

**DIREZIONE OPERE PUBBLICHE**

COMMITTENTE		COMUNE					
<b>SCR Piemonte</b>		<b>Città di TORINO</b>					
LIVELLO PROGETTUALE							
<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>							
CUP	TITOLO INTERVENTO						
<b>C14E21001220001</b>	<b>TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO” REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO</b>						
CODICE OPERA							
<b>22044D02</b>							
ELABORATO N.	TITOLO ELABORATO						
<b>001</b>	<b>PROGETTO RELAZIONE IGIENICO-EDILIZIA</b>						
DATA	SCALA	AREA PROGETTUALE					
Novembre 2022		<b>GENERALE</b>					
FORMATO DI STAMPA	CODICE GENERALE ELABORATO		NOME FILE				
A4	<b>22044D02_1_0_P_GE_00_CZ_001_1</b>		22044D02_1_0_P_GE_00_CZ_001_1 RELAZIONE IGIENICO EDILIZIA				
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE			DIS.	CONTR	APPR.
0	settembre 2022	Prima emissione			GRD	ISL	LCN
1	novembre 2022	Emissione per Conferenza dei Servizi			GRD	ISL	LCN
RTP PROGETTAZIONE				TIMBRI - FIRME			
<b>RAFAEL MONEO</b> Arch. Rafael Moneo (mandante) Calle Cinca 5 - 28002 Madrid (Spagna)  <b>Isolarchitetti S.r.l.</b> (mandante) Via Mazzini, 33 - 10123 Torino  <b>ICIS S.r.l.</b> (mandataria) Corso Einaudi, 8 - 10128 Torino <b>Ing. Quirico</b> Ing. Giovanni Battista Quirico (mandante) Corso Giovanni Lanza, 58 - 10131 Torino  <b>MCM Ingegneria</b> (mandante) Vicolo Vincenzo Monti, 8, 10095 Grugliasco (TO)  <b>Onleco Srl</b> (mandante) Via Pigafetta,3 - 10129 Torino				<b>PROGETTISTA ARCHITETTONICO</b> Arch. Rafael Moneo Arch. Saverio Oreglia d'Isola (Isolarchitetti Srl)  Integrazione prestazioni specialistiche: <b>Ing. Luciano Luciani (ICIS Srl)</b>			
ORGANISMO DI CONTROLLO				SCR PIEMONTE S.p.A.			
<b>CONTECO S.p.A.</b> Responsabile di Commessa: Ing. Daniele Baldi				Responsabile del Procedimento: Arch. Sergio Manto			

## Sommario

1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO.....	2
1.1	Inquadramento generale .....	2
1.2	Destinazioni di progetto .....	2
1.3	Distribuzione funzionale degli spazi in progetto.....	4
1.4	Tipologie di fruitori del nuovo complesso BCC .....	9
1.4.1	Utenti esterni .....	9
1.4.2	Personale addetto-lavoratori.....	10
1.5	Accessi al complesso dalle aree esterne. ....	11
1.6	I collegamenti verticali.....	13
2	.....	16
3	CARATTERISTICHE IGIENICO-EDILIZIE .....	17
3.1	Stabilità e solidità e sicurezza.....	17
3.2	Pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari.....	17
3.3	Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi .....	19
3.4	Vie e uscite di emergenza.....	22
3.5	Scale e parapetti.....	22
3.6	Temperatura dei locali.....	22
3.7	Misure contro incendio ed esplosione .....	22
3.8	Camini .....	22
3.9	Caratteristiche dei materiali.....	23
4	CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE.....	24
4.1	Aerazione Meccanica .....	24
4.2	Illuminazione.....	27
5	AMBIENTI INTERNI .....	28
5.1	Altezze interne.....	28
5.2	Superfici nette.....	28
6	ILLUMINAZIONE / AERAZIONE NATURALE ED ARTIFICIALE .....	31
7	SERVIZI IGIENICI .....	32
7.1.1	Stima delle unità minime secondo le diverse aree funzionali.....	32
7.1.2	Servizi igienici in progetto .....	34
7.1.3	Soddisfacimento dei requisiti per i diversamente abili.....	34
7.1.4	Primo soccorso .....	35
8	ALLEGATI .....	37
8.1.1	AC_00_CZ_003 Relazione sul comfort dell'ambiente interno.....	37

# 1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

## 1.1 Inquadramento generale

La Città ha ripetutamente manifestato negli anni passati la volontà di procedere al restauro, al recupero funzionale ed al riuso del Compendio di Torino Esposizioni, concepito non solo come occasione per la conservazione di architetture eccezionali in cui inserire la nuova Biblioteca Civica Centrale della Città di Torino e le attività di formazione e di ricerca del Politecnico di Torino, ma come occasione per una più ampia interpretazione urbanistica di una parte importante e identitaria della città stessa.

Il nuovo Compendio si porrà infatti come spazio aperto alla città e alla molteplicità dei suoi fruitori, fulcro di connessione di un sistema culturale in parte oggi frammentato che lega, in una straordinaria cornice ambientale, presenze di eccezionale valore architettonico e paesaggistico.

Il Complesso di Torino Esposizioni costituisce esempio preclaro di architettura e ingegneria strutturale realizzato tra la fine degli anni '30 e i primi anni '50 a firma di alcuni tra i grandi protagonisti di quel periodo storico, fra i principali dei quali si ricordano Ettore Sottsass (vincitore nel '37 del concorso per gli eventi espositivi di Torino-Moda) e Pier Luigi Nervi per le scenografiche navate destinate ai Saloni dell'Auto).

A partire dalla riqualificazione di questi edifici, oggi in disuso e in parte degradati, l'intervento si propone come operazione rigeneratrice di straordinaria importanza per questa parte di città.



Figura 1 Vista aerea del complesso con area di intervento

## 1.2 Destinazioni di progetto

Il padiglione Nervi, il più rappresentativo del complesso, attualmente incluso nella World Heritage List dell'Unesco, unitamente all'originario volume del Sottsass su corso Massimo D'Azeglio, sarà destinato ad ospitare la nuova Biblioteca Civica Centrale ed altri spazi per la Città.

Il filo conduttore del progetto si risolve nel risanamento e nel miglioramento del comportamento antisismico delle strutture e nella loro conservazione di lungo periodo, nell'adeguamento microclimatico, ambientale, energetico di tutto il costruito per adeguarlo funzionalmente alle più moderne esigenze di una biblioteca pubblica dalle molteplici destinazioni d'uso. L'unica rilevante modifica volumetrica è costituita da un nuovo grande spazio ipogeo, in parte aperto ed in parte chiuso, funzionalmente collegato all'attuale interrato sottostante l'abside, parte terminale verso il Po della grande navata centrale.

Oggetto della presente relazione sono nello specifico i padiglioni denominati 2, 2b, 4:

- **Pad 2 “Nervi”** è quello principale, costituito dal grande salone centrale che si sviluppa al livello terreno e al livello primo, con grandi balconate laterali.

A queste superfici ne verranno aggiunte di nuove, realizzate appunto scavando un nuovo piano interrato dedicato prevalentemente a locali tecnici ma ospitante anche nuovi spazi di fruizione per servizi nuovi e speciali della rinnovata Biblioteca..



Figura 2 Pad.2 Stato di fatto del piano terreno, con in fondo l'abside vetrata e vista dei due soppalchi laterali simmetrici



Figura 3 Pad. 2 Rendering di progetto con il nuovo piano interrato da realizzare

Il Pad. 2 sarà destinato interamente a spazi per la biblioteca, sui tre livelli d'interrato, terreno, balconate, e vi saranno dislocate tutte e sole le funzioni necessarie all'utenza, come illustrato in seguito.

- **Pad 2b** è costituito dall'avancorpo su c.so Massimo D'Azeglio del grande salone, e si sviluppa sui livelli terreno e primo.

Lungo tutto il fronte occidentale di questo padiglione fu giustapposto negli anni '60, e poi rinnovato nel 2005 per gli eventi olimpici, un basso fabbricato temporaneo che il progetto attuale prevede di demolire.



Figura 5 Pad. 2b Stato di fatto Piano terreno



Figura 5 Pad. 2b Stato di fatto Piano primo

Si tratta in questo caso di locali a sviluppo lineare, ultimo residuo del progetto Sottsass, che saranno adibiti al piano terreno a caffetteria/bookshop, accoglienza per gli utenti, spazio dedicato alla Città, sala conferenze e servizi; al piano primo saranno invece collocati gli uffici della biblioteca e di altre funzioni cittadine.

- **Pad 4 4** si tratta dell'unica parte ipogea del progetto nerviano, posto prevalentemente a circa - 6.00 m. dal piano terra, e realizzato al di sotto della parte terminale, sul lato rivolto verso il fiume, della grande navata e al di sotto l'abside della stessa, di forma semicircolare.

Saranno qui collocati i magazzini della biblioteca: parte ad archivi compattabili e autoprotetti dal fuoco nella parte cieca e parte a contenitori accessibili per il fondo storico nella zona vetrata.

### 1.3 Distribuzione funzionale degli spazi in progetto

Si può raccontare il progetto secondo un criterio di "nuclei funzionali" caratterizzati da differenti fruizioni ed accessibilità.

Al piano terreno alla quota di +0.49 m, all'interno del padiglione 2b (padiglione Sottsass), aperti verso la città ed allineati su c.so Massimo d'Azeglio vi saranno oltre al foyer d'ingresso alla biblioteca, una caffetteria-bookshop, uno spazio cosiddetto "Vetrina" per il Comune di Torino, in cui esporsi/proporsi promuovendo iniziative della Città stessa, e una saletta incontri con il suo autonomo piccolo spazio di foyer.

Il foyer ingresso principale, centrale rispetto al prospetto su c.so Massimo d'Azeglio, che distribuisce a tutte le funzioni.

La caffetteria ed il foyer hanno però accessi dedicati, autonomi ed indipendenti: ciò consentirà una fruizione coordinata ma volendo indipendente dagli orari della Biblioteca. Spazi dotati di propri servizi che possano funzionare con modalità non necessariamente legate alle principali funzioni della nuova biblioteca.

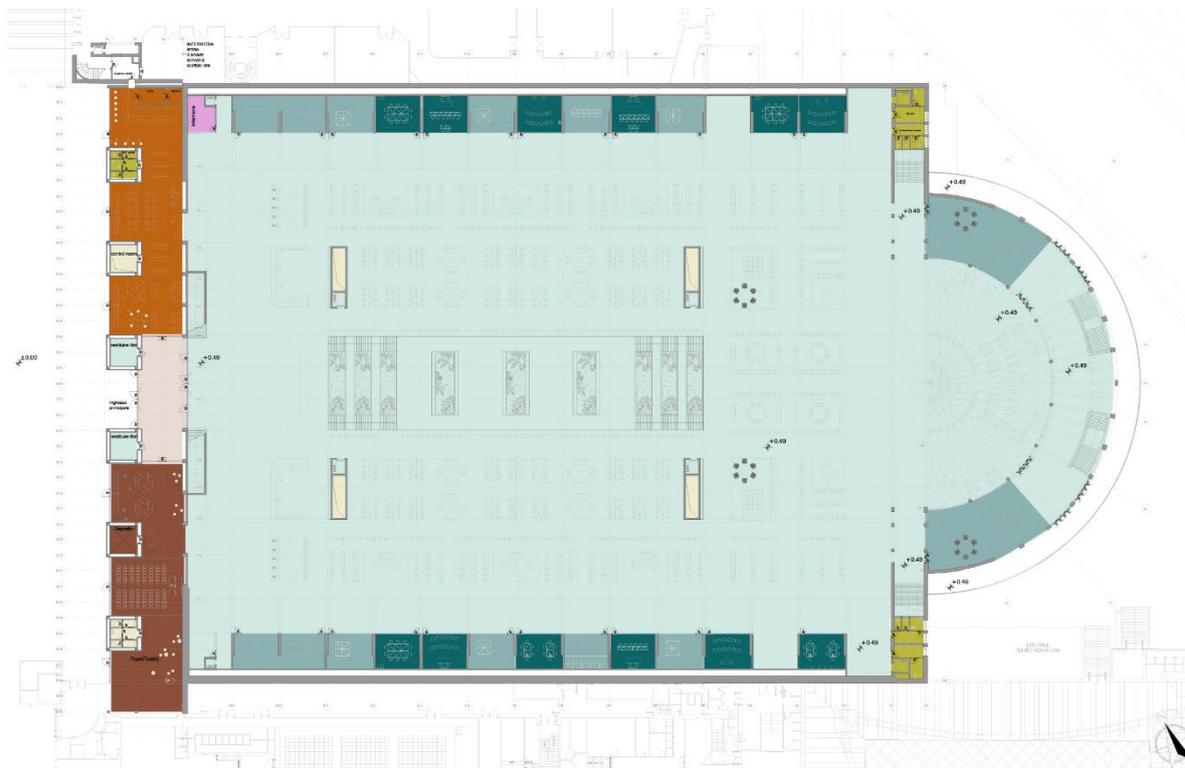


*Piano terreno padiglione 2b: interni della caffetteria-bookshop – Rendering di progetto*

La maggior parte delle superfici realizzate al piano terreno (Pad. 2) sono invece interamente dedicate alla Biblioteca, intorno alla “Galleria del Sapere” (descritta dal modello biblioteconomico adottato e descritto al cap.10) con punti informativi, postazioni di prestito/restituzione libri, sale lettura, scaffali per libera consultazione, sedute individuali e postazioni pc, sale studio per tematiche specifiche, sale studio per attività di gruppo, aree relax, sezioni per bambini e ragazzi e spazi accessori.

In planimetria sono individuate le fasce laterali, al di sotto delle balconate, in cui si allineano una serie di sale “chiuse” rispetto al salone centrale. Si tratta di spazi destinati all’approfondimento di studio di tematiche specifiche, cui sono dedicate queste apposite stanze, isolate acusticamente dal grande salone centrale. L’esigenza di isolamento acustico è anche ciò che caratterizza gli spazi incontri, in cui potranno essere occasionalmente organizzate riunioni o seminari di studio.

Questo articolato enorme salone sarà fruibile liberamente, trattandosi di superfici poste interamente alla medesima quota e senza restrizioni di utenza al pieno utilizzo.



LEGENDA

	Ingresso		biblioteca		locale tecnico
	caffè letterario		sala approfondimento tematico		servizio igienico
	foyer / sala conferenze		sala incontri tematici		infermeria

*Planimetria di progetto Piano terreno*

Gli spazi della biblioteca si estendono anche al livello soppalchi (Pad.2), e si sviluppano sui lati lunghi della sala, simmetricamente, alla quota di +4.86m.

Sono qui previste funzioni dedicate a diverse fasce di età, alle famiglie, al gaming, realtà virtuale, cooking e makerspace ed altre attività ad esse correlate.

I soppalchi sono organizzati con successioni di scaffalature libri, postazioni per consultazione, luoghi di incontro e sedute informali su vari livelli e sono allestiti con un arredo fisso che crea una serie di sedute gradonate per la consultazione dei volumi.

L'obiettivo è creare un'area particolarmente confortevole poiché isolata rispetto al grande salone centrale ma al tempo stesso verso il quale si possa godere di un punto di vista privilegiato.

La presenza dei lucernari conferisce anche un più diretto rapporto con l'esterno, che al di sotto della grande volta si percepisce in modo meno presente.

Ciascun soppalco è raggiungibile mediante due ascensori e due scale rettilinee, una posta in prossimità dell'ingresso principale e l'altra posta in corrispondenza dell'imposta dell'abside.

Al piano primo sono inoltre presenti gli Uffici della biblioteca, previsti a quota +5.49 (pad 2b) con affaccio su c.so Massimo d’Azeglio in corrispondenza della lunga striscia di finestre a nastro.



*Piano primo-livello soppalchi pad.2 – rendering di progetto*

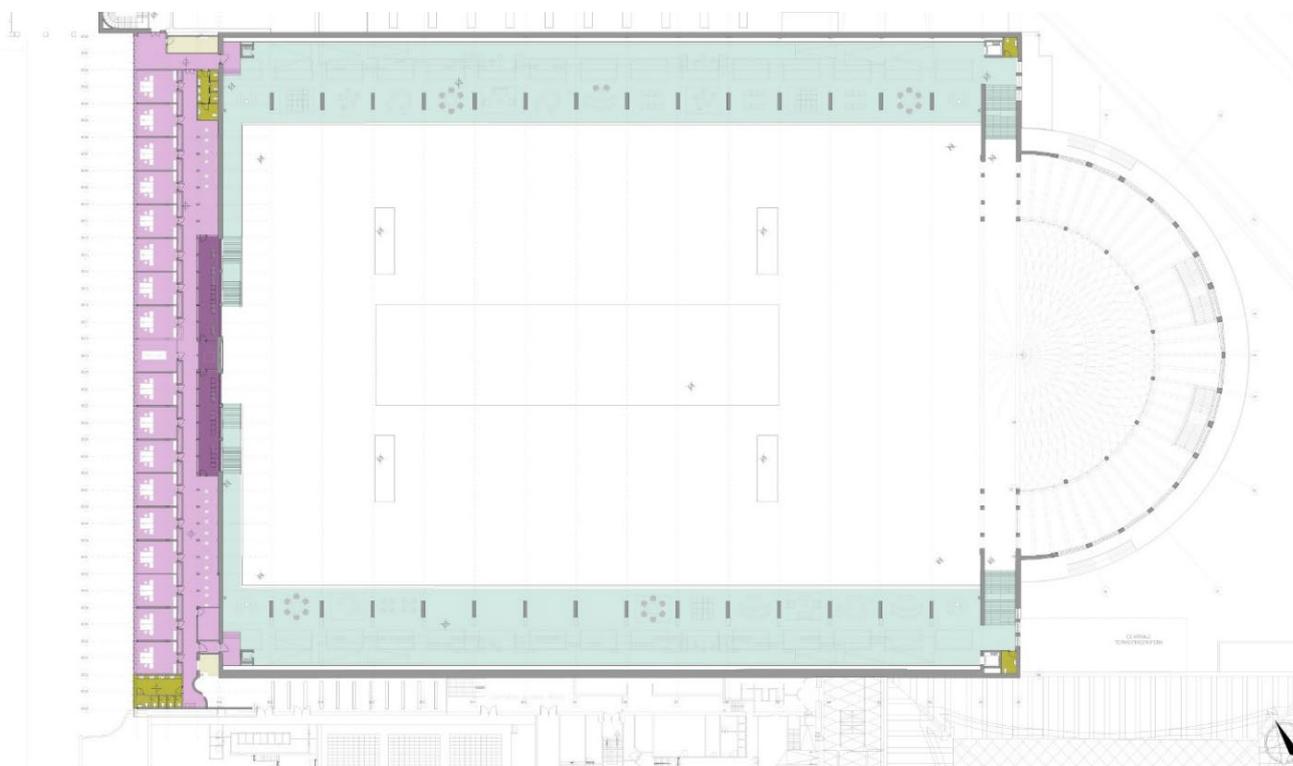
Questo blocco uffici, accessibile unicamente dal personale addetto, sussisterà in modo autonomo rispetto al resto del complesso, con propri accessi e fruizione dai lavoratori. Lungo la facciata con la finestratura continua, lato corso Massimo d’Azeglio, sono allineati gli uffici concepiti per ospitare circa due persone caduno.

Dal lato opposto rispetto al lungo corridoio centrale sono invece disponibili due grandi open spaces, separati da un terrazzo verde visibile anche dall’interno della sala principale attraverso le grandi vetrate che sostituiscono gli attuali tamponamenti ciechi.



*Figura 6 Piano primo - pad 2b terrazzi vetrate adiacenti la zona degli uffici – Rendering di progetto*

Il collegamento principale a queste aree avverrà attraverso il corpo scala in condivisione con l'Università, posto già all'interno del Pad.1, il cui ascensore sarà sostituito ed ampliato. Gli uffici sono anche raggiungibili dai soppalchi, mediante due brevi rampe di scale simmetriche che eliminano la differenza di quota esistente, ma quest'ultimo percorso non sarà previsto come consueto utilizzo, non essendo infatti previsto per il pubblico l'accesso agli uffici del piano primo.



LEGENDA

<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #d8bfd8; border: 1px solid black;"></span> uffici	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #90ee90; border: 1px solid black;"></span> biblioteca	<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #ffff00; border: 1px solid black;"></span> locale tecnico
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #800080; border: 1px solid black;"></span> terrazze uffici		<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #32cd32; border: 1px solid black;"></span> servizio igienico

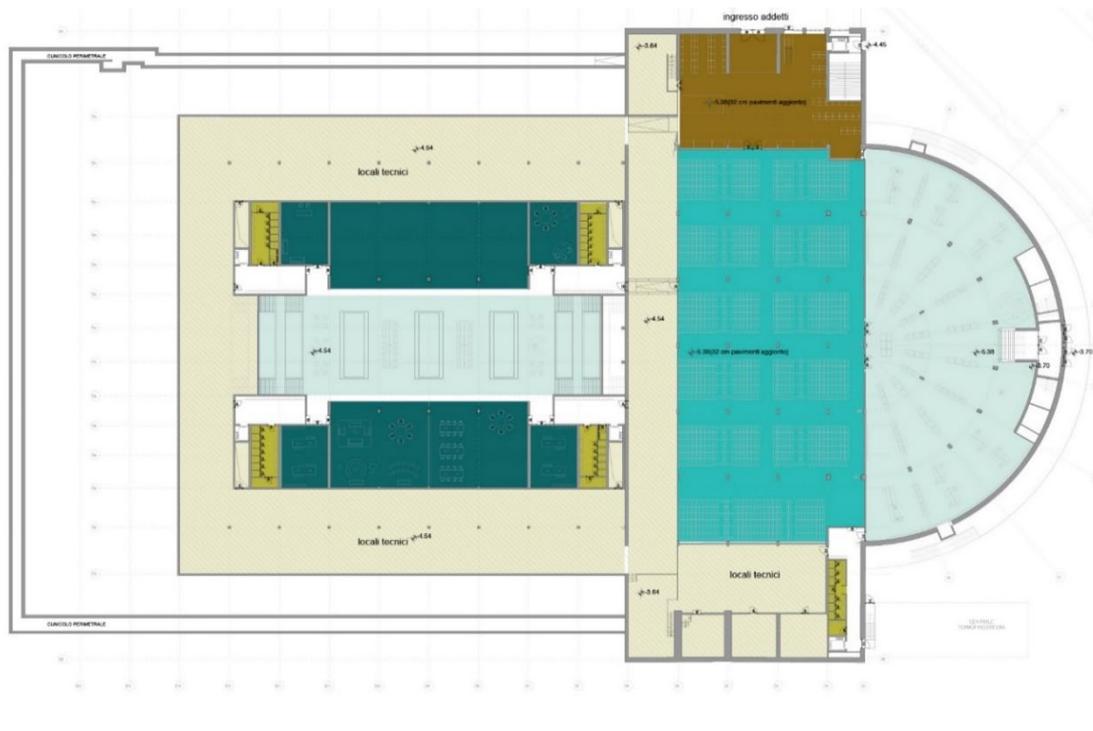
*Planimetria di progetto Piano primo*

Al piano interrato sono creati i nuovi spazi chiusi per la Biblioteca, in un volume scavato alla quota di -4.50 m. raggiungibile mediante scaloni centrali che delimitano simmetricamente un grande giardino, allestito in fasce che scandiscono la distribuzione dei tavoli di studio, illuminati dalla grande volta vetrata del Nervi che li sovrasta di oltre 20 metri.

Ai lati del giardino si affacciano i citati spazi chiusi, sale polivalenti che potranno essere occupate da associazioni, gruppi o chiunque presenti richiesta alla Biblioteca per lo svolgimento di svariate attività, corsi, incontri purchè mai si tratti di pubblico spettacolo. Si tratterà di funzioni che si alterneranno e varieranno in modo casuale secondo le esigenze poste dai più diversi utenti futuri.

Adiacente al patio centrale ma non accessibile dall'utenza è il grande archivio (pad.4), con le sue scaffalature compattabili e autoprotette al fuoco, posto alla quota di ca. -6.00 m. Questo spazio è riservato al personale della biblioteca, quindi con accessi riservati tramite due corridoi che attraversano i locali tecnici, in cui brevi rampe superano il dislivello esistente.

Nella parte terminale del fabbricato, in corrispondenza dell'abside vetrata del pad.4, viene ospitato il fondo storico, accessibile dall'utenza e direttamente comunicante con i nuovi spazi esterni della corte verso il Po.



LEGENDA

	biblioteca		locale tecnico
	archivio compattabili		servizio igienico
	laboratorio		magazzino

Planimetria di progetto Piano ipogeo

Il fondo storico si apre sulla corte orientale e sul parco del Valentino con le vetrate semicircolari ed è organizzato con scaffalature e postazioni di studio. Vi si accede attraverso il piano terreno con gli scaloni esistenti o l'ascensore.

La restante porzione del nuovo livello ipogeo è invece occupata da locali tecnici.

## 1.4 Tipologie di fruitori del nuovo complesso BCC

### 1.4.1 Utenti esterni

#### 1.4.1.1 Utenti spazi Biblioteca

La nuova biblioteca è concepita come uno spazio che si apre alla città ed in modo che la città stessa entri nei suoi spazi; pertanto, chiunque potrà accedere al nuovo sistema Biblioteca. Secondo orari prestabiliti gli utenti potranno accedere liberamente dai due ingressi: l'ingresso centrale su c. So Massimo d'Azeglio o l'ingresso dal lato del fiume, attraverso vetrate aperte sulla corte pavimentata.

Gli utenti potranno fruire di tutti gli spazi disponibili, secondo modalità e criteri stabiliti dalla Biblioteca, secondo le diverse fasce di età ed esigenze di studio, nei piani terreno, al primo e interrato. Si considerano allo stesso modo "utenti Biblioteca" anche i partecipanti alle attività/incontri/riunioni che potranno essere organizzate nelle Sale tematiche e Spazi incontri al piano terreno e nei Laboratori al piano interrato.

L'affollamento massimo previsto nelle aree della biblioteca è pari a 1000 persone.

#### 1.4.1.2 Utenti Caffetteria-bookshop

Il caffè letterario costituirà di fatto un ordinario servizio di ristorazione per la città, che sarà in esercizio secondo propri orari. Si configura quindi come un locale indipendente, con propri servizi, indipendentemente dal fatto che sia inserito nel complesso della nuova Biblioteca. Al momento non è

prevedibile come avverrà affidata la gestione di questo locale, ma si ipotizza un affollamento massimo pari a 90 persone, considerando sia posti a sedere che posti in piedi.

#### 1.4.1.3 Utenti sala incontri

La sala incontri, anch'essa indipendente dal complesso della Biblioteca, vivrà in maniera autonoma e con fruizione occasionale secondo gli usi programmati. Dotata di propri servizi al pubblico, ospiterà un numero di occupanti inferiore a 100 unità.

### 1.4.2 **Personale addetto-lavoratori**

I nuovi locali interrati saranno accessibili dalle diverse tipologie di lavoratori, per cui sarà cura della Biblioteca chiedere deroga allo Spresal per accesso a tali spazi che, pur essendo realizzati nel pieno rispetto delle caratteristiche igienico-edilizie, sono locali ipogei per cui si fa riferimento al d.lgs. 81/2008 (*Art.65 Locali sotterranei o semisotterranei: 1.E' vietato destinare al lavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei. 2. In deroga alle disposizioni di cui al comma 1, possono essere destinati allavoro locali chiusi sotterranei o semisotterranei, quando ricorrano particolari esigenze tecniche. In tali casi il datore di lavoro provvede ad assicurare idonee condizioni di aerazione, di illuminazione e di microclima*) La deroga risulta pertanto legittimata e ottenibile.

#### 1.4.2.1 Addetti Biblioteca

Sono stimati per il personale addetto 80 postazioni totali (divise tra il Pad2b al P1, i front office nelle sale e il Pad.4Pint). Gli uffici veri e propri saranno dislocati al piano primo del padiglione 2b, con n. 50 postazioni fisse. A questi si aggiungono un numero massimo di 5 postazioni per il fondo storico, al piano interrato. Infine si calcolano 25 postazioni di front office, collocate in diversi punti, che però presumibilmente non saranno occupate tutte in contemporanea in quanto il personale è operativo a livello mobile e variabile in tutti gli spazi della biblioteca. Ad oggi appare infatti superato il concetto di lavoro per i bibliotecari rispetto a come veniva concepito fino ad una decina di anni fa: il personale infatti deve potersi continuamente muovere all'interno di tutti gli spazi, in cui agisce come supporto e riferimento per l'utenza e non opera in una postazione fissa inalterata, ad eccezione di alcuni incarichi che possono prevedere attività differenti.

Il numero degli occupanti degli uffici è stimato e potrebbe essere variabile, tuttavia esiste la possibilità che le postazioni di lavoro vengano "affittate" a lavoratori esterni. Ciò non va ad alterare la destinazione d'uso prevista, che resterebbe quella di "ufficio", con l'unica differenza che gli occupanti non sarebbero addetti della Biblioteca ma fruitori esterni. Le condizioni di progetto sarebbero le medesime, soprattutto considerando che le postazioni "jolly" sarebbero quelle degli open spaces mentre gli ambienti finestrati con affaccio su c.so Massimo d'Azeglio rimarrebbero di fruizione esclusiva della Biblioteca.

#### 1.4.2.2 Addetti caffetteria-bookshop

Come detto in precedenza attualmente è ignota la futura modalità di gestione del locale ma si ipotizza, compatibilmente con la superficie disponibile, un numero di addetti pari o inferiore a 10 unità operanti in contemporanea. Trattandosi di un "caffè letterario" gli addetti alla ristorazione coinciderebbero con quelli del bookshop che di fatto funzionerà come attività unitaria.

#### 1.4.2.3 Lavoratori "occasional"

Si includono in questa categoria i lavoratori operanti all'interno degli spazi in progetto ma "esterni" ad esso quindi con presenza occasionale, non costante. Sono considerati lavoratori "occasional".

- *Addetti pulizie* presenti secondo orari e modalità che saranno decise dalla Biblioteca e con personale al momento non definibile.
- *Relatori / responsabili attività organizzate* la cui presenza avverrà in concomitanza di attività promosse ed organizzate nelle sale polivalenti (non ipotizzabile al momento, date le svariate attività che si potranno svolgere nelle sale incontri al piano terreno o nei laboratori al piano interrato.
- *Manutentori (incaricati tecnici di qualsiasi intervento legato a componenti dell'edificio e simili)* secondo esigenze tecniche. Si includono in questa categoria gli addetti agli impianti, alla manutenzione ordinaria,

alle opere legate al verde. Tutti i lavoratori che svolgeranno attività per periodi limitati e con presenza non continuativa e in molti casi operanti in orari di chiusura della Biblioteca.

Non sono previsti particolari servizi dedicati per questa classe di lavoratori ad eccezione dei locali pulizie e laboratori-magazzini riservati al piano interrato.

### 1.5 Accessi al complesso dalle aree esterne.

Gli accessi al complesso Biblioteca sono in totale 6 e sono così distribuiti. Le quote degli accessi così come tutte le quote di progetto sono riferite al caposaldo +0.00 individuato dall'attuale quota stradale di corso M. d'Azeglio

*A. Ingresso principale c.so Massimo d'Azeglio, in corrispondenza della facciata principale (quota +0.46 m)*

E' l'ingresso che utilizzerà la maggior parte degli utenti alla Biblioteca senza distinzione di tipologia e porta al nuovo piano terra del padiglione 2b e 2.

*B. Ingressi dal viale Boiardo (quota – 3.74 m)*

Dal viale Boiardo e dal relativo cortile della biblioteca, oggetto di riqualificazione, sarà possibile accedere alla biblioteca attraverso due diversi accessi. Gli utenti potranno infatti accedere al padiglione 2 entrando alla quota del cortile e percorrere le rampe di scale esistenti interne per recarsi al padiglione 4 (fondo storico e deposito librario alla quota -5.38 m) o allo stesso padiglione 2. Un terzo ingresso è previsto sul lato destro dell'abside grazie alla nuova apertura vetrata prevista in facciata che conduce ad un nuovo ascensore che consentirà l'accesso a tutti i piani interni.

*C. Ingresso caffetteria-bookshop (lato c.so Massimo d'Azeglio quota +0.46 m).*

Sarà utilizzato dagli utenti che desiderano solo recarsi al locale di ristorazione-libreria e che potrebbero accedere poi alla Biblioteca. Questo accesso, che porta alla quota di +0.49m., sarà disponibile secondo gli orari della caffetteria che potrebbero non coincidere con quelli della Biblioteca.

*D. Ingresso saletta incontri (lato c.so Massimo d'Azeglio quota +0.46 m)*

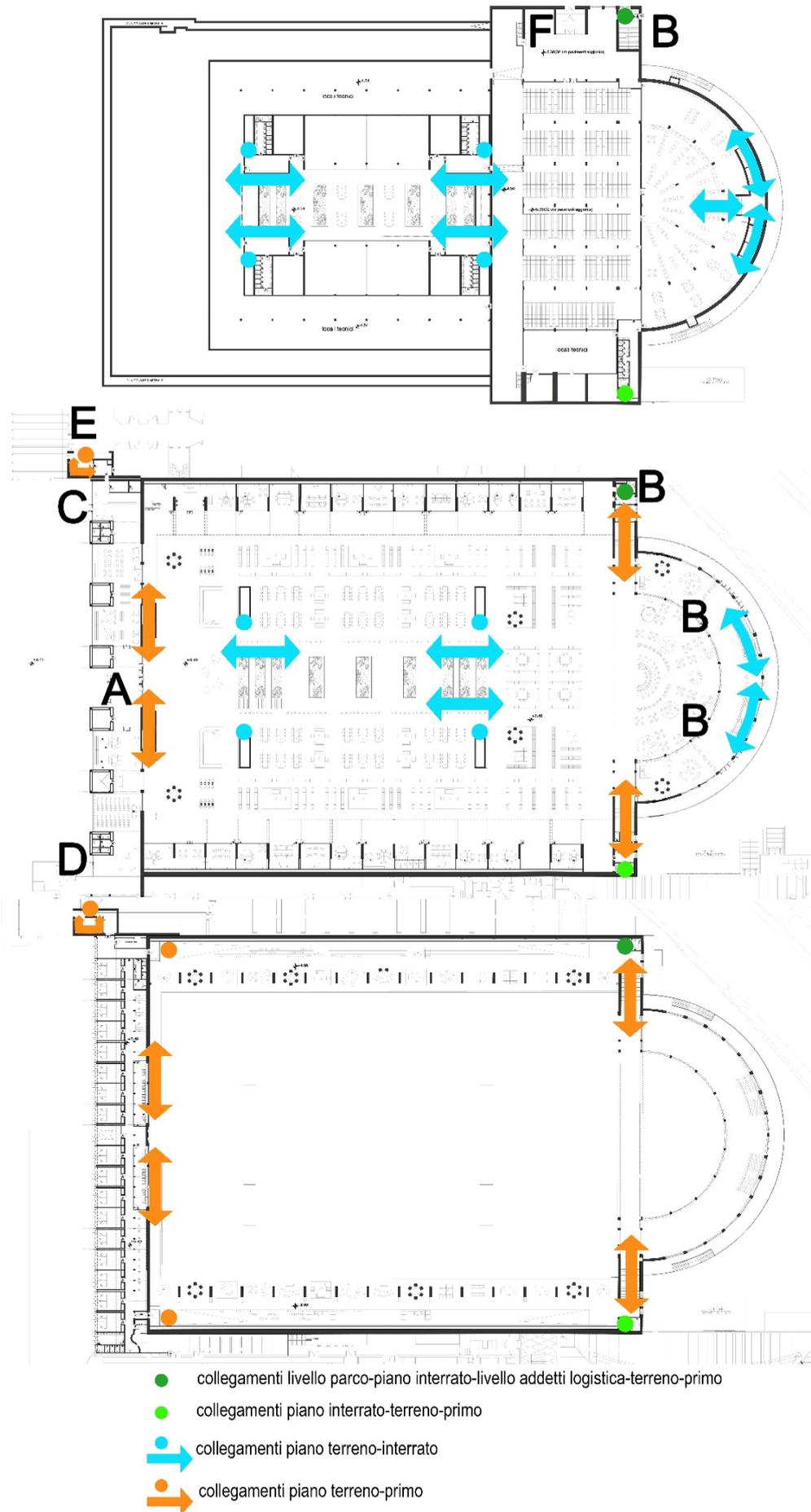
E' l'ingresso che utilizzeranno gli utenti della sala incontri in occasione di eventi e che potrebbero poi accedere alla Biblioteca. Questo accesso sarà disponibile in orari che potrebbero non coincidere con quelli della Biblioteca.

*E. Ingresso uffici piano primo UniTo dal Pad.1 (lato c.so Massimo d'Azeglio quota +0.46 m)*

L'ingresso attualmente usato da Unito sarà condiviso con i lavoratori che si recheranno agli uffici posti al piano primo del Pad. 2 b.

*F. Ingresso carrabile addetti viale Boiardo (-5.38 m)*

Si tratta di un accesso carrabile che tramite rampa su viale Boiardo consentirà l'accesso del personale della biblioteca per trasporto libri o da manutentori per accedere ai locali tecnici dell'interrato e presumibilmente da tutti gli altri lavoratori esterni occasionali.



*Schema degli accessi (par.1.5) e dei collegamenti verticali*

## 1.6 I collegamenti verticali

Nel presente paragrafo e nel precedente relativo agli accessi non vengono presi in considerazione i percorsi (scale ed uscite) che hanno unicamente funzione di sicurezza antincendio e che sono quindi oggetto di specifici elaborati.

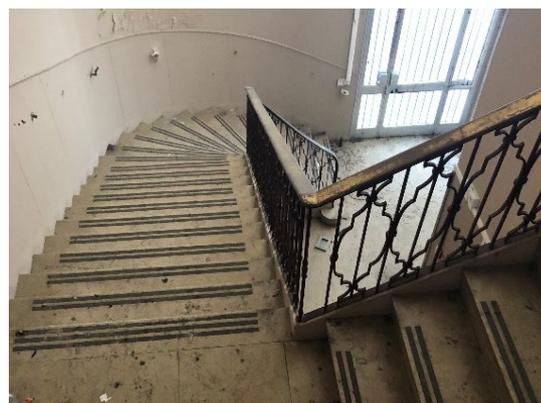
Il progetto nella sua compiutezza consentirà di fruire di 9 ascensori, tutti di nuova installazione ed accessibili da disabili motorii e iposensoriali.

- **A-01 A-02 A-03 A-04:** posti al centro del grande salone voltato, simmetricamente, portano dal livello terreno +0.49 m. al livello interrato del pad.2 -4.54 m. e sono fruibili da tutti.
- **A-05** ha un accesso direttamente dal parco, alla quota di -4.45m. e ha diverse fermate. In discesa, verso il livello -5.38m., porta all'area riservata agli addetti per la logistica: questa fermata in discesa sarà pertanto fruibile solo dal personale della Biblioteca. Salendo invece è previsto uno sbarco al livello +0.49m. del piano terreno ed un secondo sbarco alla quota +4.86 dei soppalchi primo piano del pad.2. Tale ascensore è utilizzabile da chiunque a meno della fermata riservata per cui sarà prevista chiave di sblocco dell'apertura.
- **A-06** collega i 3 livelli interrato del pad.4, terreno e primo del pad.2 ed è fruibile da qualsiasi tipologia di utenza.
- **A-07** sarà installato all'interno del Pad.1, dove in realtà esiste già un ascensore che verrà smantellato e dunque sostituito per essere adatto a disabili. Questo impianto, interno quindi a locali di UniTo, sarà fruibile unicamente dal personale degli uffici. L'ascensore collegherà anche i diversi livelli degli uffici di UniTo, ma nell'ambito del complesso Biblioteca sarà fruibile solo dagli addetti nel tratto da piano terreno a piano primo del pad.2b.
- **A-08 A-09** saranno fruibili da tutte le tipologie di utenti, per gli spostamenti dal piano terreno al piano primo del pad.2.

