

RIQUALIFICAZIONE DEGLI ALLESTIMENTI, DEGLI IMPIANTI E DELLE TECNOLOGIE
DIGITALI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA SOSTENIBILITÀ ENERGETICA,
LA FLESSIBILITÀ D'USO E LA QUALITÀ DEI SERVIZI

PNRR Componente M1C3 Turismo e Cultura 4.0

Intervento 1.3 "Migliorare l'efficienza energetica di cinema, teatri e musei" CUP- F13G22000100001

Il Direttore dei Musei Reali
Dott. Mario Turetta

Il Responsabile Unico del Procedimento
Arch. Marina Feroggio



progetto *responsabile progetto arch. Diego Giachello*
OFFICINA DELLE IDEE
gruppo di lavoro architetti
I. Abad Gramaglia L. Cosenza F. Graglia A. Canepari M. Cirone S. Picicco A. Marellò
M. Belliardo

Consulenza aspetti impiantistici
ANTONIO CURCIO ingegnere CORRADO ANGELONI per. industriale
Via Leinì 4 10036 SETTIMO TORINESE Via Duino 180 10127 TORINO

Coordinamento della sicurezza in fase di progetto
ALBERTO PORRO architetto
C.so Vittorio Emanuele II 59 10128 TORINO

RELAZIONE TECNICA

OI 2023 013

2

MAGGIO 2023
Rev2 mag 2024

1 ESIGENZE, REQUISITI, E LIVELLI DI PRESTAZIONE DA SODDISFARE

I Musei Reali di Torino, per l'Armeria, hanno espresso con chiarezza, all'interno del Documento preliminare alla progettazione, quali sono le esigenze generali e i requisiti del progetto:

I garantire una illuminazione valoriale degli ambienti e degli allestimenti attraverso la revisione generale dei corpi illuminanti

che come già accennato nel documento 1 RELAZIONE GENERALE sono misti, parte già a led, sebbene con diversi malfunzionamenti segnalati, parte ancora a tubi fluorescenti (vetrine della Rotonda)

II realizzare il raffrescamento estivo di questi ambienti molto finestrati, oggi inesistente, e ottimizzare il riscaldamento invernale

introducendo ventil convettori al posto dei radiatori, nella sottofinestra, e migliorando l'isolamento delle vetrate con pellicole solari

III modulare i nuovi interventi in termini di flessibilità e opportunità anche in vista di concessioni temporanee per eventi, manifestazioni o produzioni cinematografiche.

grazie a sistemi di gestione della temperatura digitalizzata, di facile comprensione e rapida nei tempi di reazione proprio in funzione di orari diversificati di apertura.

L'intervento deve soddisfare i requisiti tecnici della legislazione tecnica vigente, i protocolli conservativi dei materiali nonché i livelli di performance indicati nelle motivazioni al punto 1 del documento 1 RELAZIONE GENERALE.

2 RISULTANZE DEGLI STUDI, DELLE INDAGINI E DELLE ANALISI EFFETTUATE

A.1 CONSERVAZIONE: polveri

Lo studio ha avuto come finalità la drastica riduzione della necessità di apertura delle finestrate al fine di abolire i raggi UV e l'ingresso di polveri e agenti patogeni. Per questo secondo tema, prima dell'elaborazione del progetto nella sua fase esecutiva, occorrerà procedere sull'analisi delle polveri fini (PM10, PM2,5, PM1). Come noto, l'azione di alterazione/degradazione dei beni culturali a seguito dell'interazione delle particelle sottili con tali manufatti può avvenire anche in ambienti confinati. Al fine di una corretta azione di conservazione e di prevenzione la presenza di un'elevata quantità di polveri nelle aree fragili dove sono esposte opere d'arte in genere, deve essere prontamente rilevata per consentire la prevenzione di eventuali situazioni di pericolo.

Proprio sul **tema delle polveri**, il progetto agisce su due fronti:

o Introduzione pellicole antisolari

- o Le pellicole antisolari per vetri sono prodotti che non permettono ai raggi del sole di surriscaldare i locali, garantiscono il riequilibrio del clima interno agli ambienti e un risparmio di energia per il condizionamento estivo. Sono in grado di creare un habitat più salubre e confortevole sia per il pubblico del museo che per il personale che ci lavora.

o Sostituzione radiatori con ventil-convettori

- o Il radiatore raggiunge il suo massimo rendimento per temperature dell'acqua calda di alimentazione tra 70 e 80 °C. A questi valori si produce il massimo effetto convettivo, ossia i moti d'aria si innescano e si mantengono nelle condizioni migliori per produrre il trasferimento del calore dal radiatore verso l'ambiente. Ma essi producono anche la messa in circolo delle polveri che altrimenti rimarrebbero sedimentate sul pavimento e sulle superfici delle opere esposte nell'Armeria. Inoltre, queste polveri vengono portate nella zona di respirazione delle persone e vengono quindi inalate con continuità. Possiamo affermare che tanto più attivo risulta il radiatore, ossia tanto più aumenta la sua efficienza, tanto maggiore è la circolazione di polveri nell'ambiente. In aggiunta, sono presenti numerosissimi composti volatili organici (VOC).
- o Nel ventil-convettore, un filtro sulla ripresa dell'apparecchio trattiene con continuità le polveri, filacce, fibre, pelo animale ecc. depurando l'aria e prevenendo l'inalazione di queste impurità. Pertanto, le persone che soggiornano negli ambienti risultano protette contro gli effetti delle polveri, e nei locali del Museo si realizzano condizioni più igieniche e salutari.
- o Il ventil-convettore si conferma come un mezzo di riscaldamento molto più igienico rispetto ai radiatori, risulta relativamente economico e migliora la salubrità dei locali.



A.2 CONSERVAZIONE: condutture

Lo studio, partendo dai suggerimenti del Quadro esigenziale sviluppato dai Musei Reali ha ragionato sulla richiesta della riduzione dei passaggi per le alimentazioni. L'importante intervento di restauro dell'Armeria compiuto nei primi anni Duemila aveva aperto una corsia sollevando i marmi bianchi per le condutture di alimentazione dei radiatori e dei pozzetti elettrici. Si trattò di un'operazione compiuta con estrema cura, il materiale lapideo rimosso aveva generato un cavedio regolare percorso dai fluidi e dagli impianti elettrici. Il riposizionamento fu eseguito con tecniche di precisione tanto da risultare praticamente impercettibile.

o Nuove condutture impianti riscaldanti/raffreddanti

- o Questo intervento, descritto nei capitoli successivi, risulta del tutto inevitabile se si vogliono sostituire i radiatori con ventil convettori. Sono anche state valutate soluzioni alternative, come l'impianto a tutta aria almeno per la Rotonda o il passaggio a soffitto o in esterno. Nulla risulta praticabile, nemmeno, ovviamente, l'utilizzo delle tubazioni esistenti, assolutamente inadeguate

per accogliere fluidi freddi o gas, non sarebbero in grado di resistere alla corrosione o di garantire la tenuta.

