANICI

La progettazione, gli apparecchi ed i componenti di cui al presente progetto saranno conformi alle norme tecniche e delle disposizioni di Legge vigenti. In particolare:

- Legge 9/01/91 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 relativi regolamenti e decreti successivi
- Decreto Legislativo 19/08/2005, n. 192: "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia" e successivo decreto correttivo ed integrativo 29/12/2006, n.311
- Decreto 30 maggio 2008, n. 115 - Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE
- DPR 2 aprile 2009, n. 59 - Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.
- Decreto 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici
- Decreto 26 giugno 2015 - Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- D.Lgs 3 marzo 2011, n. 28 - Attuazione della direttiva 2009/28/CE su lla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.
- Legge 3 agosto 2013, n. 90 - conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63, recante disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia
- D.M.S.E. 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 riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- D. Lgs. 9/04/2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- D.P.R. 21/04/1993 n. 246: Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione e s.m.i.
- Regolamento 305/11/CE CPR CEE - (Prodotti da costruzione) e abrogazione Direttiva 89/106/
- normative del Ministero dell'Interno per gli impianti termici e combustibili liquidi e/o gassosi
- D.Lgs 25/02/2000 n. 93: Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione
- D.P.R. 661/96: Attuazione della direttiva 90/396/CEE concernente gli apparecchi a gas
- Direttiva 2006/42/CE "Macchine"
- normative del Ministero dell'Interno per gli impianti utilizzando fluido tossico nocivi ed infiammabili
- normative UNI – UNI EN

- leggi, regolamenti e circolari tecniche che venissero emanate in corso d'opera

Norme UNI

UNI 4546:	misure e misurazioni – termini e definizioni fondamentali
UNI 7128:	impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione - termini e definizioni
UNI 7129:	impianti a gas per uso domestico alimentati da rete di distribuzione - progettazione, installazione e manutenzione
UNI EN 30-1-1/4	apparecchi di cottura a gas per uso domestico
UNI 7140:	apparecchi a gas per uso domestico - tubi flessibili non metallici per allacciamento
UNI 7141:	apparecchi a gas per uso domestico - portagomma e fascette
UNI 7939/1:	terminologia per la regolazione automatica degli impianti di benessere - impianti di riscaldamento degli ambienti
UNI 8064:	riscaldatori d'acqua per usi sanitari con fluido primario acqua calda - classificazione e prove
UNI 8065:	trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile
UNI 8199	acustica - collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione - Linee guida contrattuali e modalità di misurazione
UNI EN ISO 140-4/5	Misurazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio - Misurazioni in opera dell'isolamento acustico per via aerea tra ambienti / facciata
UNI EN ISO 717-1	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento acustico per via aerea
UNI EN ISO 717-2	Acustica. Valutazione dell'isolamento acustico in edifici e di elementi di edificio. Isolamento del rumore di calpestio
UNI 8364	impianti di riscaldamento - controllo e manutenzione
UNI 8463	dispositivi di intercettazione per apparecchi ed impianti interni per combustibili gassosi - rubinetti a comando manuale per apparecchi domestici di cottura - prescrizioni di sicurezza
UNI 8477/1	energia solare - calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - valutazione dell'energia raggiante ricevuta
UNI 8477/2	energia solare - calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - valutazione degli apporti ottenibili mediante sistemi attivi o passivi
UNI 8884	caratteristiche e trattamento delle acque dei circuiti di raffreddamento e di umidificazione
UNI EN 12729	dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori controllabili con zona a pressione ridotta - Famiglia B - Tipo A
UNI EN 13076	dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori non limitati - Famiglia A - Tipo A
UNI EN 13077	dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori con troppopieno non circolare (non limitati) - Famiglia A - Tipo B
UNI EN 13078	dispositivi per la prevenzione dell'inquinamento da riflusso dell'acqua potabile - Disconnettori con alimentazione sommersa comprendente un ingresso d'aria e un troppopieno - Famiglia A - Tipo C

UNI 9166	generatori di calore - determinazione del rendimento utile a carico ridotto per la classificazione ad alto rendimento
UNI 9182	edilizia - impianti di alimentazione e distribuzione d'acqua fredda e calda - criteri di progettazione, collaudo e gestione
UNI EN 12056-1	sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Requisiti generali e prestazioni
UNI EN 12056-2	sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Impianti per acque reflue, progettazione e calcolo
UNI EN 12056-3	sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Sistemi per l'evacuazione delle acque meteoriche, progettazione e calcolo
UNI EN 12056-4	sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Stazioni di pompaggio di acque reflue - Progettazione e calcolo
UNI EN 12056-5	sistemi di scarico funzionanti a gravità all'interno degli edifici - Installazione e prove, istruzioni per l'esercizio, la manutenzione e l'uso
UNI 9317:	impianti di riscaldamento - conduzione e controllo
UNI 9511/1:	disegni tecnici – Rappresentazione delle installazioni – segni grafici per impianti di condizionamento dell'aria, riscaldamento, ventilazione, idrosanitari, gas per uso domestico
UNI 9511/2:	disegni tecnici - rappresentazione delle installazioni - segni grafici per apparecchi e rubinetteria sanitaria
UNI 9511/3:	disegni tecnici - rappresentazione delle installazioni - segni grafici per la regolazione automatica
UNI 9511/4:	disegni tecnici - rappresentazione delle installazioni - segni grafici per gli impianti di refrigerazione
UNI 9511/5:	disegni tecnici - rappresentazione delle installazioni - segni grafici per i sistemi di drenaggio e scarico acque usate
UNI 9571:	impianti di ricezione e prima riduzione del gas naturale - conduzione e manutenzione
UNI 9860:	Impianti di derivazione di utenza del gas - Progettazione, costruzione, collaudo, conduzione, manutenzione e risanamento
UNI 9891	tubi flessibili di acciaio inossidabile a parete continua per allacciamento di apparecchi a gas per uso domestico e similare
UNI 10255:	Tubi di acciaio non legato adatti alla saldatura e alla filettatura - Condizioni tecniche di fornitura
UNI 10339:	impianti aeraulici ai fini di benessere - generalità, classificazione e requisiti - regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura
UNI EN 13779	Ventilazione degli edifici non residenziali - Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione
UNI EN ISO 15927-1-4-5-6	prestazione termoigrometrica degli edifici - Calcolo e presentazione dei dati climatici – parti varie
UNI-EN-ISO 10077-1	prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo semplificato
UNI EN ISO 10077-2:	prestazione termica di finestre, porte e chiusure - Calcolo della trasmittanza termica - Metodo numerico per i telai
UNI/TS 11300-1:	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TS 11300-2:	Prestazioni energetiche degli edifici - Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria
UNI EN 15316-1	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 1: Generalità
UNI EN 15316-2-3	Impianti di riscaldamento degli edifici - Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto - Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti
UNI 10349:	riscaldamento e raffrescamento degli edifici - dati climatici
UNI 10351:	materiali da costruzione - conduttività termica e permeabilità al vapore
UNI EN ISO 13788	prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodo di calcolo
UNI 10375:	metodo di calcolo della temperatura interna estiva degli ambienti
UNI EN ISO 13370	Prestazione termica degli edifici - Trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo
UNI EN ISO 13789	prestazione termica degli edifici - Coefficiente di perdita di calore per trasmissione - Metodo di calcolo
UNI EN ISO 13790	prestazione termica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento
UNI EN ISO 13791	prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione - Criteri generali e procedure di validazione
UNI EN ISO 13792	prestazione termica degli edifici - Calcolo della temperatura interna estiva di un locale in assenza di impianti di climatizzazione - Metodi semplificati
UNI 10389:	generatori di calore - misurazione in opera del rendimento di combustione
UNI 10412-1/2:	impianti di riscaldamento ad acqua calda - requisiti di sicurezza – parte I e II
UNI 10576:	protezione delle tubazioni gas durante i lavori sul sottosuolo
UNI EN 1443	camini - Requisiti generali
UNI 10642:	apparecchi a gas - classificazione in funzione del metodo di prelievo dell'aria comburente e di scarico dei prodotti della combustione
UNI EN 125:	dispositivi di sorveglianza di fiamma per apparecchi utilizzatori gas - dispositivi termoelettrici di sicurezza all'accensione e allo spegnimento
UNI EN 14511-1/4	condizionatori, refrigeratori di liquido e pompe di calore con compressore elettrico per il riscaldamento e il raffreddamento - Parte 1-4 – termini, definizioni, condizioni di prova, metodi di prova, requisiti
UNI EN 297:	caldaie di riscaldamento centralizzato alimentate a combustibili gassosi – caldaie di tipo B11 e B11 bs equipaggiate con bruciatore atmosferico, con portata termica nominale ≤ 70 kW
UNI EN 305:	scambiatori di calore - definizioni delle prestazioni degli scambiatori di calore e procedure generali di prova per la determinazione delle prestazioni di tutti i tipi di scambiatori
UNI EN 274-1/3	dispositivi di scarico per apparecchi sanitari
UNI EN 378-1/4	impianti di refrigerazione e pompe di calore - Requisiti di sicurezza ed ambientali
UNI EN 442/1-3:	radiatori e convettori - specifiche tecniche e requisiti, metodi di prova e valutazione, valutazione della conformità