E' prevista inoltre l'installazione di una piattaforma elevatrice **P-01**, appositamente realizzata per consentire ai disabili di superare il dislivello tra -5.38m. del piano interrato del pad.4 in corrispondenza dell'abside e i -3.70m. che consentono l'uscita diretta verso il giardino.

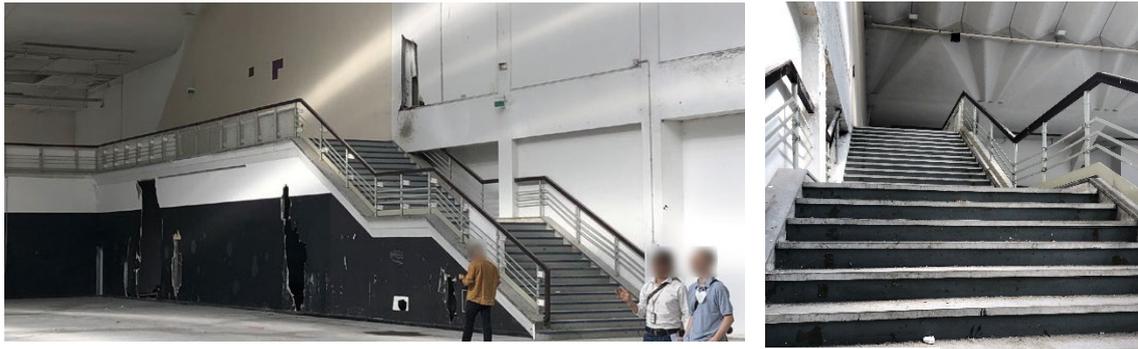
In progetto sono individuabili in totale un numero di 17 scale. Nello specifico possiamo identificare:

- **S-01** Scala esistente, interna al Pad. 1 e fruibile per il solo padiglione 2b. Sarà a disposizione della Biblioteca dal piano terreno al piano primo e sarà riservata agli occupanti degli uffici Pad. 2b e, in comunione d'uso, dal futuro personale del Politecnico per accedere al secondo piano del padiglione 1. E' una scala attualmente non utilizzata, sulla quale non si interverrà se non al suo interno per sostituzione impianto ascensore e messa a norma del parapetto di altezza inferiore a 90cm.



Scala S1 di lato Università.

- **S-02 S-03** simmetriche rispetto all'asse del Pad. 2 connettono il piano terreno al piano primo e sono fruibili da chiunque all'interno della Biblioteca. Sono esistenti ed è prevista la sostituzione dei rivestimenti e del parapetto realizzato secondo normativa vigente.



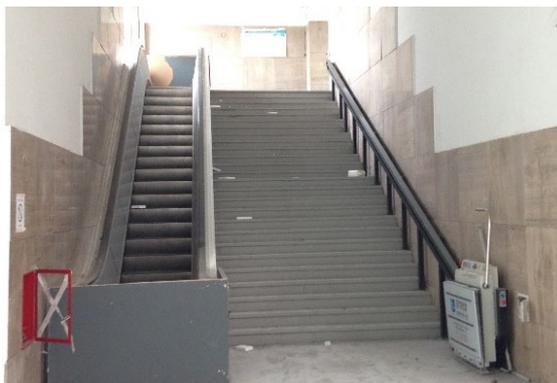
Scala esistente S-03 simmetrica a S-02. Saranno mantenute e messe a norma.

· **S-04 S-05 S-06 S-07** nuove scale in progetto, simmetriche, che collegheranno il piano terreno con il piano interrato e saranno fruibili da qualsiasi tipo di utenza presente all'interno della Biblioteca. Di larghezza pari a 240 cm, non richiedono l'inserimento di un corrimano centrale.



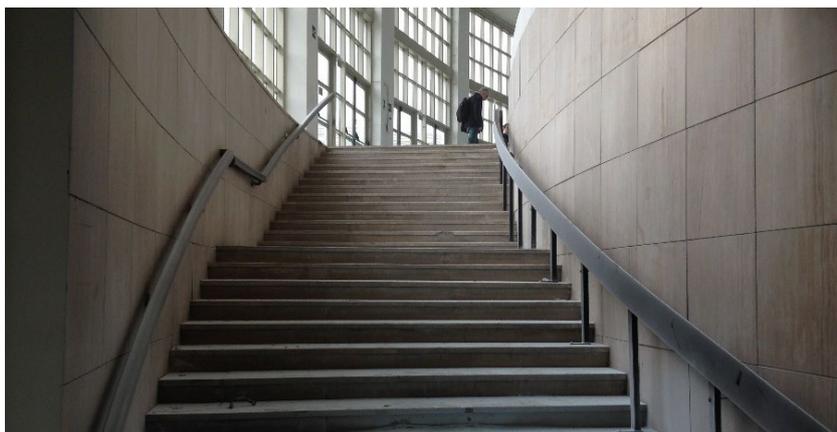
Schema renderizzato delle scale S-04-S-06 che portano alla piazza verde ipogea

· **S-08 S-09** simmetriche rispetto all'asse del Pad.2, esistenti, saranno oggetto di modifica, in quanto allo stato attuale la rampa di scalini è affiancata da una scala mobile, installata nel 2006. Il progetto prevede la rimozione della scala mobile e l'ampliamento della rampa esistente a 4.50 m, dotata di corrimano centrale. Collegano il piano terreno con il primo e saranno fruibili da tutti gli occupanti degli spazi della Biblioteca.



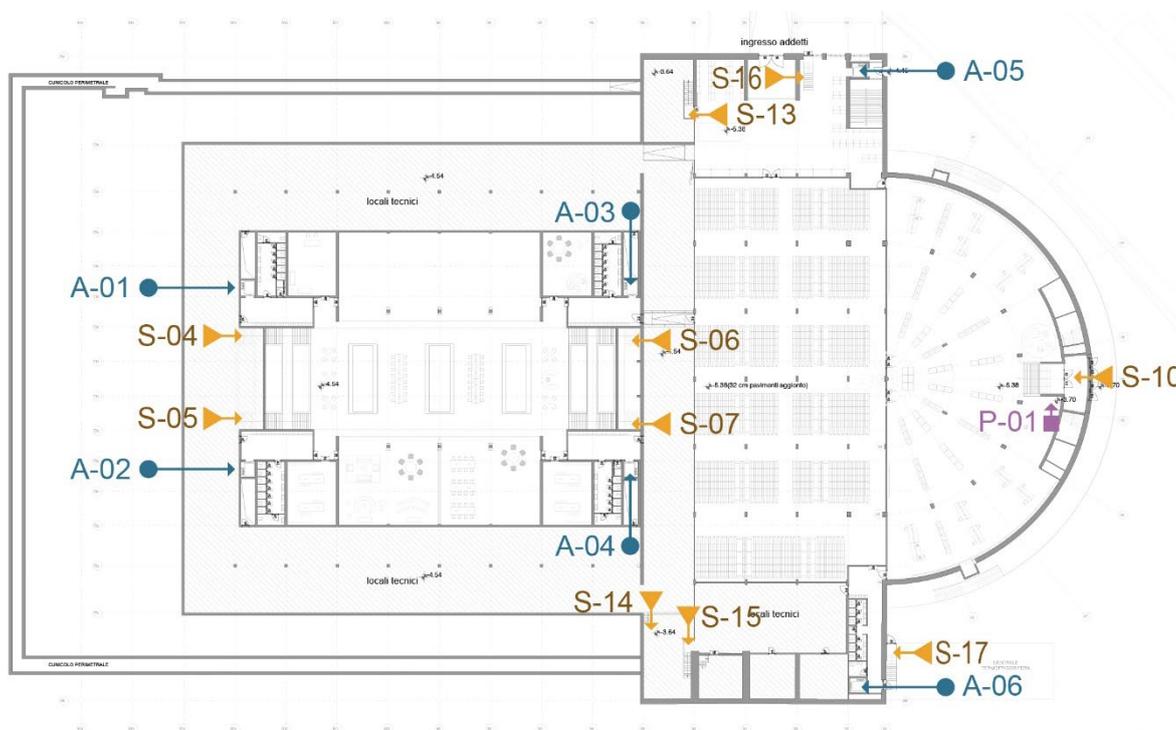
Stato di fatto S-08, simmetrica alla S-09

· **S10** collega il piano interrato al piano terreno, in corrispondenza dell'abside vetrato, e sono tre rampe di unico scalone: il primo tratto si imposta al piano interrato e conduce alla quota di circa -3.70 m. mentre le due rampe simmetriche connettono questo pianerottolo intermedio al piano terreno. La scala si imposta con ampiezza maggiore al livello interrato poi si "sdoppia" nelle due rampe simmetriche, più strette. Il primo tratto sarà demolito e ricostruito, mentre per le due rampe simmetriche è prevista sostituzione dei rivestimenti e del parapetto, realizzato secondo normativa vigente.

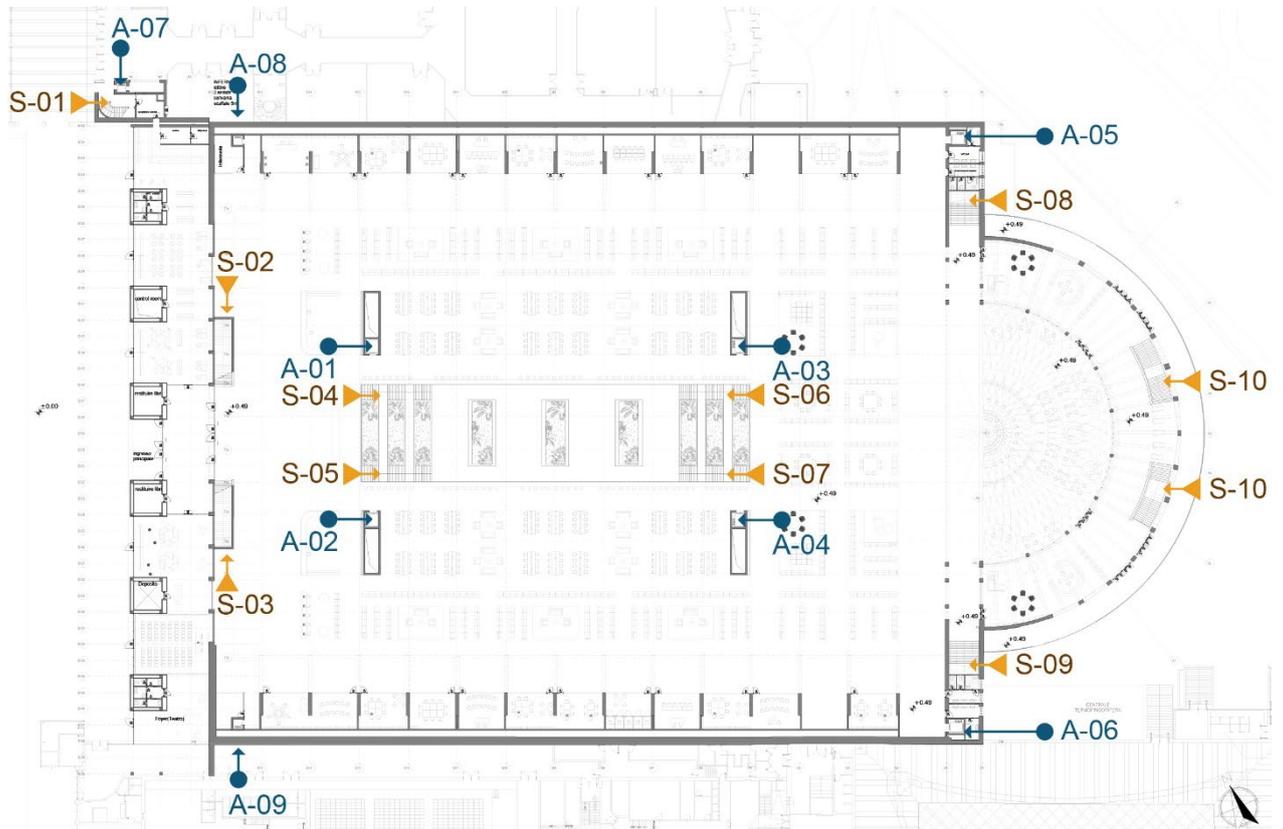


Fotografia di una delle due rampe simmetriche della S-10, conservate

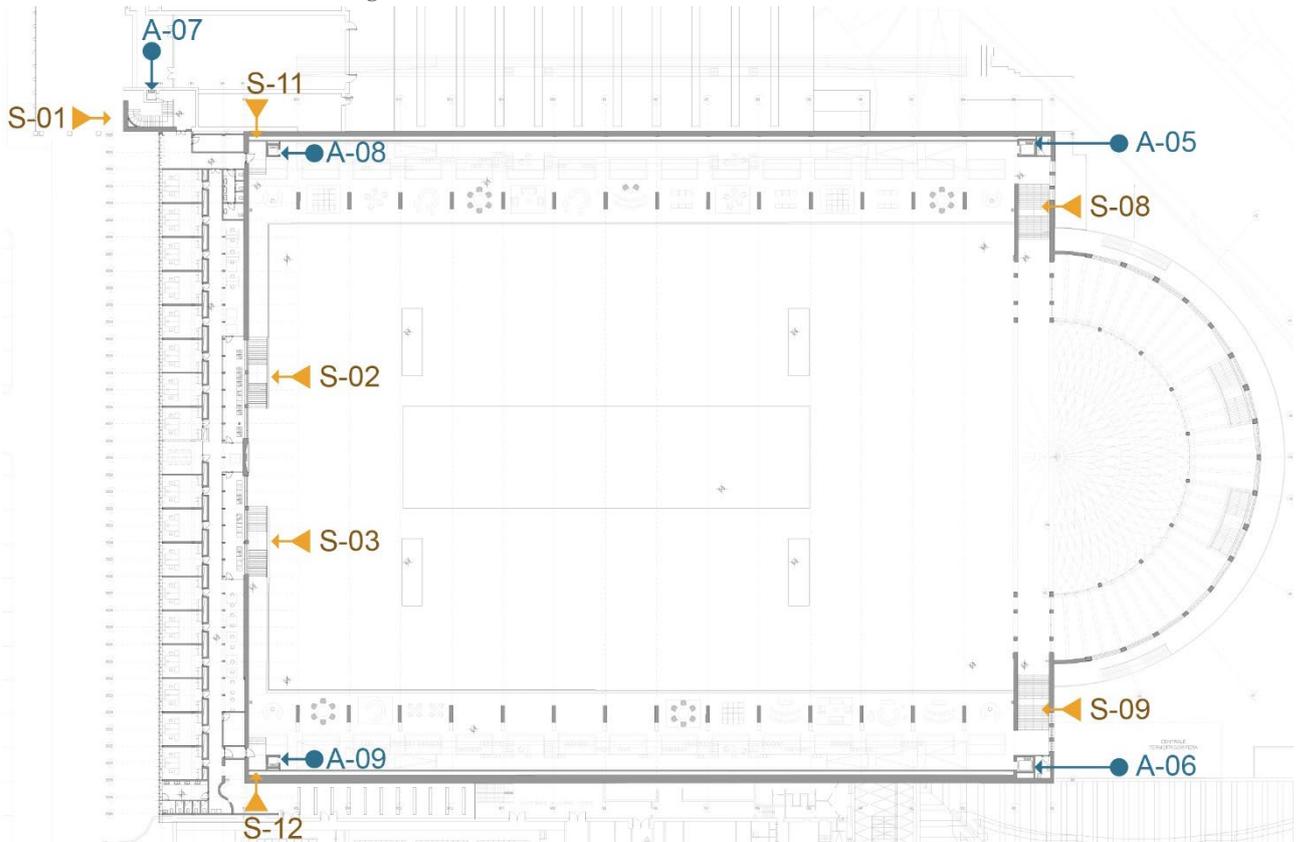
- **S-11 S-12** sono di nuova realizzazione, simmetriche rispetto all'asse centrale del Pad.2, e sono due brevi rampe che collegano il livello dei soppalchi +4.86m. con la quota +5.49m. del primo piano del Pad.2b in cui si collocano gli uffici. Sono di utilizzo esclusivo del personale della Biblioteca che accede ai propri uffici.
- **S-13 S-14 S-15** sono scale di nuova realizzazione, previste per colmare dislivelli di pavimentazione del piano interrato. Sono interne a locali tecnici adiacenti il Pad.1 e saranno fruite soltanto occasionalmente da manutentori.
- **S-16** è scala di nuova realizzazione, inserita in corrispondenza dell'ingresso all'area logistica del piano interrato, per colmare la differenza di quota tra l'esterno esistente lato viale Boiardo e la pavimentazione interna a -5.38 m. Saranno scale fruibili soltanto da personale addetto.
- **S-17** nuova scala utilizzabile solo in condizione di emergenza. (Vedere specifici elaborati VF)



Piano ipogeo - Indicazione dei collegamenti verticali



Piano terreno - Indicazione dei collegamenti verticali



Piano primo - Indicazione dei collegamenti verticali

LEGENDA

▶ Scala

● Ascensore

■ Piattafoma

### 3 CARATTERISTICHE IGIENICO-EDILIZIE

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche igienico-edilizie dei locali oggetto di intervento globalmente, trattandosi di aree per cui prevista occupazione temporanea o continuativa di utenti. Viene fatto riferimento al progetto nella sua generalità.

#### 3.1 Stabilità e solidità e sicurezza

I luoghi in progetto sono situati in edifici con adeguate caratteristiche di stabilità e solidità, conformemente a quanto previsto dall'Art.72 del RE.del Comune di Torino.

Gli stessi requisiti sono garantiti nelle manutenzioni, in ogni area destinata a qualsiasi utenza.

I luoghi di lavoro riporteranno la chiara indicazione del carico massimo ammissibile per unità di superficie dei solai. Nelle adiacenze dei locali di lavoro e delle loro dipendenze, non saranno tenuti depositi di immondizie o di rifiuti e di altri materiali solidi o liquidi capaci di svolgere emanazioni insalubri.

Le strutture metalliche degli edifici e delle opere provvisoriale, eventuali recipienti e gli apparecchi metallici, di notevoli dimensioni, situati all'aperto, saranno, per se stessi o mediante conduttore e spandenti appositi, collegati elettricamente a terra in modo da garantire la dispersione delle scariche atmosferiche.

#### 3.2 Pavimenti, muri, soffitti, finestre e lucernari

I locali in progetto saranno:

- ben difesi contro gli agenti atmosferici. Viene prevista la sostituzione di tutti i serramenti esterni esistenti con relativo miglioramento dell'isolamento termico e acustico attuale, valori che consentono un sufficiente grado di isolamento termico-acustico per svolgere le attività previste.

I serramenti esterni saranno completamente sostituiti ed in progetto è prevista l'installazione di nuovi serramenti metallici nel rispetto di quanto previsto dall'All.IV p. 1.3 1.4 del D.Lgs 81/2008 e norma UNI 7697/2014.

Le pareti vetrate nei locali o nelle vicinanze dei posti di lavoro e delle vie di circolazione saranno chiaramente segnalate e costituite da materiali di sicurezza fino all'altezza di 1 m. dal pavimento, ovvero separate dai posti di lavoro e dalle vie di circolazione in modo tale che i lavoratori non possano entrare in contatto con le pareti, nè rimanere feriti qualora esse vadano in frantumi.

Le finestre, i lucernari e i dispositivi di ventilazione naturale non fissi saranno tali da poter essere aperti, chiusi, regolati e fissati dai lavoratori in tutta sicurezza. Anche la loro pulitura sarà prevista senza rischi per i lavoratori che effettuano tale lavoro nonché per i lavoratori presenti nell'edificio ed intorno ad esso.

L'accesso alle parti della copertura costituite da materiali non sufficientemente resistenti sarà autorizzato soltanto se siano fornite attrezzature che permettono di eseguire il lavoro in tutta sicurezza. E'prevista l'installazione di una linea vita per gli addetti alla manutenzione delle coperture secondo le norme di sicurezza previste.

- dotati di aperture sufficienti per un rapido ricambio manuale d'aria, nel rispetto delle norme vigenti. Questo requisito è soddisfatto nelle aree della caffetteria e degli uffici al piano primo, del padiglione 2b, cioè negli unici spazi che si ipotizzano essere occupati con continuità da lavoratori in postazioni fisse. Trattandosi di ambienti completamente climatizzati, il requisito dell'areazione è completamente soddisfatto in maniera artificiale, nel rispetto della normativa vigente, ma la presenza di finestre apribili nei luoghi sopra detti accresce sicuramente il livello di comfort ambientale degli occupanti.

- ben asciutti e ben difesi contro l'umidità; tutti gli ambienti in progetto ai piani terreno ed interrato saranno opportunamente isolati contro la risalita dell'acqua per capillarità, secondo quanto previsto dall'Art. 73 del R.E e dall'Art. 115 del R.I. municipale mediante soluzioni tecniche che garantiscano la non penetrabilità delle

acque eventualmente presenti nel terreno. I locali in progetto, destinati a presenza anche saltuaria di persone, saranno su solaio isolato da vespaio aerato, realizzato con casseri poliuretanicici tipi iglù.

· dotati di superfici di pavimenti, pareti e soffitti tali da poter essere pulite e mantenute in condizioni adeguate di igiene

· dotati di pavimenti fissi, stabili ed antisdrucchiolevoli nonché esenti da protuberanze, cavità o piani inclinati pericolosi.

Tutti i materiali impiegati saranno conformi a normativa di settore con coefficienti garantiti da certificazioni dei produttori.

	Tipologia di facciata	Valore di trasmittanza termica	Fattore solare	Trasmisione luminosa - $\tau_v$
	[-]	[W/m <sup>2</sup> K]	[%]	[%]
Serramenti esterni	- vetrate abside e facciate lato parco (padiglione 2 e 4)	≤ 1,4 (totale del serramento)	≤ 35	≥ 65
	- vetrate corso Massimo (padiglione 2b)	≤ 1,4 (totale del serramento)	≤ 35	≥ 65
	- vetrate roof garden (lato padiglione 2b e 2);	≤ 1,4 (totale del serramento)	≤ 35	≥ 65
	- vetrate lucernari balconate;	≤ 1,4 (totale del serramento)	≤ 35	≥ 20%
	- serramenti in policarbonato (copertura 2 e 2b)	≤ 1,4 (totale del serramento)	≤ 35	
Serramenti interni	- vetrate bussola di ingresso e vetrata di separazione tra padiglione 2b e 2 (piano terreno padiglione 2b)	Per gli elementi che separano vani riscaldati verso l'esterno o ambienti non riscaldati: ≤ 1,4; per serramenti che separano vani non riscaldati verso l'esterno: ≤ 2,8;	Per gli elementi che separano vani riscaldati verso l'esterno o ambienti non riscaldati: ≤ 0,35	≥ 65
	- vetrate dei box sotto i soppalchi (padiglione 2);	-	-	≥ 80
	- vetrate dei laboratori nella piazza (padiglione 2 ipogeo)	-	-	≥ 80
	- vetrata di separazione tra area bimbi- zona relax nell'abside (padiglione 2)	-	-	≥ 80

Figura 7 Schema sulle prestazioni richieste ai serramenti in progetto

### 3.2.1.1 Prestazioni delle pareti dell'involucro opaco

Per quanto attiene gli aspetti concernenti l'involucro edilizio, l'intervento, dal punto di vista della normativa nazionale sul contenimento dei consumi energetici in edilizia, è previsto sia inquadrato come ristrutturazione importante di primo livello, ex D.M. 26 Giugno 2015 - Requisiti Minimi".

Tale tipologia di intervento richiede di eseguire delle verifiche globali a livello di intero edificio e non richiede pertanto il rispetto di valori limite per la totalità delle strutture disperdenti, in ordine a specifici parametri prestazionali dei singoli elementi (ad esempio le trasmittanze di singoli elementi). Relativamente invece alla

normativa regionale (D.G.R. 46-11968 e s.m.i.), l'intervento è inquadrabile come ristrutturazione edilizia di edificio oltre i 1000 m<sup>2</sup> : in questo caso, è necessario effettuare verifiche prestazionali su ciascuno degli elementi d'involucro oggetto di intervento. L'edificio in oggetto ricade nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'articolo 136, comma 1, lettere b) e c), del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio, pertanto possono sussistere elementi di deroga qualora eventuali interventi, necessari per il rispetto dei vincoli previsti dalla normativa in materie di risparmio energetico, andassero in conflitto con la tutela dei caratteri architettonici, storici o culturali del bene.

Il progetto prevede un completo isolamento a cappotto della struttura esistente.

Tipologia di struttura	Valore di trasmittanza termica	Resistenza termica strato coibente (per tipologia)	Riflessione luminosa lato interno - $\rho_v$
[-]	[W/m <sup>2</sup> K]	[m <sup>2</sup> K/W]	[%]
pareti verso esterno (oggetto di coibentazione)	≤ 0,33 valore cogente secondo DGR 46-11968 ≤ 0,26 secondo DM 26/06/2015 (valore raccomandato per permettere la verifica complessiva del progetto, ma che non costituisce un obbligo puntuale)	≥ 3,5	≥ 75 (valore consigliato per verifiche luce naturale, anche se non sussistono obblighi di legge)
pareti di nuova realizzazione verso locali non riscaldati	≤ 0,33 valore cogente secondo DGR 46-11968 ≤ 0,26 secondo DM 26/06/2015 (valore raccomandato per permettere la verifica complessiva del progetto, ma che non costituisce un obbligo puntuale)	≥ 3,5	≥ 75 (valore consigliato per verifiche luce naturale, anche se non sussistono obblighi di legge)
coperture piane e inclinate verso l'esterno	≤ 0,30 valore cogente secondo DGR 46-11968 ≤ 0,22 secondo DM 26/06/2015 (valore raccomandato per permettere la verifica complessiva del progetto, ma che non costituisce un obbligo puntuale)	≥ 4,5	≥ 75 (valore consigliato per verifiche luce naturale, anche se non sussistono obblighi di legge)
solai controterra oggetto di intervento di efficientamento o di nuova realizzazione	≤ 0,30 valore cogente secondo DGR 46-11968 ≤ 0,26 secondo DM 26/06/2015 (valore raccomandato per permettere la verifica complessiva del progetto, ma che non costituisce un obbligo puntuale)	≥ 3,7	≥ 55 (valore consigliato per verifiche luce naturale, anche se non sussistono obblighi di legge)
strutture di separazione tra unità immobiliari (solo se oggetto di rifacimento o coibentazione) e di separazione tra esterno e locali non riscaldati di nuova costruzione	≤ 0,80 valore cogente secondo DM 26/06/2015	n.d.	≥ 75 (valore consigliato per verifiche luce naturale, anche se non sussistono obblighi di legge)

Figura 8 Schema di sintesi delle prestazioni delle pareti opache nella condizione di progetto

### 3.3 Vie di circolazione, zone di pericolo, pavimenti e passaggi

Le vie di circolazione, comprese le scale, ascensori e rampe, sono previsti in modo tale che possano essere utilizzate dagli utenti con facilità, in piena sicurezza e conformemente alla loro destinazione e che gli stessi operanti nelle vicinanze di queste vie di circolazione non corrano alcun rischio. Saranno prese misure appropriate per proteggere i lavoratori autorizzati ad accedere ad eventuali zone di pericolo, che saranno segnalate in modo chiaramente visibile.

I pavimenti degli ambienti di lavoro e dei luoghi destinati al passaggio non presenteranno buche o sporgenze pericolose e saranno in condizioni tali da rendere sicuro il movimento ed il transito delle persone, e risponderanno al requisito dell'antisdruciolevolezza in rapporto agli specifici usi, conformemente agli Art. 4.1.2, 4.2.2, 8.1.2 e 8.2.2 del DM 236/89.

Eventuali aperture esistenti nel suolo o nel pavimento dei luoghi, degli ambienti di lavoro o di passaggio, comprese eventuali fosse ed i pozzi che si rendessero necessari, saranno provvisti di solide coperture o di

parapetti normali, atti ad impedire la caduta di persone. In caso dette misure non siano attuabili, le aperture saranno munite di apposite segnalazioni di pericolo.

Le aperture nelle pareti, che permettono il passaggio di una persona e che presentano pericolo di caduta per dislivelli superiori ad un metro, saranno provviste di solida barriera o munite di parapetto normale.

Qualora in fase esecutiva si preveda l'installazione di porte o portoni apribili nei due versi, essi saranno trasparenti o muniti di pannelli trasparenti. Sulle porte trasparenti sarà apposto un segno indicativo all'altezza degli occhi. Se le superfici trasparenti o traslucide delle porte e dei portoni non sono costituite da materiali di sicurezza e c'è il rischio che i lavoratori possano rimanere feriti in caso di rottura di dette superfici, queste saranno protette contro lo sfondamento. Le porte situate sul percorso delle vie di emergenza saranno contrassegnate in maniera appropriata con segnaletica durevole conformemente alla normativa vigente. Esso saranno tali da poter essere aperte, in ogni momento, dall'interno senza aiuto speciale.

### 3.3.1.1 Situazioni di particolare pericolo di caduta in corrispondenza di serramenti

Per l'altezza dei parapetti delle finestre si fa riferimento a quanto detto all' Art. 63 Allegato IV punto 1.5.13/14 - D. Lgs 81/2008 e smi "Per le finestre sono consentiti parapetti di altezza non minore di cm 90 quando, in relazione al lavoro eseguito nel locale, non vi siano condizioni di pericolo". Il R.E. del Comune di Torino, all'Art. 107 prescrive invece l'altezza minima dei parapetti pari a 110cm quando sussista pericolo di caduta: verrà pertanto seguita la regola più restrittiva.

Nell'edificio oggetto di progetto saranno garantite dunque altezze sempre pari ad almeno 110 cm dal filo del pavimento, considerando anche l'altezza del telaio fisso del serramento.

Nel Pad.2b, all'interno degli uffici al piano primo, al fine del soddisfacimento di tale requisito è previsto l'inserimento di una barra metallica esterna, fissata alla muratura. L'altezza del serramento potrà variare di qualche cm a seconda dell'ambiente, in ogni caso il posizionamento della barra interna sarà definito caso per caso.

Nello schema sottostante si riporta la sezione tipologica degli uffici al piano primo del Pad.2b, in corrispondenza della finestratura a nastro della facciata lato corso Massimo d'Azeglio. E' indicato l'intervento che garantisce sicurezza per gli utenti per quanto riguarda le altezze dei parapetti.

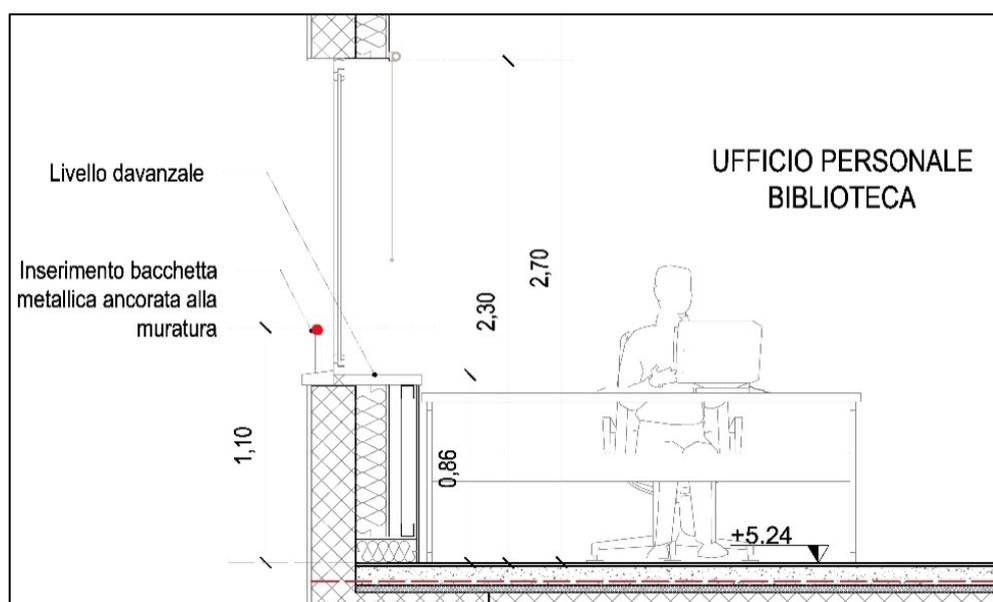


Figura 9 Sezione tipologica della finestra negli uffici al piano primo del Pad.2b.  
Inserimento bacchetta metallica esterna contro il pericolo caduta.

### 3.3.1.2 *Soluzioni progettuali specifiche – rapporto con gli arredi*

Due particolari situazioni di rischio sono da segnalare in corrispondenza dell’apertura verso la piazza verde ipogea e sui soppalchi del piano primo.



Figura 10 Schema della soluzione adottata in corrispondenza dell’affaccio sulla piazza ipogea, con la configurazione delle postazioni di lavoro continue che fungono da parapetto anticaduta.

Al piano terreno, in corrispondenza della piazza verde, la protezione degli utenti dalla caduta sarà realizzata mediante un arredo fisso, un lungo tavolo monofronte che corre lungo tutto il perimetro dell’apertura verso il piano interrato. Il tavolo, dotato di sedute allineate, avrà un’altezza di circa 80cm dal piano di pavimento e nella parte terminale sarà dotato di un’alzata pari a 30 cm, che consentirà di raggiungere l’altezza da garantire pari a 110 cm.

La seconda situazione di rischio per gli utenti si genera al livello dei soppalchi, dove un arredo fisso con gradonate/sedute si alterna a spazi di consultazione libri.

Non si tratta propriamente di un “oggetto edilizio” bensì di un arredo, ma considerando il rischio per l’utenza saranno inseriti come mostrato nell’immagine sopra, parapetti di h pari a 110 cm lungo tutto il sistema di allestimento.



Figura 11 Vista dei soppalchi organizzati con arredi fissi che fungono da seduta continua

Per gli spazi ad accesso limitato ai soli lavoratori specifici (manutentori, addetti logistica..) saranno rispettati i disposti del D.Lgs.81/08.

### 3.4 Vie e uscite di emergenza

La tematica relativa al sistema di esodo ed alle uscite di emergenza, nonché alle caratteristiche dei serramenti disposti lungo tali percorsi, è compiutamente sviluppata nel Progetto della Sicurezza Antincendio (elaborati serie VF).

### 3.5 Scale e parapetti

Le nuove scale fisse a gradini, destinate al normale accesso agli ambienti, saranno costruite e mantenute in modo da resistere ai carichi massimi derivanti da affollamento per situazioni di emergenza.

I gradini avranno pedata e alzata dimensionate a regola d'arte e larghezza adeguata alle esigenze del transito.

Le scale ed i relativi pianerottoli saranno provvisti, sui lati aperti, di parapetto "a norma" o di altra difesa equivalente. Le rampe delimitate da due pareti devono essere munite di almeno un corrimano.

I parapetti in progetto saranno:

- costruiti con materiale rigido e resistente
- di altezza utile 110 cm misurata dalla superficie praticabile più elevata presente a ridosso del parapetto;
- resistenti al massimo sforzo cui può essere assoggettato della sua specifica funzione.
- non saranno scalabili né presenteranno punti di appoggio che ne favoriscano lo scavalco e non presenteranno aperture o interspazi di larghezza libera superiore a metri 0,10.

Consideriamo equivalente ai parapetti descritti qualsiasi protezione, muro, balaustra, ringhiera e simili, previste in progetto, che garantiranno condizioni di sicurezza contro la caduta verso i lati aperti, non inferiori a quelle presentate dai parapetti stessi.

Conformemente al D.M. 3/8/2015, al paragrafo S.4.5.4, le scale d'esodo di larghezza maggiore di mt.2.40 saranno dotate di corrimano centrale.

Tutte le rampe di scale in progetto sono descritte al par. 1.6.

### 3.6 Temperatura dei locali

La temperatura nei locali di lavoro sarà adeguata all'organismo umano durante il tempo di lavoro, tenuto conto dei metodi di lavoro applicati e del tipo di attività svolte dagli utenti. Nel giudizio sulla temperatura adeguata per i lavoratori si è tenuto conto della influenza che possono esercitare sopra di essa il grado di umidità ed il movimento dell'aria concomitanti.

La temperatura dei servizi igienici sarà conforme alla destinazione specifica di questi locali.

Per tutte le caratteristiche tecniche e prestazionali dell'impianto di climatizzazione dell'edificio si rimanda alla specifica Relazione Specialistica di progetto Impianti e per quanto riguarda il microclima alla relazione della serie CZ "Relazione sul comfort dell'ambiente interno".

### 3.7 Misure contro incendio ed esplosione

Per tutte le misure preventive, protettive e gestionali in progetto per garantire la sicurezza dei lavoratori nonché degli altri utenti dell'edificio si rimanda alla Relazione Tecnica sulla Sicurezza Antincendio.

### 3.8 Camini

Il sistema di produzione dell'energia termica prevede l'impiego di pompe di calore geotermiche che quindi non necessitano di camini poiché non sono previste emissioni in atmosfera di fumi.

### 3.9 Caratteristiche dei materiali

Le pavimentazioni, ad eccezione di quelle della scala S-01, saranno realizzate ex-novo con materiali dalle adeguate prestazioni per quanto riguarda:

- Resistenza allo scivolamento
- Dimensioni (norma ISO 10545-2)
- Assorbimento (norma ISO 10545-3)
- Resistenza flessione (norma ISO 10545-4)
- Abrasione profonda (norma ISO 10545-6)
- Dilatazione termica (norma ISO 10545-8)
- Sbalzi termici (norma ISO 10545-9)
- Resistenza gelo (norma ISO 10545-12)
- Resistenza chimica (norma ISO 10545-13)
- Resistenza macchie (norma ISO 10545-14)
- Attr. Statico (norma ASTM C 1028)
- Dilatazione all'umidità (norma ISO 10545-10)
- Stabilità dei colori alla luce e ai raggi U.V. DIN 51094

Il piano di posa dei pavimenti di qualunque tipo sarà opportunamente trattato (mediante sottofondi, livellamenti, ecc.) onde ottenere superfici perfettamente piane. I piani di posa dei pavimenti non presenteranno lesioni di sorta e nel caso di notevoli estensioni saranno previsti accorgimenti per permettere dilatazioni e/o ritiri: dovranno essere eseguiti giunti elastici, scuretti, quadronature, etc. in modo da prevenire inconvenienti estetici e funzionali all'uso delle pavimentazioni. La posa in opera dei pavimenti di qualsiasi tipo e genere sarà eseguita in modo che la superficie risulti perfettamente piana, salvo formazione di pendenze imposte in progetto.

La orizzontalità sarà scrupolosamente curata e nel caso di pavimenti da posare con malta e collanti, i singoli elementi saranno perfettamente fissati al sottostrato per evitare il verificarsi sulle connessioni dei diversi elementi ogni minima ineguaglianza.

Per quanto riguarda i soffitti, si tratta di una situazione anomala in quanto la Biblioteca è interamente ospitata sotto la grande copertura del padiglione, quindi il piano terreno ed i soppalchi si inseriscono nella struttura esistente.

Le superfici esistenti interne della volta e dei soppalchi saranno interamente pulite e sottoposte a ciclo di riverniciatura.

Le strutture saranno consolidate ove necessario e i materiali sostituiti.

Si vedano gli elaborati completi di progetto per una descrizione puntuale degli ambienti.