- o La salita dal gruppo frigo è prevista attraverso un collegamento verticale situato nell'edera di uscita dalla Galleria prima di oltrepassare il portale che conduce alla Rotonda.



o Conduitori elettrici

- o Gli ambienti sono già dotati di una rete di distribuzione elettrica ai corpi illuminanti. Questo avviene per i tre locali interessati al progetto seppur con delle differenze.
 - **Medagliere:** il cornicione è alimentato per consentire l'accensione di piccoli proiettori e il collocamento di profili luminosi. Nel corso dello sviluppo del progetto esecutivo andranno verificati i conduttori, il loro corretto dimensionamento, la qualità degli stessi.
 - **Galleria di Beaumont:** nell'intervento del 2015 furono alimentati con cavi certificati i corpi illuminanti sugli architravi delle finestre; diversa la situazione nei sottofinestra che accoglieranno i ventil-convettori, al momento non presenti; si potrà utilizzare il cavedio che verrà riaperto per il passaggio delle tubature del caldo e del freddo.
 - **Rotonda e Loggia:** ci sono vari conduttori che disordinatamente corrono sui cornicioni; il progetto prevede la revisione di tutto l'insieme delle condutture; per i ventil-convettori si utilizzerà lo stesso procedimento adottato in Galleria, lavorando questa volta sulla pavimentazione in legno, per i profili a cornicione i numerosi passaggi nascosti presenti.

o Dimensionamento e distribuzione impianti di climatizzazione

- o Il **Medagliere** non può essere raggiunto da un impianto di climatizzazione. Abbiamo analizzato varie possibilità e il rapporto costi/benefici soprattutto legati alla necessità di smontare il complesso pavimento ligneo. La strada è troppo complessa: il locale sarà un ambiente di passaggio, anche climatico, tra Palazzo Reale con la pedana riscaldante e la Galleria di Beaumont con i ventil-convettori.
- o La **Galleria di Beaumont** è distribuita come precedentemente descritto, sui due lati, al fine di soddisfare le esigenze dei due lunghi (12 macchine in totale). Il dimensionamento tiene conto dei serramenti chiusi, di una piccola loro revisione per migliorarne la tenuta, dell'applicazione delle pellicole solari. Le tubature debbono essere accolte dal canale che si genera smontando su entrambi i lati la fascia di marmi disposti a spina di pesce.

- o La **Rotonda** riceve la climatizzazione solamente sul lato Piazzetta Reale, due radiatori che verranno sostituiti con tre ventil-convettori, uno per finestra; il vanale impiantistico lo stesso della Galleria con la stessa salita delle montanti dei fluidi.
- o La **Loggia** non riceve e non riceverà impianti di controllo del clima: le enormi difficoltà nel raggiungerla con le condutture sconsigliano l'intervento.

A.3 CONSERVAZIONE: radiazioni luminose

o Livello di radiazione luminosa

- o Nel Quadro esigenziale i Musei Reali richiedono di garantire il livello di radiazione luminosa entro i protocolli conservativi, in particolare sui materiali lignei e sulle pitture. Per i sistemi di illuminazione artificiale e per il contributo di luce naturale dalle specchiature verso l'esterno il progetto fa riferimento alla recente UNI CEN/TS 16163 Conservazione dei beni culturali Linee guida e procedure per scegliere l'illuminazione adatta a esposizioni in ambienti interni. Si tratta di specifica tecnica molto dedicata a situazioni come quella che stiamo affrontando e che definisce le procedure e i mezzi per produrre un'illuminazione adatta ai fini conservativi. Tiene naturalmente conto anche degli aspetti estetici, espositivi e conservativi. Le linee definiscono la progettazione dell'illuminazione ai fini di salvaguardare i beni culturali definendo le raccomandazioni sui livelli di illuminamento minimo e massimo accettabile. Come accennato nella RELAZIONE GENERALE, gli spazi già dispongono in parte di apparecchiature efficienti e a bassa emissione in U.V.; l'obiettivo è estendere nuove tipologie ai tre ambienti migliorando la visibilità dell'apparato architettonico e delle opere in esso conservate, arrivando a un equilibrio energetico che non supera l'attuale necessità, anzi riduce il fabbisogno di un valore di circa 20%. A seconda dell'applicazione, la sostituzione dei soli tubi fluorescenti con profili led a equivalente flusso luminoso, rendono possibili risparmi di energia dal 40 al 65%. Questo in virtù delle notevoli potenzialità di risparmio energetico e dei costi di acquisto relativamente contenuti, l'ammortamento dei profili a fronte dei tubi avviene generalmente in tempi rapidissimi.
- o La normativa CIE 157/2004 fornisce invece indicazioni sui livelli massimi di illuminamento e di esposizione energetica per ogni categoria di fotosensibilità dei materiali. Questi valori, che derivano da raccomandazioni provenienti da diversi organismi internazionali, vanno correlati con le caratteristiche ambientali degli ambienti espositivi:

CLASSIFICAZIONE DEI MATERIALI	ESPOSIZIONE ENERGETICA	ESPOSIZIONE ANNUALE	ILLUMINAMENTO
nessuna sensibilità	nessun limite	nessun limite	nessun limite
bassa sensibilità	600.000 lux x h	3000 ore all'anno	200 lux
media sensibilità	150.000 lux x h	3000 ore all'anno	50 lux
alta sensibilità	15.000 lux x h	300 ore all'anno	50 lux

La tabella, nel caso di materiali ad alta sensibilità, di cui l'Armeria è particolarmente affollata, determina il limite di esposizione luminosa annuale è pari a 15.000 lux all'ora in un anno, che corrispondono a 300 ore di esposizione in un anno con un illuminamento pari a 50 lux. Una visibilità soddisfacente si potrebbe ottenere anche con meno di 50 lux ma i locali della Galleria e della Rotonda sono particolarmente luminosi, praticamente tutto il giorno, a causa della doppia finestratura sia sul lato Piazzetta Reale che Giardini.

- o Anche gli STANDARD MUSEALI del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei* (art. 150, comma 6, D.L. n. 112/1998) definiscono una tabella simile ma profondamente tarata sulla tipologia dei reperti:

Categoria fotosensibilità		Illuminamento massimo (lux)
1 Molto bassa	Reperti e manufatti relativamente insensibili alla luce: metalli, materiali lapidei e stucchi senza strato di finitura, ceramiche, gioielleria, smalti, vetri, vetrate policrome, reperti fossili.	Superiore a 300 ma con limitazioni sugli effetti termici in particolare per stucchi, smalti, vetrate e fossili.
2 Media	Reperti e manufatti moderatamente sensibili alla luce: pitture ad olio ed a tempera verniciate, affreschi – materiali organici non compresi nei gruppi 3 e 4 quali quelli in corno, osso, avorio, legno	150
3 Alta	Reperti e manufatti altamente sensibili alla luce: Tessili, costumi, arazzi, tappeti, tappezzeria; acquerelli, pastelli, stampe, libri, cuoio tinto; pitture e tempere non verniciate, pittura a guazzo, pitture realizzate con tecniche miste o "moderne" con materiali instabili, disegni a pennarello; piume, pelli e reperti botanici, materiali etnografici e di storia naturale di origine organica o tinti con prodotti vegetali; carta, pergamena, legni bagnati	50
4 Molto alta	Reperti e manufatti estremamente sensibili alla luce: mummie; sete, inchiostri, coloranti e pigmenti a maggior rischio di scoloritura come lacche, ecc.	50

Qui troviamo i materiali ad alta sensibilità che consiglierebbero, almeno sul piano teorico, di ridurre fortemente il flusso luminoso.