UNI EN 489:	tubazioni per il riscaldamento urbano - Sistemi bloccati di tubazioni preisolate per reti interrato di acqua calda - Assemblaggio-giunzione per tubi di servizio di acciaio con isolamento termico di poliuretano e tubo esterno di polietilene
UNI EN 733:	pompe centrifughe ad aspirazione assiale, pressione nominale 10 bar, con supporti - punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione
UNI EN 734:	pompe a canali laterali PN40 - punto di funzionamento nominale, dimensioni principali, sistema di designazione
UNI EN 735:	dimensioni complessive delle pompe rotodinamiche – tolleranze
UNI EN 736-1/3:	valvole - Terminologia - Definizioni dei tipi di valvole
UNI EN 816:	rubinetteria sanitaria - rubinetti a chiusura automatica PN10
UNI EN 817	Rubinetteria sanitaria - Miscelatori meccanici (PN 10) - Specifiche tecniche generali
UNI EN 834:	ripartitori dei costi di riscaldamento per la determinazione del consumo dei radiatori - apparecchiature ad alimentazione elettrica
UNI EN 12098-1/5:	regolazioni per impianti di riscaldamento
UNI EN ISO 7726:	Ergonomia degli ambienti termici - Strumenti per la misurazione delle grandezze fisiche
UNI EN 1397:	scambiatori di calore - ventilconvettori acqua-aria - procedimenti di prova per la determinazione delle prestazioni
UNI ENV 12097:	ventilazione negli edifici – rete delle condotte – requisiti relativi ai componenti atti a facilitare la manutenzione delle reti delle condotte
UNI EN 27243:	ambienti caldi - determinazione dell'indice WBGT per la valutazione dello stress termico per l'uomo negli ambienti di lavoro

Norme specifiche per direttiva macchine e impianti di refrigerazione

UNI EN ISO 12100 – 1/2	Sicurezza del macchinario. Concetti fondamentali, principi generali di progettazione -
UNI EN 1736	Impianti di refrigerazione e pompe di calore – Elementi flessibili di tubazione, isolatori di vibrazioni e giunti di dilatazione – Requisiti, progettazione ed installazione
UNI EN ISO 4126	Dispositivi di sicurezza per la protezione contro le sovrappressioni - Dispositivi di sicurezza a disco di rottura
UNI EN 12263	Impianti di refrigerazione e pompe di calore – Dispositivi -interruttori di sicurezza per la limitazione della pressione - Requisiti e prove
UNI EN 12284	Impianti di refrigerazione e pompe di calore - Valvole - Requisiti, prove e marcatura
EN 12693	Refrigerating systems and heat pumps – safety and environmental requirements – refrigerant compressors

3. IMPATTO AMBIENTALE

Rumorosità

I livelli di pressione sonora generati dall'impianto all'esterno dello stesso e in prossimità dei macchinari saranno compatibili con le norme vigenti al momento dell'accettazione dell'ordine.

In particolare saranno rispettati i limiti previsti dal DPCM 01/03/91 e del D.P.R. 14/11/97 per quanto riguarda l'emissione verso l'esterno (sia come criterio differenziale che come criterio assoluto) e le indicazioni riportate nel Decreto Legislativo n. 277 del 15/08/91, del D.P.R. 05/12/1997 in materia di protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione al rumore, nonché le indicazioni della Legge 26/10/1995 n. 447.

Si assume comunque quale classe di riferimento per la destinazione d'uso del territorio quella evidenziata nella tabella B e C del D.P.R. 14/11/97, individuando come valori limite di emissione Leq in dB(A) i seguenti:

Tabella B: valori limite di <i>emissione</i> - Leq in dB(A) (art. 2)			
Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	aree particolarmente protette	45	35
II	aree prevalentemente residenziali	50	40
III	aree di tipo misto	55	45
IV	aree di intensa attività umana	60	50
V	aree prevalentemente industriali	65	55
VI	aree esclusivamente industriali	65	65

Tabella C: valori limite di <i>immissione</i> - Leq in dB(A) (art. 3)			
Classi di destinazione d'uso del territorio		Tempi di riferimento	
		Diurno (06.00-22.00)	Notturno (22.00-06.00)
I	aree particolarmente protette	50	40
II	aree prevalentemente residenziali	55	45
III	aree di tipo misto	60	50
IV	aree di intensa attività umana	65	55
V	aree prevalentemente industriali	70	60
VI	aree esclusivamente industriali	70	70

4. TERMINI E DEFINIZIONI

Nel seguito verranno impiegati i termini “Amministrazione Appaltante”, “Stazione Appaltante (SA)” e “Committente”: essi si devono ritenere sinonimi ed indicano il COMMITTENTE dell’Opera.

Per una più rapida lettura degli elaborati progettuali vengono adottate le seguenti denominazioni convenzionali abbreviate (in ordine alfabetico):

BT	Simbolo generico di “Sistema di bassa tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 400/230V
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
CTA	Centrale trattamento aria
CTI	Comitato termotecnico italiano
DL	Direzione dei Lavori, generale o specifica
EPBD	Energy Performance Building Directive
EN	European Norm
IMQ	Istituto Italiano per il Marchio di Qualità
ISO	International Standard Organization
MT	Simbolo generico di “Sistema di media tensione in c.a.”: nel caso specifico sta per 20 kV
PED	Pressure European Directive
QE	Quadro elettrico
SA	Stazione Appaltante / Committente
SC	Sottocentrale termica
SIL	Sistema Italiano Laboratori di prova
SIT	Sistema Italiano di Taratura
UNEL	Unificazione Elettrotecnica Italiana
UNI	Ente Nazionale Italiano di Unificazione
UR	Umidità relativa
UTA	Unità trattamento aria (anche definita CTA)
VMC	ventilazione meccanica controllata

VVF Vigili del Fuoco

5. STATO DI FATTO

L'edificio in oggetto è l'Ala Est del Castello Carrarese, sito in Piazza del Castello, 16 – 35141 Padova (PD), all'interno del centro storico della città.



Il Castello si compone di n.3 ali:

- Nord (definito il progetto definitivo);
- Sud (definito il progetto esecutivo);
- **Est (oggetto di intervento per il corrente progetto esecutivo).**

L'Ala Est del complesso del Castello Carrarese si compone di cinque livelli fuori terra, con superficie in pianta di estensione variabile a seconda del piano. Attualmente l'ala dell'edificio oggetto di progettazione non è dotata di impianti in uso.

Sono presenti alcuni, terminali a radiatori nei gruppi bagno esistenti ed impiantistica varia che verrà smantellata.