Saranno previsti **controsoffitti per:**

- tutti i locali del pad 2B sia al piano terreno che al primo (gli uffici, la caffetteria-bookshop, l'auditorium, lo spazio della Città)
- tutti i nuovi locali al piano interrato (ad eccezione dei locali tecnici)
- tutti i servizi igienici, locale pulizie e spogliatoi

I controsoffitti sono tutti previsti in cartongesso, con differenti tipologie:

- Cartongesso microforato a doghe tipo (knauf Amf Mondena sistema F ) sp. 12,5 mm - per i corridoi
- Doppia lastra in cartongesso liscio tipo (diamant) sp. 25 mm - per i servizi igienici e locali annessi
- Cartongesso microforato (tipo knauf Amf Mondena sistema C ) sp. 12,5 mm – per tutti gli altri spazi

Tutti i controsoffitti saranno realizzati mediante superfici esattamente orizzontali (o sagomate, o inclinate secondo prescrizione) senza ondulazioni o altri difetti così da evitare in modo assoluto e continuativo la formazione di crepe, incrinature, deformazioni, distacchi di parti dello stesso. Tutti gli elementi costituenti il controsoffitto dovranno, qualora richiesto, essere dotati di certificazione di comportamento e resistenza al fuoco. In ogni caso, la composizione dei controsoffitti sarà priva di elementi volatili nocivi (fibra di vetro, perlite, etc.) e saranno predisposti accorgimenti per l'esecuzione degli impianti (ganci, fori per griglie, sospensioni varie, etc).

La suddivisione interna di ogni singolo piano avverrà mediante la realizzazione di **pareti divisorie a secco** in cartongesso, secondo differenti spessori e stratigrafie, con interposto isolante oppure no secondo le diverse prestazioni richieste ad ogni ambiente.

Le nuove pareti saranno dunque per la maggior parte vetrate oppure in cartongesso su struttura metallica. Rivestimenti specifici a parete saranno:

- corridoi degli uffici al piano primo, Pad. 2b, rivestiti in pannelli in legno fonoassorbente 20 mm (tipo Topacoustic)
- 6 box al piano terreno, Pad.2b (destinati a WC, restituzione libri, deposito, control room) per i quali è previsto rivestimento a parete in grès (tipo Kerlite)
- Servizi igienici e locali annessi, rivestiti fino ad h=250 cm in piastrelle di grès (tipo Kerlite)

La resistenza richiesta dalle vigenti normative antincendio di ogni singola parete e le compartimentazioni degli ambienti sono riportate negli elaborati progettuali antincendio.

I **pavimenti** saranno per la maggior parte in lastre di grès grande formato e il medesimo materiale sarà impiegato per servizi igienici e locali annessi, in formato differente. E' previsto invece cemento elicotterato con finitura al quarzo per il terrazzo esterno verso il parco, per l'archivio compatibili al piano interrato, per le aree della logistica con accesso da viale Boiardo e per i locali tecnici.

## 4 CARATTERISTICHE IMPIANTISTICHE

### 4.1 Aerazione Meccanica

Gli impianti di aerazione artificiale sono dimensionati e previsti con sistemi adeguati alla destinazione d'uso dei vari ambienti, tenendo conto della particolarità dimensionale e costruttiva del fabbricato.

I valori di aerazione garantiti nei rispettivi ambienti ed aree della struttura sono stati valutati in base alla norma UNI EN 16798-1 più stringente rispetto alla norma UNI 10339-1 spesso utilizzata a fini igienico sanitari. In tutti gli ambienti viene garantito un livello prestazionale pari al grado II – livello prestazionale adeguato per la progettazione e per una efficace contenimento dei livelli di CO<sub>2</sub> e degli altri inquinanti presenti nell'aria ambiente.

Si sottolinea che, anche in locali in cui sono presenti serramenti apribili, per maggior cautela e per una maggior efficacia dell'impianto di ventilazione/aerazione non si è tenuto conto di tale contributo.

Segue tabella con riassunta la portata totale di aria esterna per singola zona e singola funzione nonché i ricambi garantiti per singolo occupante.

Per quanto concerne i servizi igienici la portata d'aria estratta sarà pari a 10 vol/h.

RELAZIONE IGIENICO EDILIZIA

0-01	disimpegno	14	10	35	4,2	15						UTA07
0-02	cuìna caffetteria	12	43	156	30	107	9	31				UTA07
0-03	magazzino caffetteria	7										UTA07
0-04	caffetteria/bookshop	392	939	3.382	714	2.570	10	36				UTA07
0-05	wcaffetteria	19										UTA07
0-06	locale tecnico	19	13	48								UTA07
0-07	box restituzione e libri	19	13	48	5,7	21						UTA07
0-08	ingresso	150	105	378	45	162						UTA07
0-09	box restituzione e libri	19	13	48	5,7	21						UTA07
0-10	foyer/sala conferenze	353	947	3.410	356	1.281	9	34				UTA08
0-11	deposito	19										
0-12	wc foyer	19										UTA08
0-29	sala ap profondimenti/incontri	79	84	302	58	207	21	74				UTA05
0-30	sala ap profondimenti/incontri	40	42	153	29	105	21	74				UTA05
0-31	sala ap profondimenti/incontri	39	41	149	28	102	21	74				UTA05
0-32	sala ap profondimenti/incontri	38	40	145	28	100	21	74				UTA05
0-33	sala ap profondimenti/incontri	40	42	153	29	105	21	74				UTA05
0-34	sala ap profondimenti/incontri	39	41	149	28	102	21	74				UTA05
0-35	sala ap profondimenti/incontri	38	40	145	28	100	21	74				UTA05
0-36	sala ap profondimenti/incontri	38	40	145	28	100	21	74				UTA05
0-37	sala ap profondimenti/incontri	40	42	153	29	105	21	74				UTA05
0-38	sala ap profondimenti/incontri	38	40	145	28	100	21	74				UTA05
0-39	sala ap profondimenti/incontri	38	40	145	28	100	21	74				UTA05
0-40	sala ap profondimenti/incontri	39	41	149	28	102	21	74				UTA05
1-28	biblioteca	1.360	1.443	5.195	991	3.569	21	74				UTA05
0-26	wc biblioteca	18										
0-27	wc biblioteca	19										
0-28	biblioteca	9.037	8.718	31.383	6.588	23.716	19	67				UTA09
0-13	infermeria	16	11	40	10	35						UTA06
0-14	sala ap profondimenti/incontri	107	114	409	78	281	21	74				UTA06
0-15	sala ap profondimenti/incontri	42	45	160	31	110	21	74				UTA06
0-16	sala ap profondimenti/incontri	41	44	157	30	108	21	74				UTA06
0-17	sala ap profondimenti/incontri	41	44	157	30	108	21	74				UTA06
0-18	sala ap profondimenti/incontri	43	46	164	31	113	21	74				UTA06
0-19	sala ap profondimenti/incontri	41	44	157	30	108	21	74				UTA06
0-20	sala ap profondimenti/incontri	43	46	164	31	113	21	74				UTA06
0-21	sala ap profondimenti/incontri	41	44	157	30	108	21	74				UTA06
0-22	sala ap profondimenti/incontri	43	46	164	31	113	21	74				UTA06
0-23	sala ap profondimenti/incontri	41	44	157	30	108	21	74				UTA06
0-24	sala ap profondimenti/incontri	43	46	164	31	113	21	74				UTA06



## 4.2 Illuminazione

Sarà prevista l'illuminazione normale sia all'interno che all'esterno, che nelle aree tecniche esterne come area gruppo elettrogeno e area pompe di calore.

Ci saranno sia apparecchi illuminanti dimmerabili DALI, che apparecchi illuminanti a flusso costante.

Le accensioni in linea di massima saranno dei seguenti tipi:

- Con rivelatori di flusso luminoso e presenza;
- Con rivelatori di presenza;
- Con comandi manuali;

La maggiorparte degli apparecchi illuminanti saranno del tipo a sospensione o a plafone, ad esclusione delle aree in cui è previsto un controsoffitto, nel qual caso gli apparecchi saranno da incasso.

Il comando manuale degli apparecchi illuminanti delle aree non controllate dal sistema di gestione avverrà localmente mediante dispositivi logicamente distribuiti in campo (pulsanti, interruttori, deviatori, ecc.. serie civile)

Tutti gli apparecchi illuminanti saranno del tipo con cablaggio elettronico.

Saranno compresi:

- la fornitura di tutti gli apparecchi illuminanti,
- la fornitura delle lampade;
- l'esecuzione delle connessioni interne degli apparecchi illuminanti,
- il montaggio degli apparecchi illuminanti nella loro sede, compresa la fornitura e l'applicazione di dispositivi di sostegno degli apparecchi illuminanti ai plafoni o alle strutture. Compresi i cavi in acciaio di sicurezza anticaduta, in particolare per gli apparecchi da incasso a controsoffitto.

Nelle varie aree saranno rispettati i valori di illuminamento richiesti dalla norma UNI EN12464-1 "Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni" edizione agosto 2021.

In particolare sono stati rispettati i seguenti illuminamenti medi:

- Scaffali: 200 lux
- Zone lettura: 500 lux
- Posti di servizio al pubblico: 500 lux
- Illuminazione generale 300 lux
- Uffici: 500 lux
- Sale conferenze e riunioni: 500 lux
- Corridoi: 150 lux
- Locali tecnici: 250 lux
- Magazzini: 200 lux
- Scale: 100 lux.
- Servizi igienici: 100 lux

Data la particolarità della struttura, in particolare per quanto riguarda la Navata Centrale del padiglione 2, l'illuminazione generale dell'ambiente garantirà i valori minimi, le aree di lavoro quali tavoli di lettura e scaffali libri saranno dotati di illuminazione puntuale locale, integrata negli arredi e condivisa con le scelte architettoniche, in modo da raggiungere i valori richiesti per i rispettivi compiti visivi.

Il grado di protezione degli apparecchi illuminanti ed i materiali impiegati nella costruzione degli stessi dovranno essere adeguati all'impiego specifico e di provata buona qualità.

Sulle aree esterne saranno previsti dei proiettori, la cui accensione sarà automatica da programmazione oraria e consenso crepuscolare, da impianto di supervisione.

L'alimentazione sarà derivata direttamente dai vari quadri di zona.

## 5 AMBIENTI INTERNI

### 5.1 Altezze interne

L'altezza netta interna dei locali adibiti a luogo di lavoro e di didattica è stata valutata ai sensi delle seguenti normative:

- Allegato V del D.Lgs. n° 81/2008
- Regolamento Edilizio Comunale (Art. 77).

Tutti i locali in progetto hanno h minima pari o maggiore di 270cm e tutti i servizi igienici hanno h maggiore 250cm.

Per tutti i locali interrati, alla luce di quanto previsto dall'Art. 65 del D.Lgs.81/2008, verrà richiesta apposita deroga per l'accesso in quanto si ritiene sussistano idonee condizioni per consentire la presenza di occupanti.

### 5.2 Superfici nette

Riportiamo di seguito una tabella riepilogativa di tutti i locali in progetto.

PIANO IPOGEO		
Codice	Destinazione	Area
i1-01	Locale tecnico	2006.05 m <sup>2</sup>
i1-01bis	Locale tecnico	335.21 m <sup>2</sup>
i1-02	Cavedio totem	14.39 m <sup>2</sup>
i1-03	Servizi igienici	33.58 m <sup>2</sup>
i1-04	Spogliatoio addetti	3.00 m <sup>2</sup>
i1-05	Filtro	44.35 m <sup>2</sup>
i1-06	Laboratorio: prove musicali	65.71 m <sup>2</sup>
i1-07	Laboratorio: area polivalente	380.51 m <sup>2</sup>
i1-08	Laboratorio: attività famiglie	65.71 m <sup>2</sup>
i1-09	Filtro	45.54 m <sup>2</sup>
i1-10	Servizi igienici	37.03 m <sup>2</sup>
i1-11	Cavedio totem	14.39 m <sup>2</sup>
i1-12	Biblioteca	478.61 m <sup>2</sup>
i1-13	Filtro	43.86 m <sup>2</sup>
i1-14	Cavedio totem	14.39 m <sup>2</sup>
i1-15	Servizi igienici	36.69 m <sup>2</sup>
i1-16	Laboratorio: makerspace	65.71 m <sup>2</sup>
i1-17	Laboratorio: area gaming	186.49 m <sup>2</sup>
i1-18	Laboratorio: media	186.49 m <sup>2</sup>
i1-19	Laboratorio: cooking area	65.71 m <sup>2</sup>
i1-20	Servizi igienici	33.58 m <sup>2</sup>
i1-21	Cavedio totem	14.39 m <sup>2</sup>
i1-22	Spogliatoio addetti	3.00 m <sup>2</sup>
i1-23	Filtro	45.17 m <sup>2</sup>
i1-25	Magazzino	45.91 m <sup>2</sup>
i1-27	Magazzino	333.33 m <sup>2</sup>
i1-28	Archivio compattabili	1605.71 m <sup>2</sup>
i1-29	Corridoio di collegamento	70.10 m <sup>2</sup>
i1-30	Locale tecnico	156.02 m <sup>2</sup>
i1-31	Locale tecnico	40.53 m <sup>2</sup>
i1-32	Locale tecnico	43.13 m <sup>2</sup>
i1-33	Locale tecnico	47.65 m <sup>2</sup>
i1-34	Bagno disabili	4.12 m <sup>2</sup>
i1-35	Servizi igienici	23.51 m <sup>2</sup>
i1-36	Disimpegno	48.44 m <sup>2</sup>
i1-37	Filtro	8.59 m <sup>2</sup>
i1-38	Fondo storico	1290.93 m <sup>2</sup>
i1-39	Filtro	24.98 m <sup>2</sup>
i1-40	Filtro	6.28 m <sup>2</sup>
i1-41	Filtro ascensore	5.40 m <sup>2</sup>
i1-44	Filtro	27.85 m <sup>2</sup>
i1-45	Locale tecnico	150.96 m <sup>2</sup>
i1-46	Locale tecnico	80.64 m <sup>2</sup>
i1-47	Spazio distributivo	62.79 m <sup>2</sup>
i1-48	Locale tecnico	144.98 m <sup>2</sup>
i1-49	Locale tecnico	74.24 m <sup>2</sup>

<b>PIANO TERRENO</b>		
<b>Codice</b>	<b>Destinazione</b>	<b>Sup.</b>
0-01 A	Scala	26.90 m <sup>2</sup>
0-01 B	Locale deposito	17.71 m <sup>2</sup>
0-02	Cucina caffetteria	10.35 m <sup>2</sup>
0-03	Dispensa	6.57 m <sup>2</sup>
0-04	Caffè letterario / bookshop	405.20 m <sup>2</sup>
0-05	Servizi igienici	19.25 m <sup>2</sup>
0-06	Control room	18.09 m <sup>2</sup>
0-07	Box restituzione libri	18.08 m <sup>2</sup>
0-08	Ingresso	149.54 m <sup>2</sup>
0-09	Box restituzione libri	18.08 m <sup>2</sup>
0-10 A	Foyer	91.81 m <sup>2</sup>
0-10 B	Sala conferenze	112.56 m <sup>2</sup>
0-10 C	Spazio vetrina città	157.70 m <sup>2</sup>
0-11	Deposito	18.08 m <sup>2</sup>
0-12	Servizi igienici	19.16 m <sup>2</sup>
0-13	Infermeria	18.80 m <sup>2</sup>
0-14	Sala approfondimento tematico	71.02 m <sup>2</sup>
0-15	Sala approfondimento tematico	36.15 m <sup>2</sup>
0-16	Sala incontri tematici	35.52 m <sup>2</sup>
0-17	Sala incontri tematici	35.43 m <sup>2</sup>
0-18	Sala approfondimento tematico	36.18 m <sup>2</sup>
0-19	Sala incontri tematici	35.44 m <sup>2</sup>
0-20	Sala approfondimento tematico	36.36 m <sup>2</sup>
0-21	Sala incontri tematici	35.32 m <sup>2</sup>
0-22	Sala approfondimento tematico	37.04 m <sup>2</sup>
0-24	Sala incontri tematici	36.49 m <sup>2</sup>
0-25	Sala incontri tematici	36.63 m <sup>2</sup>
0-26	Servizi igienici	17.80 m <sup>2</sup>
0-27	Servizi igienici	18.04 m <sup>2</sup>
0-28 B	Area bimbi / area relax	721.14 m <sup>2</sup>
0-29	Sala approfondimento tematico	66.45 m <sup>2</sup>
0-30	Sala approfondimento tematico	33.57 m <sup>2</sup>
0-31	Sala incontri tematici	32.82 m <sup>2</sup>
0-32	Sala incontri tematici	32.63 m <sup>2</sup>
0-33	Sala approfondimento tematico	33.27 m <sup>2</sup>
0-34	Sala incontri tematici	33.29 m <sup>2</sup>
0-35	Sala approfondimento tematico	32.74 m <sup>2</sup>
0-36	Sala incontri tematici	32.54 m <sup>2</sup>
0-37	Sala approfondimento tematico	66.81 m <sup>2</sup>
0-39	Sala incontri tematici	32.85 m <sup>2</sup>
0-40	Sala incontri tematici	33.49 m <sup>2</sup>
0-41	Servizi igienici	16.00 m <sup>2</sup>
0-42	Servizi igienici	17.46 m <sup>2</sup>
0-43	Coffè break	16.82 m <sup>2</sup>
0_28 A	Biblioteca	9185.84 m <sup>2</sup>

PIANO PRIMO		
Codice	Destinazione	Area
1-01	Disimpegno	33.54 m <sup>2</sup>
1-02	Locale tecnico	17.46 m <sup>2</sup>
1-03	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-04	Servizi igienici	22.47 m <sup>2</sup>
1-05	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-06	Ufficio	27.95 m <sup>2</sup>
1-07	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-08	Ufficio	27.43 m <sup>2</sup>
1-09	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-10	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-11	Ufficio	27.43 m <sup>2</sup>
1-12	Ufficio	27.96 m <sup>2</sup>
1-13	Disimpegno	347.95 m <sup>2</sup>
1-14	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-15	Ufficio	27.54 m <sup>2</sup>
1-16	Ufficio	27.81 m <sup>2</sup>
1-17	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-18	Ufficio	27.43 m <sup>2</sup>
1-19	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-20	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-21	Ufficio	27.43 m <sup>2</sup>
1-22	Locale tecnico	15.39 m <sup>2</sup>
1-23	Ufficio	27.69 m <sup>2</sup>
1-24	Filtro	7.72 m <sup>2</sup>
1-25	Servizi igienici	34.53 m <sup>2</sup>
1-26	Biblioteca	1359.26 m <sup>2</sup>
1-27	Servizi igienici	5.49 m <sup>2</sup>
1-28	Biblioteca	1339.82 m <sup>2</sup>
1-29	Servizi igienici	6.45 m <sup>2</sup>
1-30	Scala Pad1	20.99 m <sup>2</sup>
i1-48	Filtro	8.03 m <sup>2</sup>
T-02	Terrazza ufficio	41.78 m <sup>2</sup>
T-03	Terrazza ufficio	41.78 m <sup>2</sup>

## 6 ILLUMINAZIONE / AERAZIONE NATURALE ED ARTIFICIALE

Il riferimento normativo per questi parametri è dettato da

- D.Lgs. n° 81/2008 e
- Regolamento Edilizio Comunale (Art. 77).

Nelle unità immobiliari a destinazione commerciale, terziaria o a queste assimilabili, per ciascun locale ove è prevista la permanenza di persone, la superficie finestrata apribile non deve essere inferiore ad 1/8 della superficie del pavimento.

Nelle condizioni di progetto è impossibile garantire che questo requisito sia soddisfatto dalla componente naturale pertanto si farà riferimento unicamente alla componente artificiale, alla luce di quanto previsto dal R.E. vigente, art 77.3 *”Ad integrazione o in sostituzione dell'aerazione/illuminazione naturale, nel rispetto delle vigenti norme specifiche, è ammesso il condizionamento, la ventilazione meccanica e l'illuminazione artificiale con sistemi adeguati alla destinazione d'uso, previa presentazione di relazione da parte di tecnico abilitato”*, conformemente anche a quanto previsto anche dalla NORMA UNI 10339 dove nel Prospetto III vengono citate anche le biblioteche.

Non saranno pertanto allegate le tabelle di verifica della componente naturale, in quanto la totalità degli spazi si considererà interamente a norma utilizzando la componente artificiale.

#### 6.1.1.1 Approfondimenti di studio su luce naturale

Sono allegati gli studi condotti sulla condizione del FLM in situazione di progetto.

## 7 SERVIZI IGIENICI

Per quanto riguarda il dimensionamento dei servizi igienici si fa riferimento alle seguenti normative:

- Circolare n. 3625/65 del Ministero dei Lavori Pubblici;
- D.M. 18/12/1975: norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici minimi di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica (Par. 3.8.3);
- D.M. 81/08 (Allegato XIII).
- Regolamento di Igiene locale
- Regolamento Edilizio locale

Con riferimento alla Biblioteca, non disponendo di specifica normativa si fa riferimento a quanto previsto per strutture scolastiche pubbliche e assimilabili:

- D.M. 18/12/1975 Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica
- D.M. 13/09/1977 Modificazioni alle norme tecniche relative alla costruzione degli edifici scolastici.
- D.D. Regione Piemonte 18 giugno 2012, n. 411 Approvazione del Documento di indirizzo per la sicurezza degli Istituti scolastici del Piemonte.
- Legge n. 23 del 11/01/1996 Norme per l'edilizia scolastica Decreto Interministeriale 11/04/2013 Linee guida su edilizia scolastica

### 7.1.1 Stima delle unità minime secondo le diverse aree funzionali

Il progetto prevede diverse tipologie di utenti, in base agli spazi funzionali. Sono presenti:

- *BAR-CAFFETTERIA ipotizzato di TIPOLOGIA 3 ai sensi dell'Art.2 DPGR 3 marzo 2008, n. 2/R Piemonte*

Si ipotizzano per il bar un numero di 10 lavoratori (quindi 1 wc ai sensi DLGS 81/2008). Al momento non è possibile stabilire con certezza la tipologia di ristorazione né tantomeno il numero dei lavoratori in quanto dipenderà dall'affidamento della gestione dei locali.

Si ipotizzano invece circa 150 utenti per le funzioni di caffetteria (quindi 2 wc ai sensi DPGR 3 marzo 2008, n. 2/R Piemonte) calcolando sia i posti a sedere che gli utenti di passaggio più veloce.

È ammissibile la presenza di antibagno in comune tra clienti e addetti.

Sono necessari almeno:

*1 servizio igienico per i lavoratori*

*2 servizi igienici per il pubblico (volendo con antibagno comune)*

*1 locale destinato a spogliatoio fornito di armadietto individuale.*

- **BOOKSHOP**

Si potrebbero ipotizzare un numero di 2 lavoratori (quindi 1 wc ai sensi DLGS 81/2008) per cui sarebbe necessario almeno *1 servizio igienico per i lavoratori* ma il bookshop sarà gestito insieme alla caffetteria, si tratterà cioè, come già detto, di una libreria/caffetteria in cui il personale addetto è unico.

- **SALA INCONTRI**

La sala incontri ospiterà 80 utenti, dimensionati in modo da garantire una cubatura sempre >4 mc per persona contemporaneamente presente.

Facendo riferimento a standard di progettazione della regione Piemonte “Standard dimensionali per la progettazione del Nuovo Centro Didattico della Scuola di Medicina di Torino”, Università degli Studi di Torino, Torino, 6 maggio 2013 - si stima l’esigenza di un solo servizio igienico, essendo la sala inferiori a 100 utenti.

E’ necessario dunque:

*1 servizio igienico per il pubblico*

- **BIBLIOTECA**

Il numero totale di lavoratori negli spazi biblioteca è ipotizzato in un numero massimo di 80 unità, cautelativamente sovrastimato (cfr. par. 1.4.2). Si potrebbero infatti aggiungere ulteriori occupanti derivanti da affitto di postazioni di lavoro a esterni

Sono invece previsti per la Biblioteca 1000 utenti in contemporanea, che potranno occupare tutti gli spazi a disposizione: sale lettura, area bimbi, area ragazzi, area relax, area studio e laboratori. Ovunque sarà garantita una cubatura sempre >4 mc per persona contemporaneamente presente.

Nell’ambito della regione Piemonte, l’ASL del VCO ha emanato nel 2019 Linee Guida relative alla progettazione edilizia ed alla gestione delle problematiche di igiene edilizia. All’art. 89 sono sviluppate le “Strutture parascolastiche” alle quali potrebbe per alcuni versi essere assimilata una biblioteca in quanto centro “culturale” anche se non destinato a vera e propria attività di didattica. In merito a queste strutture si prescrive ciò che segue: “la capienza massima della struttura è correlata alla dimensione delle aule disponibili, con un rapporto minimo di m<sup>2</sup> 1,80 per frequentante; al numero di servizi igienici dotati di antibagno, che dovrà essere non inferiore ad uno per sesso fino a 50 allievi contemporaneamente presenti”. Secondo invece il documento “Standard dimensionali per la progettazione del Nuovo Centro Didattico della Scuola di Medicina di Torino”, Università degli Studi di Torino, Torino, 6 maggio 2013, nelle strutture Universitarie, quindi non propriamente scolastiche ma con finalità culturali, è previsto 1WC /25 utenti.

In progetto si considera il requisito più restrittivo, mettendo a disposizione dei fruitori 1wc ogni 25 utenti.

Sono necessari almeno:

*8 servizi igienici per i lavoratori (4 donna e 4 uomo)*

*40 servizi igienici per il pubblico*

- **ADDETTI OCCASIONALI QUOTIDIANI– IMPRESA PULIZIE**

Non si può definire con certezza il numero di lavoratori presenti all’interno della struttura costantemente nel corso dell’anno ma senza continuità durante la giornata. Si ipotizza un numero di 20 addetti per le pulizie, per cui saranno presenti al piano interrato due locali riservati al personale, divisi per sesso con relativo spogliatoio.

Sono necessari almeno:

*2 servizi igienici per addetti*, considerando essi come lavoratori e quindi con esigenza di 2 spogliatoi dotati di quanto richiesto dall’ All. IV del DLgs 81/2008 e divisi per sesso.

AREE FUNZIONALI	WC NECESSARI		WC PROGETTO	
	ADDETTI	UTENTI ESTERNI	ADDETTI	UTENTI ESTERNI
CAFFETTERIA BOOKSHOP	1	2	1	2 (di cui 1 accessibili Disabili)
SALA INCONTRI	-	1	-	3 (di cui 1 accessibili Disabili)
BIBLIOTECA	8	40	9	43 (di cui 11 accessibili Disabili)
ALTRI ADDETTI	2	-	2	-

### 7.1.2 Servizi igienici in progetto

Nelle planimetrie allegare sono riportati i diversi blocchi wc in progetto.

PIANO	BLOCCO	WC ADDETTI	(wc addetti accessibile anche da disabili)	SPOGLIATOI O ADDETTI	WC UTENTI TOTALE	(wc utenti accessibile anche da disabili)
TERRENO	A	1	-	1	2	(1)
	B				3	(1)
	C				4	(2)
	D				4	(2)
Totale piano		1	-	1	13	di cui (6) accessibili disabili
INTERRATO	E	1		1	6	(1)
	F				8	(1)
	G	1		1	6	(1)
	H				8	(1)
	I				7	(1)
Totale piano		2	-	2	35	(5) accessibili disabili
PRIMO	L	4	(1)			
	M	5	(1)			
	N				1	(1)
	O				1	(1)
Totale piano		9	di cui (2) accessibili disabili		2	di cui (2) accessibili disabili

Si riporta di seguito planimetria con individuazione dei servizi igienici in progetto.

### 7.1.3 Soddisfacimento dei requisiti per i diversamente abili

Per i servizi igienici si è fatto riferimento ai punti 4.1.6. e 8.1.6 del decreto del Ministro dei lavori pubblici 14-6-1989, n. 236.

Per gli esercizi pubblici è previsto un wc accessibile a disabili su sedia a ruote ogni 80 posti a sedere.

Nel presente progetto sono previsti sempre minimo 1 wc attrezzato per disabili su sedia a ruote per ogni blocco di servizi igienici collocato nelle diverse aree funzionali, il requisito si considera pertanto soddisfatto.

#### 7.1.4 Primo soccorso

Le norme italiane che riguardano la presenza di materiale sanitario in azienda fanno riferimento al Decreto n. 388/2003 ovvero Regolamento recante disposizioni sul pronto soccorso aziendale, in attuazione dell'articolo 15, comma 3, del decreto legislativo 19 settembre 1994, n. 626, e successive modificazioni (GU Serie Generale n.27 del 3-2-2004) che stabilisce all'allegato 1 la dotazione della cassetta di pronto soccorso.

Vi sono poi i decreti n.120/2001 pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 88/2001, il decreto del 18/03/2011 che stabilisce i criteri di diffusione dei Defibrillatori semi Automatici Esterni (DAE) ed i luoghi dove deve essere garantita la loro presenza.

In progetto è previsto un locale infermeria, collocato al piano terreno, di superficie pari a circa 20mq equipaggiato con le necessarie dotazioni a norma di legge.



Figura 12 Piano Interrato - blocchi WC in progetto

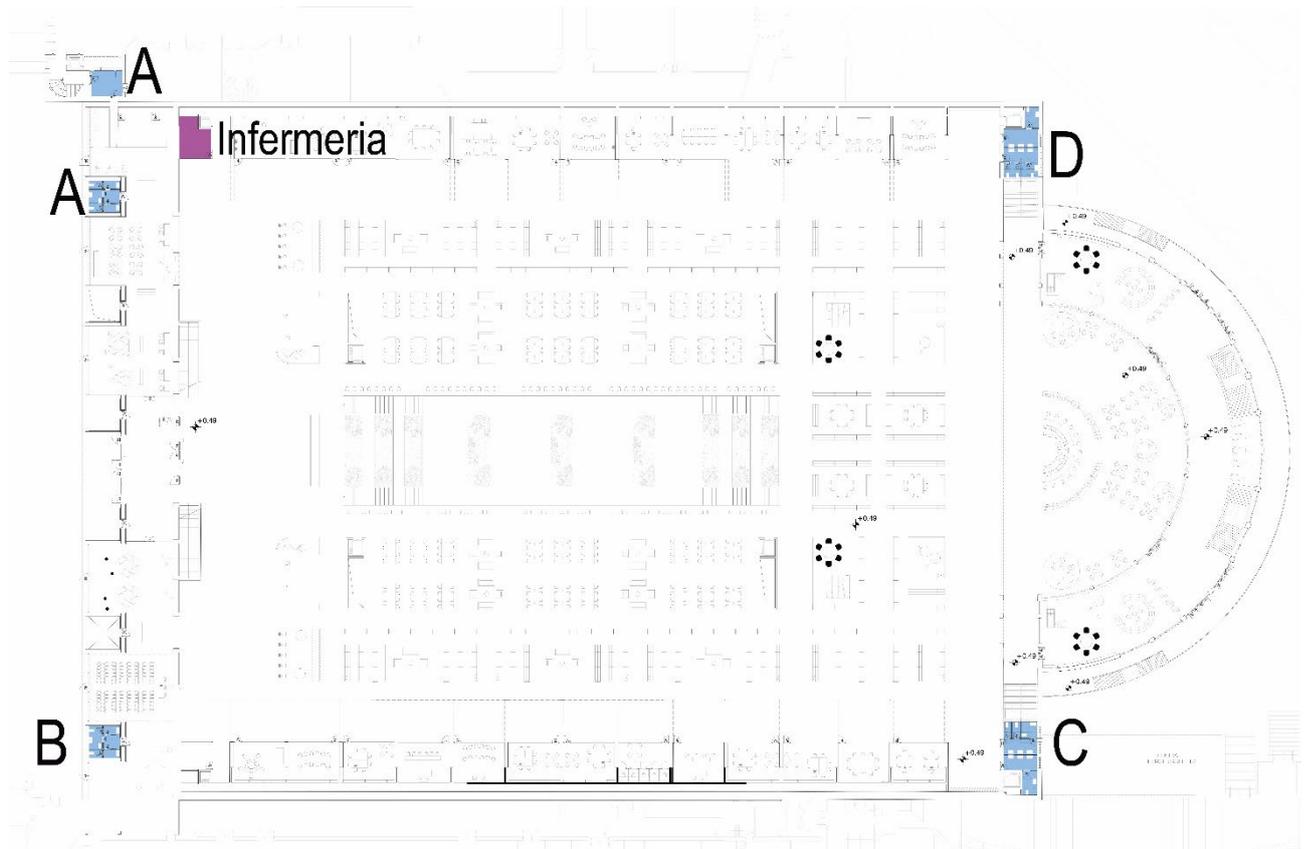


Figura 14 Piano Terreno - blocchi WC in progetto

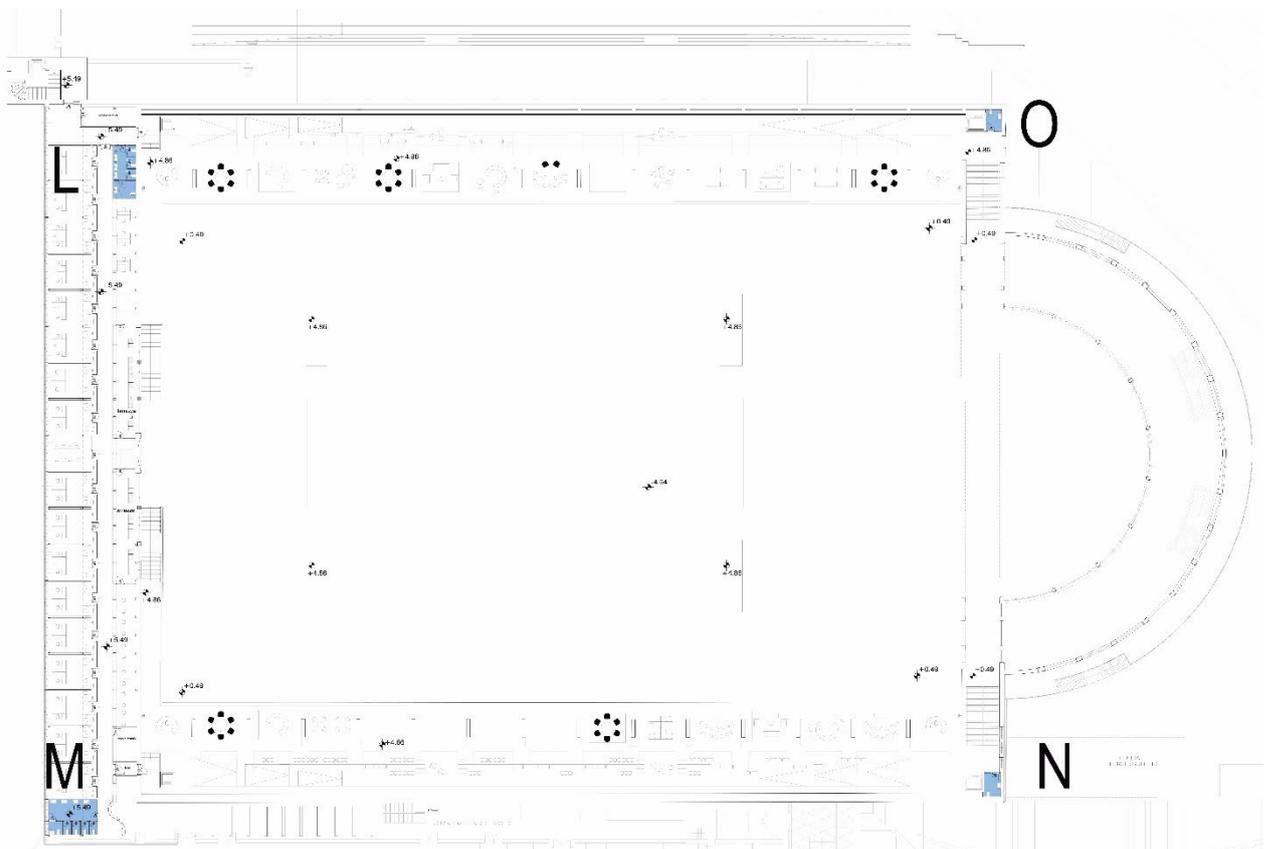


Figura 14 Piano Primo - blocchi WC in progetto

## **8 ALLEGATI**

### **8.1.1 AC\_00\_CZ\_003 Relazione sul comfort dell'ambiente interno**

**DIREZIONE OPERE PUBBLICHE**

COMMITTENTE		COMUNE					
<b>SCR Piemonte</b>		<b>Città di TORINO</b>					
LIVELLO PROGETTUALE							
<b>PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA</b>							
CUP		TITOLO INTERVENTO					
<b>C14E21001220001</b>		<b>TORINO, IL SUO PARCO, IL SUO FIUME: MEMORIA E FUTURO” REALIZZAZIONE DELLA BIBLIOTECA CIVICA E RIQUALIFICAZIONE DEL TEATRO NUOVO</b>					
CODICE OPERA							
<b>22044D02</b>							
ELABORATO N.		TITOLO ELABORATO					
<b>001</b>		<b>RELAZIONE SUL COMFORT DELL'AMBIENTE INTERNO</b>					
DATA		SCALA	AREA PROGETTUALE				
settembre 2022		-	<b>RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE</b>				
FORMATO DI STAMPA		CODICE GENERALE ELABORATO		NOME FILE			
A4		<b>22044D02_1_0_P_QI_00_CZ_001_0</b>		22044D02_1_0_P_QI_00_CZ_001_0.dwg			
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE			DIS.	CONTR.	APPR.
r00	settembre 2022	Prima emissione			BNV	BNF	LCN
RTP PROGETTAZIONE				TIMBRI - FIRME			
<b>RAFAEL MONEO</b> Arch. Rafael Moneo (mandante) Calle Cinca 5 - 28002 Madrid (Spagna)  <b>Isolarchitetti S.r.l.</b> (mandante) Via Mazzini, 33 - 10123 Torino  <b>ICIS S.r.l.</b> (mandataria) Corso Einaudi, 8 - 10128 Torino <b>Ing. Quirico</b> Ing. Giovanni Battista Quirico (mandante) Corso Giovanni Lanza, 58 - 10131 Torino  <b>MCM Ingegneria</b> (mandante) Vicolo Vincenzo Monti, 8, 10095 Grugliasco (TO)  <b>Onleco Srl</b> (mandante) Via Pigafetta, 3 - 10129 Torino				Direttore Tecnico: <b>Ing. Giuseppe Bonfante (ONLECO Srl)</b>  Professionista: <b>Ing. G. Bonfante, Dott.ssa C. Bonvicini, Ing. M. Fresia (ONLECO Srl)</b> Integrazione prestazioni specialistiche: <b>Ing. Luciano Luciani (ICIS Srl)</b>			
ORGANISMO DI CONTROLLO				SCR PIEMONTE S.p.A.			
<b>CONTECO S.p.A.</b> Responsabile di Commessa: <b>Ing. Daniele Baldi</b>				Responsabile del Procedimento: <b>Arch. Sergio Manto</b>			

## Sommario

1	PREMESSA .....	2
2	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	3
3	ILLUMINAMENTO NATURALE.....	8
3.1	Metriche utilizzate e valori di riferimento.....	8
3.1.1	Legislazione e normativa tecnica .....	8
3.1.2	Metriche dinamiche.....	9
3.2	Individuazione degli ambienti oggetto di verifica.....	10
3.3	Software di simulazione .....	13
3.3.1	Modello 3D.....	13
3.3.2	Modellazione della variazione dinamica del contesto climatico nel corso dell'anno.....	15
3.3.3	Griglia dei punti di misura.....	15
3.3.4	Materiali .....	16
3.3.5	Parametri di simulazione .....	17
3.3.6	Profilo di utilizzo.....	17
3.4	Risultati dei calcoli.....	18
3.5	Conclusioni.....	24
4	COMFORT TERMO-IGROMETRICO.....	25
4.1	Metriche utilizzate e valori di riferimento.....	25
4.2	Individuazione degli ambienti oggetto di verifica.....	27
4.3	Software di simulazione .....	29
4.3.1	Design Builder.....	29
4.3.2	Vento AEC .....	29
4.3.3	Definizione delle condizioni al contorno.....	29
4.4	Risultati dei calcoli: software Design Builder.....	35
4.4.1	AMBIENTE A: piano interrato – Laboratorio.....	35
4.4.2	AMBIENTE C: piano terra – Biblioteca e sale approfondimenti tematici.....	37
4.4.3	AMBIENTE D: piano terra– Sala incontri tematici .....	40
4.4.4	AMBIENTE F: piano primo – uffici.....	43
4.5	Risultati dei calcoli: software Vento AEC .....	47
4.5.1	AMBIENTE B: piano interrato – Biblioteca.....	47
4.5.2	AMBIENTE E: piano terra e primo – Biblioteca.....	52
4.6	Conclusioni.....	60

## 1 PREMESSA

La presente relazione tratta dei temi del comfort dell'ambiente interno riferiti alla porzione del complesso SOTTASS-NERVI destinata ad ospitare la *Biblioteca Civica Centrale di Torino* localizzata all'interno del complesso TORINO ESPOSIZIONI.