- o Le tabelle che vengono riportate non tengono conto delle tecnologie LED. Nessuna sorgente è completamente priva di radiazione nella banda UV, tuttavia, grazie ai recenti progressi proprio nella tecnologia LED si riescono ad ottenere sorgenti con un'ampia banda nel visibile e la quasi totale assenza di contenuto UV e IR.

TIPO DI SORGENTE	CONTENUTO UV [$\mu\text{W}/\text{lm}$]
Luce solare	400 – 1500
Incandescenza	70 – 80
Incandescenza alogena	40 – 170
Fluorescente	30 – 100
Alogenuri metallici	160 – 700
LED	<5

- o Altro fattore, piuttosto influente in Armeria, è l'effetto del riscaldamento radiante degli infrarossi. Esso potrebbe apparire meno influente, tra le cause di danno, rispetto alle radiazioni UV che danno origine ai processi di alterazione chimica. Tuttavia, l'attenzione posta a prevenire i danni da radiazione ultravioletta ha fatto sì che il riscaldamento radiante diventasse una causa altrettanto rilevante di danneggiamento. Buona prassi di conservazione dovrebbe essere quella di mantenere costanti ed entro certi limiti la temperatura dell'aria e l'umidità, situazione non facile da realizzare ai Musei Reali ma che il progetto tenta di mitigare.

B/C.1 CONFORT TERMICO ESTIVO ed INVERNALE: tipologia dell'impianto

Garantire una temperatura dell'aria adatta al luogo di lavoro e a quello delle visite, confortevole per la visita e idoneo alla messa in condivisione dei locali per eventi di operatori esterni: questo il quadro esigenziale che è stato esposto nel Documento Preliminare alla Progettazione. L'obiettivo è quello di non superare i 26-28 °C nelle sale per il periodo ESTIVO e di garantire almeno i 18 °C nelle aree di postazione del personale di vigilanza e almeno i 15 °C medi negli ambienti percorsi dal pubblico e che conservano le opere per il periodo INVERNALE.

Per raggiungere gli obiettivi richiesti il progetto propone di installare un nuovo impianto a ventilconvettori a due tubi, anche per ragioni di spazi nei cavedi, con inversione estate inverno che garantisca una discreta flessibilità e adattabilità alle diverse esigenze di riscaldamento o di condizionamento degli ambienti.

I principali componenti dell'impianto sono:

- Nuova centrale frigorifera
- Nuova rete di distribuzione, dalla centrale frigorifera ai terminali in ambiente
- Collegamento della nuova rete alla centrale termica esistente
- Nuovi terminali in ambiente in sostituzione dei radiatori esistenti

o Impianto a due tubi

- o I ventilconvettori vengono posizionati negli ambienti da servire. La quantità di acqua (calda o fredda) che attraversa la batteria dello scambiatore viene regolata da una valvola a due vie del tipo a pressione indipendente, comandata dal termostato ambiente installato in prossimità del ventilconvettore. La regolazione della temperatura di ogni ambiente o zona è indipendente da quella degli altri. La valvola VL è in grado di garantire un passaggio di acqua calda/refrigerata diverso a seconda delle richieste, essendo di tipo modulante. Il flusso di acqua è anche funzione del regime di funzionamento delle ventole del ventilconvettore. Uno dei vantaggi di tale tipologia di impianto, infatti, è proprio quello di poter disporre di tre diverse velocità di rotazione delle ventole (selezionabile su più velocità ammissibili), ossia di tre diverse portate d'aria a seconda della selezione che l'utente imposta direttamente agendo sul commutatore posizionato sul mobiletto. A seconda della temperatura impostata e del regime di velocità scelto la valvola VL modula la quantità di acqua che attraversa lo scambiatore del ventilconvettore.

o Regime di funzionamento invernale

- o Durante il regime di funzionamento invernale la centrale termica con la nuova PDC fornirà il fluido caldo. Con il fine di raggiungere la massima efficienza energetica ogni ventilconvettore sarà selezionato con batteria a più ranghi (non inferiori a 3) e temperature dell'acqua in mandata non superiore a 50°C.

o Regime di funzionamento estivo

- o Durante la stagione estiva le batterie di scambio dei ventilconvettori vengono alimentate con acqua refrigerata prodotta dalla nuova PDC in sostituzione del gruppo di refrigerazione esistente. La PDC dotata di recupero totale di calore permetterà di migliorare l'efficienza degli impianti esistenti utilizzando il fluido caldo recuperato per le batterie di post riscaldamento dell'impianto di trattamento aria presente in locali vicini. In uscita dai ventilconvettori, quindi, si ha aria fredda, che ha il compito di abbattere il carico sensibile presente in ambiente. La portata di acqua refrigerata viene garantita dalla pompa ad alta efficienza installata in prossimità del nuovo gruppo di refrigerazione per la nuova zona servita. La temperatura dell'acqua inviata ai terminali

dell'impianto non dovrà essere superiore agli 8°C per premettere il raffrescamento degli ambienti e la parziale deumidificazione, per quanto non specificamente controllata.

o Tipologia dei ventilconvettori

- o Il ventilconvettore dovrà essere selezionato in modo tale che la portata d'aria trattata alla media velocità tratti almeno 3,5 volumi della zona servita ogni ora.
- o Il termostato ambiente interno al mobiletto, attraverso il suo elemento sensibile posto in adibente e le sonde poste sulla batteria, ha il compito di modulare l'entità dell'acqua che attraversa la batteria e la resa del terminale sia nel periodo estivo che invernale.

B/C.2 CONFORT TERMICO ESTIVO ed INVERNALE: regolazione

o Sistema di regolazione

- o Un ulteriore e più accurato grado di regolazione gli utenti lo possono raggiungere anche intervenendo sulla velocità di funzionamento degli elettroventilatori del ventilconvettore, impostandone il regime desiderato. Alle alte velocità, la portata d'aria uscente risulterà maggiore, con minore temperatura della stessa mentre, alle basse velocità, la portata risulterà inferiore con però aria in uscita più calda. La prima opzione può essere utile quando si desidera raggiungere una determinata temperatura all'interno del locale in tempi abbastanza brevi mentre la seconda può consentire di mantenere la temperatura desiderata nel tempo, una volta che è già stata raggiunta, evitando l'eccessiva rumorosità dell'apparecchio e la possibile presenza di correnti d'aria calda che investono gli occupanti il locale.