6. CRITERI DI BASE

L'inserimento degli impianti in un edificio storico vincolato con destinazione d'uso espositiva, quale è quello in oggetto, deve soddisfare molteplici requisiti; in particolare si tratta di adottare le opportune soluzioni tecnologiche, garantendone una considerevole vita efficace, che consentano il soddisfacimento delle esigenze di comfort, sicurezza ed igiene dell'utenza di questo edificio, unitamente all'integrazione degli impianti con in contesto architettonico, riducendo al minimo l'impatto sulle strutture esistenti.

La complessità delle richieste termo igrometriche, differenziate per livelli e tempi di utilizzo, in relazione alla necessità di conservazione dei beni/opere esposte, pone problematiche assai significative sul piano dei fabbisogni energetici e che necessitano di un approccio attento per essere controllate.

Per quanto riguarda l'impiantistica in genere, verrà garantito un elevato livello di affidabilità, sia nei riguardi di guasti interni alle apparecchiature, sia nei riguardi di eventi esterni: in definitiva oltrech  adottare apparecchiature e componenti con alto grado di sicurezza intrinseca, si dovr  realizzare un'architettura degli impianti in grado di far fronte a situazioni di emergenza in caso di guasto o di fuori servizio di componenti o di intere sezioni d'impianto, con tempi di ripristino del servizio limitati ai tempi di attuazione di manovre automatiche o manuali di commutazione oppure di ripristino del servizio di apparecchiature.

Compatibilmente con le valutazioni del beneficio tecnico economico verranno adottate apparecchiature che, oltre a elevati rendimenti termodinamici, presentino anche elevate specifiche qualitative sotto il profilo delle emissioni in atmosfera (protocollo di Kyoto, D.P.R. 21/12/1999 n 551, D.Lgs. 311/06, DPR 59/2009, DM 26/06/2009), oltre che sotto il profilo dell'inquinamento acustico (DPCM 01/03/91 e D.P.R. 14/11/97)

Per quanto riguarda la manutenzione sar  possibile realizzare quella ordinaria in condizioni di sicurezza; riducendo al minimo i tempi di individuazione dei guasti, o di sostituzione dei componenti usurati.

Verranno inoltre garantiti:

- un facile accesso per ispezione e manutenzione delle varie apparecchiature
- la possibilit  di riconfigurare sezioni di impianto per la normale manutenzione, senza creare eccessivi disservizi all'utenza

7. PARAMETRI FUNZIONALI DEGLI IMPIANTI

Parametro	valore
Ubicazione e dislivello:	Padova, 12 m s.l.m.
Destinazione prevalente degli ambienti:	Edifici adibiti ad attivit� ricreative quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto – E.4(2)
Condizioni termo-igrometriche di riferimento:	T. esterna massima: +35�C � 43% U.R.

Parametro	valore
	Condizione limite estiva: +30°C ÷ 80% U.R.
	T. esterna minima: -5°C ÷ 90% U.R.

Vista la destinazione d'uso prevalente degli ambienti considerati, il vincolo principale è rappresentato dalla richiesta di controllo delle condizioni ambientali in relazione alle dispersioni/rientrate e carichi interni, per quanto riguarda i valori di temperatura ed umidità. In particolare negli ambienti adibiti a sala espositiva è importante il controllo dell'umidità interna, al fine di preservare lo stato di conservazione dei beni esposti. In relazione a ciò, l'edificio sarà dotato di sistema di climatizzazione ad espansione diretta (VRF).

I riferimenti normativi principali sono riportati nella apposita sezione del presente documento.

8. CONDIZIONI E GARANZIA

Temperatura ed umidità:

tipo di locali	T invernale	UR invern.	T estiva	UR estiva
	[°C]	[%]	[°C]	[%]
Sale espositive	20	50%	25	50%
Sala polivalente	20	N.C.	25	N.C.
Locali direzionali (uffici)	20	N.C.	25	N.C.
Servizi WC	20	N.C.	N.C.	N.C.

Ricambi orari d'aria esterna (ventilazione meccanica)

tipo di locali	ricambio minimo garantito
Uffici	40 mc/h a persona
Sala polivalente	40 mc/h a persona
Sale espositive	25 mc/h a persona
Servizi WC	8 vol/h in estrazione

Indipendentemente dalle indicazioni sopra esposte, per i locali privi di ventilazione naturale diretta, dovrà in ogni caso essere assicurato un rateo di aria esterna per persona non inferiore a 11 l/s/persona (39,6 m³/h), come indicato dalla UNI 10339

La velocità residua dell'aria immessa dagli impianti di condizionamento sarà, in mancanza di indicazioni diverse, inferiore a 0.2 m/s, a livello degli occupanti.

Tolleranze massima ammessa

Si riportano i valori tollerati di scostamento ambientale rispetto al set prefissato; per ambienti con possibilità di intervallo di regolazione, la tolleranza è da ritenersi impegnativa per tutti i valori del range.

Temperatura	umidità relativa	portate di aria
±2 °C	±5%	±10%

parametri medi di calcolo dei carichi ambiente – affollamenti

tipo di locali	Affollamento [m ² /persona]	carichi per luce e F.M. [W/m ²]
Uffici	8	25
Sale riunioni	5	10
Corridoi e locali di transito	10	5
Sala polivalente	3	10
Sale espositive	4	5
Servizi WC	--	--

Livelli di rumorosità

La rumorosità nei vari ambienti di lavoro dovrà essere compatibile con la tipologia di lavoro che verrà svolto. Per la misura e la valutazione della rumorosità prodotta negli ambienti si è utilizzato il valore massimo di 35 dB(A) di rumorosità secondo quanto definito dal D.P.C.M. 5/12/1997 per gli impianti in funzionamento continuo negli edifici di categoria F “adibiti ad attività ricreative e di culto”.

9. DESCRIZIONE DEL PROGETTO – IMPIANTI MECCANICI

9.1. SISTEMA DI PRODUZIONE TERMOFRIGORIFERA

Il sistema di condizionamento previsto è basato su apparati VRF in pompa di calore a recupero energetico ad espansione diretta di gas R-410A, le cui unità motocondensanti ad aria sono

collocate al piano primo nel locale tecnico adiacente al locale tecnico del progetto Ala Nord, struttura distaccata dall'edificio principale. Le unità esterne verranno posate sul un orso-grill, per distribuirne il peso, e l'espulsione dell'aria dai ventilatori sulla parte superiore della macchina verrà favorita dalla presenza di un grigliato inserito nella falda, per un'ampia porzione del locale tecnico (vedere tavola particolari). Tutto il locale al piano primo quindi verrà isolato per l'esposizione agli agenti atmosferici, e considerato un deflusso dei liquidi verso la rete pluviale interrata del Castello.

La caratterizzazione espositiva dell'edificio ha suggerito di mantenere una struttura impiantistica in grado di operare a tre tubi, con scambio di energia tra ambienti a diversa e contrapposta richiesta energetica: il comportamento termico dell'edificio e la presenza di richieste di segno contrapposto difficilmente, infatti, possono essere gestiti solo a livello passivo, anche se sono state adottate sistemi vetrati con prestazioni nettamente migliori dei valori (già ottimi) previsti per normativa.

I sistemi VRV/VRF, pertanto, sono in esecuzione con produzione simultanea di caldo e freddo, anche con trasferimento reciproco, con unità esterne motocondensanti con capacità di riscaldamento continuo. La rete di distribuzione in rame isolato, dopo un breve percorso esterno ma protetto da canalina metallica, e un percorso all'interno dello scavo interrato, entra nell'edificio per collegarsi ai distributori.

Questi ultimi sono posizionati nei pavimenti flottanti, ove presenti, o nei controsoffitti dei gruppi bagni del piano terra.

Le unità interne previste sono di diversa tipologia, in relazione alla destinazione d'uso ed all'architettura dei vari ambienti; per la maggior parte si sono previste delle unità canalizzate:

- In contropareti appositamente studiate e concordate con il team edile;
- In pavimento flottante.