Tali valutazioni hanno una duplice utilità, in quanto oltre a permettere di valutare i livelli di comfort che caratterizzeranno l'edificio a seguito dell'intervento di riqualificazione, permettono di verificare il rispetto dei requisiti prestazionali introdotti dalla normativa nazionale.

In merito si specifica infatti come l'edificio in esame, essendo di proprietà pubblica, ricada nel campo d'azione del *D.M. 11 ottobre 2017* – “Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici.” pubblicato in *Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.259 del 06-11-2017*. Con riferimento a tale *Decreto* sono stati analizzati i seguenti requisiti di comfort abitativo:

- **2.3.5.1 Illuminamento naturale:** all'interno dei locali regolarmente occupati il decreto richiede che il valore del fattore medio di luce diurna (FLDm) risulti maggiore del 2%. Per il caso in esame è possibile tuttavia prevedere una deroga al rispetto di tale requisito, in quanto l'edificio risulta sottoposto a tutela architettonica dei beni architettonici dal *Decreto Legislativo 42/2004*. Per la verifica si è adottato il valore dell'1% facendo riferimento a quanto richiesto per i locali destinati ad uso ufficio dai disposti normativi *Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975* e *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 22 novembre 1974, n.13011*;
- **2.3.5.6 Comfort acustico:** risulta necessario che:
  - o i valori dei requisiti acustici passivi dell'edificio corrispondano almeno a quelli della *classe II* ai sensi della norma *UNI 11367* e siano altresì rispettati i valori caratterizzati come *prestazione buona* nel *Prospetto B.1* dell'*Appendice B* alla norma *UNI 11367*;
  - o gli ambienti interni siano idonei al raggiungimento dei valori indicati per i descrittori acustici riportati nella norma *UNI 11532*;
- **2.3.5.7 Comfort termo-igrometrico:** le condizioni di comfort interne devono essere conformi almeno alla *classe B* secondo la norma *UNI EN ISO 7730:2006* in termini di *PMV* (Voto medio previsto) e di *PPD* (Percentuale prevista di insoddisfatti) ed è necessario garantire la conformità ai requisiti previsti nella norma *UNI EN 13788* ai sensi del *Decreto Ministeriale 26 giugno 2015*.

All'interno del presente elaborato in particolare si riportano i risultati delle analisi svolte per la verifica dei requisiti di comfort termo-igrometrico e di quelli connessi all'illuminazione naturale caratterizzanti l'edificio, mentre per quanto attiene il comfort acustico si rimanda alla relazione specifica “*Valutazione previsionale di rispetto dei requisiti acustici passivi e del comfort*”.

Prima di procedere oltre nella trattazione dei temi sopracitati, si evidenzia come l'edificio in esame ricada nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'articolo 136, comma 1, lettere b) e c), del *D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42*, recante il *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*. Tale vincolo sostanzialmente impedisce la realizzazione di quegli interventi che andrebbero a compromettere il carattere storico ed architettonico del fabbricato, permettendo inoltre in alcuni casi di derogare la verifica dei valori prestazionali richiesti dalla normativa vigente (cfr. quanto sopra indicato per la verifica del FLDm).

## 2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto consiste nella riqualificazione di una parte degli edifici che costituiscono il *Complesso di Torino Esposizioni*. L'intervento in seguito descritto si propone come operazione rigeneratrice di straordinaria importanza e riguarda i padiglioni denominati 2 - *Nervi*, 2b – *Sottsass* e 4. In Figura 1 si riporta una vista aerea del complesso, con indicazione, in verde, della porzione oggetto di intervento.



Figura 1– Vista aerea del Complesso con indicazione, in verde, degli edifici oggetto di intervento.

Come anticipato in premessa, i padiglioni riqualificati saranno destinati ad ospitare la nuova *Biblioteca Civica Centrale* e altri spazi per la Città. In particolare:

- il *padiglione 2 – Nervi* è costituito dal grande salone centrale (denominato in seguito *navata centrale*) che si sviluppa al piano terreno e al piano primo con grandi *balconate* laterali. Alle superfici dello stato di fatto ne verranno aggiunte di nuove ipogee, ottenute scavando un nuovo piano interrato. Questo padiglione sarà destinato interamente a spazi per la Biblioteca;
- il *padiglione 2b - Sottsass*, è costituito dall'*avancorpo* del grande salone su corso Massimo D'Azeglio che si sviluppa sui livelli terreno e primo. Questo padiglione sarà destinato al piano terra a caffetteria/bookshop, accoglienza utenti, spazio dedicato alla Città, sala conferenze e servizi, mentre al primo piano a uffici della biblioteca e altre funzioni cittadine;
- il *padiglione 4* è costituito da una parte ipogea a circa -6,00 m dall'abside semicircolare rivolta verso il fiume. Questo padiglione sarà destinato a magazzini della biblioteca e attività ricreative.

In Figura 2 si riporta la vista assonometrica dei padiglioni oggetto di intervento con la distribuzione delle funzioni previste a progetto.

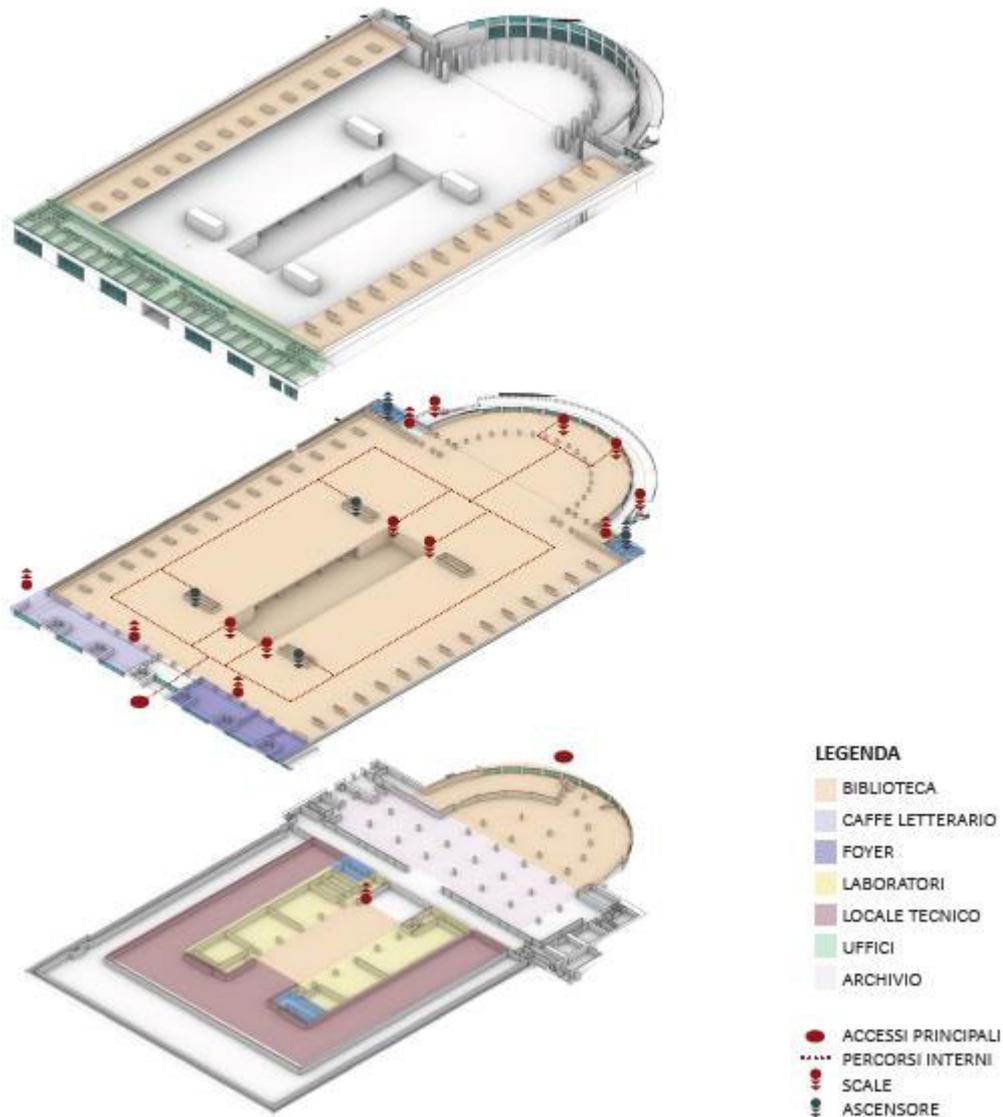


Figura 2– Stato di progetto. Assonometria delle funzioni.

In Figura 3, Figura 4 e Figura 5 si riportano le piante del piano interrato, terra e primo dei padiglioni oggetto di intervento, con indicazione del layout distributivo di progetto, mentre in Figura 6 e Figura 7 si riportano la sezione trasversale e longitudinale. In Figura 8 e Figura 9 si riportano alcune viste renderizzate degli ambienti interni in progetto.

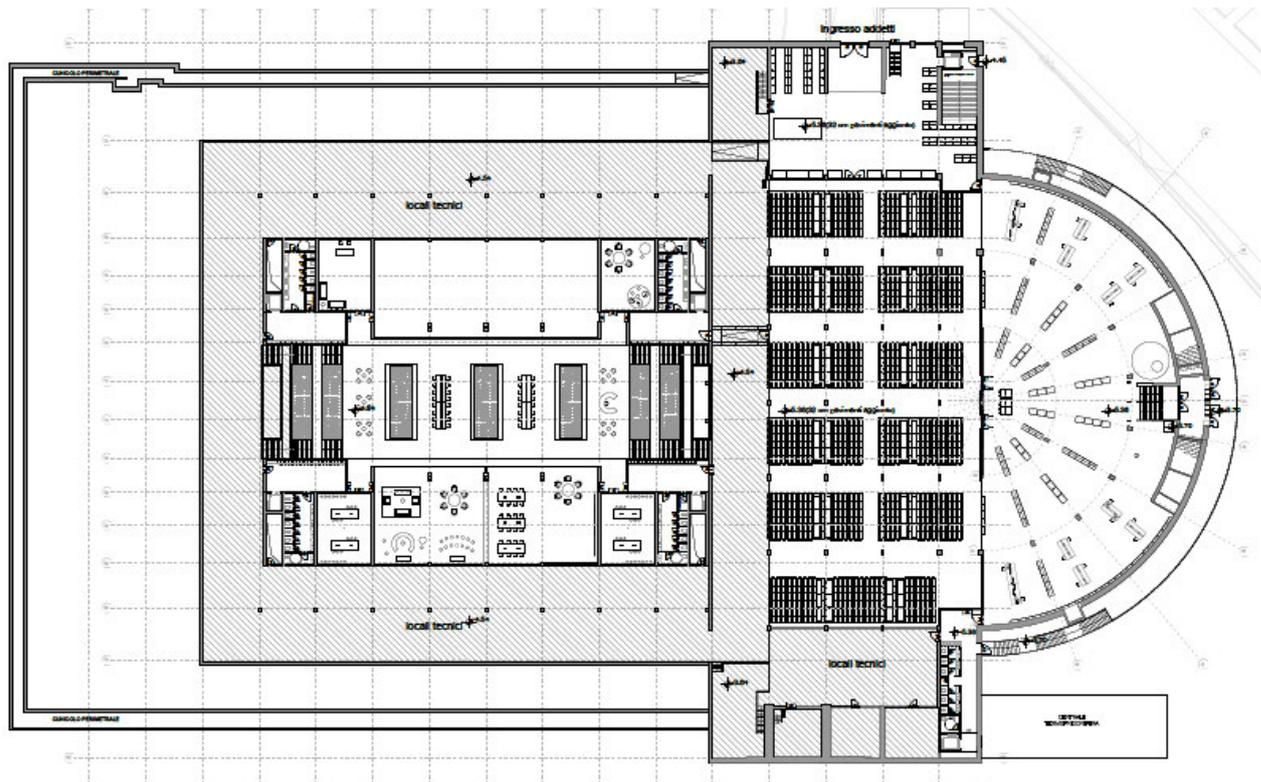


Figura 3– Stato di progetto. Pianta piano interrato.

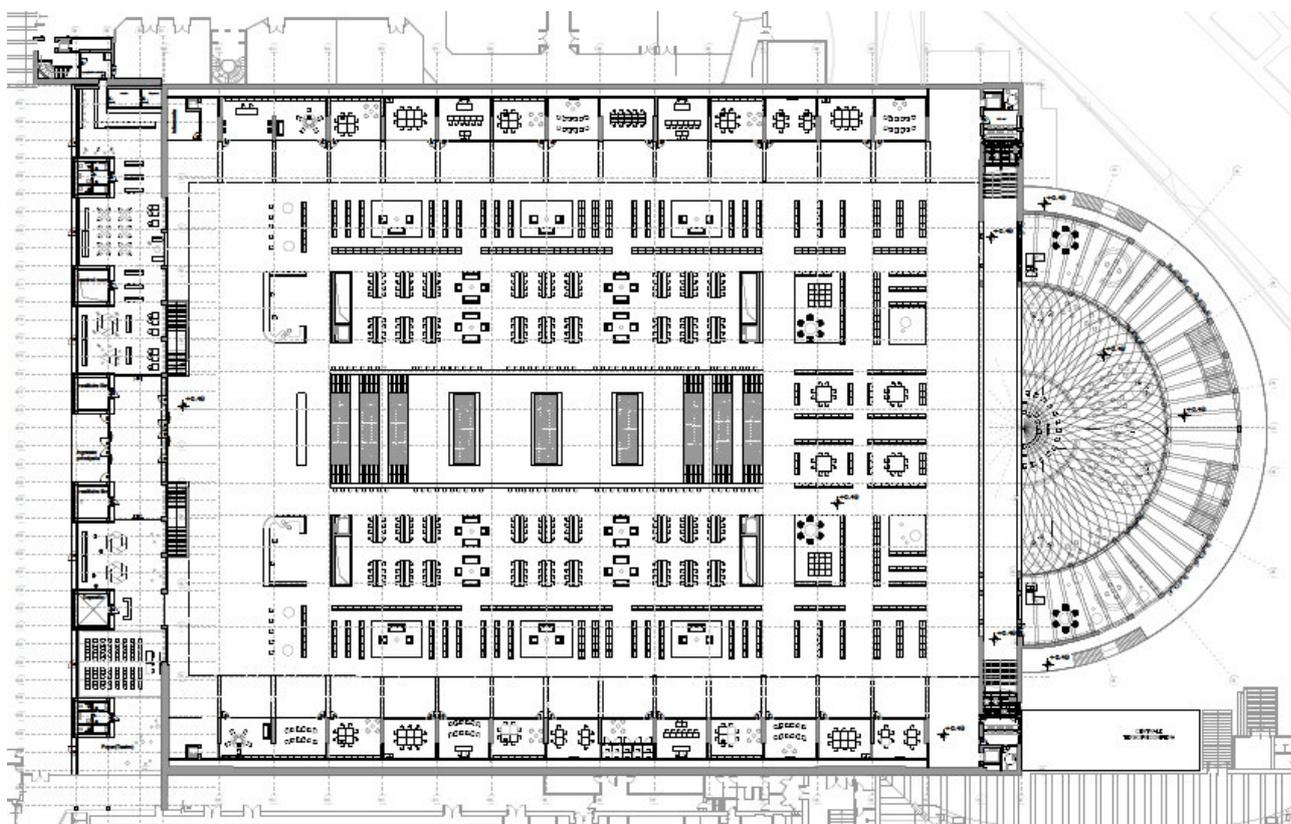


Figura 4– Stato di progetto. Pianta piano terra.

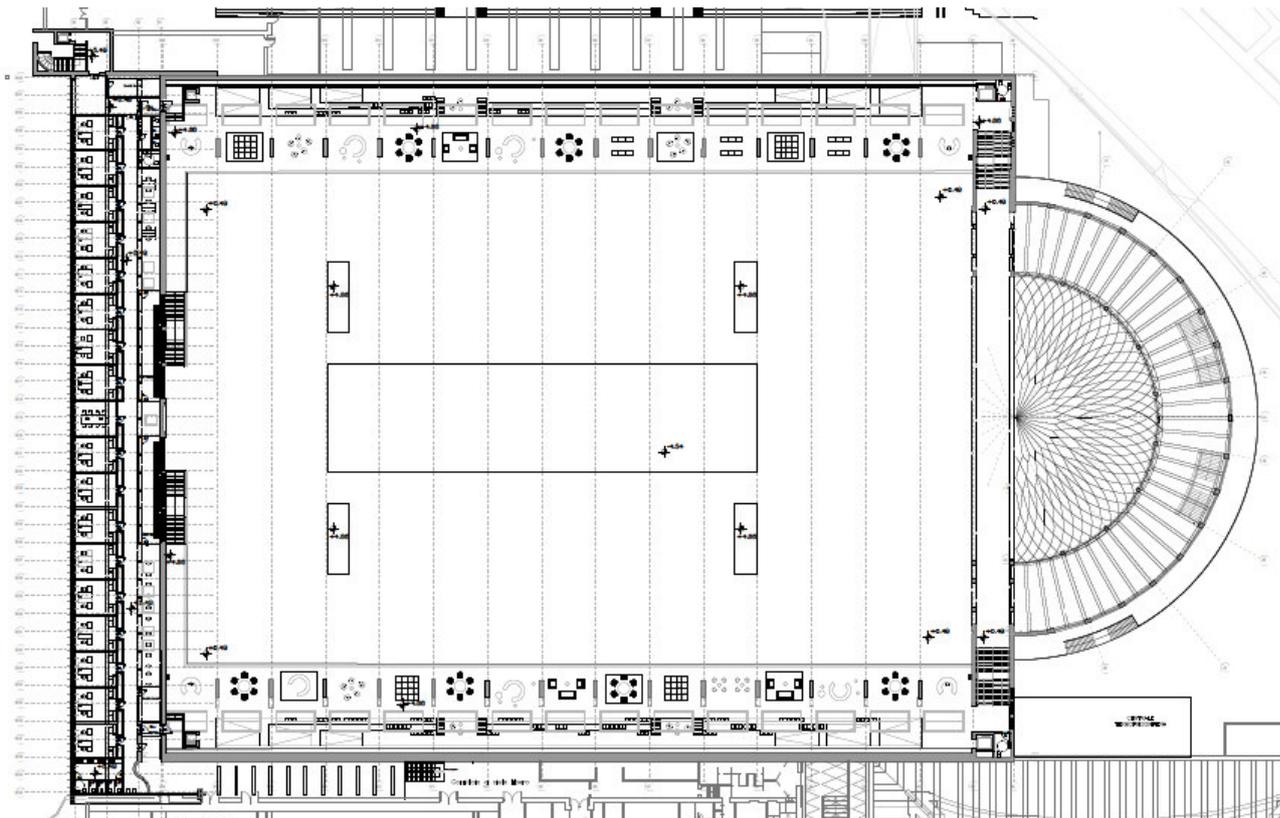


Figura 5– Stato di progetto. Pianta piano primo.

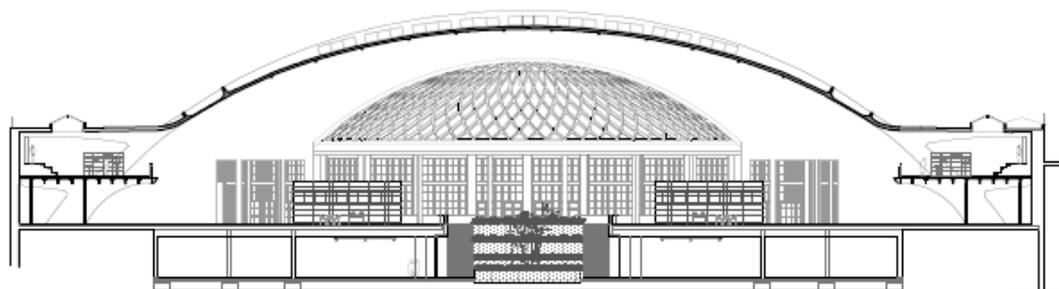


Figura 6– Stato di progetto. Sezione trasversale.

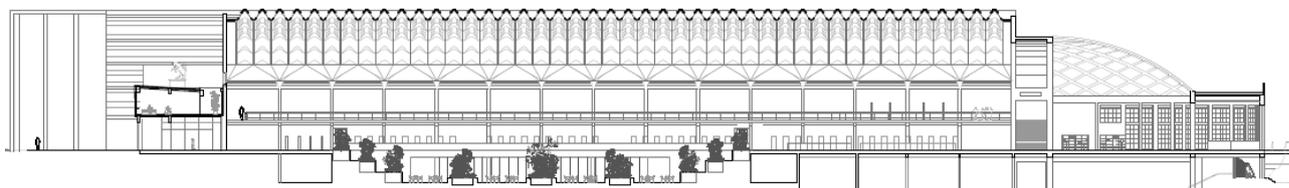
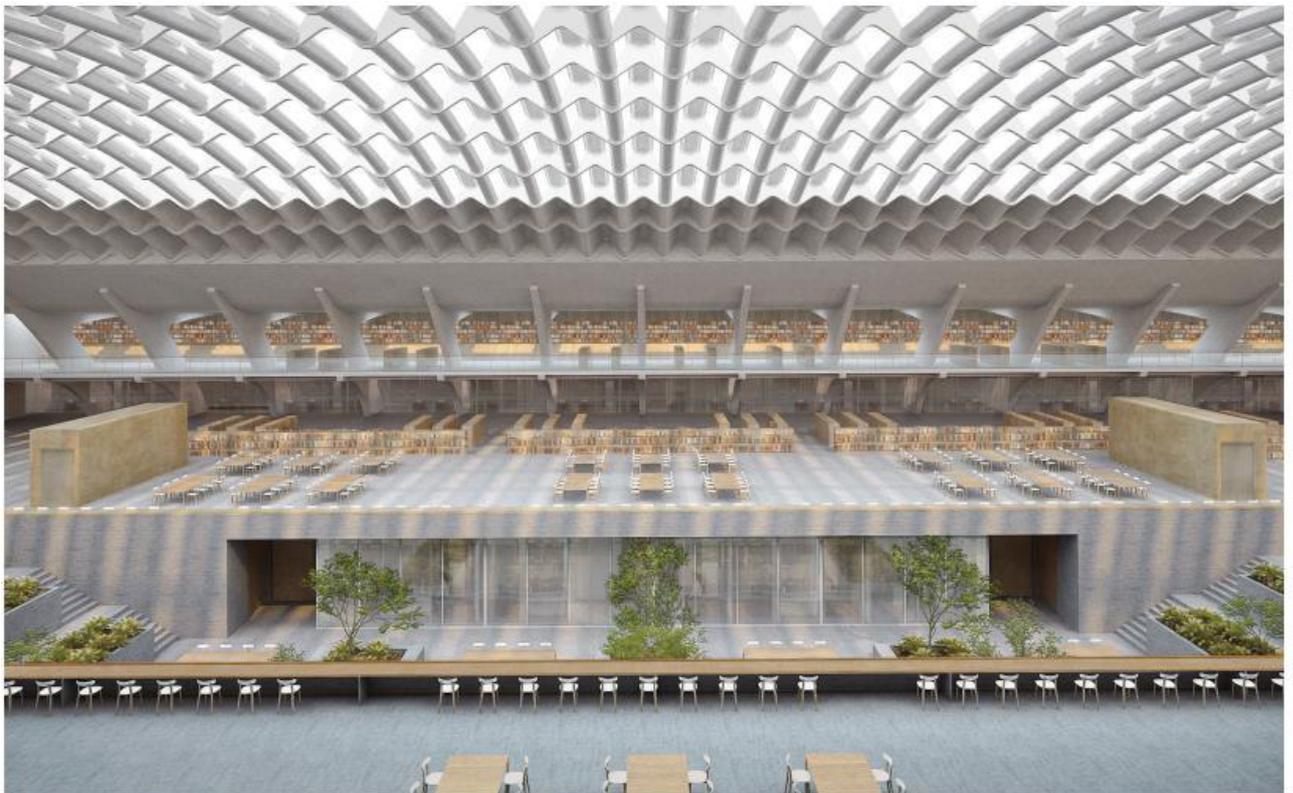


Figura 7– Stato di progetto. Sezione longitudinale.



*Figura 8– Stato di progetto. Vista degli ambienti interni.*



*Figura 9– Stato di progetto. Vista degli ambienti interni.*

### 3 ILLUMINAMENTO NATURALE

#### 3.1 Metriche utilizzate e valori di riferimento

##### 3.1.1 Legislazione e normativa tecnica

Il presente capitolo descrive le analisi della disponibilità di illuminazione naturale (*daylighting*) attraverso la metrica del *fattore di luce diurna medio (FLDm)*.

A livello nazionale, tale parametro è stato introdotto per la prima volta dal *Decreto Ministeriale Sanità 5 luglio 1975* relativamente ai locali di abitazione ed è definibile come il rapporto, espresso in percentuale, tra l'illuminamento medio dell'ambiente dovuto alla sola illuminazione naturale e l'illuminamento che si ha nello stesso istante su una superficie orizzontale esterna non ostruita esposta alla volta celeste con cielo coperto (escludendo la componente solare diretta).

Come accennato in premessa, non essendo disponibile un decreto specifico riferito alla destinazione d'uso specifica della Biblioteca, per gli ambienti ospitati nell'edificio in esame è stato assunto il valore minimo del *fattore di luce diurna medio* indicato per la destinazione d'uso uffici dai seguenti riferimenti legislativi:

- *Decreto Ministeriale 18 dicembre 1975*, “Norme tecniche aggiornate relative all'edilizia scolastica, ivi compresi gli indici di funzionalità didattica, edilizia ed urbanistica, da osservarsi nella esecuzione di opere di edilizia scolastica”, emanato dal Ministero per i lavori pubblici di concerto con il Ministero per la pubblica istruzione
- *Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici 22 novembre 1974, n.13011*, “Requisiti fisico-tecnici per le costruzioni edilizie ospedaliere: proprietà termiche, igrometriche, di ventilazione e di illuminazione”.

Dall'analisi di entrambi i testi sopracitati, è possibile individuare come, per gli ambienti a destinazione d'uso ufficio, è necessario ottenere un valore minimo di *fattore medio di luce diurna* pari al 1%.

Oltre a quanto sopra riportato, si segnala che essendo un edificio pubblico, sono validi anche i requisiti introdotti dal decreto legislativo sui CAM (*Criteri Ambientali Minimi*): *Decreto 11 ottobre 2017*, “Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici” pubblicato in *Gazzetta Ufficiale Serie Generale n.259 del 06-11-2017*. Secondo tale decreto, normalmente nei locali regolarmente occupati deve essere garantito un *fattore medio di luce diurna* maggiore del 2%, ma tale obbligo non sussiste per il caso in esame, in quanto l'edificio è sottoposto a tutela secondo *D.lgs. 22 gennaio 2004, n. 42*, recante il *Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio*.

In merito al caso in esame, si segnala infine come tutti gli ambienti costituenti l'edificio fanno capo alla *Biblioteca Civica Centrale* del Comune di Torino e non sono presenti ulteriori unità immobiliari. Essendo pertanto presente un'unica unità immobiliare a destinazione d'uso biblioteca e seguendo quanto previsto dai principali protocolli di certificazione della sostenibilità (es. protocollo *LEED*, per il quale si rimanda ai capitoli successivi per ulteriori approfondimenti, ma anche i *protocolli ITACA*) si è proceduto all'analisi del *FLDm a livello di intero edificio*, valutando la media tra i valori relativi ai diversi ambienti caratterizzati da un'occupazione continua.

Sebbene non previsto dalla normativa nazionale, per maggior completezza, si è proceduto inoltre in un secondo momento all'inclusione nel calcolo di tutti gli ambienti che non prevedono funzioni caratterizzate da un'occupazione continua (es. ambienti distributivi, ingressi, salette riunioni, etc), così da ricavare un valore del *FLDm* complessivo della struttura.

### 3.1.2 Metriche dinamiche

Considerando che il concetto di *fattore di luce diurna medio* fa riferimento al caso (peggiorativo) di una condizione di cielo coperto, si è ritenuto opportuno condurre ulteriori analisi di *daylighting* utilizzando metriche cosiddette 'dinamiche'. Queste metriche fanno riferimento ad un'analisi annuale che tiene conto del clima specifico della città di progetto, pertanto considerando il comportamento dinamico della luce naturale nel corso dell'anno (alternanza di cieli sereni, intermedi, coperti; posizione del sole; etc.).

Le metriche usate fanno riferimento al seguente documento:

*IES Daylight Metrics Committee. IES Spatial Daylight Autonomy (sDA) and Annual Sunlight Exposure (ASE). Daylight Metrics Committee. Approved Method IES LM-83-12. Illuminating Engineering Society of North America, 2012.*

Tale documento rappresenta il riferimento scientifico in cui sono stati definiti i concetti di '*spatial Daylight Autonomy sDA*' e '*Annual Sunlight Exposure ASE*', successivamente implementati nel protocollo *LEED*. Il documento IES fornisce anche i valori di riferimento per l'accettazione di uno spazio in termini di *daylighting* e numerose indicazioni sullo svolgimento delle analisi illuminotecniche tramite simulazione dinamica e sui relativi settaggi (come, ad esempio, i parametri di simulazione, le proprietà dei materiali da usare per le tende mobili e così via).

Le analisi di *daylighting* richieste dal protocollo *LEED v4.1* sopra richiamato contemplano la verifica simultanea dei seguenti due requisiti:

- ***spatial Daylight Autonomy sDA<sub>300,50%</sub>***: è la frazione di spazio dell'ambiente considerato in cui il valore della *Daylight Autonomy (DA)*, calcolato per un illuminamento di 300 lux, è pari o superiore al 50%. La *DA* è definita come percentuale (frequenza) di ore durante il profilo di utilizzo in cui l'illuminamento dovuto alla sola luce naturale risulta superiore al target di 300 lux. Per il soddisfacimento del requisito *LEED*, la *sDA<sub>300,50%</sub>* deve risultare superiore al 75% (vale a dire che il 75% dello spazio di un ambiente deve avere un valore di *DA* > 300 lux per almeno il 50% delle ore di utilizzo dello spazio stesso). Il profilo di occupazione da considerarsi va dalle 8 alle 18, tutti i giorni dell'anno (per un totale di 3650 ore/anno);
- ***Annual Sunlight Exposure ASE<sub>1000,250</sub>***: è la frazione di spazio dell'ambiente considerato in cui l'illuminamento diretto dovuto al sole supera 1000 lux per più di 250 ore nel corso dell'anno. L'*ASE<sub>1000,250</sub>* per definizione deve essere calcolata considerando le proprietà di trasmissione luminosa dei vetri, ma escludendo le tende mobili e ogni riflessione, sia all'esterno, sia all'interno dell'ambiente da verificare. Per il soddisfacimento del requisito *LEED*, nella precedente versione del protocollo *LEED (v4)*, veniva richiesto che la *ASE<sub>1000,250</sub>* risultasse inferiore al 10% (il che significa che meno del 10% dello spazio di un ambiente deve avere un valore di *ASE* > 1000 lux per oltre 250 ore all'interno del profilo di occupazione nel corso dell'anno). Il requisito *LEED v4.1* ha modificato questo requisito, rendendolo meno restrittivo, richiedendo di identificare, per tutti gli spazi regolarmente occupati in cui si ottenga una *ASE<sub>1000,250</sub>* > 10%, quali strategie siano previste per controllare il potenziale abbagliamento e surriscaldamento derivante dall'ingresso della radiazione solare diretta entrante in ambiente.

### 3.2 Individuazione degli ambienti oggetto di verifica

Le immagini e la tabella riportate a seguire permettono l'identificazione degli ambienti oggetto di studio, suddivisi per piano di appartenenza, con indicazione della tipologia di utilizzo e della superficie di calcolo utilizzata nel calcolo.

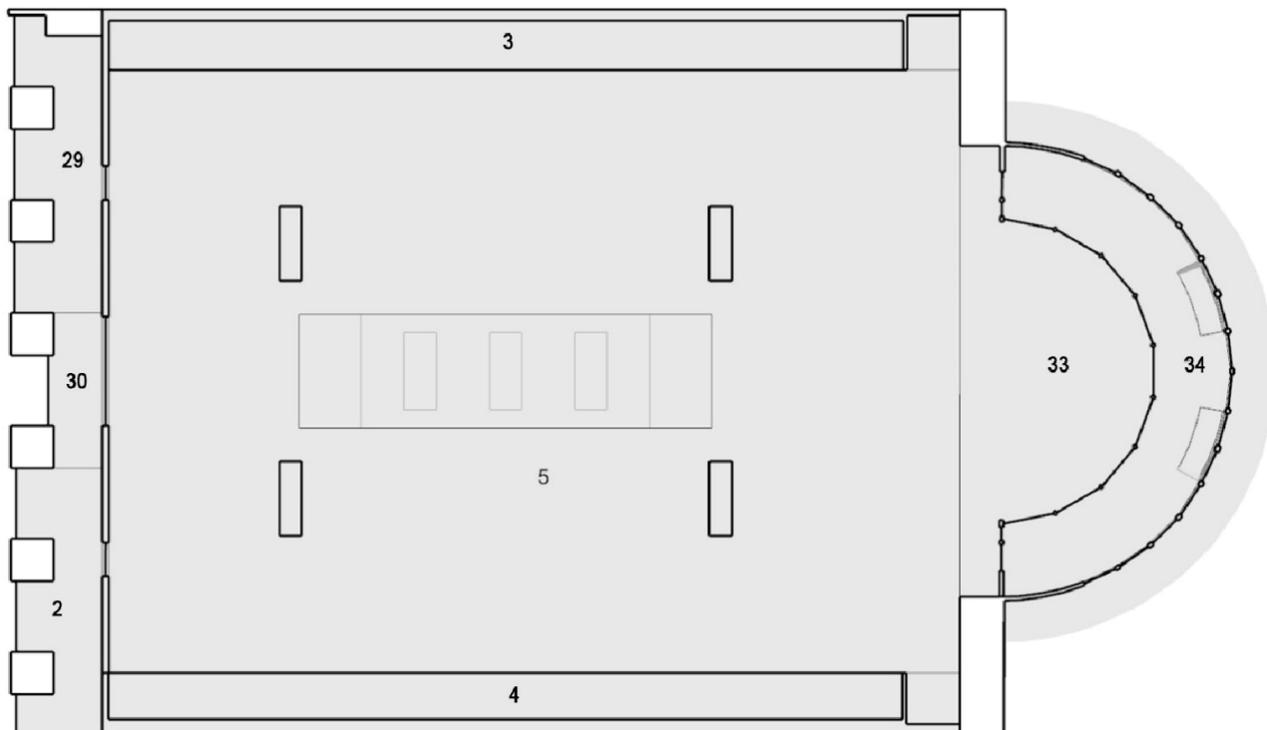


Figura 10 – Individuazione superfici di calcolo (PIANO TERRENO)

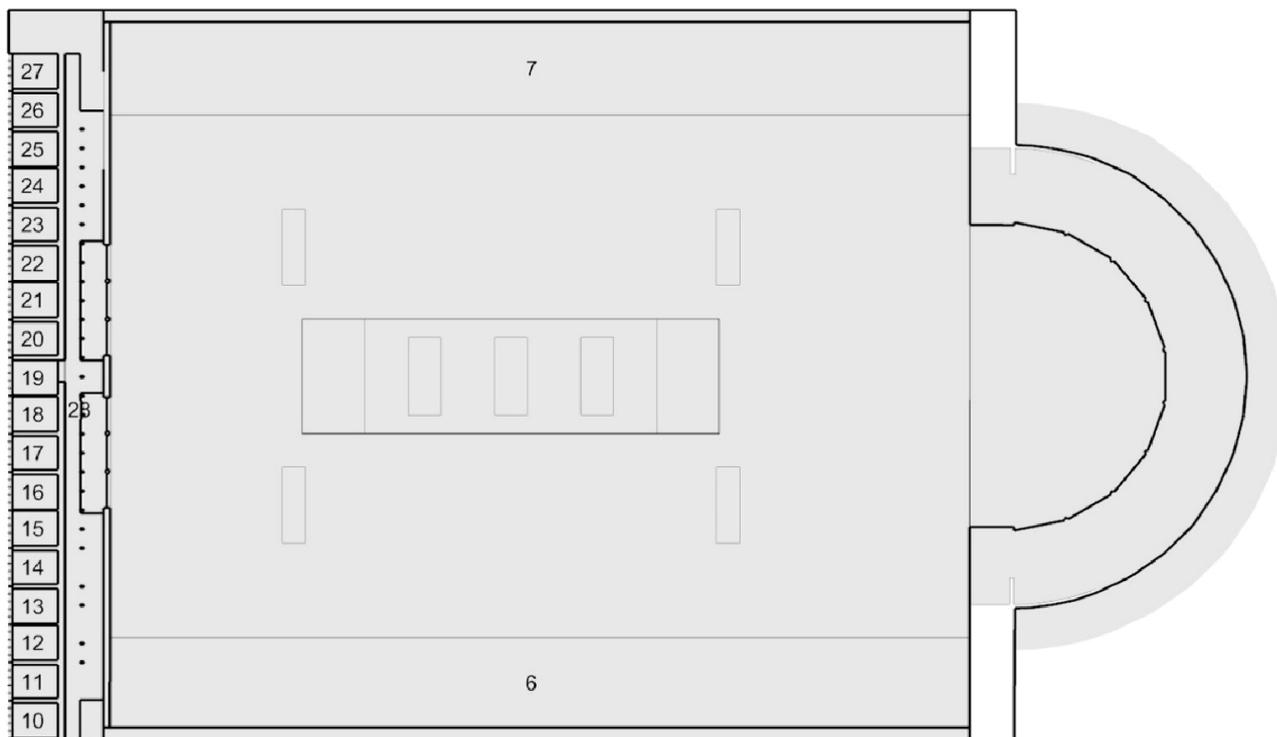


Figura 11 – Individuazione superfici di calcolo (PIANO PRIMO)

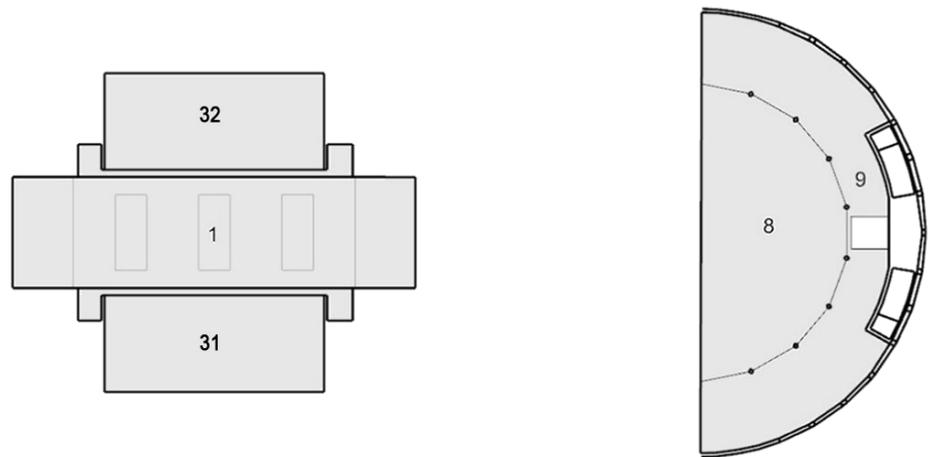


Figura 12 – Individuazione superfici di calcolo (PIANO INTERRATO)

*Tabella 1 – Definizione delle zone oggetto di calcolo*

IDENTIFICAZIONE AMBIENTE	TIPOLOGIA DI AMBIENTE
1	OCCUPAZIONE CONTINUA
2	OCCUPAZIONE CONTINUA
3	OCCUPAZIONE SALTUARIA
4	OCCUPAZIONE SALTUARIA
5	OCCUPAZIONE CONTINUA
6	OCCUPAZIONE CONTINUA
7	OCCUPAZIONE CONTINUA
8	OCCUPAZIONE CONTINUA
9	OCCUPAZIONE CONTINUA
10	OCCUPAZIONE CONTINUA
11	OCCUPAZIONE CONTINUA
12	OCCUPAZIONE CONTINUA
13	OCCUPAZIONE CONTINUA
14	OCCUPAZIONE CONTINUA
15	OCCUPAZIONE CONTINUA
16	OCCUPAZIONE CONTINUA
17	OCCUPAZIONE CONTINUA
18	OCCUPAZIONE CONTINUA
19	OCCUPAZIONE CONTINUA
20	OCCUPAZIONE CONTINUA
21	OCCUPAZIONE CONTINUA
22	OCCUPAZIONE CONTINUA
23	OCCUPAZIONE CONTINUA
24	OCCUPAZIONE CONTINUA
25	OCCUPAZIONE CONTINUA
26	OCCUPAZIONE CONTINUA
27	OCCUPAZIONE CONTINUA
28	OCCUPAZIONE CONTINUA
29	OCCUPAZIONE CONTINUA
30	OCCUPAZIONE CONTINUA
31	OCCUPAZIONE SALTUARIA
32	OCCUPAZIONE SALTUARIA
33	OCCUPAZIONE CONTINUA
34	OCCUPAZIONE CONTINUA

### 3.3 Software di simulazione

Le simulazioni dinamiche per il calcolo di *daylighting* e la verifica di rispondenza rispetto ai requisiti normativi sono state effettuate usando *Honeybee* (un plug-in di *Grasshopper* per il software di modellazione *Rhinoceros*): tale applicativo permette inoltre di modellare la variazione annuale della luce naturale all'interno del programma di modellazione 3D *Rhinoceros*.