B/C.2 CONFORT TERMICO ESTIVO ed INVERNALE: acque di condensa

o Scarico condensa condizionatori

- o Le norme che regolano lo scarico delle acque di condensa nella rete fognaria sono contenute nella Parte terza del Decreto Legislativo n.152 del 3 aprile 2006. I ventil-convettori inseriti nei sottofinestra della Galleria di Beaumont e nella Rotonda producono condensa nel periodo estivo. L'intento è quello di scaricarla nei pluviali che si trovano in prossimità sia dal lato della Piazzetta Reale che da quello dei giardini.
- o Il Decreto disciplina tratteggiata in modo generale gli scarichi di qualsiasi tipo di impianto, nelle acque di superficie, sotterranee o fognarie, che sia pubblico o privato e indiretto o diretto. La norma UNI 7129 2015 – Parte 5 (sistemi per lo scarico delle condense) stabilisce che le acque di condensa, prima di essere scaricate, debbano possedere un pH di valore compreso tra 5,5 e 9,5. Da questo si può desumere che il regolamento tiene conto innanzitutto dell'acqua di condensa prodotta dai fumi di combustione. Secondo la normativa, quindi, le acque prodotte dalla condensa dovrebbero essere opportunamente filtrate in modo da abbattere la loro acidità. La maggior parte delle acque reflue di origine domestica hanno un pH basico, di conseguenza quando sono mescolate alle acque di condensa provenienti da caldaie e canne fumarie, il pH acido di queste ultime viene abbattuto in modo naturale



- o Lo scarico della sola condensa costituisce quindi una tipologia di acque reflue domestiche; lo scarico del miscuglio condensa ed acque meteoriche forma a seguire uno scarico di acque reflue urbane, a norma dell'art. 74, lett. i), del D. Lgs. sopra citato. Il convogliamento delle due predette tipologie di acque reflue tal quali nelle canalizzazioni destinate ad allontanare liquidi che dilavano le superfici scoperte dei fabbricati (grondaie e pluviali) trova un suo eventuale limite nella compatibilità con i materiali con cui sono realizzate dette canalizzazioni e nel tipo di fognatura posto a valle. Nel caso dell'Armeria il rame: un tubo porta i liquidi fino al pozzetto.



- o I valori limite di emissione per lo scarico diretto in un corpo idrico naturale o artificiale sono stabiliti dalle Regioni ai sensi dell'art. 101, commi 1 e 2, lett. a) e b) e del punto 1.1 dell'Allegato 5 alla Parte 111 del citato Decreto Lgs. Gli scarichi di acque reflue domestiche in reti fognarie sono sempre ammessi, ai sensi del Part. 107, comma 2, del D. Lgs. 152/2006, purché osservino i regolamenti emessi dal gestore del servizio idrico integrato e approvati dal rispettivo Ente di governo dell'ambito. Detti scarichi, ai sensi dell'art. 124, comma 4, non necessitano di autorizzazione allo scarico.
- o Attenzione all'argomento è riservata laddove la fognatura sia di tipo "separato". Nel caso tutte le acque reflue "domestiche" debbono essere convogliate con apposite tubazioni esclusivamente al collettore della rete "nera", con il divieto di effettuare qualsiasi immissione in altri collettori. In tali casi, i proprietari sono tenuti a separare nei propri stabili le acque reflue "domestiche" da quelle meteoriche e ad inviarle, con condotti interni distinti, alla pertinente rete fognaria, rispettivamente, "nera" ovvero "bianca". In tal caso risulterebbero precluse dal regolamento di accettabilità in fognatura le immissioni nella rete fognaria "bianca" delle condense mescolate con le acque meteoriche.
- o Da una prima verifica, il collettore di raccolta è di tipo misto a valle, quindi, dopo il controllo del PH lo scarico, con opportune correzioni, può essere eseguito.

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO IMPIANTI TERMOMECCANICI

Relativamente al piano di monitoraggio ambientale, i Musei Reali dispongono delle rilevazioni storiche dell'andamento microclimatico nei locali oggetto di intervento, rilevati tramite Data Logger posizionati in ambiente. Con i nuovi impianti sarà possibile misurazioni di controllo in grado di confermare i benefici dell'intervento effettuato.

Impianti di climatizzazione

Il progetto esecutivo degli impianti di climatizzazione dovrà essere redatto facendo riferimento ai dati di progetto nel seguito precisati:

1) Localizzazione

- Comune: Torino
- Zona climatica: E
- Gradi giorno: 2.617
- Altitudine: 239 m s.l.m.

2) Condizioni termo-igrometriche aria esterna

- Inverno: temperatura = -8°C ; U.R. = 80%
- Estate: temperatura b.s. = $30,5^{\circ}\text{C}$; U.R. = 50% temperatura b.u. = $22,3^{\circ}\text{C}$;

3) Condizioni termo-igrometriche ambienti interni

In presenza delle condizioni termo-igrometriche dell'ambiente esterno sopra riportate ed in presenza dei carichi endogeni negli ambienti interni, dovranno essere mantenute come condizione di minima le seguenti condizioni termo-igrometriche:

N.B.: n.c. = non controllata

Destinazione d'uso	SET POINT ESTATE		SET POINT INVERNO	
	Temp. [$^{\circ}\text{C}$]	U.R. [%]	Temp. [$^{\circ}\text{C}$]	U.R. [%]
Tutti i locali serviti in progetto dai nuovi impianti	28-30	n.c	16-18	n.c.

La temperatura sarà raggiunta in ragione del regime di funzionamento previsto per il funzionamento degli impianti nella fase di progettazione esecutiva.

4) Temperature dei sistemi di produzione

- rete acqua calda (entrata): $<50^{\circ}\text{C}$
- rete acqua refrigerata: 7 / 12°C

5) Condizioni di dimensionamento delle reti

Le velocità massime da osservare nel dimensionamento sono:

Tubazioni impianti di riscaldamento / Raffrescamento:

- tubazioni principali 1,5-2,0m/s
- tubazioni secondarie 0,5-1,5m/s

- diramazioni minori 0,2-0,5m/s
le predica di carico lineare ammissibile per le reti dovranno essere inferiori a 20 mmH2O /m.

6) Terminali

I terminali di riscaldamento/raffrescamento ad aria dovranno essere selezionati sulla base della potenza erogata alla media velocità, considerando le seguenti condizioni di funzionamento:

Raffrescamento (funzionamento estivo):

- temperatura aria b.s.: + 27°C b.s.
- temperatura aria b.u.: + 19°C b.u.
- temperatura acqua (entrata): + 7°C
- temperatura acqua (uscita): + 12°C
- ΔT: 5°C

Riscaldamento (funzionamento invernale):

- temperatura aria: + 20°C
- temperatura acqua (entrata): + 50°C
- ΔT: + 10°C
- portata: uguale a quella circuitata nel funzionamento estivo

7) Potenza termica necessaria agli ambienti

Sulla base dei valori di Termo igrometrici di riferimento sopra riportati e delle caratteristiche dell'involucro i due ambienti richiedono che siano soddisfatti dall'impianti nelle condizioni di funzionamento invernale ed estivo i seguenti valori.

(La potenza termica totale necessaria nel periodo estivo tiene conto delle abitudini dell'utilizzatore che provvedono a chiudere le persiane per evitare l'irraggiamento diretto sui serramenti vetriati)

Ambiente	Dispersioni totali stagione invernale P _{inv} [kW]	Rientri totali stagione estiva P _{est} [kW]
Armeria	106	50
Rotonda	55	25

8) Selezione ventilconvettori

Sulla base dei valori di Termo igrometrici di riferimento sopra riportati e delle potenze necessarie agli ambienti per la climatizzazione estiva ed invernale, sono state selezionate due taglie di ventilconvettori di cui si riportano le prestazioni in funzione della portata d'acqua prevista per ognuno.