In alcune stanze (si rimanda alle tavole grafiche), si sono previste anche unità interne a vista a parete, soprattutto in locali tecnici.

L'impianto è stato strutturato in diverse zone, costituite da locali omogenei in termini di comportamento "climatico" ed esposizione alle forzanti esterne, con possibilità di funzionamento differenziato tra le stesse, in riscaldamento o raffreddamento, indipendente. Questa zonizzazione, oltre a garantire una buona flessibilità di utilizzo e gestione, consente un funzionamento a trasferimento di energia tra le zone a fabbisogno contrapposto, con importante miglioramento dei parametri di prestazione energetica (Total energy Ratio, fattore combinato del

dato di efficienza in riscaldamento e raffreddamento). La zonizzazione è stata studiata mediante software certificato.

Questa tipologia impiantistica garantisce elevati livelli di efficienza energetica, nonché l'impiego di fonti energetiche rinnovabili, come la sorgente aerotermica, a beneficio della sostenibilità ambientale.

Le unità interne sono state dimensionate per coprire il carico termico in riscaldamento ed in raffrescamento (latente e sensibile). Per le Sale Espositive, come da richiesta della committenza, si potrà gestire in più anche il livello di umidità in ambiente.

Nelle tavole grafiche si può osservare che per tutte le 20 Sale Espositive ai piani terra, primo e secondo e terzo, è stata posizionata una unità interna in più, identificata con la sigla "HR". Tale unità verrà gestita dal sistema di regolazione centralizzato e ventilerà l'ambiente umidificandolo / deumidificandolo a seconda dei parametri richiesti.

L'unità dedicata alla climatizzazione è dimensionata per coprire i 2/3 del carico latente della Sala Espositiva, mentre l'altro 1/3 verrà soddisfatto dall'unità dedicata al carico dell'ambiente che comunque in fase di raffrescamento, avendo le unità interne VRF temperature di evaporazione molto basse, deumidificherà l'ambiente secondo i parametri di temperatura e umidità descritti in precedenza.

Si userà, solo per le macchine nel pavimento flottante, posizionare un filtro antipolvere da canale sulla ripresa delle macchine per garantirne il loro miglior funzionamento.

Tutto il sistema VRF potrà essere visualizzato e comandato dal cervello centrale BMS già presente e pensato nell'Ala Nord. Tale stralcio quindi si aggancerà a quanto già progettato nelle altre ali in modo da avere un controllo completo e totale su tutto il Castello Carrarese.

9.2. SISTEMA DI TRATTAMENTO E DISTRIBUZIONE ARIA

La ventilazione ed il trattamento dell'aria di rinnovo all'interno degli ambienti è garantito da recuperatori statici a flussi incrociati collocati nei controsoffitti, contropareti e pavimento flottante, all'interno dei vari ambienti. La scelta di tali dispositivi è stata fatta per recuperare altri punti percentuali sulla sezione latente (la più stringente in fase di dimensionamento dell'impianto), con l'adozione di pacco in carta e non metallico. I recuperatori saranno tutti dotati di filtro F7 e di scheda aggiuntiva per il controllo 0-10 V del dispositivo.

Il funzionamento di questi dispositivi sarà "intelligente", in quanto, grazie alla modulazione 0-10 V sarà possibile settarli, disattivandoli e attivandoli, sotto o sopra una soglia impostata di CO₂.

I filtri F7 saranno inoltre dotati di pressostato con segnalazione del livello di sporco dello stesso.

Le canalizzazioni di distribuzione di mandata e ripresa saranno in PAL per evitare deterioramenti nel tempo nel caso di installazione in zone umide o poco ventilate come i pavimenti flottanti. I collegamenti con sezione circolare nelle contropareti invece saranno in lamiera spiralata isolata.

Il collegamento tra i canali in PAL e i plenum delle bocchette/feritoie di immissione dell'aria sarà realizzato mediante tubazione flessibile isolata termicamente e acusticamente del diametro richiesto.

Per quanto riguarda i servizi igienici, si è previsto un sistema di aspirazione in continuo, con portata non inferiore a 8 vol/h sui WC, in grado di evitare il diffondersi di inquinanti ed odori molesti.

9.3. TERMINALI AMBIENTE DI SCAMBIO E DI DIFFUSIONE

La tipologia di unità interne (74 totali) si divide in:

- Canalizzabili orizzontali, da controsoffitto o pavimento flottante
- Canalizzabili verticali, da contropareti / pareti attrezzate
- A parete

Collegate a 6 unità motocondensanti esterne, singole e doppie, che servono 6 diverse zone del Castello Ala Est.

La tipologia di unità interna che si è previsto di installare in ciascun locale dipende dalla destinazione d'uso del singolo locale, ma soprattutto dalla disponibilità degli spazi in controsoffitto

(ove presenti), pavimento flottante e contropareti espositive: tutte le unità interne sono opportunamente mascherate dagli elementi architettonici, ad eccezione dei locali tecnici, ove sono previste delle unità a parete a vista.

Tutte le canalizzabili (sia orizzontali che verticali), saranno collegate ai sistemi di diffusione dell'aria in ambiente. Per le unità nelle pareti espositive vi sarà una griglia di ripresa sulla parte bassa rientrante della parete espositiva (vedere il particolare), e una mandata con bocchetta ad alette reclinabili canalizzata fino alla parte alta della contro parete, non visibile dal piano di calpestio. Tale canalizzazione è necessaria per evitare che la mandata d'aria stazioni nella contro parete.

Tutte le bocchette di mandata visibili a parete invece sono state dimensionate con diffusori lineari a più feritoie, con plenum collegato al flessibile e quindi alla canalizzazione rigida in lamiera di acciaio zincato. Nelle stanze in cui è presente un pavimento flottante generoso, quindi con possibilità di installazione unità interne VRF e recuperatori di calore, si sono previste delle griglie calpestabili sul perimetro delle sale per garantire un'omogeneità di climatizzazione e rinnovo aria atto a dare un buon comfort termico, con posizione contrapposte di mandata e ripresa, dove possibile, per un migliore lavaggio della stanza.

Nelle sole Sale Espositive, in cui il controllo dei parametri termo-igrometrici interni, quali umidità e temperatura (richiesta della committenza), si è prevista una unità interna identificata con la sigla "HR" dedicata a soddisfare i 2/3 del carico latente dell'ambiente. Sul canale di mandata di questa unità interna verrà installata una lancia per l'immissione del vapore generato da umidificatori ad elettrodi immersi.

Ogni ambiente sarà dotato di proprio pannello di controllo ambientale (comando a filo), con possibilità di gestione automatica / manuale dei flussi d'aria, dei livelli di temperatura estiva ed invernale e dell'eventuale spegnimento programmato per occupazione od assenza. Nelle Sale Espositive sarà presente anche una sonda per il rilevamento dell'umidità, temperatura e CO2 senza monitor (dimensioni 90x90mm). Tutti i sistemi terminali e le relative unità esterne VRF saranno ricondotti ad un sistema di supervisione centrale, gestibile da remoto. La sezione di impianto rinnovo aria e VRF del presente stralcio del progetto esecutivo del Castello Carrarese Ala Est, sarà una parte dell'intero sistema centralizzato già progettato nell'Ala Nord.

Le griglie di presa aria esterna e espulsione (a lamelle fisse lineari) sono state posizionate in zone poco visibili, ed in accordo con il team architettonico per non deturpare i prospetti dell'edificio.