*Honeybee* usa, per la simulazione annuale delle condizioni di *daylighting*, l'algoritmo di calcolo *Radiance*: questo algoritmo è considerato come l'algoritmo di riferimento, validato nell'ambito della comunità scientifica internazionale.

Il dettaglio delle informazioni e delle impostazioni assunte per le simulazioni dinamiche sono riportati nelle sezioni seguenti.

#### 3.3.1 Modello 3D

L'edificio in esame è stato modellato direttamente in *Rhinoceros*, a partire dagli elaborati progettuali definiti dal gruppo di progettazione. Partendo da tali elaborati, si è rimodellata accuratamente la geometria sia dell'edificio stesso, sia delle ostruzioni rappresentate dal terreno e dagli edifici circostanti. In merito si segnala come la copertura del fabbricato è stata oggetto di semplificazioni, le quali hanno comunque permesso di non modificare sostanzialmente le dimensioni delle aperture e la loro esposizione (aspetti fondamentali per l'ottenimento di valori analoghi a quelli caratterizzanti l'edificio reale).

In relazione all'edificio, si è proceduto a modellare tutti gli spazi interni (senza arredi) e l'involucro, in termini di spessore e di materiali costituenti, distinguendo tra la parte opaca (mazzette, sguinci intorno alle finestre) e la parte trasparente (vetri, lucernai, etc.).

Le immagini riportate a seguire mostrano alcune viste del modello 3D elaborato.

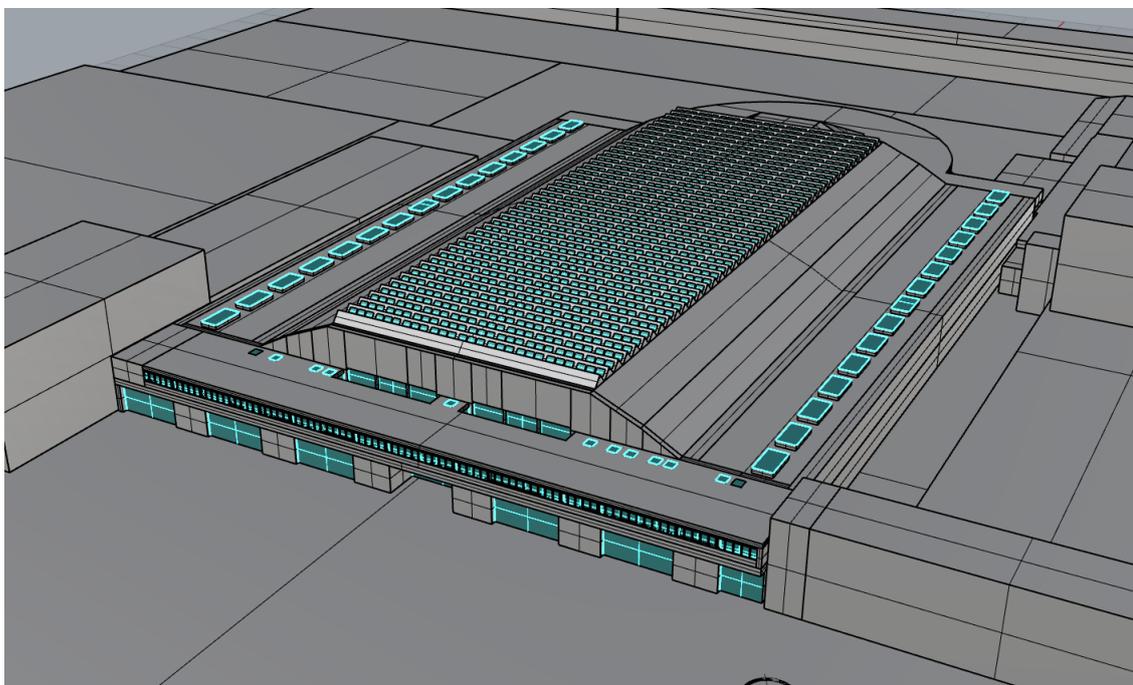


Figura 13 – Modello 3D: vista del prospetto Ovest/Nord Ovest

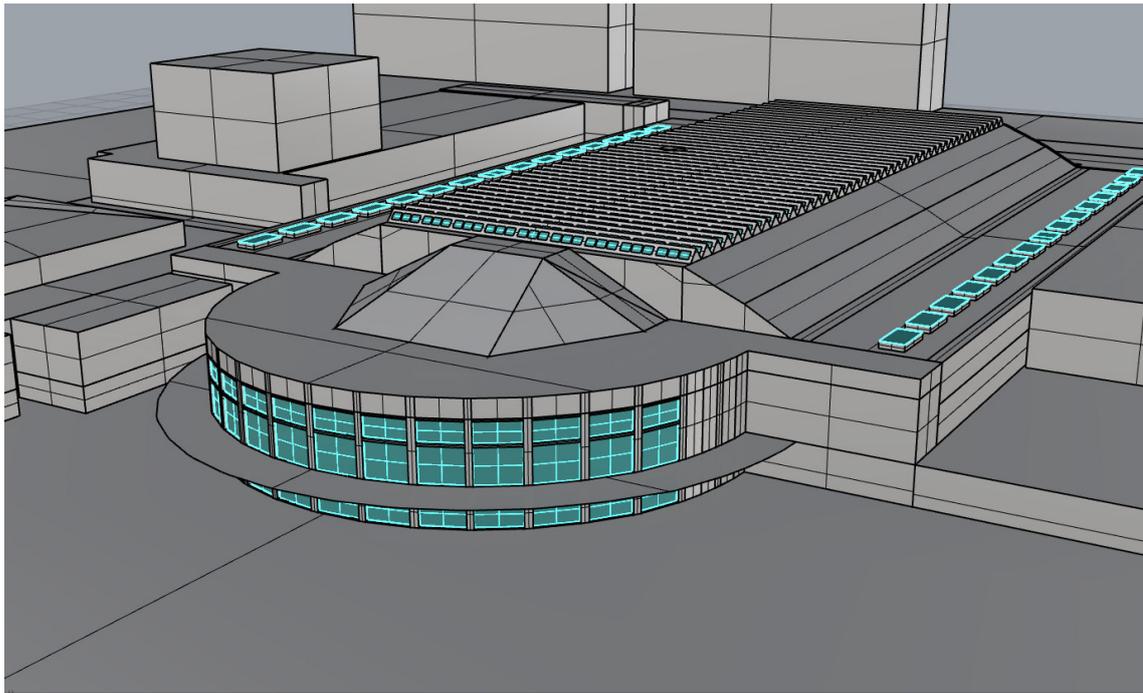


Figura 14 – Modello 3D: vista del prospetto Sud/Sud-Est

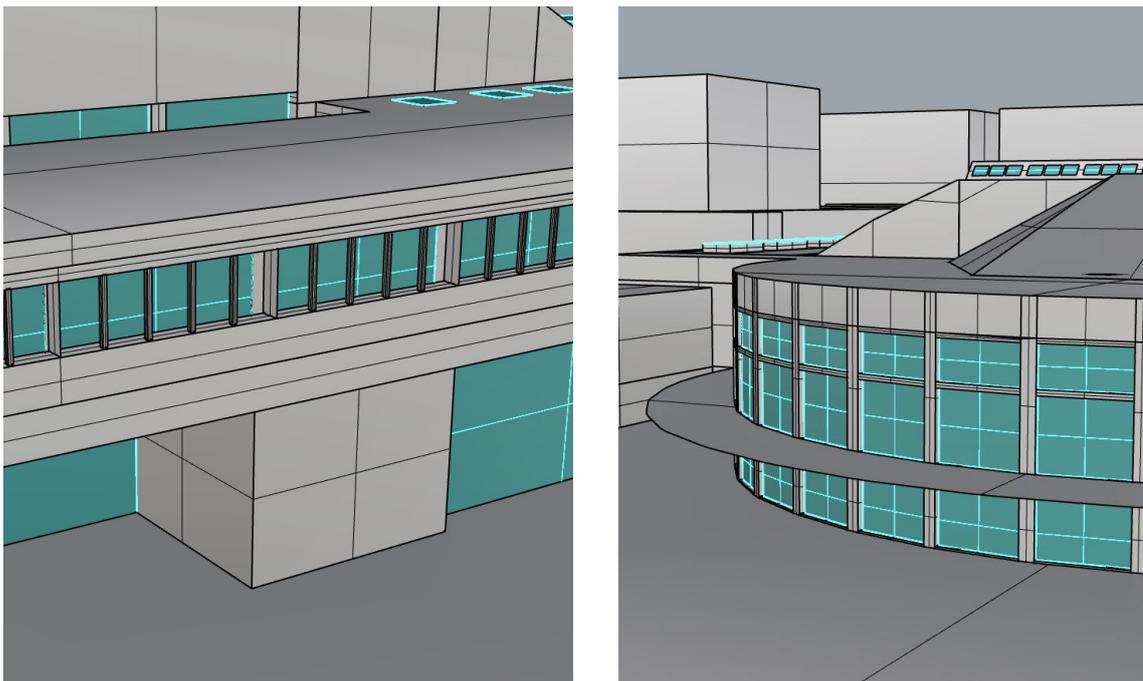


Figura 15 – Modello 3D: dettagli delle facciate

### 3.3.2 Modellazione della variazione dinamica del contesto climatico nel corso dell'anno

Al fine di tenere conto delle caratteristiche climatiche del sito di progetto, situato a Torino, le simulazioni sono state condotte utilizzando in *Honeybee* il file climatico '*ITA\_Torino.150590\_IWEC.epw*', vale a dire un file contenente i valori statistici delle irradiazioni dirette e diffuse misurate sperimentalmente (su scala pluriennale) per la città di Torino. Il file climatico ha una risoluzione oraria ed è stato scaricato dal sito di *EnergyPlus* ([https://energyplus.net/weather-region/europe\\_wmo\\_region\\_6](https://energyplus.net/weather-region/europe_wmo_region_6)).

Di conseguenza, *Radiance*, utilizzando il file climatico, conduce una simulazione per ogni ora nel corso dell'anno, calcolando gli illuminamenti necessari per determinare i valori di *FLD*, di *sDA<sub>300,50%</sub>* e di *ASE<sub>1000,250</sub>*.

### 3.3.3 Griglia dei punti di misura

In tutti gli ambienti di verifica, si è predisposta una griglia di calcolo per la verifica dei requisiti di *daylighting* tale da coprire uniformemente lo spazio occupato.

Ogni griglia di calcolo è stata costruita con uno '*spacing*' (interdistanza fra i vari punti di misura) di 75 cm in entrambe le direzioni. Le griglie sono state collocate ad un'altezza di 80 cm rispetto al pavimento, in modo da essere allineate alle varie superfici di lavoro, quali scrivanie, tavoli da riunione, banconi della reception etc.

Nella figura riportata a seguire, è rappresentata una porzione dell'edificio (piano terra dell'Esedra localizzata nella porzione Est del fabbricato), in cui sono stati evidenziati i singoli punti di misura.

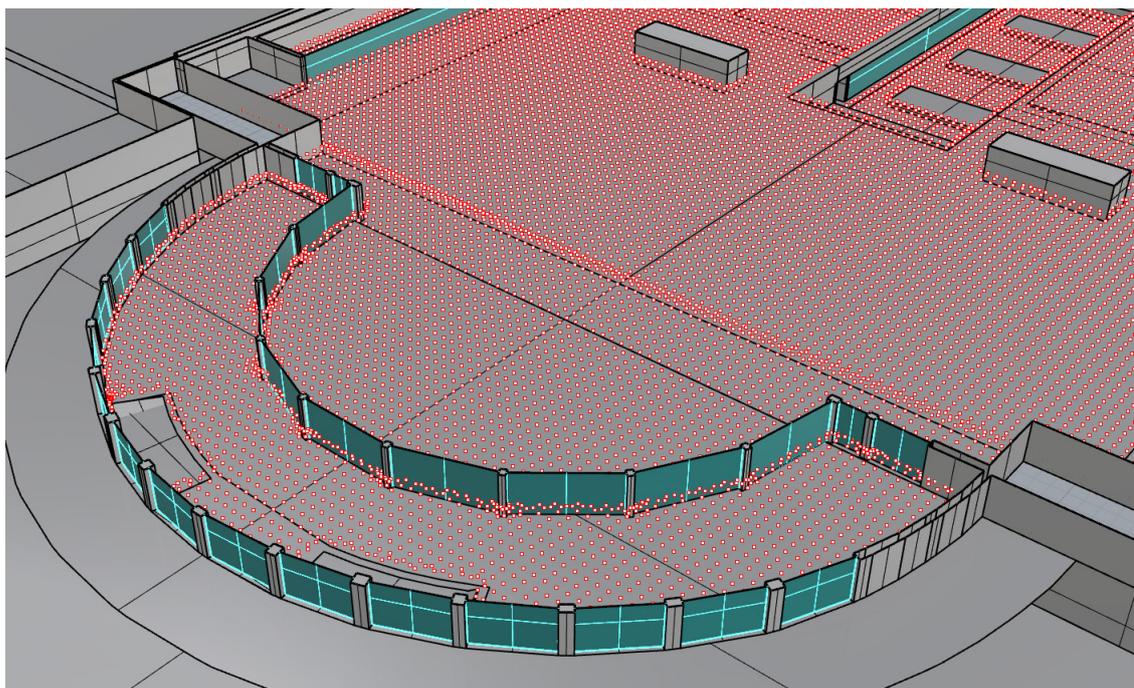


Figura 16 – Modello 3D, Pianta del livello 0: visualizzazione dei punti di misura

### 3.3.4 Materiali

I materiali dei vari spazi dell'edificio sono stati modellati attraverso *Honeybee-for-Rhino*, utilizzando materiali compatibili con *Radiance* appositamente definiti in modo da riprodurre le caratteristiche di trasmissione o riflessione luminosa proprie dei materiali presenti a progetto.

In *Tabella 2*, si riporta il dettaglio dei materiali modellati, in termini sia di quantità di luce trasmessa/riflessa (fattore di trasmissione luminosa TL e di riflessione luminosa RL), sia di modalità di riflessione/trasmissione (speculare o diffusa):

*Tabella 2 - Dettaglio delle proprietà ottiche/fotometriche dei materiali modellati in Rhino, compatibili con Radiance*

ELEMENTO	VALORE TL O RL	MODALITÀ DI TRASMISSIONE/RIFLESSIONE
TERRENO (ALBEDO)	RL = 30%	RIFLESSIONE DIFFUSA
OSTRUZIONI (EDIFICIO CIRCOSTANTI)	RL = 50%	RIFLESSIONE DIFFUSA
PARETI VERTICALI ED ELEMENTI IN CALCESTRUZZO CHIARO	RL = 70%	RIFLESSIONE DIFFUSA
STRUTTURE ORIZZONTALI E PAVIMENTI IN CALCESTRUZZO CHIARO	RL = 70%	RIFLESSIONE DIFFUSA
PAVIMENTAZIONI TERRAZZA ESEDRA E POZZI DI LUCE INTERNI	RL = 50%	RIFLESSIONE DIFFUSA
STRUTTURE TRASPARENTI IN POLICARBONATO (LUCERNAI)	TL=20%	TRASMISSIONE SPECULARE
VETRI (STRUTTURE VERSO L'ESTERNO)	TL=65%	TRASMISSIONE SPECULARE
VETRI (STRUTTURE INTERNE ALL'EDIFICIO)	TL=80%	TRASMISSIONE SPECULARE

In merito ai valori relativi agli elementi in polycarbonato, si segnala come questi potranno essere caratterizzati da un comportamento più diffondente, permettendo di trasmettere in modo più uniforme la luce proveniente dall'esterno, al tempo stesso attenuandone l'intensità, "aprendo" l'angolo di trasmissione diretta. A questo livello della progettazione (progetto definitivo) non sono disponibili le schede tecniche di dettaglio degli elementi che si andranno effettivamente ad installare, pertanto non avendo valori testati in laboratorio, si è scelto di impostare all'interno delle simulazioni in *Radiance* una trasmissione prevalentemente speculare.

In merito alla definizione delle caratteristiche tecniche dei componenti in calcestruzzo chiaro, i relativi valori di riflessione luminosa sono stati ricavati dal database del software *Climate Studio*: tale database è stato costruito mediante prove di laboratorio. Tale materiale è quello più diffuso all'interno del fabbricato allo stato attuale e sarà mantenuta tale anche nella condizione post-riqualificazione, in quanto caratterizzante l'edificio la cui storicità è sottoposta a tutela. A seguire è riportata una fotografia ricavata all'interno dell'ambiente principale dell'edificio (Figura 17) che permette di individuare il materiale in oggetto, il quale presenta una riflessione relativamente elevata.



Figura 17 – Foto della zona centrale dell'edificio (stato pre riqualificazione)

### 3.3.5 Parametri di simulazione

Le simulazioni in *Radiance* sono state svolte avendo impostato i seguenti parametri di simulazione:

- ambient bounce ab
  - ab = 10 per il calcolo del *FLDm* e degli illuminamenti annuali per la metrica *sDA<sub>300,50%</sub>*
  - ab = 0 per il calcolo della metrica *ASE<sub>1000,250</sub>*, per la quale è richiesto il calcolo della sola componente solare diretta (senza riflessioni)
- ambient division ad 2048
- ambient sampling as 2048
- ambient resolution ar 64
- ambient accuracy aa 0.1

### 3.3.6 Profilo di utilizzo

Coerentemente con la definizione stessa delle metriche '*spatial Daylight Autonomy*' (*sDA<sub>300,50%</sub>*) e '*Annual Sunlight Exposure*' (*ASE<sub>1000,250</sub>*), per tutti gli ambienti regolarmente occupati dell'edificio, definiti nella sezione 1, si è assunto un profilo di occupazione di 10 ore/giorno, dalle 8.00 alle 18.00, per tutti i giorni dell'anno (per un totale 3650 ore/anno).

### 3.4 Risultati dei calcoli

Nelle pagine successive, viene riportato il dettaglio dei risultati di *fattore medio luce diurna FLDm* e delle simulazioni dinamiche delle condizioni di daylighting (*sDA<sub>300,50%</sub>* e *ASE<sub>1000,250</sub>*) nei vari spazi analizzati.

*Tabella 3 – Risultati complessivi delle simulazioni illuminotecniche*

ID.	TIPOLOGIA DI AMBIENTE	FLDM [%]	sDA <sub>300,50%</sub> [%]	ASE <sub>1000,250</sub> [%]
1	OCCUPAZIONE CONTINUA	5,4%	100%	90%
2	OCCUPAZIONE CONTINUA	5,0%	100%	0%
3	OCCUPAZIONE SALTUARIA	0,1%	0%	0%
4	OCCUPAZIONE SALTUARIA	0,1%	0%	0%
5	OCCUPAZIONE CONTINUA	3,2%	82%	54%
6	OCCUPAZIONE CONTINUA	2,6%	84%	27%
7	OCCUPAZIONE CONTINUA	2,6%	96%	29%
8	OCCUPAZIONE CONTINUA	0,5%	4%	0%
9	OCCUPAZIONE CONTINUA	1,0%	50%	1%
10	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,3%	100%	0%
11	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,3%	100%	0%
12	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,3%	100%	0%
13	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
14	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
15	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
16	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
17	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
18	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,5%	100%	0%
19	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
20	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,5%	100%	0%
21	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,5%	100%	0%
22	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,5%	100%	0%
23	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,5%	100%	0%
24	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
25	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,4%	100%	0%
26	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,2%	100%	0%
27	OCCUPAZIONE CONTINUA	4,0%	100%	0%
28	OCCUPAZIONE CONTINUA	2,5%	81%	4%
29	OCCUPAZIONE CONTINUA	5,0%	98%	0%
30	OCCUPAZIONE CONTINUA	2,0%	98%	25%
31	OCCUPAZIONE SALTUARIA	0,1%	0%	0%
32	OCCUPAZIONE SALTUARIA	0,3%	6%	6%
33	OCCUPAZIONE CONTINUA	2,4%	98%	1%
34	OCCUPAZIONE CONTINUA	8,6%	100%	71%
<b>VALORE MEDIO DEI SOLI AMBIENTI CON OCCUPAZIONE CONTINUA</b>		<b>3,2%</b>	<b>83%</b>	<b>38%</b>
<b>VALORE MEDIO RELATIVO ALL'INTERO EDIFICIO</b>		<b>2,8%</b>	<b>73%</b>	<b>34%</b>

Per maggior completezza, si riportano infine nelle pagine seguenti le piante dei diversi piani dell'edificio con rappresentati gli andamenti dei parametri illuminotecnici descritti nel presente elaborato.

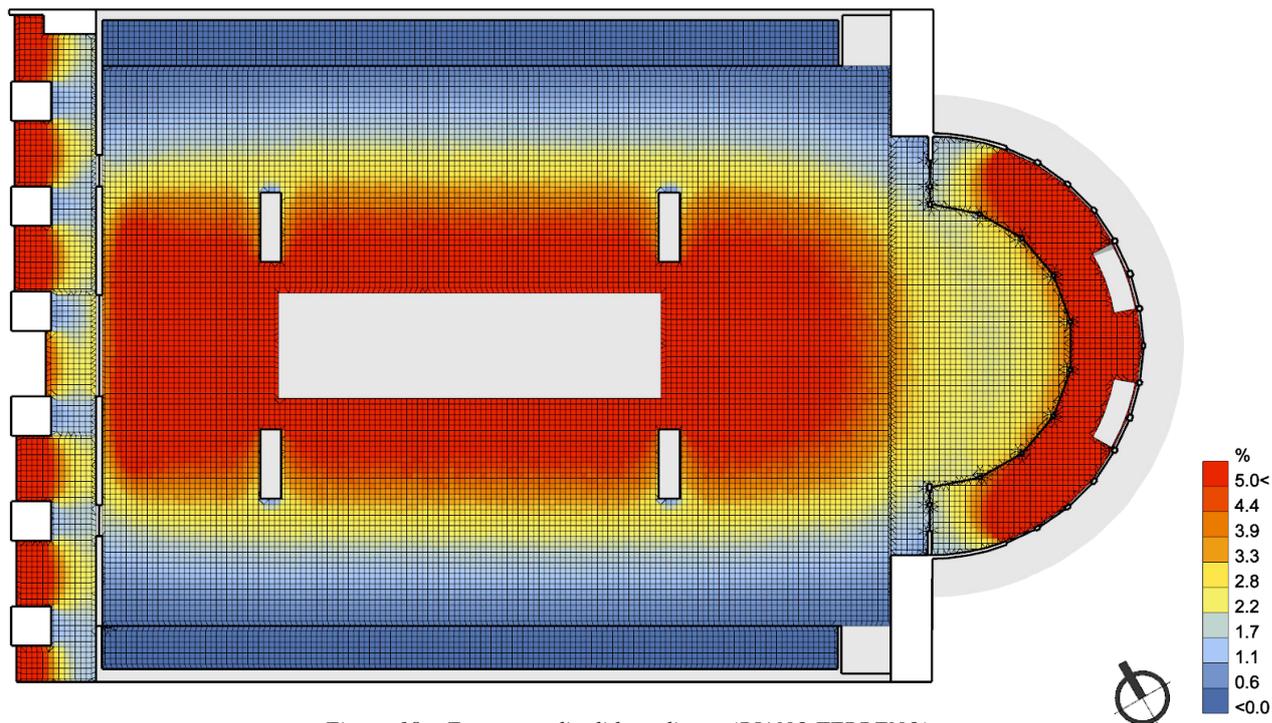


Figura 18 – Fattore medio di luce diurna (PIANO TERRENO)

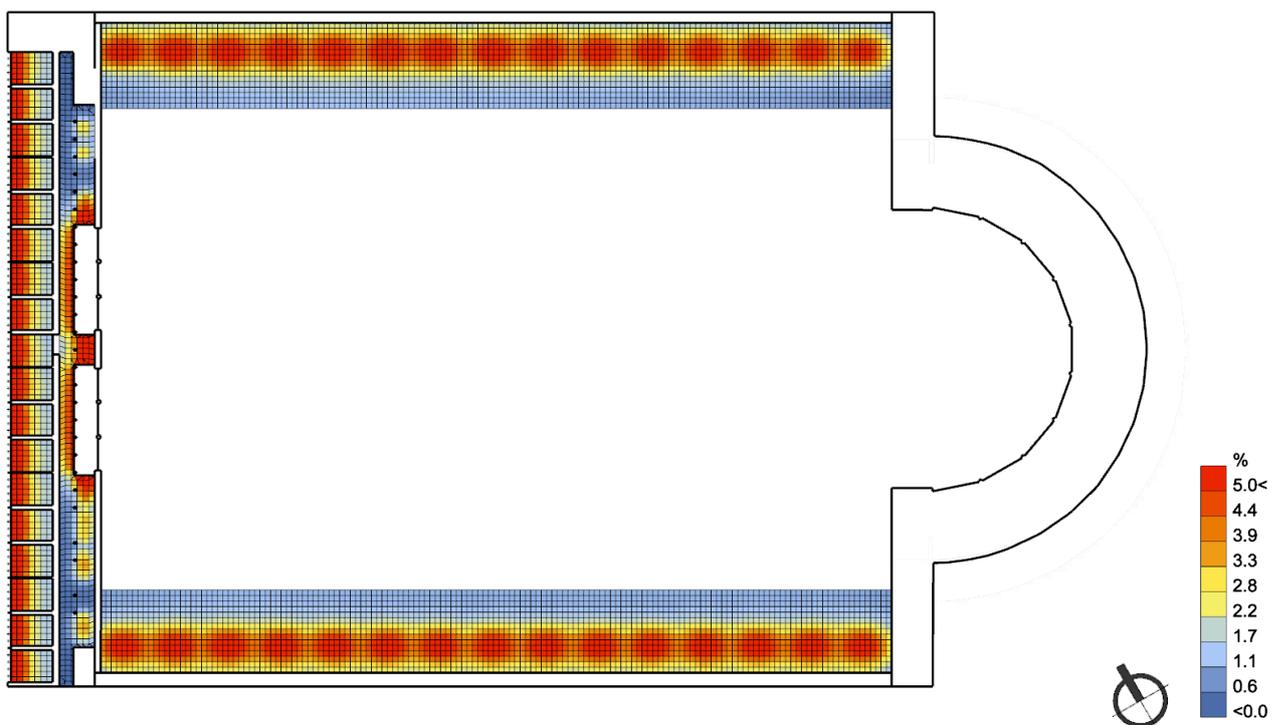


Figura 19 – Fattore medio di luce diurna (PIANO PRIMO)

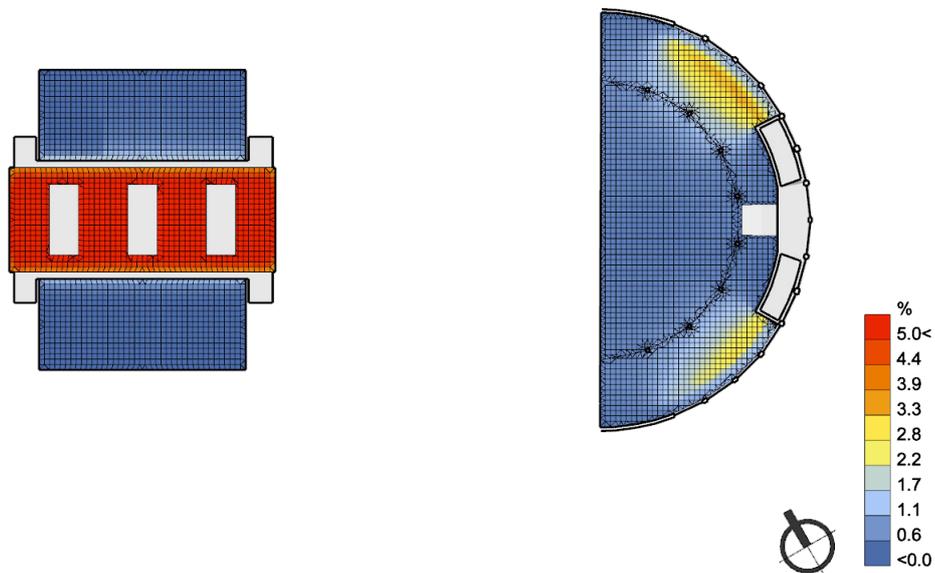


Figura 20 – Fattore medio di luce diurna (PIANO INTERRATO)

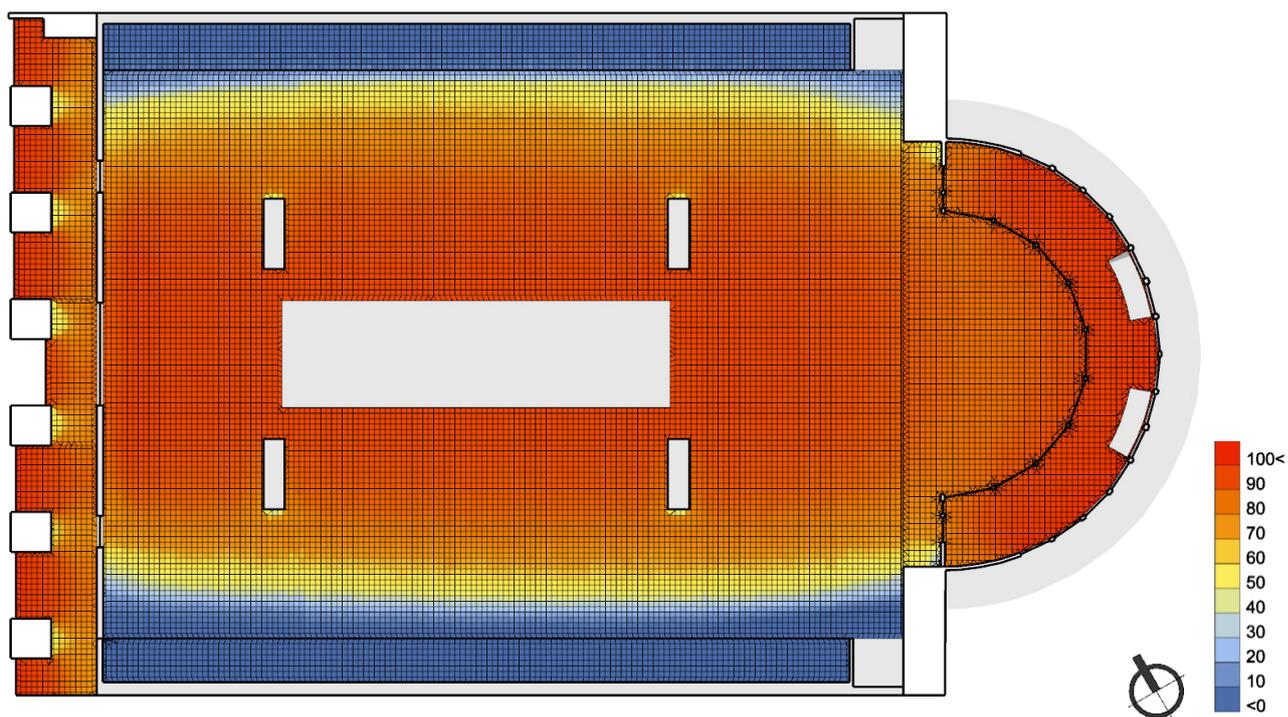


Figura 21 – Daylight Autonomy con target 300 lx (PIANO TERRENO)

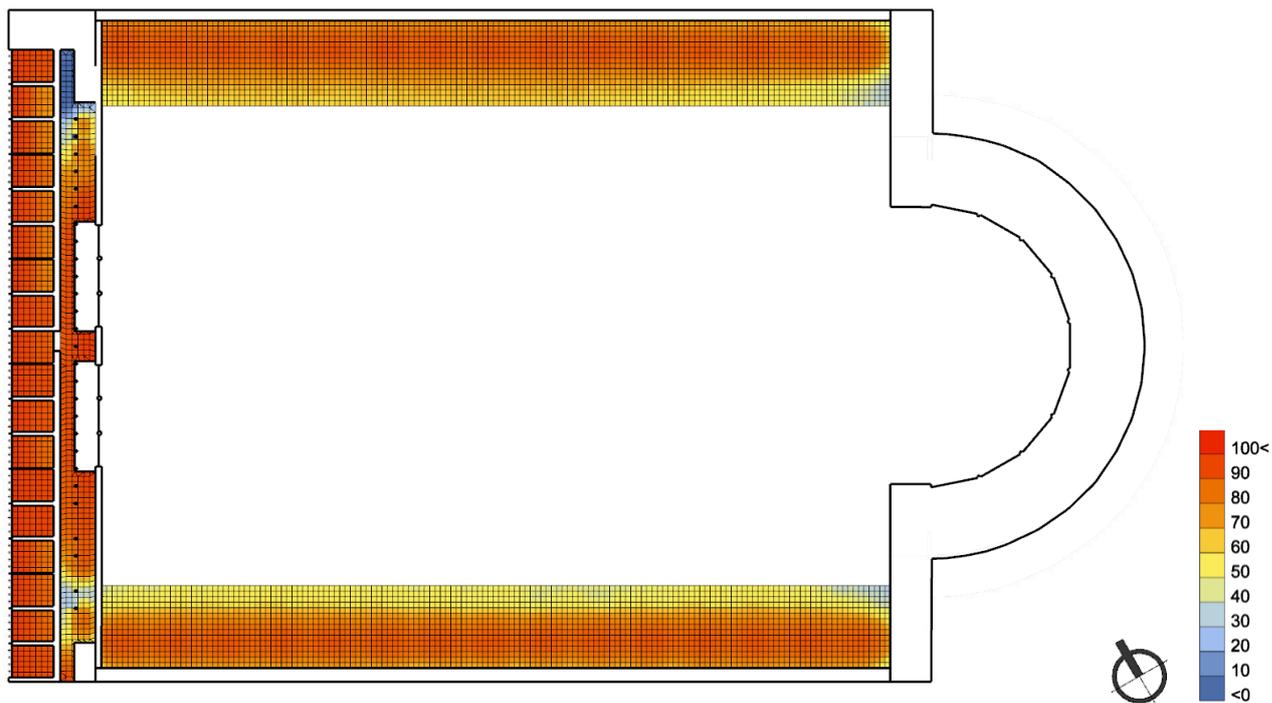


Figura 22 –Daylight Autonomy con target 300 lx (PIANO PRIMO)

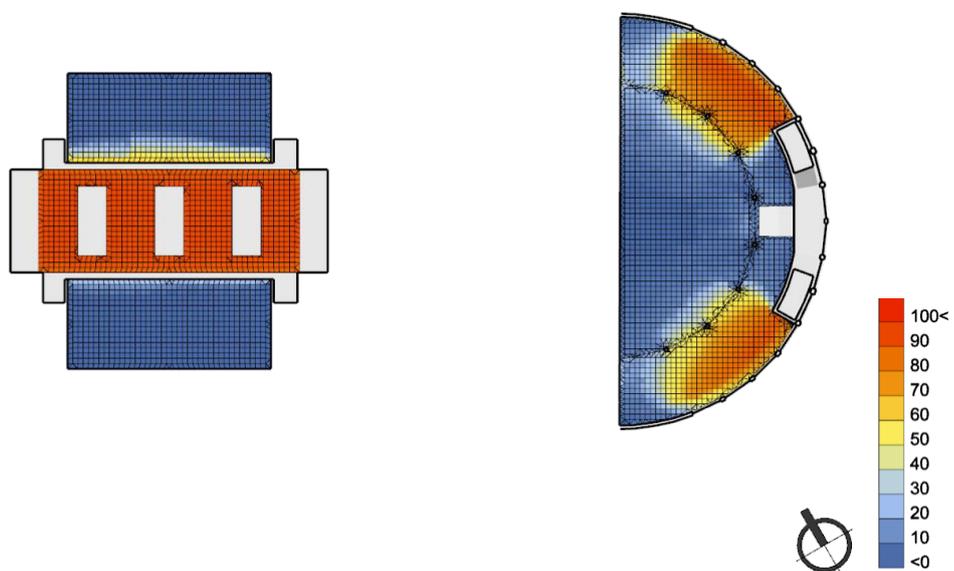


Figura 23 –Daylight Autonomy con target 300 lx (PIANO INTERRATO)