SERIE	Sel	ODELL	Vel	Sel	Raffreddamento										Riscaldamento				Lp	Lw	
					Aria					Acqua					Aria		Acqua				
					ESP Pa	Portata m³/h	Totale kW	Sens. °C	Tin °C	Tout °C	Portata l/h	PdC kPa	Tout °C	UR %	Totale kW	Tin °C	Tout °C	Portata l/h			PdC kPa
VCE	<input type="checkbox"/>	100	1,0 V	<input type="checkbox"/>	0	410,0	3,51	2,46	7,0	10,5	850,0	10,8	9,0	100	3,26	45,0	41,7	850,0	8,9	35,2	34,1
VCE	<input type="checkbox"/>	100	4,3 V	<input type="checkbox"/>	0	906,4	5,62	4,23	7,0	12,7	850,0	10,8	13,0	92	6,14	45,0	38,7	850,0	8,9	38,8	47,4
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	100	4,9 V	<input type="checkbox"/>	0	1024,7	5,98	4,53	7,0	13,0	850,0	11,7	13,7	89	6,55	45,0	38,3	850,0	9,9	41	49,6
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	100	5,8 V	<input checked="" type="checkbox"/>	0	1106,0	6,34	4,90	7,0	13,4	850,0	11,5	13,7	91	7,12	45,0	37,7	850,0	10,1	44,2	52,8
VCE	<input type="checkbox"/>	100	6,1 V	<input type="checkbox"/>	0	1306,5	6,67	5,22	7,0	13,7	850,0	10,8	15,0	86	7,72	45,0	37,1	850,0	9,4	45,1	53,7
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	100	6,9 V	<input type="checkbox"/>	0	1373,2	6,80	5,40	7,0	13,9	850,0	11,4	15,2	86	7,77	45,0	37,0	850,0	9,9	47,7	56,3
VCE	<input type="checkbox"/>	100	7,7 V	<input type="checkbox"/>	0	1483,2	7,01	5,66	7,0	14,1	850,0	10,8	15,5	85	8,31	45,0	36,5	850,0	10,0	50	58,6
VCE	<input type="checkbox"/>	100	10,0 V	<input type="checkbox"/>	0	1714,8	7,40	6,12	7,0	14,5	850,0	10,8	16,3	83	9,06	45,0	35,7	850,0	8,9	53,7	64,3

SERIE	Sel	ODELL	Vel	Sel	Raffreddamento										Riscaldamento				Lp	Lw	
					Aria					Acqua					Aria		Acqua				
					ESP Pa	Portata m³/h	Totale kW	Sens. °C	Tin °C	Tout °C	Portata l/h	PdC kPa	Tout °C	UR %	Totale kW	Tin °C	Tout °C	Portata l/h			PdC kPa
VCE	<input type="checkbox"/>	110	1,0 V	<input type="checkbox"/>	0	453,2	3,89	2,72	7,0	9,5	1350,0	14,0	9,0	100	3,59	45,0	42,7	1350,0	11,7	31,3	39,9
VCE	<input type="checkbox"/>	110	3,8 V	<input type="checkbox"/>	0	1095,3	6,86	5,14	7,0	11,4	1350,0	14,0	12,9	92	7,13	45,0	40,4	1350,0	11,7	46,1	54,7
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	110	4,1 V	<input type="checkbox"/>	0	1265,6	7,42	5,67	7,0	11,7	1350,0	14,0	13,5	91	7,87	45,0	39,9	1350,0	11,7	47,5	56,1
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	110	5,8 V	<input checked="" type="checkbox"/>	0	1698,0	8,57	6,75	7,0	12,4	1350,0	14,0	15,0	87	9,28	45,0	39,0	1350,0	11,7	54,5	63,1
VCE	<input checked="" type="checkbox"/>	110	7,3 V	<input type="checkbox"/>	0	1911,7	9,20	7,18	7,0	12,8	1350,0	14,0	15,7	83	10,25	45,0	38,4	1350,0	11,7	59,1	67,7
VCE	<input type="checkbox"/>	110	10,0 V	<input type="checkbox"/>	0	2137,8	9,64	7,63	7,0	13,1	1350,0	14,0	16,3	81	10,98	45,0	37,9	1350,0	11,7	61,4	70

Per il locale Armeria sono previsti n. 12 ventilconvettori della taglia 110, portata d'acqua ognuno pari a 850 l/h, per il locale Rotonda sono previsti n. 3 ventilconvettori della taglia 110, portata d'acqua ognuno pari a 1350 l/h.

9) Dimensionamento delle reti di distribuzione

Sulla base dei valori di portata, tarata su ogni ventilconvettore mediante valvole di regolazione a pressione indipendente, sono state dimensionate le reti di distribuzione con la verifica delle condizioni di lavoro nel periodo estivo ed invernale.

Si riporta tabulato con i principali risultati dei calcoli:

Rete di distribuzione fluido caldo																								
ANDATA °C		50		Densità media		989,20		CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DELLE TUBAZIONI																
RITORNO °C		45		Viscosità media		5,65E-07		Velocità massima ammissibile x controlli																
SALTO °C		5		Q Max [l/h]		14.250		Perdita di carico massima ammissibile x controlli																
								60																
Tratto	nodo i	nodo f	Pot. Nodo terminale	DP Nodo terminale	Pot. del tratto	Q [l/h]	Scelta Materiale	Scelta Diametro	Ø est	Ø int	Area	L Andata	L Ritorno	R	ΔP distr	Σr	V	ΔP conc	ΔP accessori	Totale accessori	Nota	ΔP bilanc	ΔP del tratto	ΔP dal nodo iniziale
1	1	2	0	0	82.849	14.250	acc_10255.m	76,1	76	68,9	3,73E-03	35	35	18,2	1.273	14,6	1,06	829,7	738				2.841	
2	2	3	0	0	59.302	10.200	acc_10255.m	76,1	76	68,9	3,73E-03	10	10	9,7	196	8,8	0,76	266,2					451	
3	3	4	0	0	29.651	5.100	acc_10255.m	48,3	48	41,6	1,36E-03	11	11	33,4	734	8	1,04	438,2					1.172	
4	4	5	0	0	24.709	4.250	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	48,9	1.077	4	1,16	271,3					1.348	
5	5	6	0	0	19.767	3.400	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	32,2	709	4	0,93	173,6					883	
6	6	7	0	0	14.826	2.550	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	18,8	414	4	0,70	97,7					512	
7	7	8	0	0	9.884	1.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	8,8	194	4	0,46	43,4					238	
8	8	9	0	0	4.942	850	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	5	5	2,4	24	4	0,23	10,9					35	
9	3	10	0	0	29.651	5.100	acc_10255.m	48,3	48	41,6	1,36E-03	11	11	33,4	734	8	1,04	438,2					1.172	
10	10	11	0	0	24.709	4.250	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	48,9	1.077	4	1,16	271,3					1.348	
11	11	12	0	0	19.767	3.400	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	32,2	709	4	0,93	173,6					883	
12	12	13	0	0	14.826	2.550	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	18,8	414	4	0,70	97,7					512	
13	13	14	0	0	9.884	1.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	8,8	194	4	0,46	43,4					238	
14	14	15	0	0	4.942	850	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	11	11	2,4	53	4	0,23	10,9					64	
15	2	16	0	0	23.547	4.050	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	15	15	44,7	1.342	10	1,11	615,9					1.958	
16	16	17	0	0	15.698	2.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	6	6	20,9	251	4	0,74	109,5					361	
17	17	18	0	0	7.849	1.350	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1,02E-03	6	6	5,7	69	4	0,37	27,4					97	
18	4	19	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	7.550
19	5	20	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	8.898
20	6	21	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	9.781
21	7	22	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.293
22	8	23	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.531
23	9	24	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.566
24	10	25	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	7.550
25	11	26	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	8.898
26	12	27	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	9.781
27	13	28	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.293
28	14	29	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.531
29	15	30	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3,70E-04	3,5	3,5	30,5	213	8,4	0,64	172,6				1600	3.086	10.595
30	16	31	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5,85E-04	3,5	3,5	22,9	160	8,4	0,64	173,8				2000	3.835	8.634
31	17	32	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5,85E-04	3,5	3,5	22,9	160	8,4	0,64	173,8				2000	3.835	8.995
32	18	33	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5,85E-04	3,5	3,5	22,9	160	8,4	0,64	173,8				2000	3.835	9.092