9.4. SISTEMA PER L'UMIDIFICAZIONE DELL'ARIA

Data l'importanza del controllo dell'umidità all'interno delle Sale Espositive allo scopo di preservare l'integrità delle opere esposte, vengono previsti dei sistemi di umidificazione dell'aria dislocati all'interno di ciascuna sala. Il sistema previsto è costituito da:

- Umidificatore ad elettrodi immersi per la produzione di vapore (installato in controparete);
- Distributore di vapore in acciaio inox collocato all'interno dell'unità ventilante dedicata al controllo dell'umidità interna, e sulla sezione di mandata;
- Dorsale principale di distribuzione dell'acqua fredda realizzata in polipropilene fibro rinforzato PPR con stacchi di tubazione in multistrato per l'alimentazione degli umidificatori;
- Tubazioni in polietilene per lo scarico della condensa prodotta dal distributore (lancia vapore) e dall'umidificatore ad elettrodi immersi;
- Sonda per il monitoraggio ed il controllo della temperatura e dell'umidità dell'aria trattata sulla mandata dall'unità ventilante.

L'acqua di alimentazione agli umidificatori verrà spinta direttamente dall'acquedotto, senza nessun tipo di addolcimento. Dovrà essere posizionato un filtro che catturi le impurità sul carico dell'umidificatore a monte dello stesso del tipo a "spago".

La gestione dei parametri ambientali verrà gestita da dei termostati / sonde presenti in tutte le stanze; sarà possibile rilevare dal sistema centralizzato:

- Temperatura;
- Umidità;
- Livello di CO2.

9.5. IMPIANTO IDRICO E PRODUZIONE ACQUA CALDA SANITARIA

La distribuzione idrica dell'acqua fredda potabile sarà prevista con partenza dal punto presa predisposto già individuato nell'esecuzione dei lavori dell'Ala Nord. Vi sarà un contatore dedicato per l'Ala Est nell'apposito pozzetto all'ingresso lato Piazza del Castello, con una distribuzione interrata in polietilene HD, e multistrato all'interno dei servizi.

I gruppi bagni sono 2: nella zona ingresso al piano terra e nel connettivo al piano primo.

L'acqua fredda in arrivo verrà trattata da un dosatore idrodinamico, e poi distribuita al collettore freddo e nel bollitore elettrico. La calda verrà prodotta dal bollitore e poi collegata al collettore

caldo posizionato in controsoffitto. Le utenze verranno alimentate da tubazioni in multistrato isolate.

Poiché la caratteristica peculiare della destinazione d'uso dell'edificio è il ridotto utilizzo di acqua sanitaria, sia fredda che calda, per ottimizzare il sistema di produzione di Acqua Calda Sanitaria, vengono previsti dei produttori elettrici autonomi con piccolo accumulo di 30 litri decentralizzati all'interno dei vari servizi igienici (scalda bagno). Questa soluzione consente di evitare la realizzazione di derivazioni dalla centrale termica, sede di dispersioni termiche, nonché di evitare i consumi di pompaggio correlati. Quindi il ramo freddo in arrivo dal contatore alimenta ciascun produttore ACS a servizio di ogni servizio igienico.

Gli stadi di trattamento acqua saranno:

- un dosatore di polifosfati idrodinamico, che rilascia potassio e sodio nel fluido evitando così la formazione del carbonato di calcio (calcare) nelle tubazioni.

La distribuzione principale, sarà realizzata integralmente in polietilene ad alta densità con raccorderia a saldare. La distribuzione dal collettore di acqua calda e fredda ai singoli apparecchi sanitari avviene con tubazioni multistrato PE – Al – PE opportunamente isolate, con percorso in controsoffitto e all'interno delle pareti in cartongesso.

La rete generale è sezionabile per blocco servizi, caratterizzata da alimentazione parzializzata, in modo da contenere il fuori servizio a zone estremamente limitate. Per ogni gruppo sanitario, inteso come servizio igienico o insieme di apparecchi, verranno previste valvole di intercettazione, per sezionare l'alimentazione del gruppo sanitario. La modularità delle intercettazioni previste consentirà la funzionalità continuativa degli apparecchi non interessati dalle operazioni di manutenzione.

Per il dimensionamento delle reti di adduzione idrica, è stato fatto riferimento alla norma UNI 9182; i valori delle unità di carico utilizzati sono raccolti nella tabella seguente:

	Acqua fredda	Acqua tiepida	Totale
Lavabo	1.50	1.50	2.00
Bidet	1.50	1.50	2.00
Doccia	3,00	3,00	4,00
Vaso a cassetta	5.00		5.00

9.6. APPARECCHI IGIENICO SANITARI E RUBINETTERIE

Gli apparecchi sanitari saranno tutti in vitreous-china, delle migliori marche esistenti in commercio; con superfici completamente lisce prive di angoli poco accessibili, dove la sporcizia si può accumulare. Si è optato per la serie a parete, in considerazione delle migliori caratteristiche di pulibilità e sanificabilità degli stessi; eventuali apparecchi per uso intensivo o specifico verranno realizzati con struttura a pavimento, per una maggiore solidità.

Gli apparecchi sanitari, indipendentemente dalla loro forma e dal materiale costituente, rispetteranno i seguenti requisiti:

- robustezza meccanica
- durabilità meccanica
- assenza di difetti visibili ed estetici
- resistenza all'abrasione
- pulibilità di tutte le parti che possono venire a contatto con l'acqua sporca
- resistenza alla corrosione (per quelli con supporto metallico)
- funzionalità idraulica.

Gli staffaggi di tutti gli apparecchi saranno antisismici ed adeguati alla tipologia della parete di sostegno, bulloni ad espansione per cemento armato, robusti telai metallici per le pareti più leggere.

In merito al contenimento dei consumi di acqua, sono previsti apparecchi in esecuzione a basso consumo, conformi alle prescrizioni CAM (D.M. 23/06/2022):

- WC a cassetta - Saranno del tipo dual flush con al massimo 3-4,5 litri ad ogni risciacquo
- Lavabo - con adozione di apposite cartucce ed aeratori (portata inferiore a 2,9 l/min); temporizzati in presenza di ambienti ad uso pubblico

9.7. RETI DI SCARICO

Viene prevista la realizzazione di una rete di scarico delle acque reflue e una rete di scarico delle condense prodotte dalle unità interne ed esterne di climatizzazione.

Nella realizzazione della rete di scarico si seguiranno le consuete indicazioni sulla separazione degli scarichi per le utenze nere/grigie e per le eventuali acque saponate, comunque in

ottemperanza alle prescrizioni del gestore della rete esterna. Per quanto riguarda la caratteristica delle tubazioni, si prevede l'utilizzo di tubazione in polietilene.

Nei locali igienici verranno previste opportune pilette a pavimento, in esecuzione "bagnata", con alimentazione da rete dedicata, con comando ad orario, per garantire che le stesse mantengano sempre un adeguato battente idraulico, così da evitare la diffusione di odori.

Per tutte le unità interne, i collettori e le unità motocondensanti esterne è prevista una rete di scarico condensa in polietilene, per la raccolta ed il convogliamento all'esterno dell'acqua di condensazione prodotta per effetto della deumidificazione dell'aria e del ciclo di sbrinamento invernale effettuato dall'unità esterna.

Le condense finiranno nei pozzetti delle acque bianche pluviali.

Le nere verranno raccolte in prossimità dell'entrata del sito del Castello (lato Piazza Castello), in un serbatoio prefabbricato, il quale spingerà il fluido mediante due pompe sommerse per sollevamento liquami, in un pozzetto calmo, dal quale poi per caduta verranno convogliate alla rete fognaria stradale.

Le tubazioni saranno in polietilene, con isolamento acustico per le colonne tra piano primo e terra.

9.8. RETI FLUIDO FRIGORIGENO

La circolazione all'interno della rete di distribuzione è indotta dall'azione del compressore che eleva la pressione del fluido frigorigeno in fase gassosa.

L'alimentazione distribuzione delle unità interne è attuata mediante una rete realizzata in rame specifico per l'impiego con fluido frigorigeno R410A, conforme alla UNI EN 12735-1, ricotto in rotoli o crudo in verghe, con saldatura di tipo brasatura forte EN 13133, per pressione di esercizio non inferiori a 40 bar.