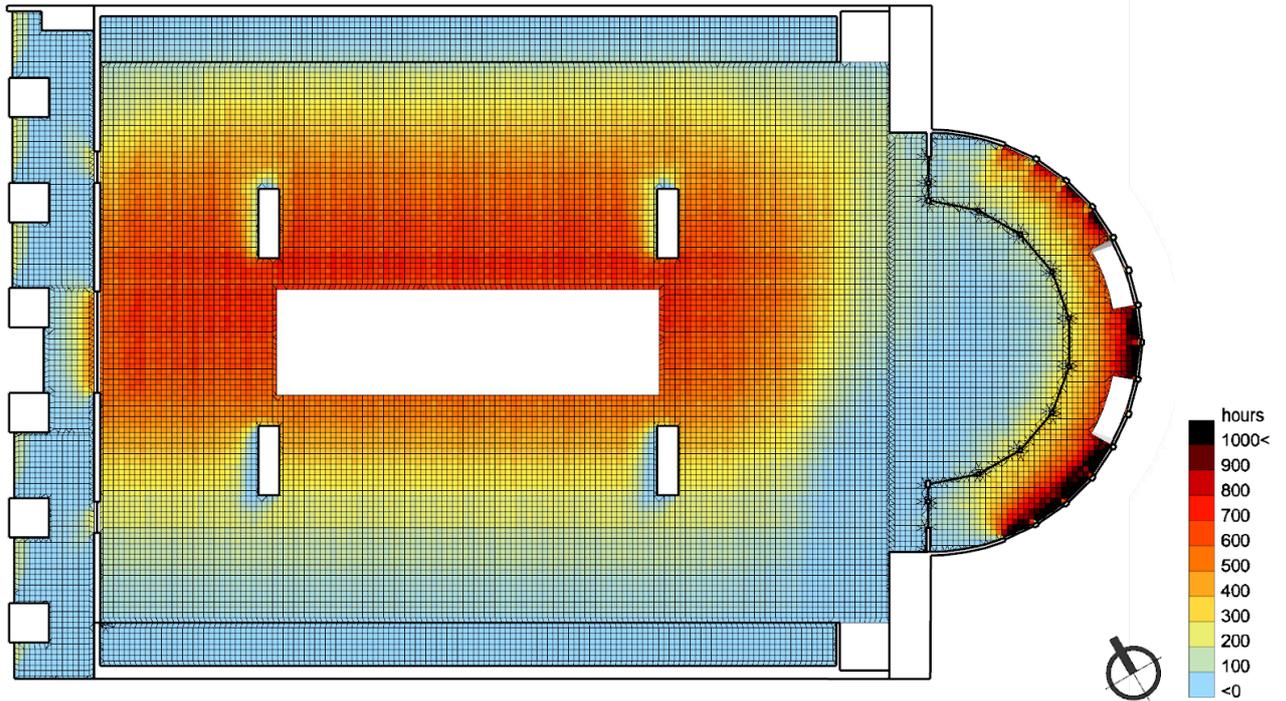


Figura 24 – Annual Sunlight Exposure (PIANO TERRENO)

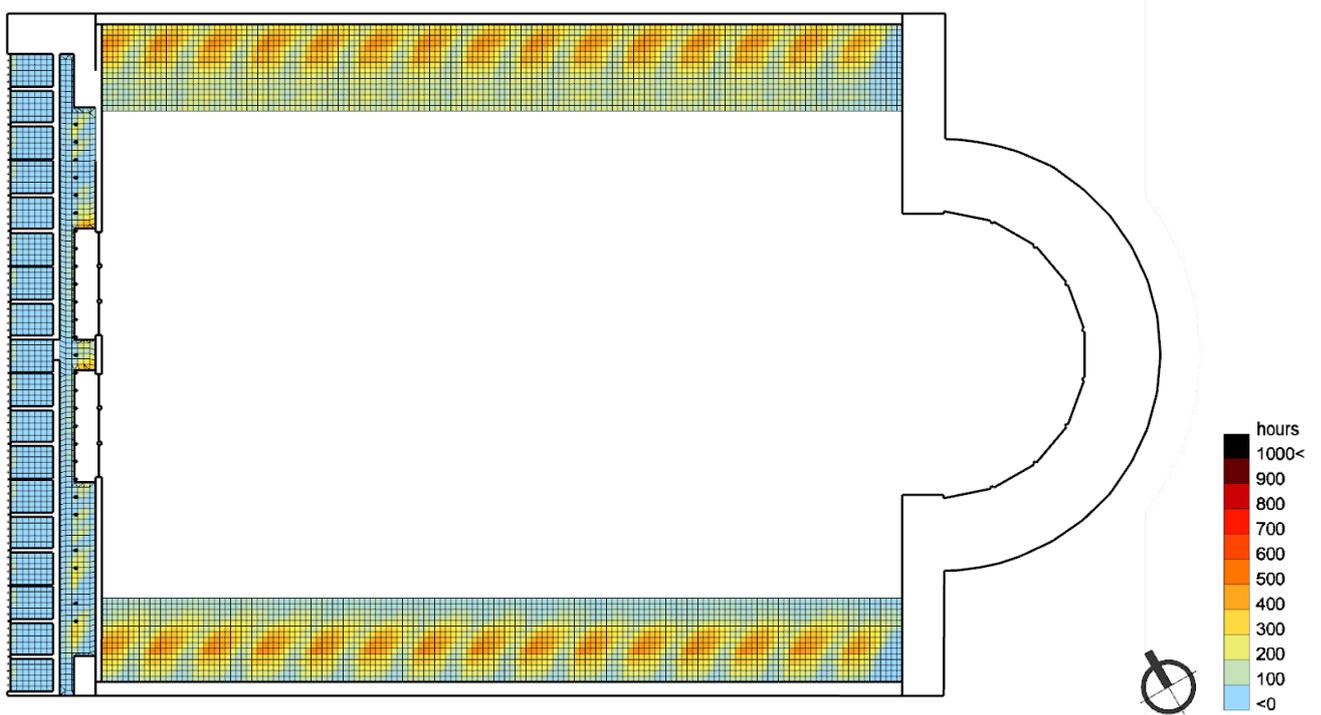


Figura 25 – Annual Sunlight Exposure (PIANO PRIMO)

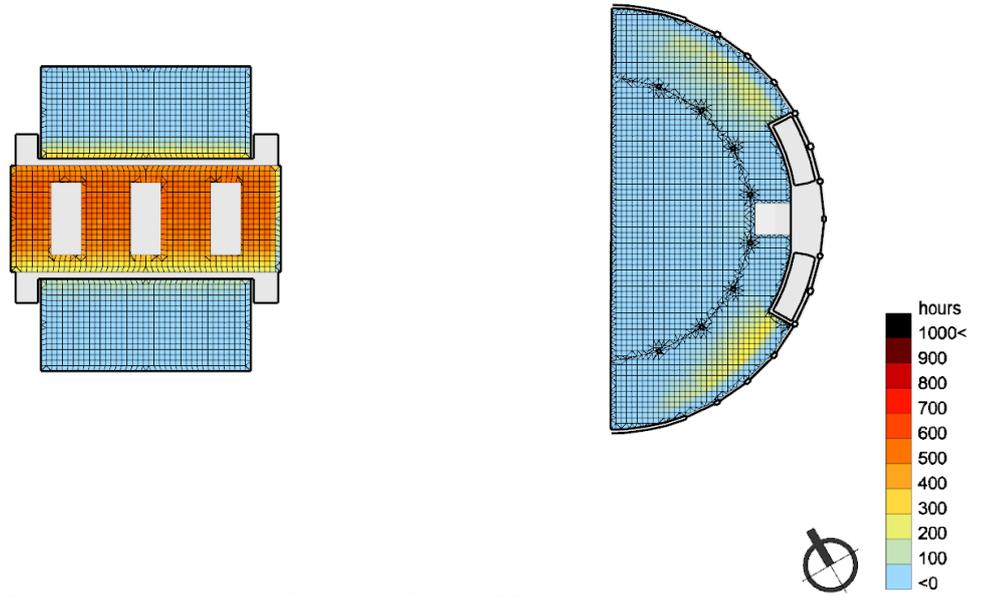


Figura 26 – Annual Sunlight Exposure (PIANO INTERRATO)

### 3.5 Conclusioni

Relativamente ai risultati presentati all'interno della tabella sopra riportata, è possibile affermare come:

- per quanto concerne la verifica del **Fattore medio di luce diurna (FLDm)**, i valori ottenuti risultano a livello di intero edificio superiori alla soglia del 1%, sia considerando i soli ambienti con occupazione continua, sia includendo anche quelli a occupazione saltuaria, attestandosi rispettivamente al 3,2% e 2,8%. Tali valori permettono di rispettare quanto prescritto dalla normativa nazionale (valori validi per edifici adibiti ad ufficio) e dai *Criteri Ambientali Minimi* (si rimanda al capitolo 3.1.1 per maggior approfondimenti circa il quadro normativo);
- in merito alla **Spatial Daylight Autonomy**, questa presenta un valore complessivo (comprensivo di tutti gli ambienti oggetto di calcolo) di poco superiore al 70%, tale valore è un buon indicatore del fatto che l'edificio gode di un buon illuminamento naturale. In virtù di tale valore, si ritiene ragionevole ipotizzare che tali valori permetterebbero di ottenere in una possibile applicazione del protocollo *LEED V4.1* un punteggio pari a 2;
- relativamente all'**Annual Sunlight Exposure ASE**, questo risulta particolarmente elevato (valori superiori al 30%). Ciò è sintomatico della possibile presenza di fenomeni di abbagliamento per gli occupanti durante le ore di occupazione dell'edificio. In merito, il protocollo *LEED V4.1* richiede che qualora si riscontrino valori superiori al 10% vengano intraprese delle azioni atte al contenimento di tali fenomeni. Per il caso in oggetto si è scelto di adottare due diverse modalità di intervento agenti sulle aperture trasparenti, ed in particolare:
  - tutte le aperture verticali in vetro sono state dotate di tendaggi interni, i quali potranno essere attivati dall'utenza qualora insorgessero fenomeni di abbagliamento (ciò risulterà particolarmente efficace per la zona dell'Esedra e per gli ambienti prospicienti corso Massimo d'Azzeglio);
  - per i lucernai presenti in copertura, per motivazioni di tutela degli aspetti architettonici del bene, non è possibile adottare schermature mobili, pertanto si è scelto di indirizzare la scelta della soluzione tecnologica verso elementi in policarbonato dotati di una contenuta trasmissione luminosa (pari a circa il 20%) e di un elevato potere diffondente.

Le attività condotte per la verifica del **fattore di luce diurna medio (FLDm)** e illustrate nella presente relazione, permettono di accertare per tutti gli ambienti significativi testati la rispondenza ai requisiti di norma con livelli anche superiori ai minimi previsti. Le verifiche sono state condotte con riferimento ai dati resi disponibili dal livello di approfondimento progettuale eseguito in questa fase. I successivi livelli di progettazione permetteranno di disporre di dati più dettagliati con i quali si dovrà affinare e confermare i risultati delle simulazioni qui riportati con particolare riferimento alle situazioni che hanno evidenziato delle potenziali criticità (cfr. valori ASE).

Il progetto fissa requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati nelle successive fasi di sviluppo del progetto e successivamente della costruzione, soprattutto in termini di caratteristiche dei lucernari in copertura e dei serramenti.

## 4 COMFORT TERMO-IGROMETRICO

### 4.1 Metriche utilizzate e valori di riferimento

Il presente capitolo riporta i risultati delle analisi svolte per la verifica del comfort termo-igrometrico attraverso la metrica degli indici di comfort.

Come evidenziato più avanti nella trattazione, durante l'iter progettuale si è prestata particolare attenzione all'adozione di soluzioni tecniche che permettessero l'ottenimento di valori di comfort termo-igrometrici in linea con quanto richiesto dalla normativa nazionale. In particolare, essendo l'edificio in oggetto di proprietà pubblica, esso ricade all'interno dell'applicazione dei *Criteri Ambientali Minimi*, così come definiti dal *Decreto 11 ottobre 2017*, il quale prescrive come per gli interventi di *Ristrutturazione Importante di I livello* (così come definiti dal *D.M 26 giugno 2015, Requisiti Minimi*) sia necessario garantire condizioni conformi almeno alla *classe B* secondo la norma *UNI EN ISO 7730:2006* in termini di *PMV* (*Voto medio previsto*) e di *PPD* (*Percentuale prevista di insoddisfatti*).

Il *PMV* (*Valore medio previsto*) è un indice adimensionale che rappresenta il voto medio che un gruppo consistente di persone assegnerebbe alla propria sensazione termica su una scala a 7 punti (Tabella 4).

Tabella 4 – Scala di sensazione termica a sette punti

VALORE	SENSAZIONE TERMICA
+3	MOLTO CALDO
+2	CALDO
+1	LEGGERMENTE CALDO
0	NEUTRO
-1	LEGGERMENTE FREDDO
-2	FREDDO
-3	MOLTO FREDDO

Tale indice è calcolato a partire dal bilancio termico dell'individuo rispetto all'ambiente circostante e dipende dai seguenti parametri:

- fattori ambientali:
  - o temperatura dell'aria;
  - o temperatura media radiante;
  - o velocità relativa dell'aria;
  - o pressione parziale del vapore d'acqua;
  - o coefficiente di scambio termico convettivo;
- fattori legati al singolo individuo:
  - o potenza metabolica efficace (MET - funzione dell'attività svolta dal soggetto);
  - o resistenza termica dell'abbigliamento degli occupanti (CLO).

A partire dal *PMV* è possibile calcolare l'indice *PPD* (*Percentuale prevista di insoddisfatti*), il quale fornisce una previsione della percentuale di persone termicamente insoddisfatte, che sentirebbero pertanto troppo freddo o troppo caldo (il rapporto tra *PMV* e *PPD* è rappresentato in Figura 27). In merito si evidenzia come, essendo tale correlazione elaborata su base statistica, anche con valori di *PMV* nulli (condizioni teoricamente ottimali), la percentuale prevista di insoddisfatti registrerebbe un valore pari al 5%.

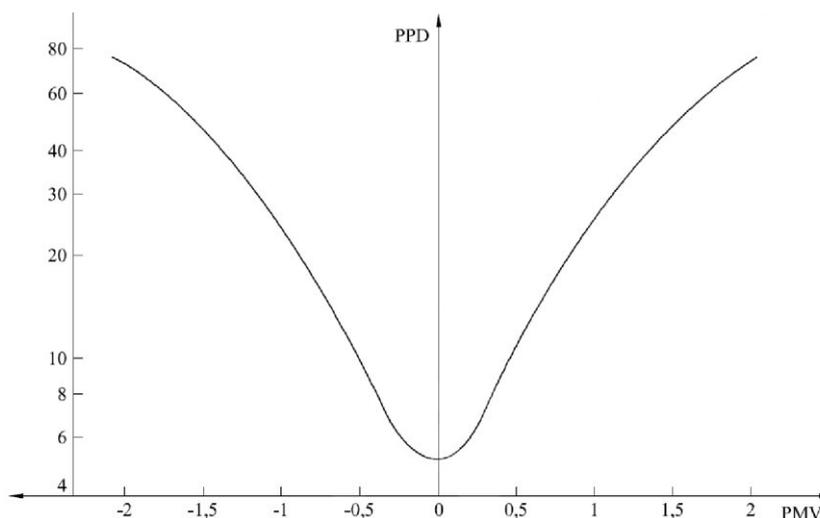


Figura 27 – Confronto tra PMV e PPD

Come anticipato in premessa, per il caso in esame **la classe di comfort prevista secondo UNI EN ISO 7730:2006 è la Classe B (corrispondente a valori di PMV compresi tra -0,5 e +0,5)**, così come definito dal punto 2.3.5.7 dei Criteri Ambientali Minimi ex. D.M. 11 ottobre 2017. La definizione delle classi di comfort introdotte dalla normativa sopracitata e dei valori corrispondenti di PMV e PPD è riportata in Tabella 5.

Tabella 5 – Correlazione classi di comfort e indici PMV e PPD

CATEGORIA	PPD (%)	PMV
A	< 6	-0,2 < PMV < 0,2
B	< 10	-0,5 < PMV < 0,5
C	< 15	-0,7 < PMV < 0,7

Oltre alla valutazione degli indici di “comfort globale”, in precedenza descritti, è importante prendere in considerazione anche le principali cause che provocano **discomfort locale**, dovuto alla disomogeneità del raffreddamento o riscaldamento del corpo umano. Tali aspetti dovranno essere approfonditi in fase di progettazione esecutiva, in quanto direttamente dipendenti dalle tipologie di terminale che saranno effettivamente selezionati per la ventilazione meccanica e la climatizzazione. I principali parametri da tenere in conto sono i seguenti:

- differenza verticale di temperatura;
- asimmetria della temperatura media radiante;
- pavimento con temperatura eccessivamente bassa o alta;
- correnti d’aria.

All’interno del capitolo conclusivo del presente elaborato, sono riportate alcune indicazioni puntuali, le quali costituiscono i requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati durante le successive fasi di progettazione e saranno la base da cui partire per le valutazioni di dettaglio sopra descritte.

## 4.2 Individuazione degli ambienti oggetto di verifica

All'interno del presente capitolo sono brevemente individuati e descritti gli ambienti caratteristici oggetto di valutazione della classe di comfort termo-igrometrico mediante simulazione *CFD* (*Computational Fluid Dynamics*). Tali ambienti si possono ritenere sufficientemente rappresentativi delle diverse casistiche riscontrabili all'interno del fabbricato.

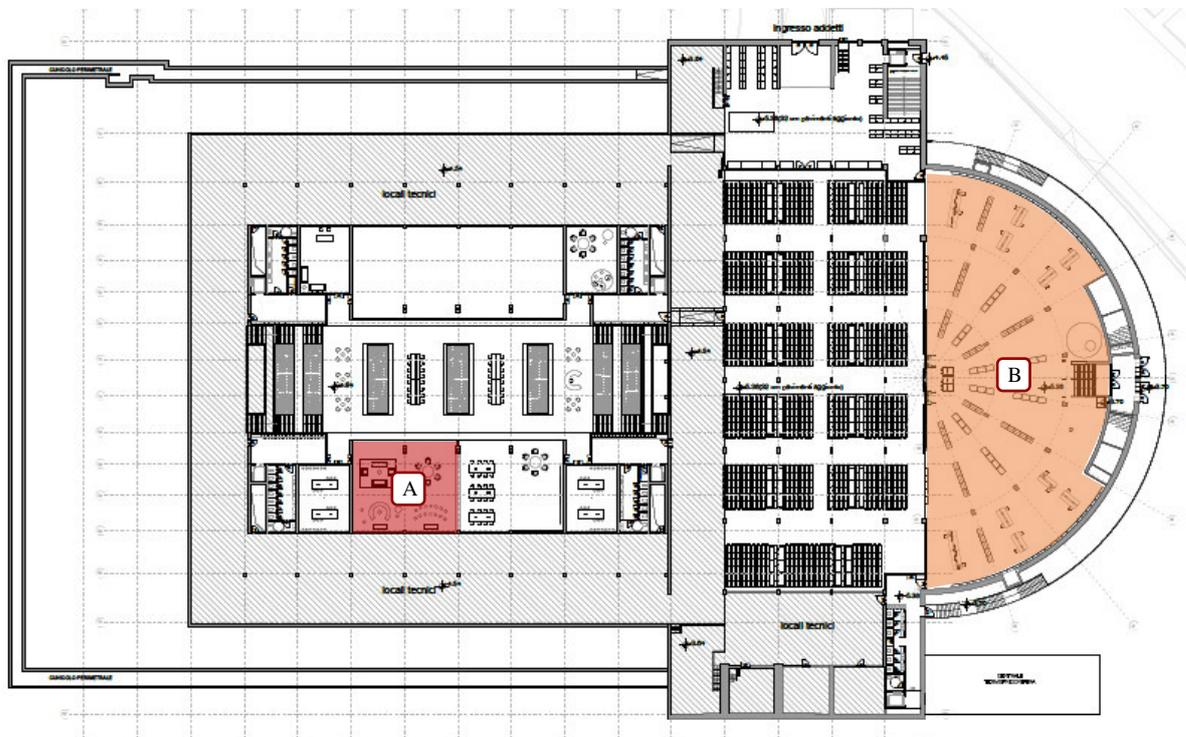


Figura 28– Stato di progetto. Pianta piano interrato.

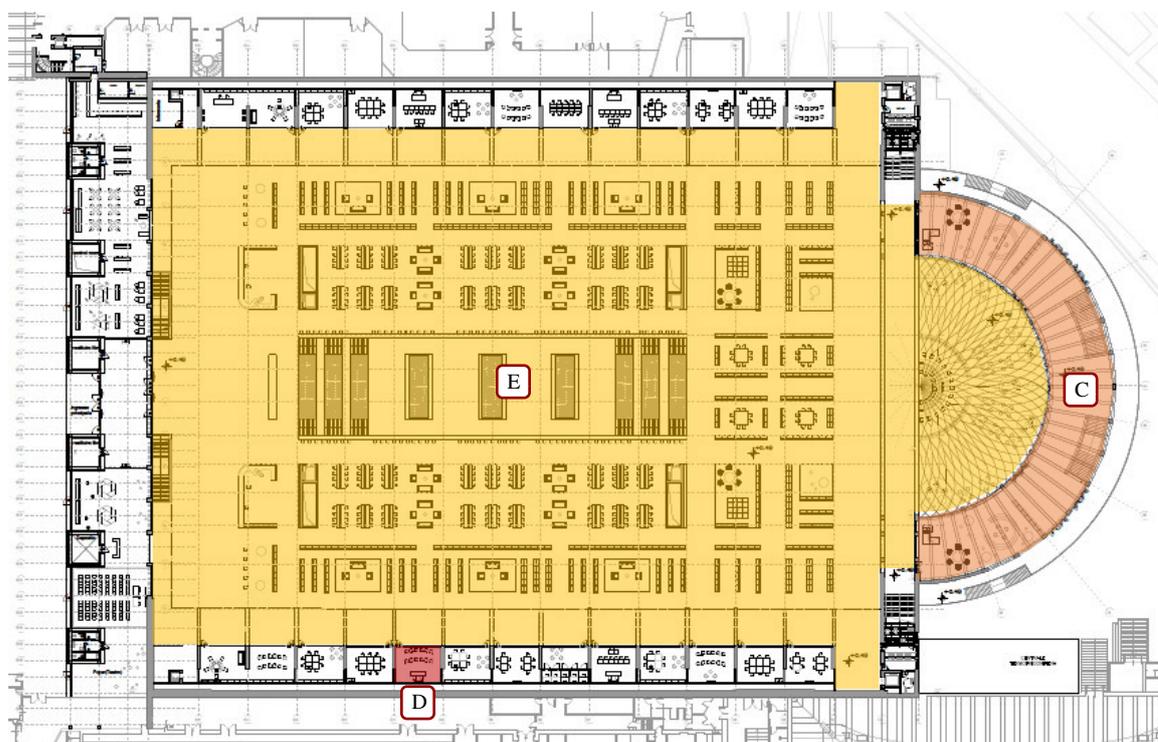


Figura 29– Stato di progetto. Pianta piano terra.

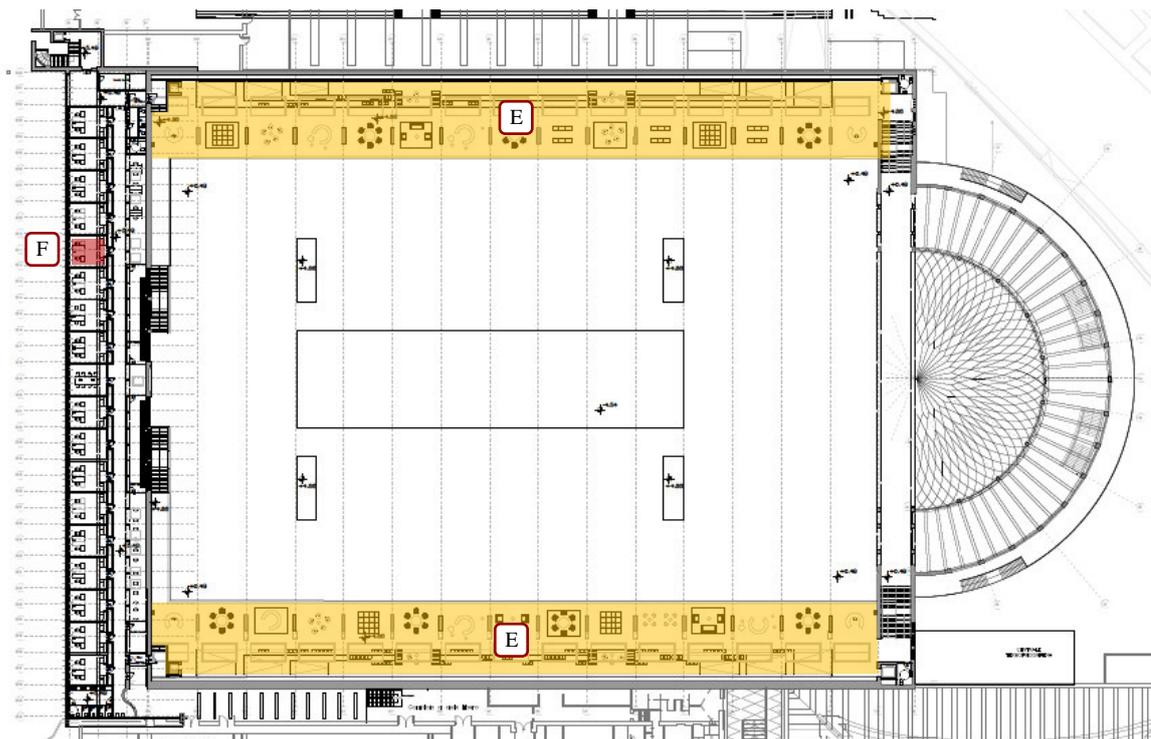


Figura 30– Stato di progetto. Pianta piano primo.

In particolare, si riportano di seguito gli ambienti oggetto di simulazione, per i quali sono state verificate le condizioni di comfort termico:

- A. Piano interrato – Laboratorio
- B. Piano interrato – Biblioteca
- C. Piano terra – Biblioteca e sale approfondimenti tematici
- D. Piano terra – Sala incontri tematici
- E. Piano terra e primo – Biblioteca
- F. Piano primo - uffici

Analizzando gli ambienti sopra selezionati, è possibile osservare come:

- la *navata centrale* del padiglione 2 (caratterizzata dalla lettera E in Figura 4 e Figura 5) è caratterizzata da un unico ambiente di notevoli dimensioni (superficie di pavimento pari a oltre 9.000 m<sup>2</sup> ed altezza libera massima superiore a 20 m) e risulterà climatizzata prevalentemente mediante sistemi di ventilazione a dislocamento e pavimento radiante;
- gli uffici e gli altri ambienti della biblioteca sono costituiti invece da volumi più contenuti con altezze interne più vicine a quelle tradizionalmente utilizzate in edilizia. La climatizzazione di tali ambienti avverrà in parte mediante terminali ad aria (ventilconvettori e bocchette collegate alle UTA) ed in parte mediante sistemi radianti.

### 4.3 Software di simulazione

Le simulazioni per il calcolo del livello di comfort atteso all'interno degli ambienti oggetto di approfondimento sono state effettuate utilizzando due diversi software di analisi CFD (*Computational Fluid Dynamics*): *Design Builder* e *VENTO AEC*, i quali sono descritti nei paragrafi a seguire.

#### 4.3.1 Design Builder

Il software *Design Builder* è caratterizzato da un motore di calcolo che, oltre a permettere la modellazione puntuale in CFD, consente l'esecuzione di analisi in regime dinamico su base annua (valutate con il motore di calcolo *Energy Plus*), in regime stazionario ed illuminotecnico. Tale strumento è normalmente utilizzato per la simulazione di volumi di dimensioni relativamente contenute (es. uffici singoli e open space, sale riunioni, locali comuni, etc), dotati di impianti "tradizionali" (es. climatizzazione mediante ventilconvettori o sistemi radianti). Per tali ragioni è stato utilizzato per lo studio dei seguenti ambienti:

- A. Piano interrato – Laboratorio
- C. Piano terra – Biblioteca e sale approfondimenti tematici
- D. Piano terra – Sala incontri tematici
- E. Piano primo - uffici

Il software restituisce immagini tridimensionali costituite da vettori e gradienti di colore con scale di rappresentazione modulabili, che consentono di studiare fenomeni che si verificano a livello locale (velocità dell'aria, temperature radianti e operanti, mappe di PMV e PPD). Tale software è stato testato mediante un lavoro di convalida, effettuato dalla *Northumbria University*, Newcastle.

#### 4.3.2 Vento AEC

Per quanto concerne il software *VENTO AEC*, questo è stato sviluppato dalla casa produttrice (*CSPFea*) esclusivamente per lo studio di flussi di aria all'interno di volumi complessi e caratterizzati da condizioni al contorno estremamente variabili. Tale strumento è stato utilizzato per la simulazione della navata centrale (ambiente *F*: piano primo e terra – Biblioteca) e dell'ambiente interrato dell'edicola (ambiente *B*: piano interrato – Biblioteca), in quanto caratterizzati da ambienti estremamente ampi e da sistemi di climatizzazione complessi (ugelli a lancio profondo abbinati a sistemi a dislocamento e/o pavimento radiante). Non fornendo direttamente mappe di PMV e PPD, i dati ottenuti mediante tale simulazione sono stati poi aggregati e analizzati globalmente così da ottenere delle previsioni di comfort globali per ambiente.

#### 4.3.3 Definizione delle condizioni al contorno

L'iter progettuale ha previsto la realizzazione di una serie di interventi, riguardanti sia i componenti d'involucro edilizio, sia gli impianti di climatizzazione, finalizzati ad elevare il livello di comfort termologico all'interno dell'edificio.

Si riporta all'interno della Tabella 6 un quadro riassuntivo delle strategie energetiche messe in atto e delle ricadute attese sul comfort termologico degli ambienti interni.

*Tabella 6 – Analisi delle strategie energetiche messe in atto e dei benefici attesi sul comfort termo-igrometrico*

INTERVENTO	RICADUTE IN TERMINI DI COMFORT TERMO-IGROMETRICO
<b>COIBENTAZIONE DELLA TOTALITÀ DELLE STRUTTURE DELL'INVOLUCRO EDILIZIO CONFINANTI IL VOLUME CLIMATIZZATO E SOSTITUZIONE DEI SERRAMENTI ESISTENTI</b>	Maggiore <b>uniformità della temperatura radiante</b> sia durante il periodo invernale che quello estivo e drastica riduzione dei possibili casi di asimmetria radiante
	Aumento della temperatura superficiale durante il periodo invernale e <b>riduzione dei casi di possibile condensa superficiale e di muffe sulle strutture edilizie</b> (ricaduta positiva per il miglioramento della qualità dell'aria interna anche se non direttamente correlata agli aspetti di comfort termo-igrometrico)
	Riduzione del carico termico in ambiente, così da permettere l' <b>utilizzo di terminali in bassa temperatura</b> per la climatizzazione invernale ed estiva, i quali saranno caratterizzati da una temperatura prossima alla temperatura dell'aria in ambiente
	<b>riduzione della formazione di correnti d'aria</b> convettive conseguenti alla presenza di superfici caratterizzate da temperature superficiali distanti dalla temperatura media dell'aria in ambiente
<b>UTILIZZO DI SISTEMI DI VENTILAZIONE A DISLOCAMENTO</b>	Presenza in ambiente di <b>velocità dell'aria contenute</b>
	<b>Efficace rimozione degli inquinanti ambientali e dei VOC</b> dalle zone caratterizzate dalla presenza di utenza finale
<b>UTILIZZO DI SISTEMI DI EMISSIONE DEL CALORE IN BASSA TEMPERATURA (SISTEMA RADIANTE A PAVIMENTO)</b>	Maggior <b>uniformità delle temperature in ambiente</b>
	Utilizzo di <b>sistemi normalmente più silenziosi</b> rispetto a soluzioni che prevedono solo sistemi di emissione tradizionali (bocchette ad alta velocità)

Come riportato in Tabella 6, la **ventilazione a dislocamento** ha permesso di contenere le velocità dell'aria in ambiente e di garantire un efficace smaltimento degli inquinanti (quest'ultimo aspetto acquista particolare efficacia in virtù delle elevate altezze presenti nella navata centrale del padiglione 2). Tale sistema consiste nell'immissione in ambiente di aria a bassa velocità a livello del pavimento, la quale, riscaldandosi grazie a sistemi radianti e ai naturali pennacchi termici caratterizzanti le persone e le apparecchiature elettroniche, aumenta di quota trasportando eventuali inquinanti nella parte alta degli ambienti (volumi non occupati dalle persone), ove questi sono smaltiti.

Tale tecnologia è stata utilizzata in tutti gli ambienti caratterizzati da un'elevata altezza interna, mentre per gli ambienti di altezza più contenuta (es. uffici prospicienti corso Massimo D'Azzeglio o locali presenti sotto le balconate) si è preferito adottare sistemi di ventilazione a miscelazione.

Partendo dall'analisi delle stratigrafie post-riqualificazione e degli interventi di coibentazione/sostituzione sopra descritti, sono stati ricavati i valori di temperatura superficiale interna dei vari locali, mediante l'analisi del flusso termico che attraverserebbe tali componenti edilizi in condizioni di progetto.

Tale flusso termico dipende dal gradiente di temperatura esterno/interno ( $\Delta T$ ), dal coefficiente di scambio termico liminare ( $h_i$ ) e dalla trasmittanza termica ( $U$ ) del componente stesso ed è calcolato con la seguente equazione:

$$\Phi = U \cdot \Delta T \quad [\text{W/m}^2] \quad [1]$$

$$T_{\text{super.int}} = T_{\text{interna}} - (\Phi/h_i) \quad [^\circ\text{C}] \quad [2]$$

Dove  $h_i$  è il coefficiente di adduzione che vale  $7,7 \text{ W/m}^2\text{K}$  per le superfici verticali interne,  $5,9 \text{ W/m}^2\text{K}$  per le superfici orizzontali interne con flusso discendente e  $10 \text{ W/m}^2\text{K}$  per le superfici orizzontali interne con flusso ascendente (da norma UNI EN ISO 6946).

Per il periodo invernale si è considerato quanto segue:

- temperatura dell'aria interna pari a 20 °C (valore di progetto);
- umidità relativa dell'aria interna pari a 50% (valore di progetto);
- temperatura esterna pari a -8 °C (corrispondente alla temperatura di progetto secondo la norma UNI 5364 e s.m.i.);
- temperatura degli ambienti non climatizzati localizzati al piano interrato pari a 10°C (dato ottenuto utilizzando fattore di correzione  $b_{tr,U}$  da UNI EN 12831:2006 come da elaborati progettuali);
- irradianza solare considerata pari a zero (condizioni maggiormente gravose).

e per il periodo estivo:

- temperatura dell'aria interna pari a 26 °C (valore di progetto);
- umidità relativa dell'aria interna pari a 50% (valore di progetto);
- temperatura esterna pari a 30,5 °C (secondo la norma UNI 10349);
- temperatura locali non climatizzati pari a 30,5 °C (assumendo, in via cautelativa, il medesimo valore di progetto utilizzato per la temperatura esterna);
- irradianza solare massima estiva incidente sulle superfici alla latitudine di 45°N e per le diverse esposizioni secondo la normativa UNI 10349 (all'interno del grafico riportato in Figura 31 sono rappresentati gli andamenti orari per i vari orientamenti dell'irradianza solare caratterizzante del caso in esame).

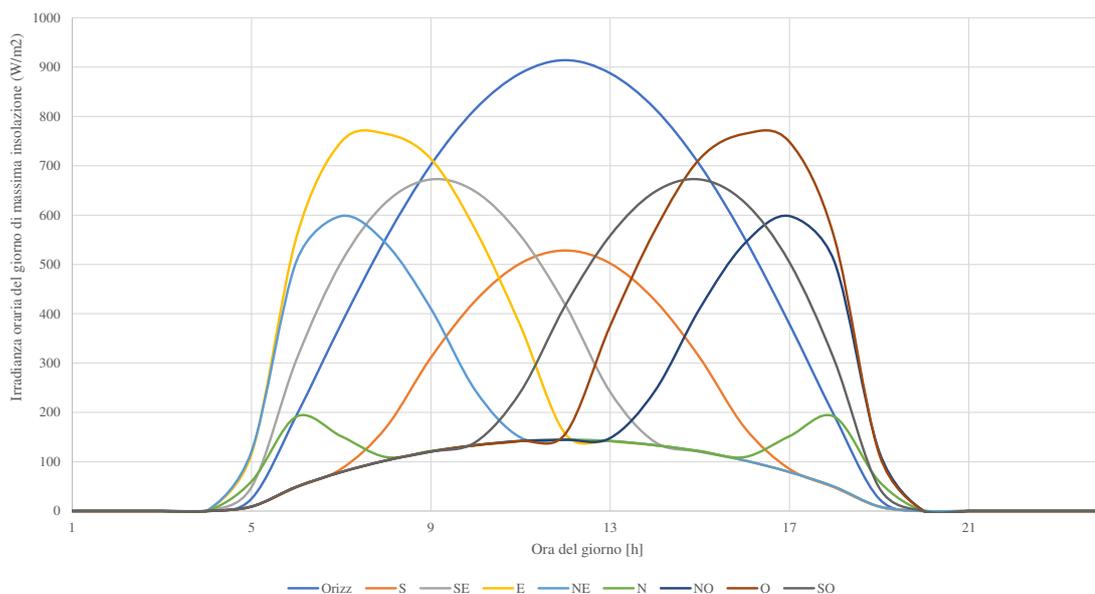


Figura 31 – Andamento dell'irradianza oraria del giorno di massima insolazione (W/m<sup>2</sup>)

In merito alle caratteristiche termiche dei diversi componenti edilizi, si rimanda a quanto contenuto all'interno degli elaborati progettuali di competenza. A titolo indicativo, si riporta a seguire una breve descrizione dei singoli componenti edilizi congiuntamente al relativo livello prestazione considerato (trasmissione termica U):

- **Solaio controterra:** struttura dotata di intercapedine debolmente areata, di strato coibente in poliuretano e di sistema radiante a pavimento (valori di temperatura superficiali definiti tramite i set-point relativi ai pannelli radianti);
- **Solaio verso ambienti non climatizzati siti al piano interrato:** struttura in calcestruzzo armato, dotata di strato coibente in polistirene all'intradosso e di sistema radiante a pavimento (valori di temperatura superficiali definiti tramite i set-point relativi ai pannelli radianti);

- Copertura della navata centrale: struttura in calcestruzzo armato esistente dotata all'estradosso di isolamento termico in polistirene e finitura in lamiera metallica altamente riflettente ( $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Coperture piane: strutture in laterocemento o calcestruzzo armato esistenti, dotate all'estradosso di isolamento termico in polistirene e finitura in membrana impermeabilizzante altamente riflettente ( $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ )
- Muratura su esterno con isolamento a cappotto: muratura esistente in laterizio forato, con coibentazione dall'esterno mediante pannelli in lana minerale e finitura intonacata ( $U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Muratura su esterno con isolamento dall'interno: muratura esistente in laterizio forato, con coibentazione dall'interno in pannelli di poliuretano racchiusi da una contro-parete in cartongesso ( $U = 0,21 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Muratura verso vani tecnici siti al piano interrato: muratura in laterizio con coibentazione eseguita in pannelli di lana minerale ( $U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$ );
- Serramenti esterni verticali: elementi dotati di telaio in alluminio e vetro camera basso emissivo a controllo solare ( $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  – valore medio previsto a progetto);
- Lucernai orizzontali e serramenti presenti in copertura: elementi dotati di telaio in alluminio e elemento trasparente in policarbonato ( $U_w = 1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$  – valore medio previsto a progetto);
- Strutture adiabatiche interne al volume climatizzato: strutture edilizie e serramenti interni caratterizzati da temperature superficiali pari alla temperatura di set point del periodo analizzato.

Per quanto concerne gli impianti tecnologici, sono presenti impianti di ventilazione meccanica bilanciata e di climatizzazione invernale ed estiva alimentati questi ultimi da pompe di calore ad acqua. Tali sistemi sono dotati delle seguenti dotazioni per la ventilazione e l'emissione del calore in ambiente:

- sistemi radianti a pavimento;
- ventilconvettori;
- bocchette ed ugelli per l'immissione di aria collegate ad UTA centralizzate.