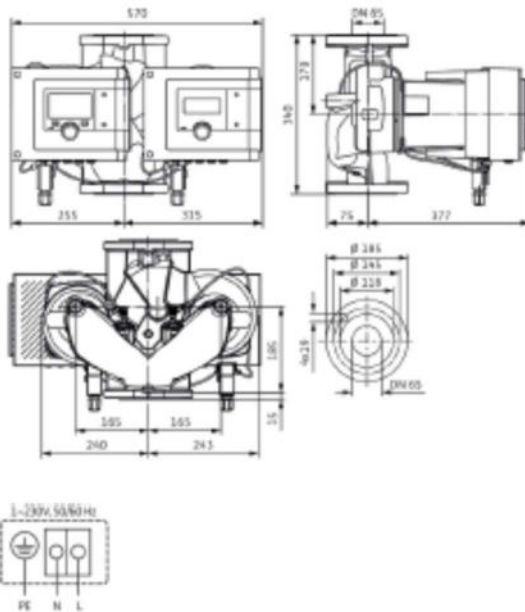
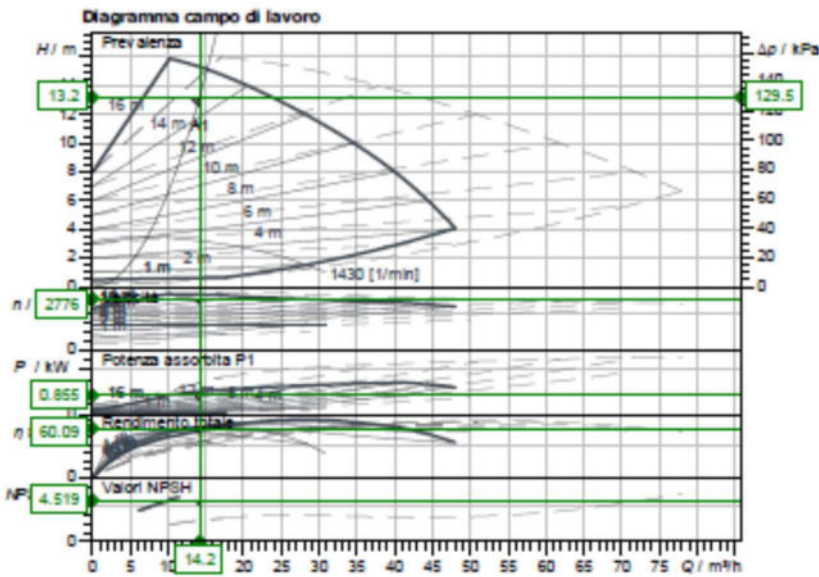
Rete di distribuzione fluido freddo															CALCOLO DELLE PERDITE DI CARICO DELLE TUBAZIONI									
ANDATA °C		7		Densità media		999.75									Velocità massima ammissibile x controlli			1.5						
RITORNO °C		12		Viscosità media		1.32E-06									Perdita di carico massima ammissibile x controlli			60						
SALTO °C		5		Q Max [l/h]		14.250									Totale accessori									
Tratto	nodo i	nodo f	Pot. Nodo terminale	DP Nodo terminale	Pot. del tratto	Q [l/h]	Scelta Materiale	Scelta Diametro	Ø est	Ø int	Area	L Andata	L Ritorno	R	ΔP distr	γ _r	V	ΔP conc	ΔP acces	Nota	ΔP bilanc	ΔP del tratto	ΔP dal nodo iniziale	
1	1	2	0	0	82.849	14.250	acc_10255.m	76,1	76	68,9	3.73E-03	35	35	20,5	1.437	14,6	1,06	838,5	738			3.013		
2	2	3	0	0	59.302	10.200	acc_10255.m	76,1	76	68,9	3.73E-03	10	10	11,0	220	8,8	0,76	258,9				479		
3	3	4	0	0	29.651	5.100	acc_10255.m	48,3	48	41,6	1.36E-03	11	11	37,6	828	8	1,04	442,9				1.271		
4	4	5	0	0	24.709	4.250	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	55,2	1.215	4	1,16	274,2				1.490		
5	5	6	0	0	19.767	3.400	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	36,4	800	4	0,93	175,5				976		
6	6	7	0	0	14.826	2.550	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	21,2	467	4	0,70	98,7				567		
7	7	8	0	0	9.884	1.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	10,0	219	4	0,46	43,9				263		
8	8	9	0	0	4.942	850	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	5	5	2,7	27	4	0,23	11,0				39		
9	3	10	0	0	29.651	5.100	acc_10255.m	48,3	48	41,6	1.36E-03	11	11	37,6	828	8	1,04	442,9				1.271		
10	10	11	0	0	24.709	4.250	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	55,2	1.215	4	1,16	274,2				1.490		
11	11	12	0	0	19.767	3.400	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	36,4	800	4	0,93	175,5				976		
12	12	13	0	0	14.826	2.550	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	21,2	467	4	0,70	98,7				567		
13	13	14	0	0	9.884	1.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	10,0	219	4	0,46	43,9				263		
14	14	15	0	0	4.942	850	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	11	11	2,7	60	4	0,23	11,0				71		
15	2	16	0	0	23.547	4.050	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	15	15	50,5	1.514	10	1,11	622,5				2.137		
16	16	17	0	0	15.698	2.700	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	6	6	23,6	284	4	0,74	110,7				395		
17	17	18	0	0	7.849	1.350	acc_10255.m	42,4	42	36,0	1.02E-03	6	6	6,5	78	4	0,37	27,7				106		
18	4	19	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	7.879	
19	5	20	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	9.369	
20	6	21	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	10.345	
21	7	22	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	10.912	
22	8	23	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	11.175	
23	9	24	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	11.214	
24	10	25	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	7.879	
25	11	26	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	9.369	
26	12	27	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	10.345	
27	13	28	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	10.912	
28	14	29	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	11.175	
29	15	30	4.942	1100	4.942	850	acc_10255.m	26,9	27	21,7	3.70E-04	3,5	3,5	34,4	241	8,4	0,64	174,5			1600	3.116	11.246	
30	16	31	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5.85E-04	3,5	3,5	25,9	181	8,4	0,64	175,7			2000	3.857	9.007	
31	17	32	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5.85E-04	3,5	3,5	25,9	181	8,4	0,64	175,7			2000	3.857	9.402	
32	18	33	7.849	1500	7.849	1.350	acc_10255.m	33,7	34	27,3	5.85E-04	3,5	3,5	25,9	181	8,4	0,64	175,7			2000	3.857	9.508	

I nodi a cui fanno riferimento i singoli tratti sono riportati sugli elaborati grafici.