I Sistemi di raccorderia saranno realizzati con tubo di rame senza saldatura conforme alla norma EN 12735-1 per impiego con fluidi refrigeranti appartenenti al Gruppo II (così come definito nell'Articolo 9, Punto 2.2 della Direttiva 97/23/CE, con riferimento alla Direttiva 67/548/CEE).

L'isolamento termico è previsto da realizzarsi mediante guaina isolante conforme al regolamento europeo CEE/UE 2037/2000 (guaine coibenti espanse senza l'impiego di CFC e HCFC), di caratteristiche di resistenza termica rispondente alla normativa vigente, valore medio del fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo " μ " 13000, temperatura di esercizio compresa

fra -80°C e $+105^{\circ}\text{C}$. I tratti esterni della distribuzione dovranno essere provvisti di coibentazione di resistenza conforme alla normativa vigente relativa alle tubazioni da esterno.

Per la realizzazione degli stacchi dalle dorsali di distribuzione, è previsto l'impiego di giunti a "Y" RefNet e collettori di distribuzione in cassetta ispezionabile in controsoffitto; per l'installazione dei giunti è condizione imprescindibile il rispetto scrupoloso delle prescrizioni indicate dal fornitore del sistema di climatizzazione ad espansione diretta, riportati nelle tavole grafiche. Ovunque possibile, il percorso delle tubazioni di alimentazione delle unità VRF è stata prevista a soffitto / controsoffitto oppure all'interno delle intercapedini delimitate dal pavimento flottante o dalle contropareti. Le dorsali principali in arrivo dalla copertura e dal locale tecnico, dove sono collocate le unità montondensanti, saranno protette da una canalina in metallo zincato con coperchio per evitarne il calpestio.

9.9. RETI AERAILICHE

Nelle applicazioni tipiche della climatizzazione, i valori di velocità dell'aria nei condotti e il tipo di condotti utilizzati fanno sì che le condizioni del moto cadano nella zona di transizione fra quello laminare e quello turbolento.

Il moto di un fluido in un condotto può essere essenzialmente di due tipi: laminare o turbolento.

Il moto si dice laminare quando i filetti fluidi seguono traiettorie ben definite: regolari e parallele alle pareti del condotto. Non esistono, in tal caso, componenti di velocità ortogonali all'asse del condotto. Nel caso di un fluido reale e, quindi, con viscosità non nulla, le vene fluide hanno velocità differenti e crescenti da zero (in adiacenza alla parete) fino un massimo al centro del condotto.

Il regime è turbolento quando il moto del fluido, anziché essere regolare, avviene secondo traiettorie irregolari, variabili casualmente nel tempo. Le particelle del fluido si muovono anche in senso perpendicolare all'asse del condotto.

Ciò non è da sottovalutarsi in quanto le perdite per attrito nel moto laminare sono variabili linearmente con la velocità, mentre nel moto turbolento, le perdite variano con il quadrato della velocità. Assumere sempre quest'ultima legge di variazione può indurre errori nel dimensionamento degli apparati.

Il moto dell'aria in un condotto è possibile soltanto se, fra la sezione d'ingresso e quella di uscita, esiste una differenza di pressione che è eguale alla somma della variazione di energia cinetica

(che può essere positiva, negativa o nulla), della variazione di energia potenziale (anch'essa può essere positiva, negativa o nulla) e della perdita di pressione per attrito. Quest'ultima è chiamata anche perdita di carico fra le sezioni 1 e 2 ed è sempre positiva.

La perdita di carico è dovuta:

- alla viscosità dell'aria nel suo moto lungo i condotti;
- alle dissipazioni di energia dovute a brusche variazioni di sezione o di direzione;
- all'attraversamento di componenti discreti quali: serrande, batterie di scambio termico, filtri, ecc;
- alle perdite connesse con il circuito (system effect).

I canali oggetto del presente progetto definitivo sono stati dimensionati con perdita di carico costante 1 [Pa/m], con controllo alla velocità per non generare fruscii e rumori indesiderati.

I canali saranno tutti in PAL, con l'eccezione di alcuni tratti in lamiera zincata con profilo circolare, che verranno coibentati con materassino in elastomero da 19 mm.

9.10. ANTINCENDIO

A protezione della struttura è prevista una serie di estintori come mezzo di primo intervento, e una rete antincendio costituita da idranti esterni UNI 70 sottosuolo e naspi UNI 25 ad alta portata per la copertura di tutti i locali interni all'Ala Est del complesso edilizio. L'impianto sarà realizzato in estensione dai punti già predisposti nel progetto dell'Ala Nord e Sud.

La distribuzione principale sarà interrata con tubazioni di polietilene ad alta densità, mentre all'interno dell'edificio ci sarà con una rete di tubazioni in acciaio zincato, con montanti a servizio delle diverse zone del Castello. Sarà presente un pressostato per ogni colonna montante.

Saranno presenti, in punti idonei, valvole di intercettazione e sezionamento dell'impianto per effettuare manovre di manutenzione senza mettere fuori uso completamente l'impianto, le quali verranno bloccate in posizione di massima apertura con catena e lucchetto.

L'alimentazione dell'impianto antincendio è derivata dal locale pompe antincendio con relativa riserva idrica dedicata, sarà dotato di proprio attacco per autopompa VV.F. di alimentazione a disposizione delle squadre di soccorso, già dimensionato nei progetti Ala Nord e Sud.

9.11. BAGNI DISABILI

Nei bagni disabili, oltre a quanto previsto dalla Legge, nella disposizione di apparecchi ed ausili si è data particolare importanza alla logica di utilizzo, intesa sia come sequenzialità, che dinamica delle azioni, cercando di equilibrare al meglio la funzionalità del servizio igienico, inteso come insieme ordinato di oggetti atti a renderne l'utilizzo il più facile possibile.

Caratteristiche generali:

- Tutta la rubinetteria è dotata di cartucce con dischi ceramici montati su sistema elastico per consentire movimenti morbidi e sensibili, leveraggi ergonomici con terminale circolare anticontudente.
- Lavabi con sifone e tubazioni ad incasso totale per permettere l'avvicinamento con la sedia a rotelle; specchio regolabile in inclinazione.
- Vasi a terra monoblocco con spigoli arrotondati, atto a facilitare lo spostamento laterale dalla carrozzina al vaso e fungere da schienale. Corrimano verticale da 1500 mm fronte vaso e corrimano orizzontale laterale al vaso coadiuvati da maniglione ad U sull'altro lato del vaso, di tipo reclinabile, con meccanismo che impedisca la libera caduta; con portarotolo incorporato del tipo con fermacarta antisrotolamento che consente l'impiego di una sola mano.
- Sedile del vaso di tipo universale, necessaria all'impiego della prevista doccetta/bidet esterna; quest'ultima con pulsante on/off di erogazione, alimentata da miscelatore ad incasso a parete.
- Pulsante pneumatico remoto da incasso a parete, per scarico acqua di risciacquo.
- Tutti gli interruttori sono disposti lungo il percorso del corrimano per essere azionati senza doverlo lasciare.
- Pulsanti di allarme a funicella accessibili dal sedile del vaso, dal sedile della doccia e dal lavabo.

In tutti i servizi la pavimentazione è del tipo antisdrucchiolo.

La rubinetteria in dotazione ai vari tipi di apparecchi sanitari sarà normalmente di tipo cromato, in forte spessore, in esecuzione con miscelatore monocomando, ad azionamento facilitato e a ridotto attrito, con cartucce di otturazione ceramiche, a norma CEN per le caratteristiche di erogazione e rumorosità autogenerata.

I rubinetti sanitari di cui sopra, indipendentemente dal tipo e dalla soluzione costruttiva, garantiranno le seguenti caratteristiche:

- inalterabilità dei materiali costituenti e non cessione di sostanze all'acqua;
- tenuta all'acqua e alle pressioni di esercizio;
- conformazione della bocca di erogazione in modo da erogare acqua con filetto a getto regolatore e, comunque, senza spruzzi che vadano all'esterno dell'apparecchio sul quale devono essere montati;
- proporzionalità fra apertura e portata erogata;
- minima perdita di carico alla massima erogazione;
- silenziosità ed assenza di vibrazione in tutte le condizioni di funzionamento;
- facile smontabilità e sostituzione di pezzi possibilmente con attrezzi elementari;
- continuità nella variazione di temperatura tra posizione di freddo e quella di caldo e viceversa (per i rubinetti miscelatori).