I dati di funzionamento di ciascuno dei terminali sopracitati sono stati desunti dalla documentazione progettuale inerente agli impianti meccanici e sono riassunti all'interno delle tabelle riportate a seguire:

*Tabella 7 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE A: Piano interrato – Laboratorio*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
PAVIMENTO RADIANTE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il riscaldamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il raffrescamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 21°C</p>
BOCCHETTA LINEARE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria ed il riscaldamento con portata della singola bocchetta pari a 350 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 25°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 350 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 16°C</p>

*Tabella 8 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE B: Piano interrato – Biblioteca*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
PAVIMENTO RADIANTE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il riscaldamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il raffrescamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 21°C</p>
UGELLO A LANCIO PROFONDO	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria ed il riscaldamento con portata della singola bocchetta pari a 200 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 200 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 16°C</p>

*Tabella 9 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE C: Piano terra – Biblioteca e sale approfondimenti tematici*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
PAVIMENTO RADIANTE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il riscaldamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il raffrescamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 21°C</p>
VENTILCONVETTORI	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistemi in funzione per il riscaldamento con immissione di aria in ambiente per circa 455 m<sup>3</sup>/h per terminale e temperatura dell'aria immessa pari a 35°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistemi in funzione per il raffrescamento con immissione di aria in ambiente per circa 455 m<sup>3</sup>/h per terminale e temperatura dell'aria immessa pari a 15°C</p>
DIFFUSORE A DISLOCAMENTO A PAVIMENTO	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria con portata della singola bocchetta pari a 100 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 20°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 120 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 21°C</p>

*Tabella 10 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE D: Piano terra – Sala incontri tematici*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
PAVIMENTO RADIANTE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il riscaldamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il raffrescamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 21°C</p>
DIFFUSORE A BOCCHETTE COMBINATO MANDATA/RIPRESA	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria ed il riscaldamento con portata della singola bocchetta pari a 250 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 25°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 250 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 16°C</p>

*Tabella 11 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE E: Piano terra e primo – Biblioteca*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
PAVIMENTO RADIANTE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il riscaldamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 28°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il raffrescamento, installato a pavimento sull'intera superficie disponibile, dotato di temperatura media pari a 21°C</p>
DIFFUSORE A DISLOCAMENTO A PAVIMENTO (NAVATA CENTRALE)	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria con portata della singola bocchetta pari a 100 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 20°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 120 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 21°C</p>
UGELLO A LANCIO PROFONDO (BALCONATE E GIARDINO IPOGEO)	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria ed il riscaldamento con portata della singola bocchetta pari a 225 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 25°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 225 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 16°C</p>

*Tabella 12 – Definizione dei terminali impiantistici – AMBIENTE F: Piano primo - Uffici*

TIPOLOGIA DI TERMINALE IMPIANTISTICO	FUNZIONAMENTO IN CONDIZIONI DI PROGETTO
BOCCHETTA LINEARE	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria ed il riscaldamento con portata della singola bocchetta pari a 370 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 23°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistema in funzione per il ricambio dell'aria e il raffrescamento, con portata della singola bocchetta pari a 370 m<sup>3</sup>/h e temperatura dell'aria immessa pari a 23°C</p>
VENTILCONVETTORI CANALIZZATI	<p><b>STAGIONE INVERNALE:</b> sistemi in funzione per il riscaldamento con immissione di aria in ambiente per circa 420 m<sup>3</sup>/h a terminale e temperatura dell'aria immessa pari a 35°C</p> <p><b>STAGIONE ESTIVA:</b> sistemi in funzione per il raffrescamento con immissione di aria in ambiente per circa 420 m<sup>3</sup>/h per terminale e temperatura dell'aria immessa pari a 15°C</p>

Per quanto riguarda invece i parametri relativi al singolo individuo, si segnala quanto segue:

- **l'attività metabolica** è stata valutata pari a **1,2 met**, valore corrispondente ad un'attività sedentaria;
- **il livello di abbigliamento** degli utenti è stato valutato pari a:
  - o **1 clo** per la stagione invernale;
  - o **0,7 clo** per la stagione estiva.

#### 4.4 Risultati dei calcoli: software Design Builder

##### 4.4.1 AMBIENTE A: piano interrato – Laboratorio

L'ambiente in oggetto è localizzato al piano interrato, al di sotto della navata centrale del padiglione 2. Analizzandone l'involucro edilizio, si segnala che:

- due pareti verticali confinano con i locali tecnici localizzati al piano interrato, e sono caratterizzate da una temperatura superficiale pari a 19°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- una parete (prevalentemente vetrata) e la copertura confinano con altri ambienti climatizzati, pertanto si è adottata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- il pavimento presenta al suo interno le serpentine utilizzate per la climatizzazione invernale ed estiva e presenta una temperatura superficiale pari a 28°C per la stagione invernale e 20°C per quella estiva.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in Tabella 7.

#### REGIME INVERNALE

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime invernale.

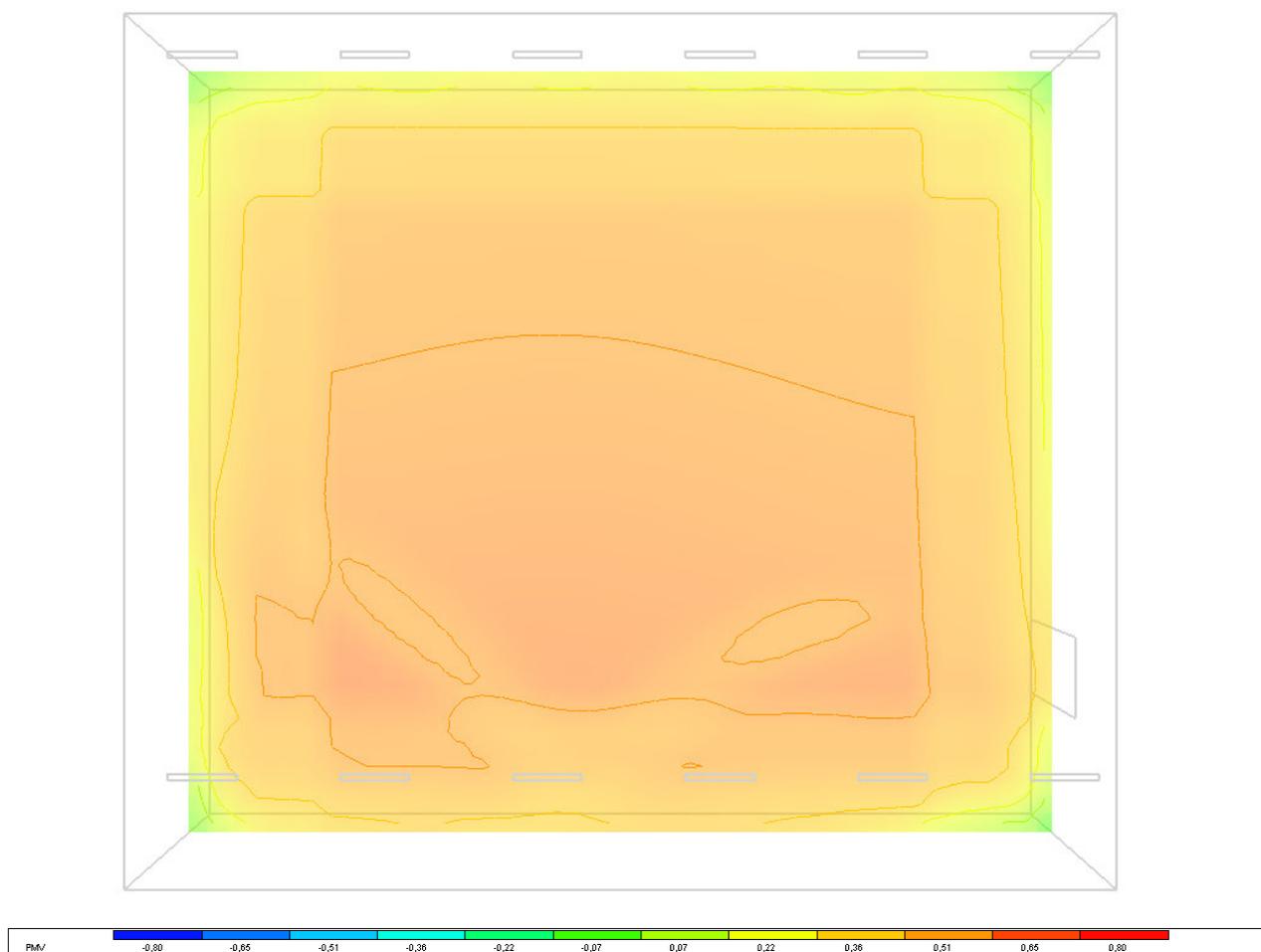


Figura 32 – Ambiente A – PMV regime invernale

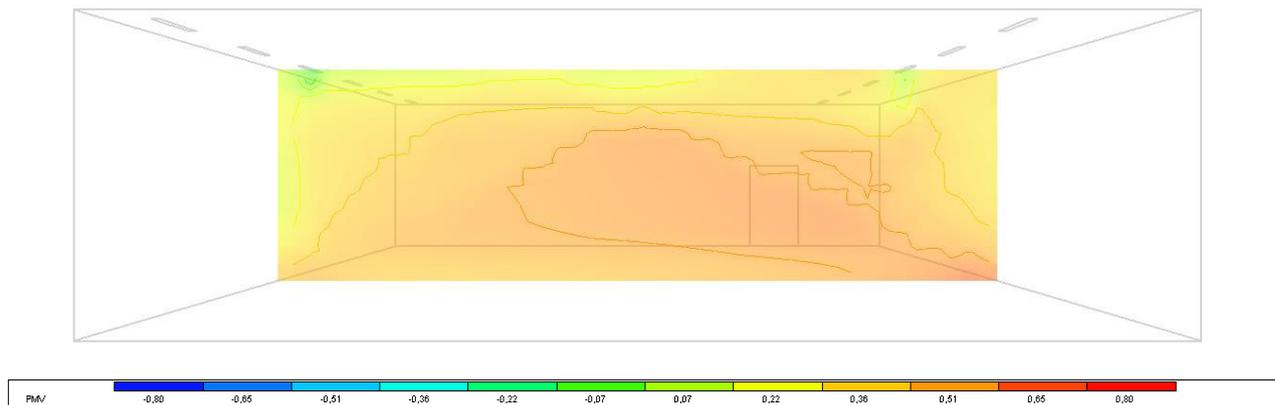


Figura 33 – Ambiente A – PMV regime invernale

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma.

**REGIME ESTIVO**

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime estivo.

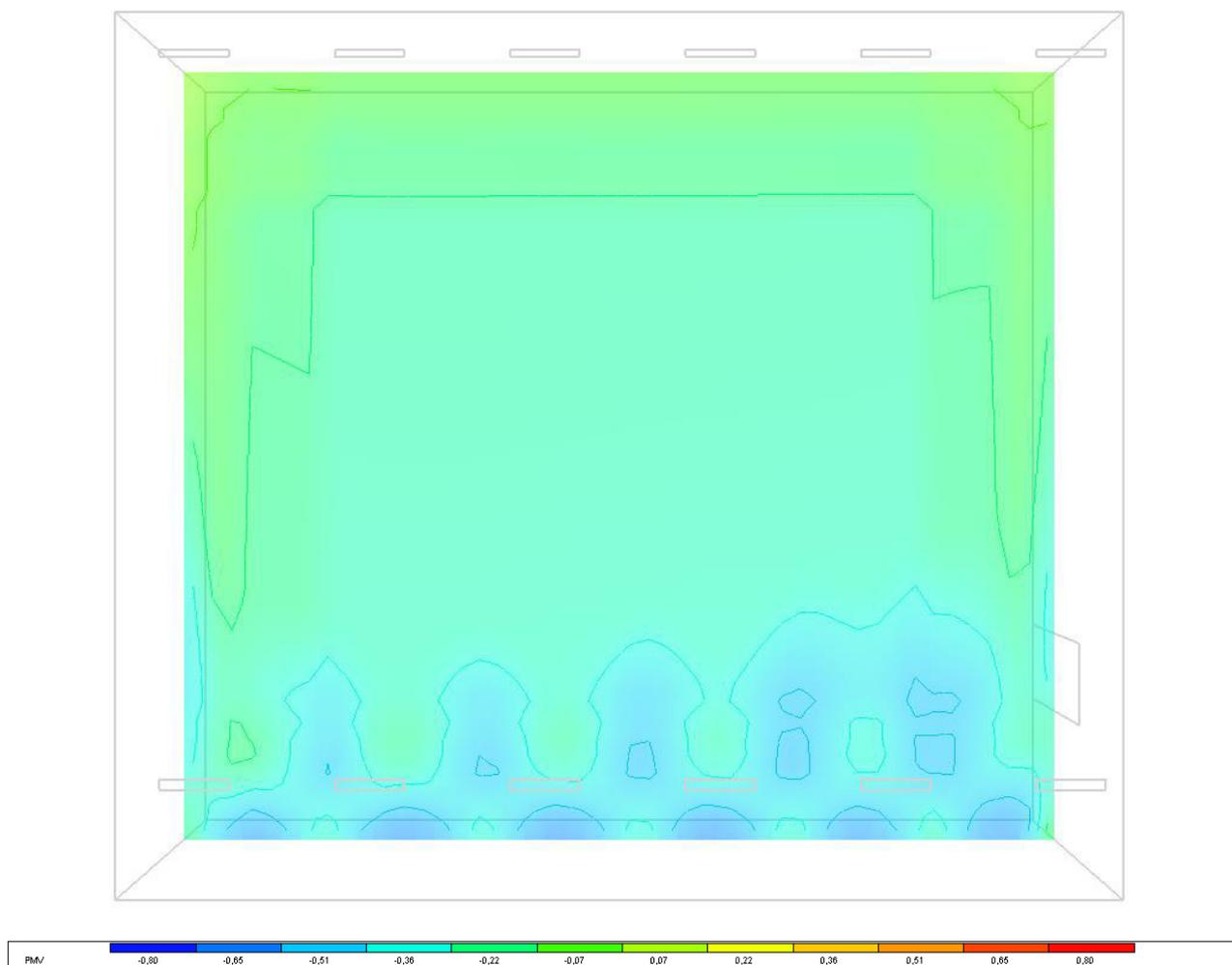


Figura 34 – Ambiente A – PMV regime estivo

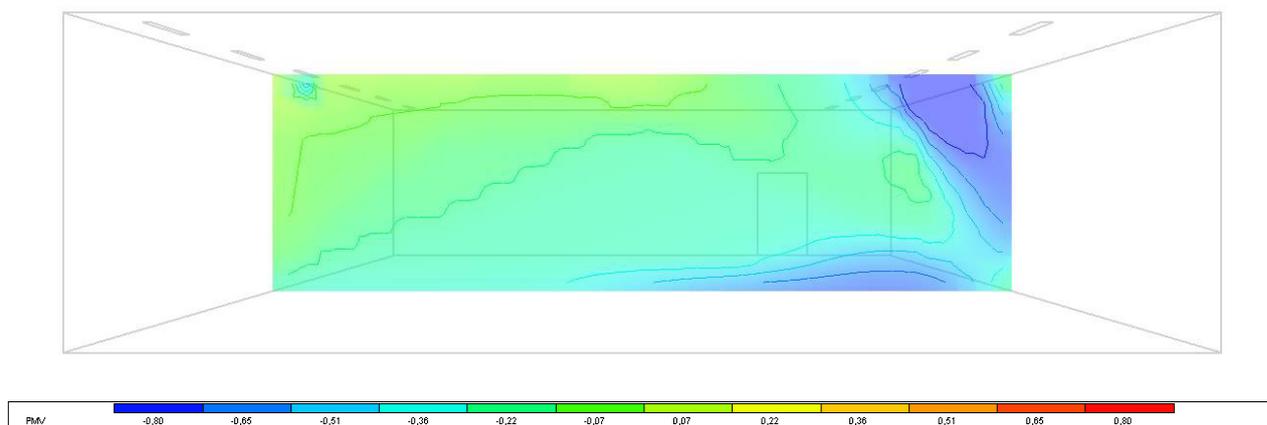


Figura 35 – Ambiente A – PMV regime estivo

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma. Si segnala come alcune zone localizzate in corrispondenza del lancio delle bocchette dell'aria presentino valori di *PMV* inferiori a -0,5. Tuttavia tali zone non sono interessate dall'occupazione continuativa, in quanto zone di passaggio e/o adiacenti alle pareti esterne e quindi non particolarmente rilevanti ai fini del comfort termico. In linea generale si specifica che il progetto esecutivo, occupandosi della selezione puntuale dei terminali d'impianto, dovrà tenere in maggiore considerazione la posizione e l'orientamento di queste bocchette in modo da minimizzare il più possibile il rischio di discomfort.

#### 4.4.2 AMBIENTE C: piano terra – Biblioteca e sale approfondimenti tematici

L'ambiente in oggetto è localizzato al piano terreno, all'interno della porzione di edificio denominata padiglione 4 (volume semicircolare localizzato nella porzione sud est del fabbricato).

Analizzandone l'involucro edilizio, si segnala che:

- la parete curva confina con l'esterno risulta occupata da un'importante superficie finestrata (di nuova installazione), mentre le porzioni in muratura opache sono oggetto di coibentazione dall'esterno. Per quanto concerne la simulazione invernale si è adottata una temperatura superficiale interna pari a 19°C per le strutture opache e pari a 14°C per le strutture trasparenti. Per quanto concerne invece la simulazione estiva, risulta valido quanto segue:
  - le strutture opache presentano una temperatura superficiale pari a 27°C;
  - le strutture trasparenti sono state imputate nel calcolo considerando la radiazione termica che potrebbe verificarsi in condizione di massimo irraggiamento solare (si veda l'andamento dell'irraggiamento solare descritto in Figura 31), tenendo conto inoltre del fattore solare del serramento ( $g_{gl,sh}$  pari al 35%) e di una contrazione del 10% imputabile alla presenza di telai opachi e di ostruzioni esterne;
- relativamente alle pareti confinanti verso l'interno del fabbricato, si è adottata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- la copertura risulta coibentata dall'esterno e racchiusa da una finitura altamente riflettente e presenta una temperatura superficiale pari a 19°C per la stagione invernale e pari a 27°C per quella estiva;
- il pavimento racchiude al suo interno le serpentine utilizzate per la climatizzazione invernale ed estiva ed è caratterizzato da una temperatura superficiale pari a 28°C per la stagione invernale e 20°C per quella estiva.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in Tabella 9.

## REGIME INVERNALE

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime invernale.

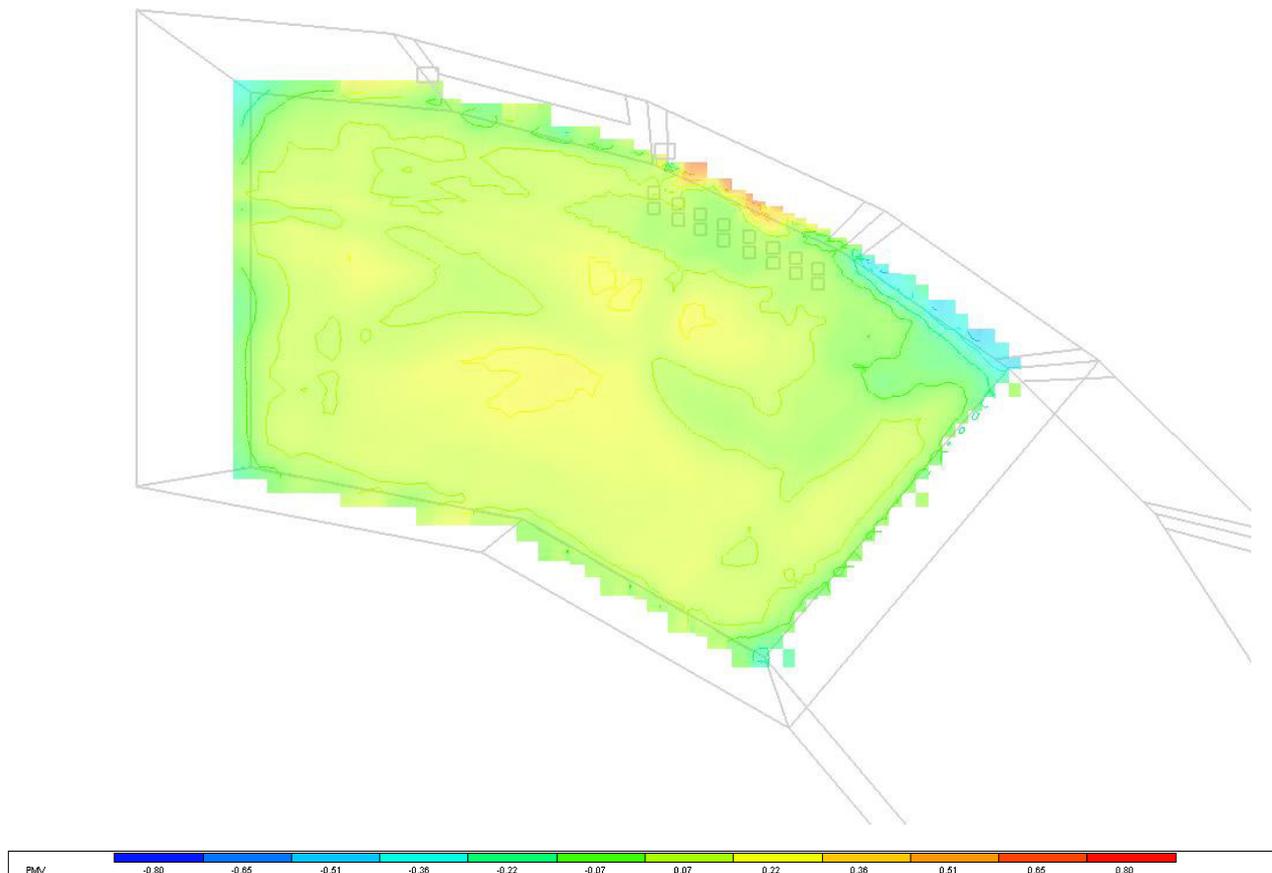


Figura 36 – Ambiente C – PMV regime invernale

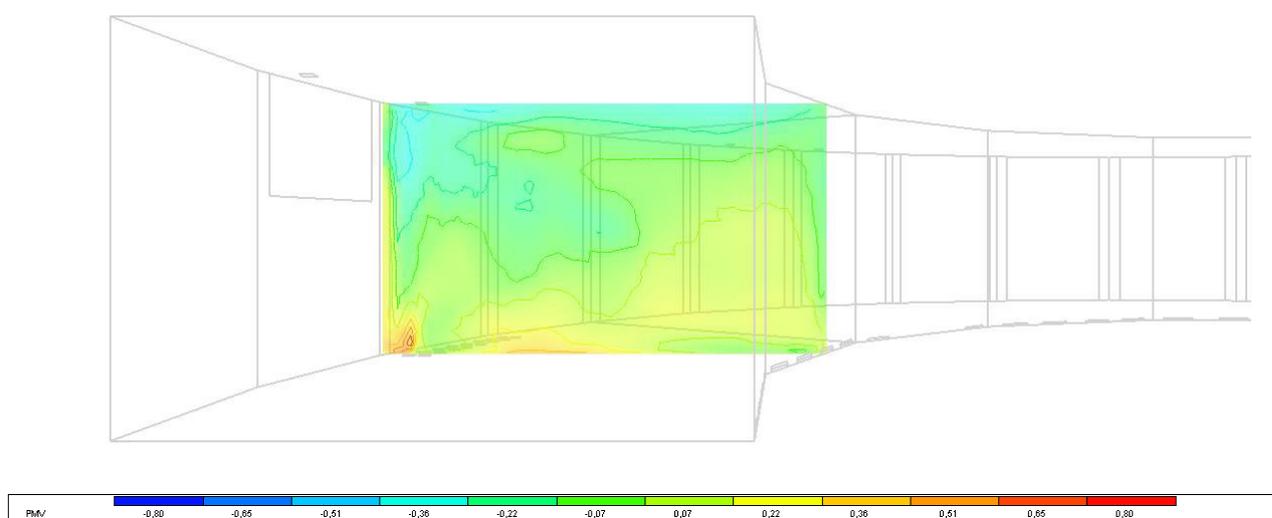


Figura 37 – Ambiente C – PMV regime invernale

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma.

**REGIME ESTIVO**

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro PMV per il regime estivo.

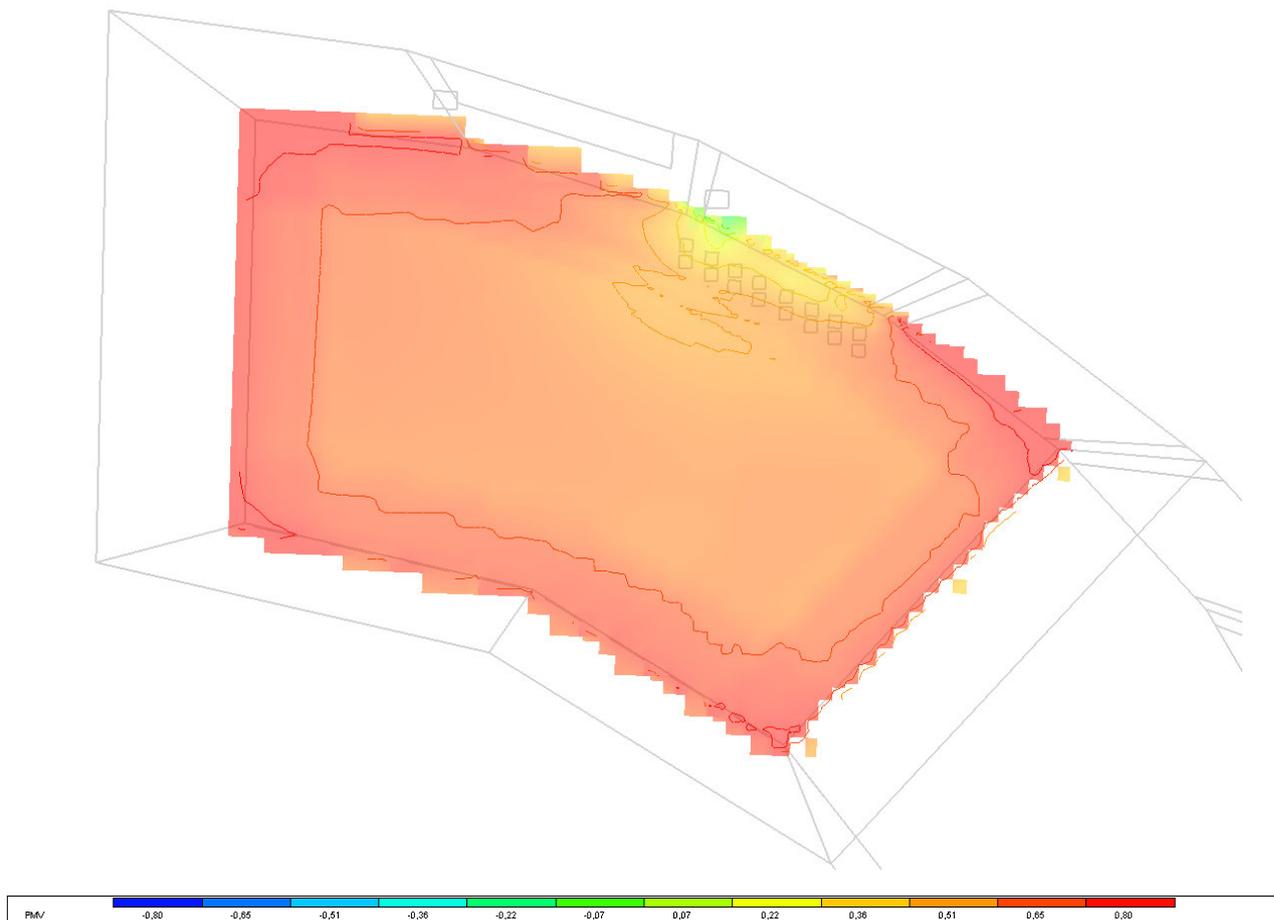


Figura 38 – Ambiente C – PMV regime estivo

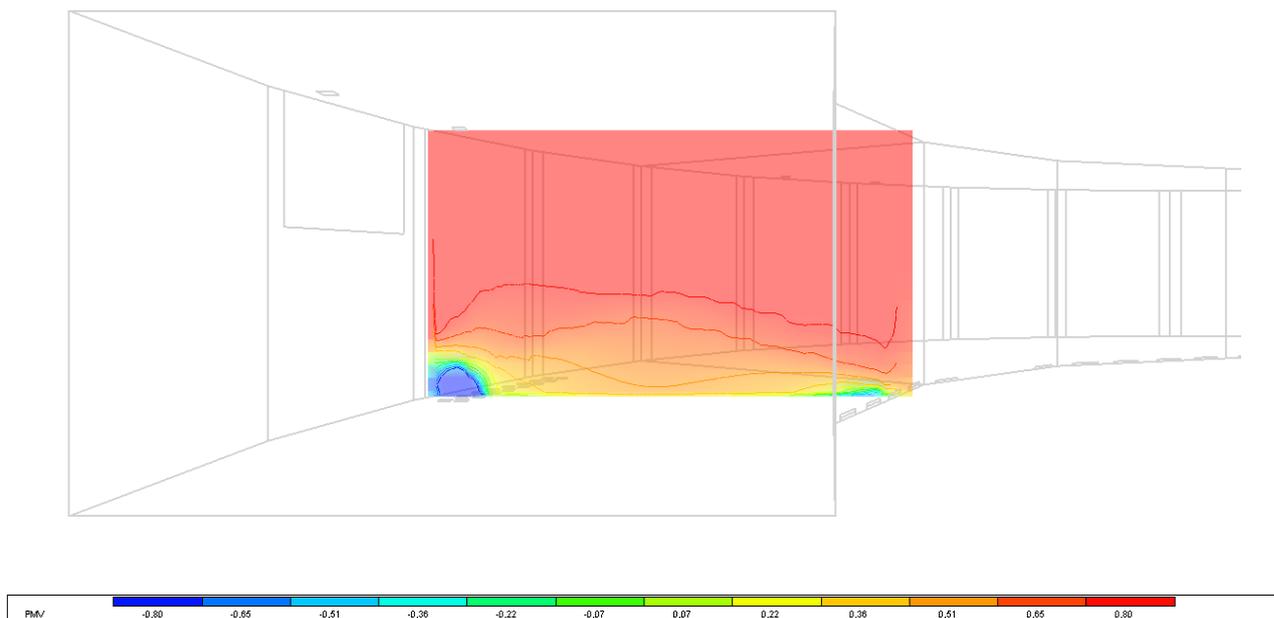


Figura 39 – Ambiente C – PMV regime estivo

Dall'analisi dei risultati ottenuti dalle simulazioni, è possibile osservare come la porzione del volume caratterizzata da un'occupazione continua da parte degli utenti (cioè la fascia compresa tra la quota di pavimento e un'altezza di circa 2m) presenta valori di *PMV* compresi tra +0,2 e +0,5, con alcune porzioni che raggiungono i +0,70. Tali condizioni permettono di affermare come l'ambiente risulti prevalentemente compreso all'interno della classe di comfort B, ma a causa dell'elevata incidenza della radiazione solare, alcune porzioni ricadono all'interno della classe C. Tali condizioni sono direttamente correlate alla particolare geometria della struttura e all'impossibilità di installare schermature solari esterne in virtù dei vincoli architettonici gravanti sull'edificio. Si ritiene tuttavia che il risultato raggiunto in termini di comfort termico sia sufficientemente cautelativo per i futuri occupanti in quanto anche in presenza delle condizioni esterne più gravose (poche ore all'anno), l'ambiente risulta almeno in Classe C. Il progetto esecutivo dovrà intervenire per l'ulteriore miglioramento delle condizioni interne mediante scelte puntuali di terminali impiantistici ed elementi dell'involucro (in particolare sulla prestazione del vetro) oltre che di tendaggi interni tecnici per l'ulteriore contenimento dell'incidenza della radiazione entrante.

#### 4.4.3 AMBIENTE D: piano terra– Sala incontri tematici

L'ambiente in oggetto è localizzato al piano terra, ai lati della navata centrale del padiglione 2.

Analizzandone l'involucro edilizio, si segnala che: -

- la parete frontale, le due laterali ed il soffitto separano l'ambiente in oggetto da altri locali dotati di terminali per la climatizzazione invernale ed estiva, pertanto si è considerata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva
- Per quanto concerne le pareti confinate con il vano tecnico (parete opposta a quella confinante con la navata centrale) si è adottata una temperatura superficiale pari a 19°C per la stagione invernale e 27°C per quella estiva;
- il pavimento presenta al suo interno le serpentine utilizzate per la climatizzazione invernale ed estiva ed è caratterizzato da una temperatura superficiale pari a 28°C per la stagione invernale e 20°C per quella estiva.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in Tabella 10.

#### REGIME INVERNALE

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime invernale.

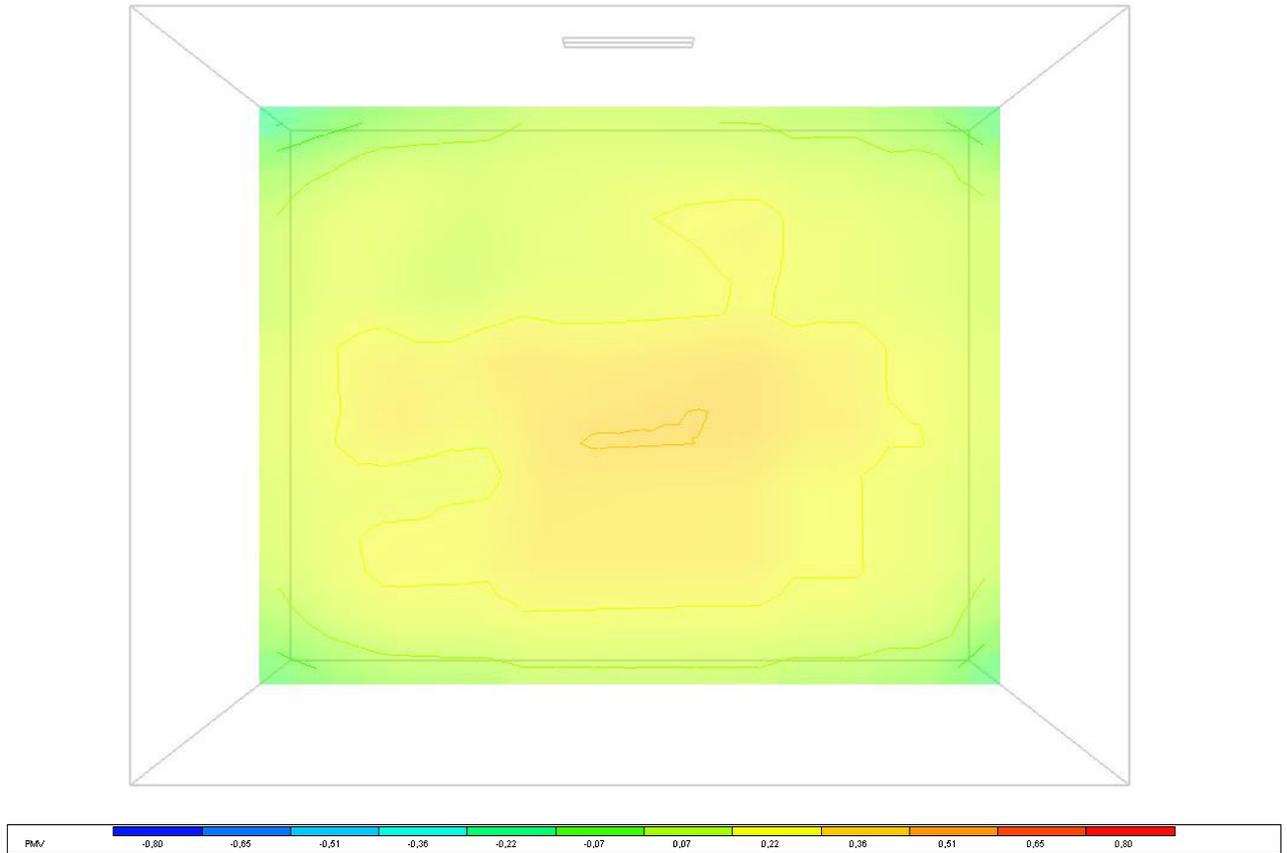


Figura 40 – Ambiente D – PMV regime invernale

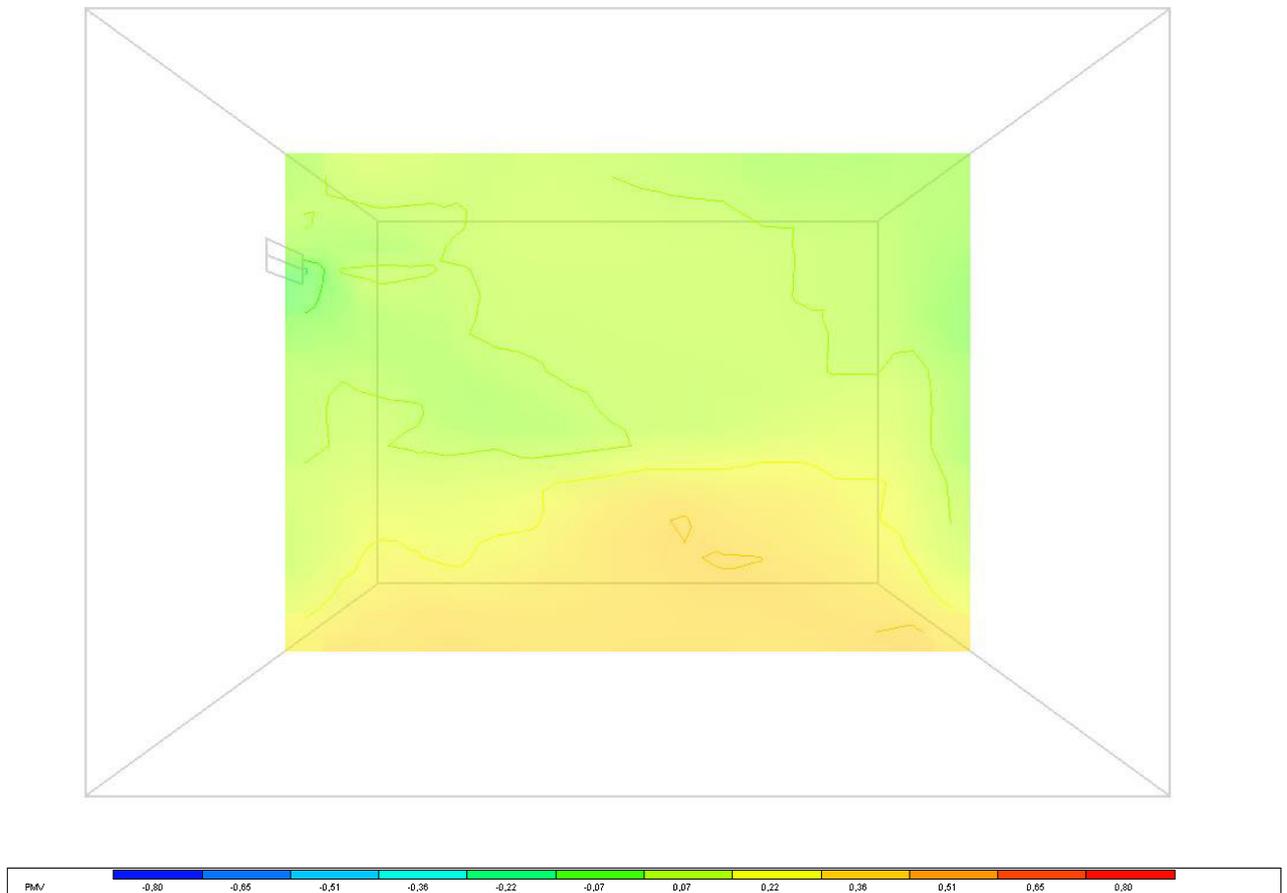


Figura 41 – Ambiente D – PMV regime invernale

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma.