10) Selezione gruppo di pompe rete

Sulla base dei valori di portata e prevalenza sopra riportati in considerazione di eventuali perdite di carico aggiuntive le prestazioni minime del circolatore dovranno essere: $Q_{min} = 14250 \text{ l/h}$, $H = 13,2 \text{ m}$

Si riporta nel seguito selezione di un gruppo gemellare con le prestazioni sopra riportate



Dati richiesti

Portata	14.20 m³/h
Prevalenza	13.20 m
Fluido pompato	Acqua 100 %
Temperatura fluido	6.00 °C
Densità	999.89 kg/m³
Viscosità cinematica	1.47 mm²/s

Dati idraulici (Punto di lavoro)

Portata	14.20 m³/h
Prevalenza	13.20 m
Potenza assorbita P1	0.86 kW

Dati prodotto

Pompa doppia con rotore bagnato Premium Smart	
Stratos MAXO-D 65/0,5-16 PN6/10	
Modalità di funzionamento	dp-v HR
Pressione massima di esercizio	1000 kPa
Temperatura fluido	-10 °C ... +110 °C
Max. temperatura ambiente	40 °C
Battente minimo a	50 / 95 / 110 °C
	7 / 15 / 23

Dati motore

Tipo costruttivo motore	Motore EC
Indice di efficienza energetica IEE	≤ 0.17
Alimentazione di rete	1~230 V / 50 Hz
Tolleranza di tensione consentita	+/- 10 %
Max. numero di giri	3200 1/min
Potenza assorbita P1	1.44 kW
Assorbimento di corrente	6.23 A
Grado di protezione	IPX4D
Classe isolamento	F
Salvamotore	Protezione interna conti
Compatibilità elettromagnetica	
Emissione disturbi elettromagnetici	EN 61800-3;2004+A:
Immunità alle interferenze	EN 61800-3;2004+A:
Pressacavo	5 x M16x1.5

Dimens. di collegamento

Raccordo per tubi sul lato aspirante	DN 65, PN 6/10
Raccordo per tubi sul lato pressorio	DN 65, PN 6/10
Lunghezza	340 mm

Materiali

Corpo pompa	5.1301/EN-GJL-250
Girante	PPS-GF40
Albero	1.4028, rivestimento DLC
Materiale cuscinetto Carbone, impregnato di antimonio	

Informazioni per l'ordinazione

Peso circa	63.5 kg
Numero articolo	2164659

D CONFORT LUMINOSO

Occorre ottenere un maggior il comfort visivo nei tre ambienti dell'Armeria nelle ore diurne e serali/notturne, garantendo una illuminazione compatibile con il bene culturale e riducendo gli attuali controluce e gli abbagliamenti dei proiettori.



- o Numero proiettori
 - o Nel Quadro esigenziale i Musei Reali richiedono di razionalizzare il numero, i modelli e le tecnologie dei corpi illuminanti.
 - o Come numero la situazione non è omogenea nei quattro locali interessati al progetto:
 - **Medagliere:** il cornicione è alimentato per consentire l'accensione e l'inserimento di piccoli proiettori. Nel corso dello sviluppo del progetto esecutivo andranno verificati i conduttori, il loro corretto dimensionamento, la qualità degli stessi.
 - **Galleria di Beaumont:** nell'intervento del 2015 furono alimentati con cavi certificati i corpi illuminanti sugli architravi delle finestre e nuove lampadine led con attacco E14; la qualità dei proiettori ha messo in evidenza alcune carenze del prodotto che a distanza di 8 anni presenta molti malfunzionamenti – il numero dei proiettori in sostituzione risulta comunque il medesimo.
 - **Rotonda e Loggia:** qui la situazione è diversificata e la luce è gestita malamente in ambiente per cui si prevede la sostituzione di tutte le sorgenti presenti con un profilo luminoso indiretto sul cornicione per la Rotonda, mentre la loggia può continuare a essere gestita con le sorgenti operative al momento.
 - **Vetrine rotonda:** la sperimentazione avviata su due teche ha dato buon esito e il modello può essere esteso alle altre.

o Tipologia proiettori

- o Si richiede il possibile inserimento di corpi illuminanti utilizzando apparecchi multi-ottica o su binario. Già la galleria è gestita in questo modo: il progetto propone un sistema ancora più flessibile su micro-binari a 48 V, molto facili da mascherare nell'architettura.



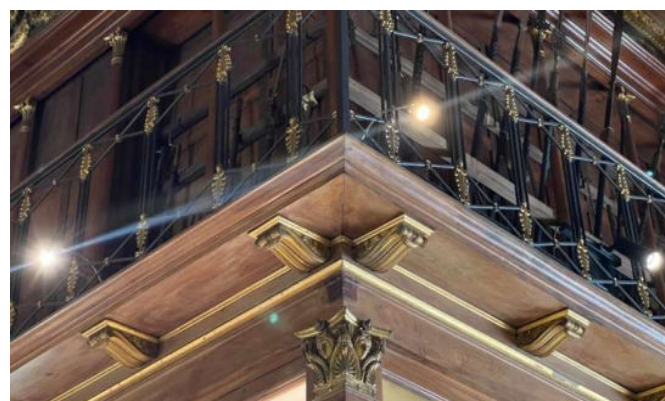
o Riduzione delle ramificazioni impiantistiche

- o La riduzione delle ramificazioni impiantistiche per l'alimentazione quali passaggi cavi, giunte e scatole di derivazione verrà effettuata con successo nella Rotonda e in buona parte nel Medagliere.
- o Impossibile al momento pensare a una riduzione della Galleria di Beaumont, dove i passaggi sono esterni su cavo a fibra minerale.



o Razionalizzare numero apparecchi, modelli e tecnologie

- o La razionalizzazione del numero degli apparecchi, dei modelli e delle tecnologie delle soluzioni per il controllo della temperatura è uno degli obiettivi perseguiti dal presente progetto.
- o Oltre all'illuminazione di emergenza, che risulta univoca su tutti gli ambienti, le tre sale avranno poche tipologie di sorgenti, tutte di recente tecnologia, integrando con nuove forniture i lavori già realizzati negli anni passati.



E MANUNTENIBILITÀ

Come già indicato nella RELAZIONE GENERALE, Le linee guida del Ministero per il per il miglioramento dell'efficienza energetica nel patrimonio culturale, emanate il 28 ottobre 2015, trattano in diversi punti il tema della manutenzione e dei relativi costi quale elemento fondamentale nella progettazione di interventi di rigenerazione degli edifici.