9.12. LOGICHE DI FUNZIONAMENTO BMS

La logica di funzionamento è stata progettata per garantire il miglior comfort termico ai visitatori, ma allo stesso tempo un sistema in grado di mantenere integre le opere d'arte esposte nelle sale del Castello. Si sono adottati i seguenti valori per il dimensionamento del sistema VRF:

- 20°C con 50% HR in inverno;
- 25°C con 50% HR in estate.

Ogni sala espositiva infatti è dotata di una più macchine dedite al carico termico della stanza (invernale ed estivo), ed una macchina dedicata al solo controllo dell'umidità nella stanza.

Il carico latente, che rispetto al carico sensibile e alle dispersioni invernali è il più stringente, è stato suddiviso su tutte le macchine della sala tipologica, con un rapporto di:

- 2/3 del carico latente soddisfatto dalla unità interna dedicata al controllo dell'umidità;
- 1/3 del carico latente soddisfatto delle unità interne dedicate al controllo della temperatura.

La sala espositiva è dotata di comando a filo per la regolazione delle unità interne, e accoppiata a una sonda per il controllo di tre parametri:

- Temperatura → unità interne dedicate al carico della stanza;
- Umidità → unità interna dedicata al latente della stanza;
- CO2 → recuperatori di calore a flussi incrociati.

9.13. RISPETTO DEI REQUISITI CAM

2.3.5.1 RACCOLTA, DEPURAZIONE E RIUSO DELLE ACQUE METEORICHE

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuovi edifici o ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

È prevista la realizzazione di una rete separata per la raccolta delle acque meteoriche. Le acque provenienti da superfici scolanti non soggette a inquinamento devono essere convogliate direttamente nella rete delle acque meteoriche e poi in vasche di raccolta per essere riutilizzate a scopo irriguo. Le acque provenienti da superfici scolanti soggette a inquinamento devono essere preventivamente convogliate in sistemi di depurazione e disoleazione, anche di tipo naturale, prima di essere immesse nella rete delle acque meteoriche.

Verifica criterio:

Intervento non prevede ristrutturazioni urbanistiche, né ristrutturazioni importanti.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.3.5.2 RETE DI IRRIGAZIONE DELLE AREE A VERDE PUBBLICO

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuovi edifici o ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

Rispetto dei CAM emanati con decreto ministeriale 10 marzo 2020 n. 63 “Servizio di gestione del verde pubblico e fornitura prodotti per la cura del verde”.

Verifica criterio:

Intervento non prevede ristrutturazioni urbanistiche, né ristrutturazioni importanti.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.3.5.5 SOTTOSERVIZI PER INFRASTRUTTURE TECNOLOGICHE

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuovi edifici o ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

Sono previste apposite canalizzazioni interrato in cui concentrare tutte le reti tecnologiche previste, per una migliore gestione dello spazio nel sottosuolo. Il dimensionamento tiene conto di futuri ampliamenti delle reti.

Verifica criterio:

Intervento non prevede ristrutturazioni urbanistiche, né ristrutturazioni importanti.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.3.7 APPROVVIGIONAMENTO ENERGETICO

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuovi edifici o ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

il fabbisogno energetico (elettrico e termico) complessivo dell'edificio deve essere soddisfatto in parte o in toto, attraverso fonti rinnovabili prodotto in loco o nelle vicinanze:

- centrali di cogenerazione o trigenerazione;
- parchi fotovoltaici o eolici;
- collettori solari termici per il riscaldamento di acqua sanitaria;
- impianti geotermici a bassa entalpia;
- sistemi a pompa di calore;
- impianti a biogas.

È favorita la partecipazione a comunità energetiche rinnovabili.

Verifica criterio:

Intervento non prevede ristrutturazioni urbanistiche, né ristrutturazioni importanti.

Evidenze progettuali:

Non necessario. È stato comunque previsto un impianto di climatizzazione invernale ed estivo in espansione diretta con pompe di calore a recupero energetico.

2.3.9 RISPARMIO IDRICO

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuovi edifici o ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

- Impiego di sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata e della temperatura dell'acqua. In particolare, tramite l'utilizzo di rubinetteria temporizzata ed elettronica con interruzione del flusso d'acqua per lavabi dei bagni e delle docce e a basso consumo d'acqua l'impiego di apparecchi sanitari con cassette a doppio scarico aventi scarico completo di massimo 6 litri e scarico ridotto di massimo 3 litri. In fase di esecuzione lavori,

per i sistemi di riduzione di flusso e controllo di portata è richiesta una dichiarazione del produttore attestante che le caratteristiche tecniche del prodotto (portata) siano conformi, e che tali caratteristiche siano determinate sulla base delle norme di riferimento. In alternativa è richiesto il possesso di una etichettatura di prodotto, con l'indicazione del parametro portata, rilasciata da un organismo di valutazione della conformità (ad esempio l'etichettatura Unified Water Label -<http://www.europeanwaterlabel.eu/>).

- Orinatoi senz'acqua.

Verifica criterio:

I sistemi, qualora previsti da progetto, saranno caratterizzati dalle specifiche tecniche conformi ai criteri CAM. In fase di progettazione esecutiva e di esecuzione dei lavori, saranno fornite le schede tecniche comprovanti le caratteristiche tecniche.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.4.1 DIAGNOSI ENERGETICA

Campo di applicazione:

Progetti di ristrutturazione importante di primo livello e di secondo livello di edifici con superficie utile $\geq 1000 \text{ m}^2$ ed inferiori a 5000 m^2 ; progetto di riqualificazione energetica, ristrutturazione importante di primo livello e di secondo livello di edifici con superficie utile $\geq 5000 \text{ m}^2$.

Esigenze da soddisfare:

- $1000 < \text{m}^2 < 5000$: Diagnosi energetica standard basata sul metodo quasi stazionario.
- $\text{m}^2 > 5000$: Diagnosi energetica dinamica.

Verifica criterio:

Intervento non ricade nelle fattispecie sopra riportate

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.4.2 PRESTAZIONE ENERGETICA

Campo di applicazione:

Progetti degli interventi di nuova costruzione, di demolizione e ricostruzione e di ristrutturazione importante di primo livello.

Esigenze da soddisfare:

Rispetto delle condizioni dettate dalla normativa nazionale di riferimento (DM 26/06/2015) e garantire adeguate condizioni di comfort termico negli ambienti interni:

- massa superficiale, riferita ad ogni singola struttura opaca verticale dell'involucro esterno, sia di almeno 250 kg/m²;
- trasmittanza termica periodica Y_{ie} riferita ad ogni singola struttura opaca dell'involucro esterno, inferiore al valore di 0,09 W/m²K per le pareti opache verticali (ad eccezione di quelle nel quadrante Nordovest/Nord/Nord-Est) e inferiore al valore di 0,16 W/m²K per le pareti opache orizzontali e inclinate.
- verifica che il numero di ore di occupazione del locale, in cui la differenza in valore assoluto tra la temperatura operante (in assenza di impianto di raffrescamento) e la temperatura di riferimento è inferiore a 4°C, risulti superiore all'85% delle ore di occupazione del locale tra il 20 giugno e il 21 settembre.

Nel caso di edifici storici si applicano le "Linee guida per migliorare la prestazione energetica degli edifici storici", di cui alla norma UNI EN 16883.

Oltre agli edifici di nuova costruzione anche gli edifici oggetto di ristrutturazioni importanti di primo livello devono essere edifici ad energia quasi zero.