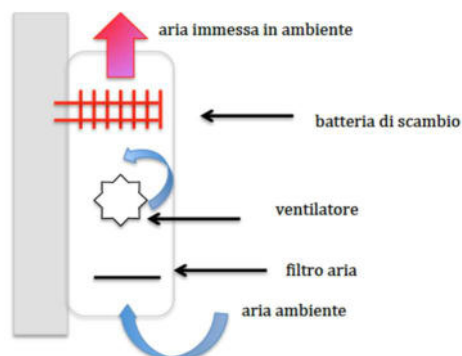
L'esercizio, il controllo e l'ispezione degli impianti, siano essi termomeccanici, elettrici, illuminotecnici o speciali diventa argomento primario nella gestione di contenitori fragili come il complesso dell'Armeria Reale. Alla richiesta del razionalizzare il numero, i modelli e le tecnologie dei corpi illuminanti, occorre procedere allo stesso modo con le componenti di climatizzazione, evitando l'uso di tecnologie troppo customizzate sui locali, per loro natura profondamente diversi. In questo la riduzione delle ramificazioni impiantistiche per l'alimentazione quali passaggi cavi, giunte e scatole di derivazione risulta un processo necessario, così come quello del controllo semplice del clima, delle potenze luminose in esercizio, limitando, come richiesto, l'incremento del numero di corpi illuminanti o dei passaggi impiantistici sopra il 10% dell'attuale. Tutte tecnologie semplici da mantenere, poco diversificate e razionali.

o Ventil convettori

- o La pulizia dei fancoil che verranno inseriti nei locali della Galleria Beaumont e della Rotonda (12 apparecchi in tutto) è di fondamentale importanza per garantire la distribuzione di aria. La loro pulizia permette di avere un'altissima qualità dell'aria e a questo aspetto va posta particolare attenzione in quanto rappresentano i principali diffusori di particelle di sporco, polvere, oltre che a virus e batteri mettendo a rischio la salute del pubblico e dei lavoratori

- o I fancoil sono unità a tutto ricircolo e sono composti da:

- Filtro per l'aria;
- Batteria o scambiatore di calore alettato per riscaldare o raffreddare l'aria;
- Ventilatore;
- Vaschetta di raccolta per la condensa;
- Involucro metallico dotato di griglie di ingresso e di uscita dell'aria, che racchiude tutti i componenti.



- o L'elemento di mascheramento è progettato in modo semplice, apribile senza troppe complicazioni, proprio per permettere la regolare manutenzione.

o Scarico condensa condizionatori

- o Probabilmente il progetto esecutivo confermerà la possibilità di effettuare un sistema a caduta libera, senza l'introduzione di pompe di rilancio. Questo elemento è molto importante nella manutenzione del sistema, riducendo notevolmente possibili malfunzionamenti. I cicli di verifica potrebbero essere annuali.

o Corpi illuminanti

- o Per un funzionamento degli impianti di illuminazione conforme alle normative, stabili e costanti nel tempo, sono fondamentali il mantenimento del flusso luminoso e la percentuale di guasti dei

LED. Il confronto tra un LED ad alta qualità ed un LED comune reperibile sul mercato mostra l'effetto positivo dei primi sui costi di investimento. Anche di fronte a una distribuzione della luce identica nelle due sale, i diodi si distinguono proprio per il mantenimento regolare del flusso luminoso sulle superfici e per i ridottissimi guasti che vengono riscontrati nel corso della vita media di 40/50.000 ore. L'analisi dimostra come con una qualità inferiore dei LED nel lungo periodo siano inevitabili degli investimenti integrativi.

F CONSUMI ENERGETICI

Il progetto affianca tecniche di tipo passivo (miglioramento finestrate) a sistemi di autoregolazione e programmazione temporale degli impianti ai fini della minimizzazione degli sprechi. Ovviamente le sorgenti luminose ad alto rendimento prenderanno il posto di quelle ancora a tubi fluorescenti nelle vetrine.

o Intervento sui serramenti

- o Presupposto per l'ottimale funzionamento e l'impermeabilità dei serramenti della manica dell'Armeria Reale è la riparazione a regola d'arte e la regolazione di ferramenta e intelaiatura delle finestre, con la rimessa in efficienza di parti danneggiate o sconnesse. Inserimento di guarnizioni per il miglioramento della tenuta all'aria e all'acqua delle battute in chiusura.



o Intervento sui vetri

- o L'introduzione di pellicole solari fotovoltaiche rappresenta una scelta passiva introducendo prodotti che non permettono ai raggi del sole di surriscaldare i locali, garantendo il riequilibrio del clima interno e il risparmio di energia elettrica per l'aria condizionata.

o Ventil-convettori al posto dei radiatori

- o In media, i termoconvettori ad acqua consumano meno rispetto ai classici termosifoni, con situazione di resa prossima al 30%.
- o La ventilazione dell'aria che proviene dal riscaldamento fan coil può essere regolata in modo da garantire una temperatura uniforme agli ambienti. L'aria calda o fredda è in grado di portare gli ambienti alla temperatura desiderata in tempi molto più rapidi rispetto ai tradizionali termosifoni di cui sono ora dotate le sale dell'Armeria Reale, e inoltre non produce alcun effetto sulle pareti, come nel caso degli aloni scuri dietro ai radiatori. Questo perché l'aria viene emessa dalla parte superiore dell'unità, con la mascheratura opportunamente disegnata, e non viene direzionata verso le pareti, bensì verso il centro degli ambienti.

o Profili led al posto dei tubi fluorescenti

- o Mediamente passando da un tubo Neon Fluorescente ad un profilo led ad alta efficienza si risparmia oltre il 60% sul consumo di energia elettrica.
- o Il quantitativo di Watt assorbiti dal tubo per il suo funzionamento da 150 cm, come quelli nelle vetrine della Rotonda è attualmente di 58 W. Il suo reattore assorbe circa 14,50 W (il 25% della potenza del tubo neon fluorescente) per un consumo totale fluorescente e reattore: 72,50 W.
- o Un profilo equivalente led da 150 cm vale 25/30 W a cui debbono aggiungersi le durate sicuramente a favore di questi ultimi.

G CRITERI DNSH

La circolare n° 32 del 30/12/2021 emanata dal Ministero dell'Economia e delle Finanze Dipartimento della ragioneria generale dello stato sancisce come il *Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021)* stabilisce all'articolo 18 che tutte le misure dei Piani nazionali per la ripresa e resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di "non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali". Tale vincolo si traduce in una valutazione di conformità degli interventi al cosiddetto principio del "Do No Significant Harm" (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, di cui all'articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/852 ex-ante, in itinere ed ex-post.

Il principio DNSH ha lo scopo di valutare se una misura possa o meno arrecare un danno ai sei obiettivi ambientali individuati nell'accordo di Parigi (Green Deal europeo).

Per quanto riguarda il presente Progetto di fattibilità tecnico economica su lavori finanziati dal PNRR, il MIMS ha pubblicato apposite linee guida, "Linee Guida del MIMS per la redazione del progetto di fattibilità tecnica ed economica da porre a base dell'andamento di contratti pubblici di lavori del PNRR. La Linee guida prevedono che, tra i vari elaborati, debba essere realizzata anche una "Relazione di sostenibilità dell'opera". Questa relazione include anche (capitolo 2) l'asseverazione del rispetto del principio DNSH.