I progetti degli interventi di ristrutturazione importante di secondo livello, riqualificazione energetica e ampliamenti volumetrici non devono peggiorare i requisiti di comfort estivo. La verifica può essere svolta tramite calcoli dinamici o valutazioni sulle singole strutture oggetto di intervento.

Verifica criterio:

L' intervento non ricade nelle fattispecie sopra riportate, in quanto non prevede interventi sui componenti opachi dell'involucro edilizio.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.4.4 ISPEZIONABILITÀ E MANUTENZIONE DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO E CONDIZIONAMENTO

Campo di applicazione:

I progetti degli interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione, e i progetti di ristrutturazione importante di primo livello.

Esigenze da soddisfare:

I locali tecnici destinati ad alloggiare apparecchiature e macchine devono essere adeguati ai fini di una corretta manutenzione igienica degli stessi in fase d'uso indicando gli spazi minimi obbligatori, i punti di accesso ai fini manutentivi lungo tutti i percorsi dei circuiti degli impianti tecnologici.

Per tutti gli impianti aeraulici viene prevista una ispezione tecnica iniziale, da effettuarsi in previsione del primo avviamento dell'impianto, secondo quanto previsto dalla norma UNI EN 15780.

Verifica criterio:

Il progetto individua i locali tecnici destinati ad alloggiare le apparecchiature e macchine. Il posizionamento delle apparecchiature rispetta gli spazi minimi obbligatori, come richiesto dai costruttori nei manuali di uso e manutenzione.

La tipologia e distribuzione impiantistica prevista consente il rispetto delle esigenze espresse. In fase esecutiva verrà prevista un'ispezione tecnica iniziale degli impianti aeraulici secondo quanto previsto dalla UNI EN 15780.

Evidenze progettuali:

Il progetto fornisce evidenza degli apprestamenti, predisposizioni e dislocazioni necessarie per garantire la manutenzione igienica.

2.4.5 AERAZIONE, VENTILAZIONE E QUALITÀ DELL'ARIA

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e le ristrutturazioni importanti di primo livello.

Ristrutturazioni importanti di secondo livello e le riqualificazioni energetiche.

Esigenze da soddisfare:

Sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339 oppure è garantita almeno la Classe II della UNI EN 16798-1.

Per le ristrutturazioni importanti di secondo livello e le riqualificazioni energetiche, nel caso di impossibilità tecnica nel conseguire le portate previste dalla UNI 10339 o la Classe II della UNI EN 16798-1, è concesso il conseguimento della Classe III, oltre al rispetto dei requisiti di benessere termico previsti al criterio "2.4.6-Benessere termico" e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione".

Le strategie di ventilazione adottate dovranno limitare la dispersione termica, il rumore, il consumo di energia, l'ingresso dall'esterno di agenti inquinanti e di aria fredda e calda nei mesi invernali ed estivi.

Al fine del contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione, gli impianti di ventilazione meccanica prevedono anche il recupero di calore, ovvero un sistema integrato per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per il riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

Verifica criterio:

Trattasi di riqualificazione energetica, con intervento puntuale relativo agli impianti di produzione termofrigorifera e inserimento di sistemi di rinnovo aria: viene garantito il rateo di rinnovo previsto dalla UNI 10339. Gli impianti di ventilazione meccanica previsti sono dotati di sistemi a recupero di calore.

Evidenze progettuali:

Il progetto e gli elaborati tecnici forniscono indicazioni circa i valori di portata di aria previsti nei vari ambienti ed il rispetto delle prescrizioni.

2.4.6 BENESSERE TERMICO

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e le ristrutturazioni importanti di primo e secondo livello, riqualificazioni energetiche.

Esigenze da soddisfare:

È garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre che di verifica di assenza di discomfort locale.

Verifica criterio:

Verifica del voto medio previsto (PMV) e percentuale prevista di insoddisfatti (PPD).

Evidenze progettuali:

Vedi allegati Relazione tecnica ex legge 10/91 e Relazione di calcolo impianti meccanici.

2.4.8 DISPOSITIVI DI OMBREGGIAMENTO

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ristrutturazione urbanistica.

Esigenze da soddisfare:

Le parti trasparenti esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, siano dotate di sistemi di schermatura ovvero di ombreggiamento fissi o mobili verso l'esterno e con esposizione da EST a OVEST, passando da Sud. Il soddisfacimento di tale requisito può essere raggiunto anche attraverso le specifiche caratteristiche della sola componente vetrata (ad esempio con vetri selettivi o a controllo solare). Le schermature solari possiedono un valore del fattore di trasmissione solare totale accoppiato al tipo di vetro della superficie vetrata protetta inferiore o uguale a 0,35 come definito dalla norma UNI EN 14501.

Verifica criterio:

Verifica della schermatura delle parti trasparenti.

Vengono adottati serramenti la cui superficie vetrata possiede un valore del fattore di trasmissione solare totale inferiore o uguale a 0,35 come definito dalla norma UNI EN 14501.

Evidenze progettuali:

Vedi allegati Relazione tecnica ex legge 10/91.

2.4.9 TENUTA ALL'ARIA

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono nuove costruzioni e ristrutturazione importante di primo livello.

Esigenze da soddisfare:

In tutte le unità immobiliari riscaldate è garantito un livello di tenuta all'aria dell'involucro.

I valori n50 da rispettare, verificati secondo norma UNI EN ISO 9972, sono i seguenti:

Per le nuove costruzioni:

- n50: < 2 - valore minimo
- n50: < 1 - valore premiante

Per gli interventi di ristrutturazione importante di primo livello:

- n50: < 3,5 - valore minimo
- n50: < 3 - valore premiante

Verifica criterio:

Intervento non prevede ristrutturazioni urbanistiche, né ristrutturazioni importanti di primo livello.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.4.13 PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA

Esigenze da soddisfare:

Il piano di manutenzione comprende la verifica dei livelli prestazionali (qualitativi e quantitativi) in riferimento alle prestazioni ambientali di cui ai criteri contenuti in questo documento, come per esempio la verifica della prestazione tecnica relativa all'isolamento o all'impermeabilizzazione, ecc.

Tale piano comprende anche un programma di monitoraggio e controllo della qualità dell'aria interna all'edificio, che specifichi i parametri da misurare in base al contesto ambientale in cui si trova l'edificio.

Verifica criterio:

Verrà previsto in fase esecutiva.

Evidenze progettuali:

Non necessario.

2.5.12 TUBAZIONI IN PVC E POLIPROPILENE

Campo di applicazione:

Interventi edilizi che prevedono costruzioni di nuovi edifici o ristrutturazione o manutenzione.

Esigenze da soddisfare:

Le tubazioni in PVC e polipropilene sono prodotte con un contenuto di materie riciclate, ovvero recuperate, ovvero di sottoprodotti di almeno il 20% sul peso del prodotto, inteso come somma delle tre frazioni.

Verifica criterio:

Le lavorazioni previste con il presente progetto definitivo prevedono l'utilizzo di tubazioni in PVC e polipropilene.

L'impresa ha il compito di verificare il rispetto di tale prescrizione richiedendo al fornitore una dichiarazione con il quali certifichi i componenti impiegati siano costituiti da materiali riciclati o recuperati secondo quanto previsto dalla normativa CAM, a mezzo di una dichiarazione ambientale di Prodotto di Tipo III (EPD), conforme alla norma UNI EN 15804 e alla norma ISO 14025, come EPDIItaly© o una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa, come ReMade in Italy® o una certificazione di prodotto rilasciata da un organismo di valutazione della conformità che attesti il contenuto di riciclato attraverso l'esplicitazione del bilancio di massa

che consiste nella verifica di una dichiarazione ambientale auto dichiarata, conforme alla norma ISO 14021. La documentazione dovrà essere trasmessa alla stazione appaltante e alla DL in sede di esecuzione lavori.

Evidenze progettuali:

In fase di progettazione esecutiva dovranno essere fornite le schede tecniche comprovanti la richiesta dello stesso.