### REGIME ESTIVO

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime estivo.

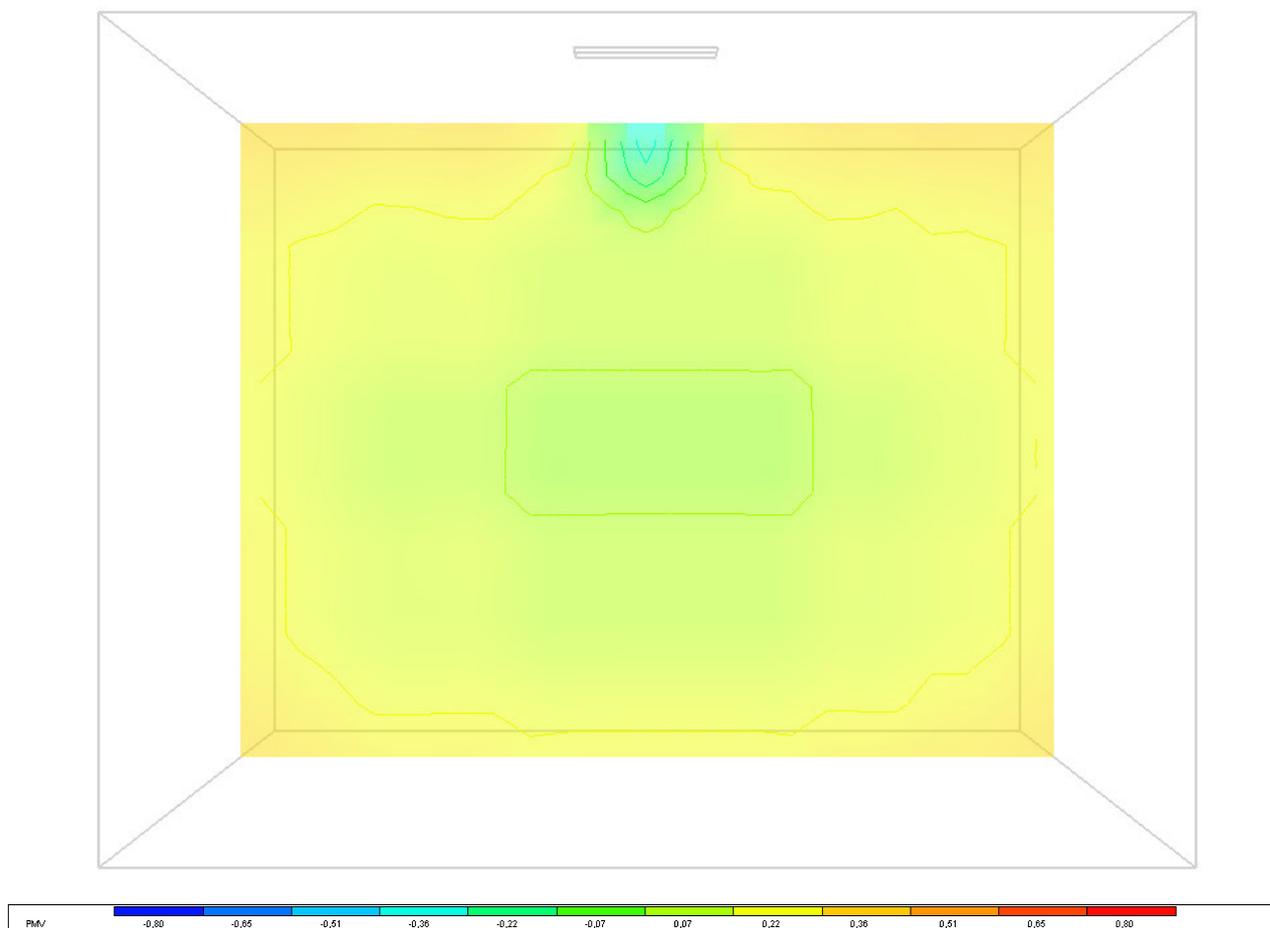


Figura 42 – Ambiente D – PMV regime estivo

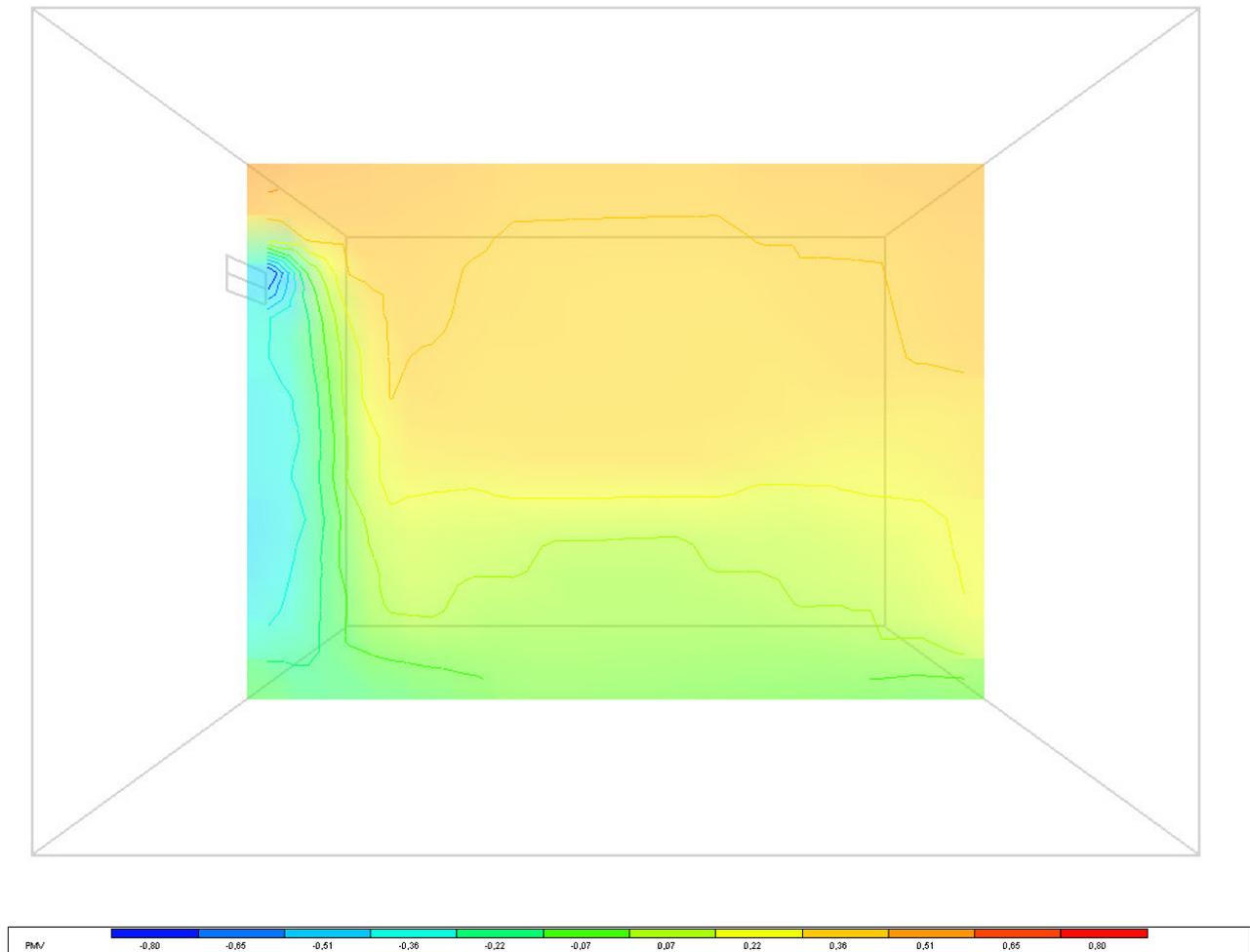


Figura 43 – Ambiente D – PMV regime estivo

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma.

#### 4.4.4 AMBIENTE F: piano primo – uffici

L'ambiente in oggetto è localizzato al piano primo della manica prospiciente corso Massimo D'Azzeglio ed è stata simulata considerando quanto segue:

- la parete prospiciente corso Massimo D'Azzeglio è oggetto di coibentazione dall'interno ed è occupata parzialmente da un serramento a nastro oggetto di sostituzione. Per quanto riguarda la porzione opaca, si è considerata una temperatura superficiale invernale pari a 19°C, mentre durante il periodo estivo tale parametro è pari a 27°C. Per quanto concerne invece il serramento si è considerata una temperatura invernale pari a 14°C (considerata in assenza di radiazione solare), mentre per il periodo estivo, si è valutato il flusso termico entrante in condizioni di massimo irraggiamento solare (si veda l'andamento dell'irraggiamento solare descritto in Figura 31), tenendo conto inoltre del fattore solare del serramento ( $g_{gl,sh}$  pari al 35%);
- Per quanto concerne le altre pareti opache ed il solaio di pavimento, essendo disperdenti verso altri ambienti climatizzati, si è adottata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- la copertura risulta coibentata dall'esterno e racchiusa da una finitura altamente riflettente; la temperatura superficiale invernale è stata valutata pari a 19°C, mentre per la stagione estiva è pari a 27°C.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in Tabella 12.

**REGIME INVERNALE**

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime invernale.

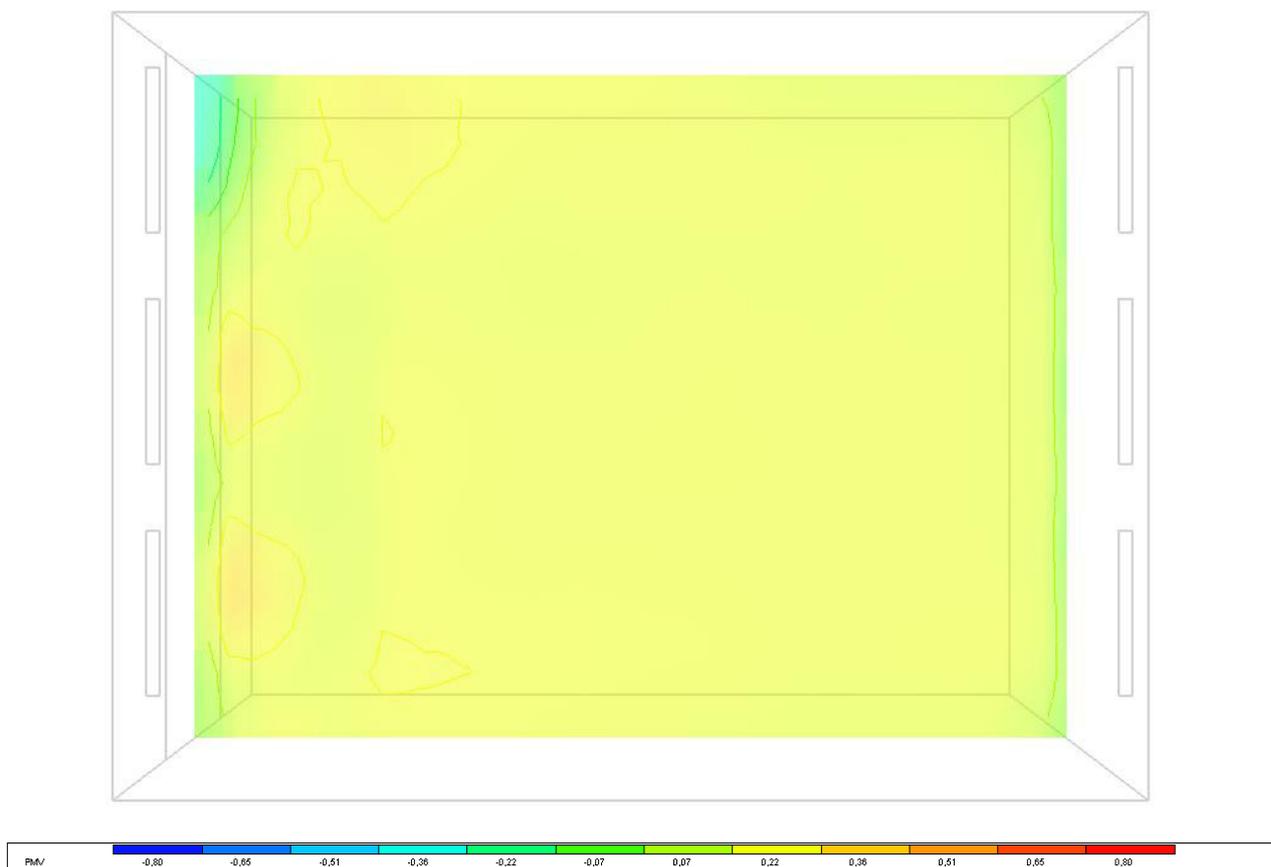


Figura 44 – Ambiente F – PMV regime invernale

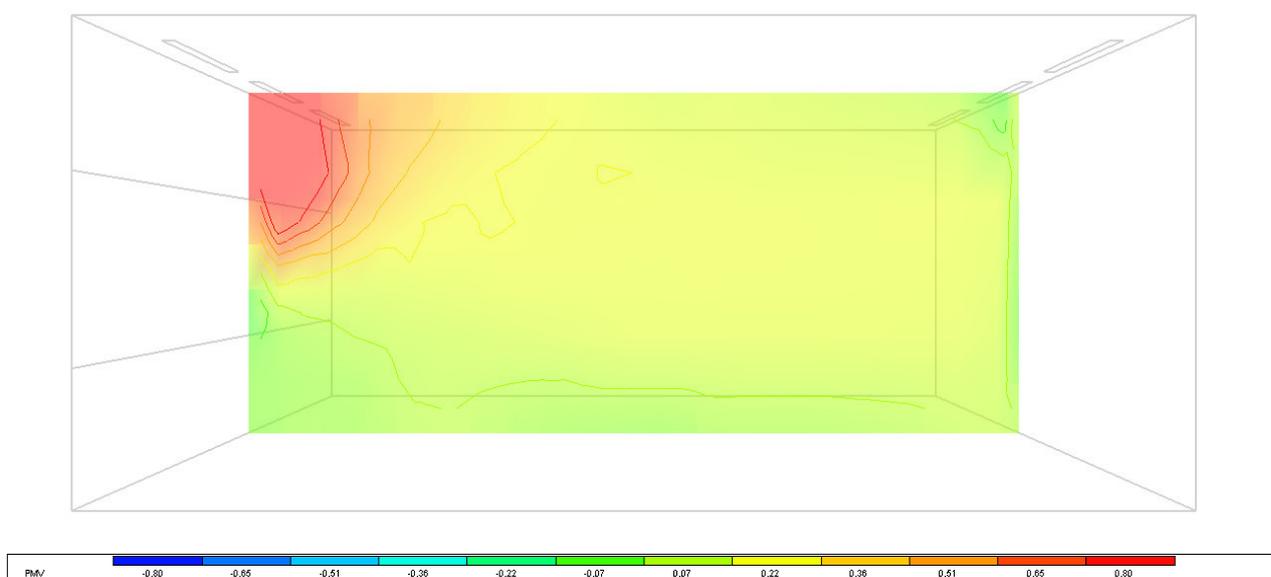


Figura 45 – Ambiente F – PMV regime invernale

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma.

### REGIME ESTIVO

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Design Builder*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione del parametro *PMV* per il regime estivo.

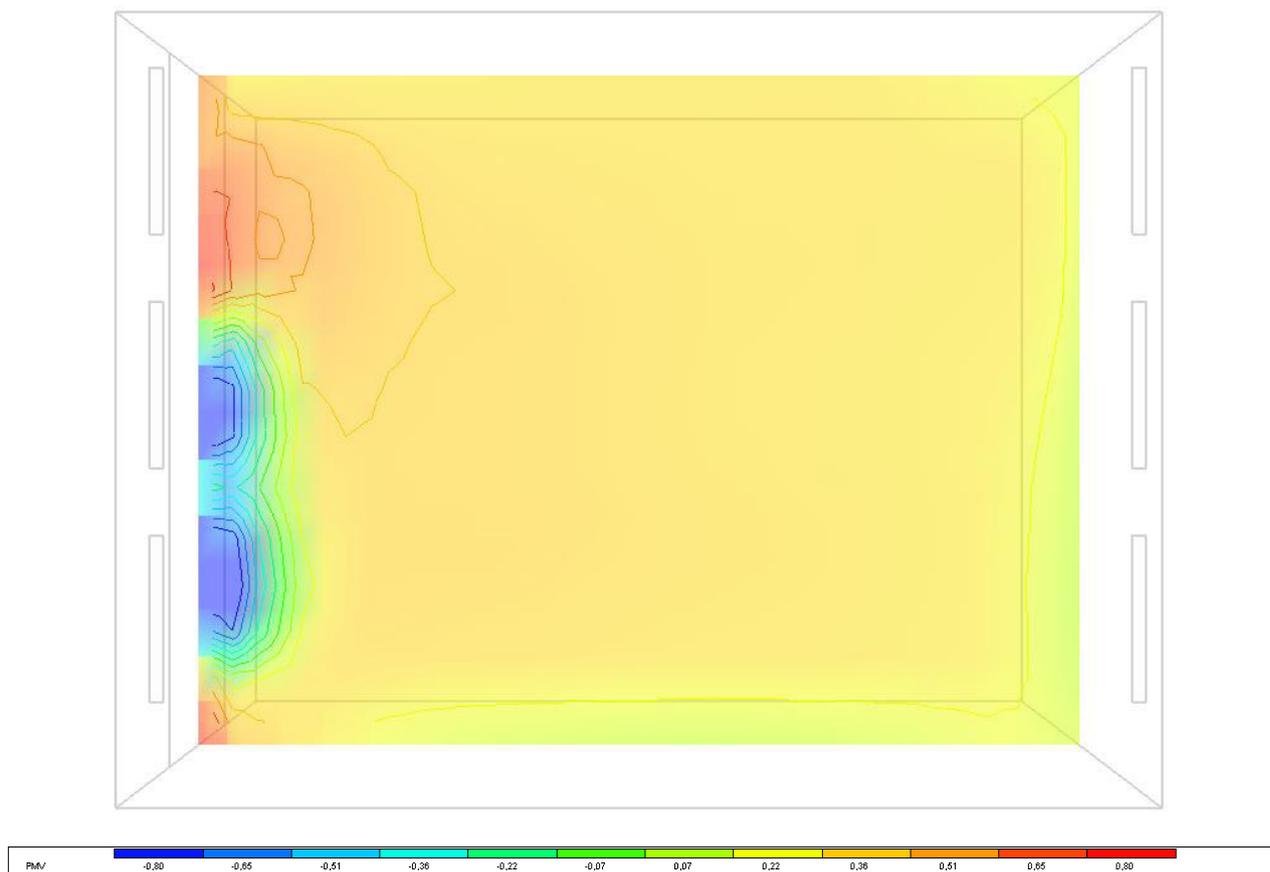


Figura 46 – Ambiente F – *PMV* regime estivo

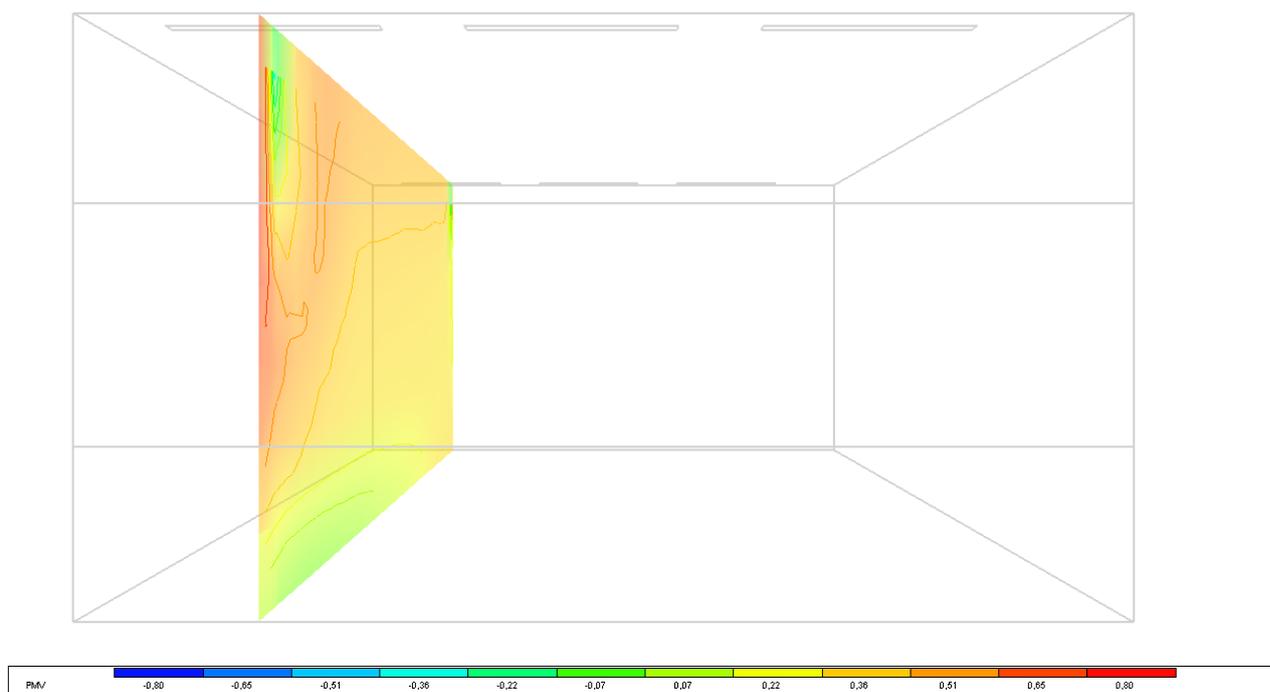


Figura 47 – Ambiente F – PMV regime estivo

Dall'analisi di tali elaborazioni, si evince come i valori di *PMV* per le zone occupate varino tra -0,5 e +0,5, corrispondenti alla classe B prevista dalla norma. Si segnala come la zona sottostante le bocchette dell'aria afferenti al ventilconvettore canalizzato presenti un valore di *PMV* inferiore a -0,5. Tale zona non è considerata una zona occupata (adiacente alla parete esterna) e quindi si ritiene lo scostamento evidenziato non influente ai fini delle valutazioni di comfort.

## 4.5 Risultati dei calcoli: software Vento AEC

### 4.5.1 AMBIENTE B: piano interrato – Biblioteca

L'ambiente in oggetto è localizzato al piano interrato della porzione di edificio denominata padiglione 4 (volume semicircolare localizzato nella porzione sud est). Analizzandone l'involucro edilizio, si segnala che:

- La parete lineare localizzata verso l'interno del complesso, comunica con un ambiente climatizzato utilizzato come deposito, pertanto si è adottata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva
- Per quanto concerne le pareti confinanti con l'esterno si è adottata una temperatura superficiale pari a 19°C per la stagione invernale e 27°C per quella estiva;
- La copertura e le pareti che racchiudono la scala di accesso all'ambiente in esame, sono state ipotizzate adiabatiche (in quanto confinanti con i volumi climatizzati soprastanti), pertanto si è adottata una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- il pavimento presenta al suo interno le serpentine utilizzate per la climatizzazione invernale ed estiva e presenta una temperatura superficiale pari a 28°C per la stagione invernale e 20°C per quella estiva.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in Tabella 8.

#### REGIME INVERNALE

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Vento AEC*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione della velocità dell'aria in ambiente per il regime invernale.

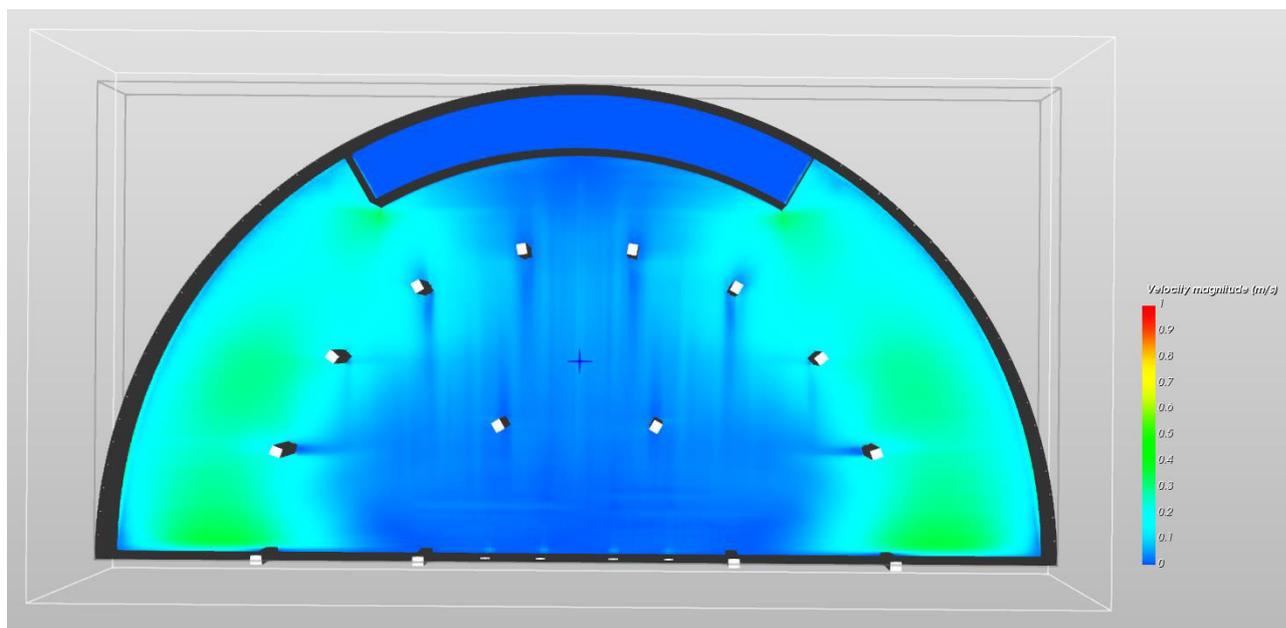


Figura 48 – Ambiente B – velocità dell'aria in regime invernale

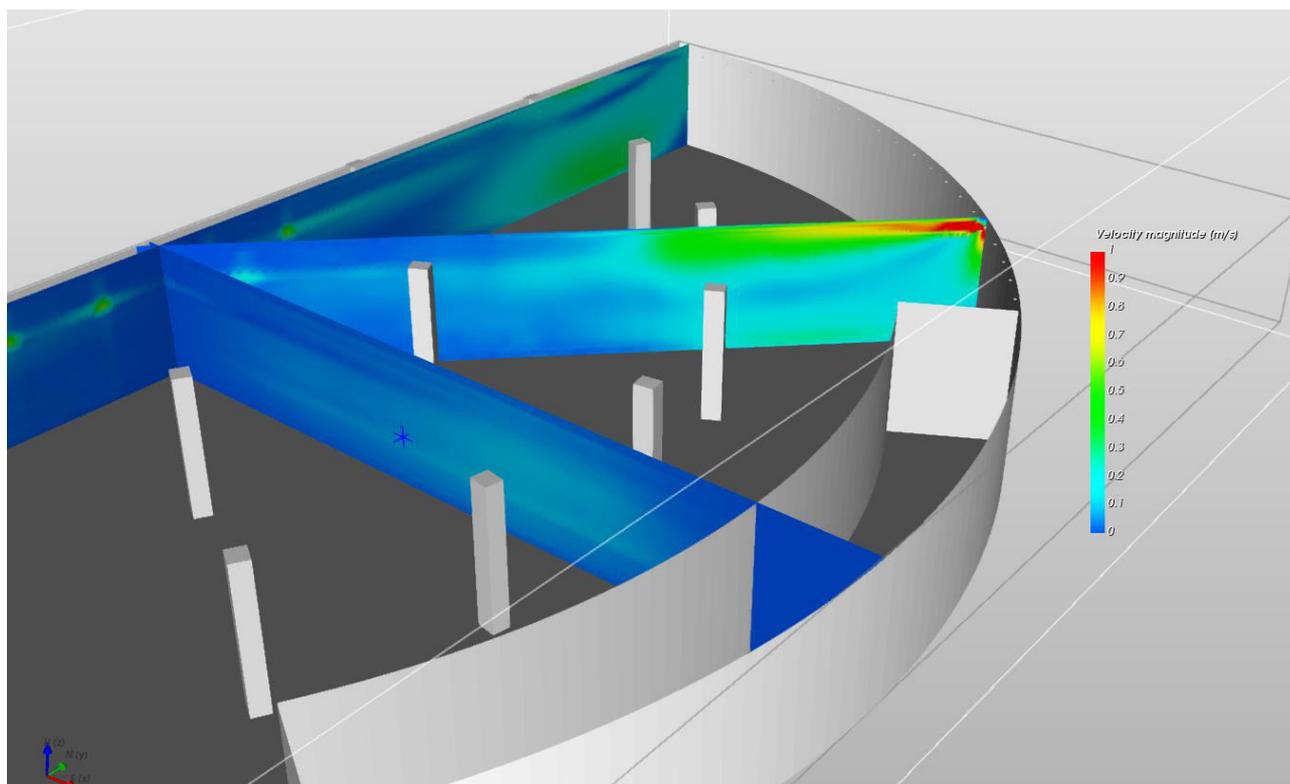


Figura 49 – Ambiente B – velocità dell'aria in regime estivo

Oltre ai dati sopra rappresentati, si riporta a seguire la distribuzione spaziale della temperatura dell'aria, ottenuta anch'essa mediante simulazione CFD con il software di calcolo *Vento AEC* per il regime invernale.

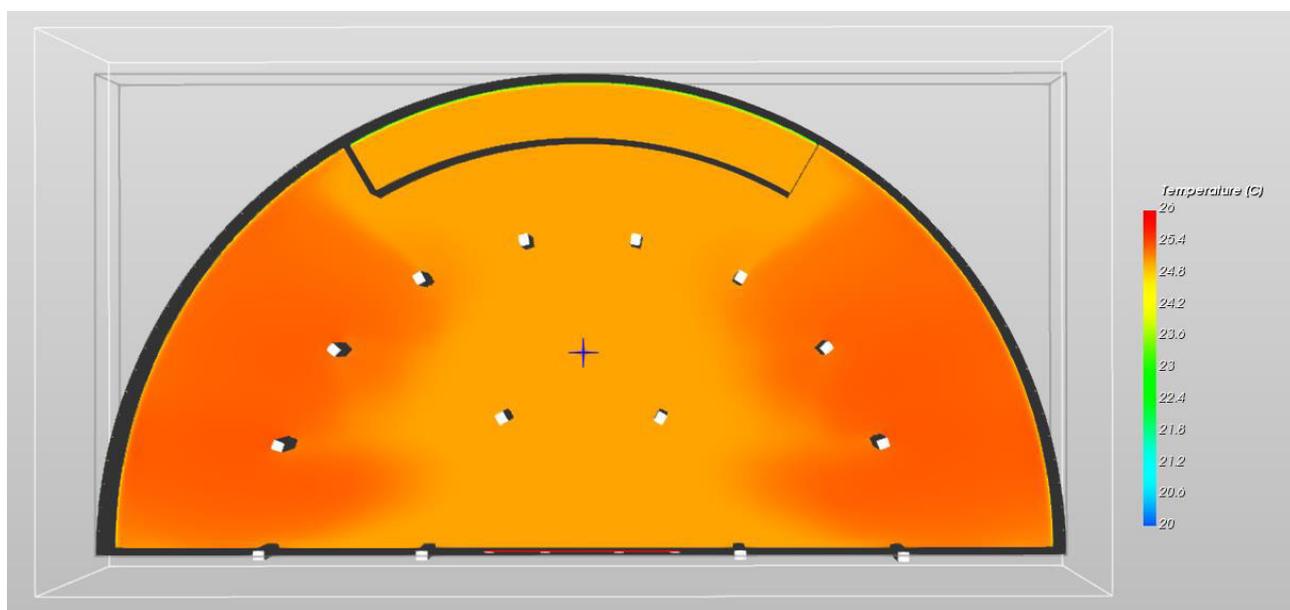


Figura 50 – Ambiente B – temperatura dell'aria in regime invernale

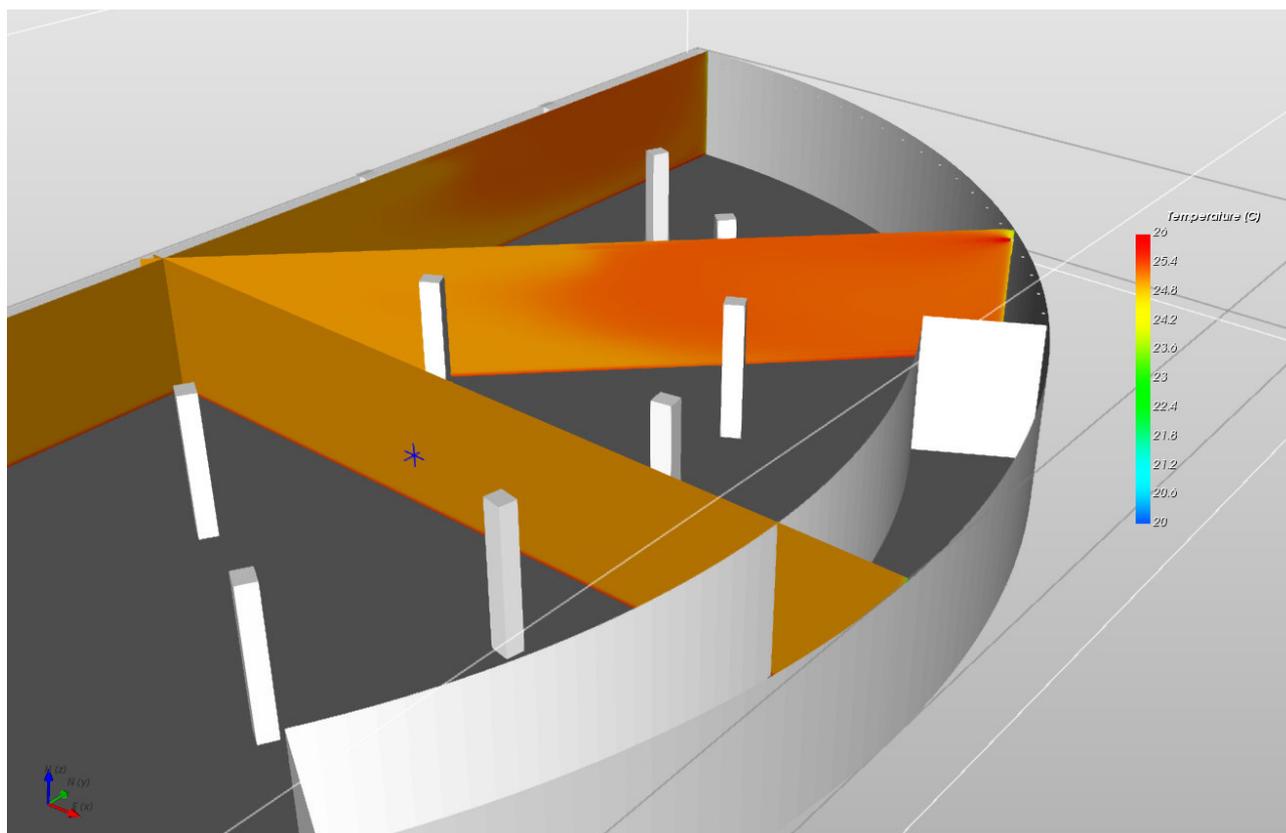


Figura 51 – Ambiente B – temperatura dell'aria in regime invernale

Dall'analisi dei dati sopra rappresentati, è possibile osservare come:

- all'interno della zona occupata, la velocità dell'aria presenta valori compresi tra 0 e 0,25 m/s;
- la temperatura dell'aria è abbastanza uniforme e presenta un valore medio pari a circa 23,5°C.

A partire dai dati sopra riassunti e ipotizzando una temperatura media radiante dell'ambiente pari a 23°C (ottenuta come media tra le temperature superficiali dei componenti d'involucro), si è valutato un valore di PMV<sup>1</sup> pari a 0,5, corrispondente ad un valore di PPD pari al 10% (valori ottenuti imputando una velocità media di 0,2) corrispondenti alla classe B. Tale valore di PMV è relativamente elevato e dipende in primo luogo dall'elevata temperatura di immissione dell'aria in ambiente tramite le bocchette di ventilazione. Durante le fasi di esercizio, sarà possibile rimodulare tale temperatura, fino ad ottenere una temperatura in ambiente più contenuta, corrispondente a valori di PMV ottimali.

<sup>1</sup> Valutazioni effettuate considerando: potenza metabolica efficace pari =1,2 met; resistenza termica dell'abbigliamento = 1 clo

**REGIME ESTIVO**

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Vento AEC*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione della velocità dell'aria in ambiente per il regime estivo.

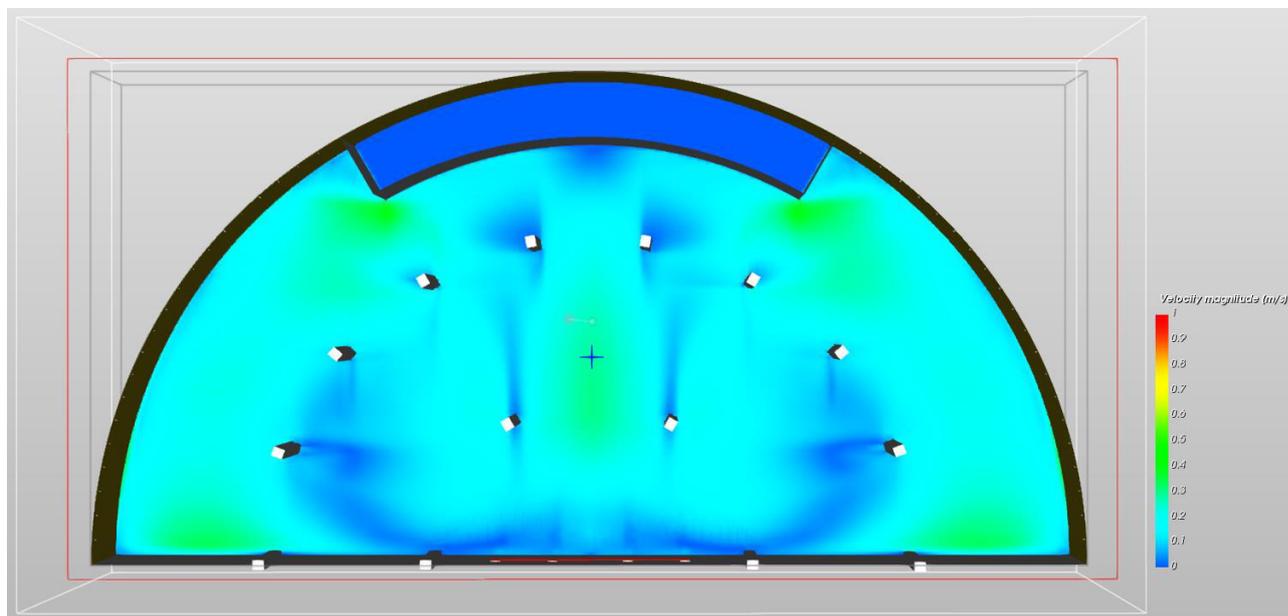


Figura 52 – Ambiente B – velocità dell'aria in regime estivo

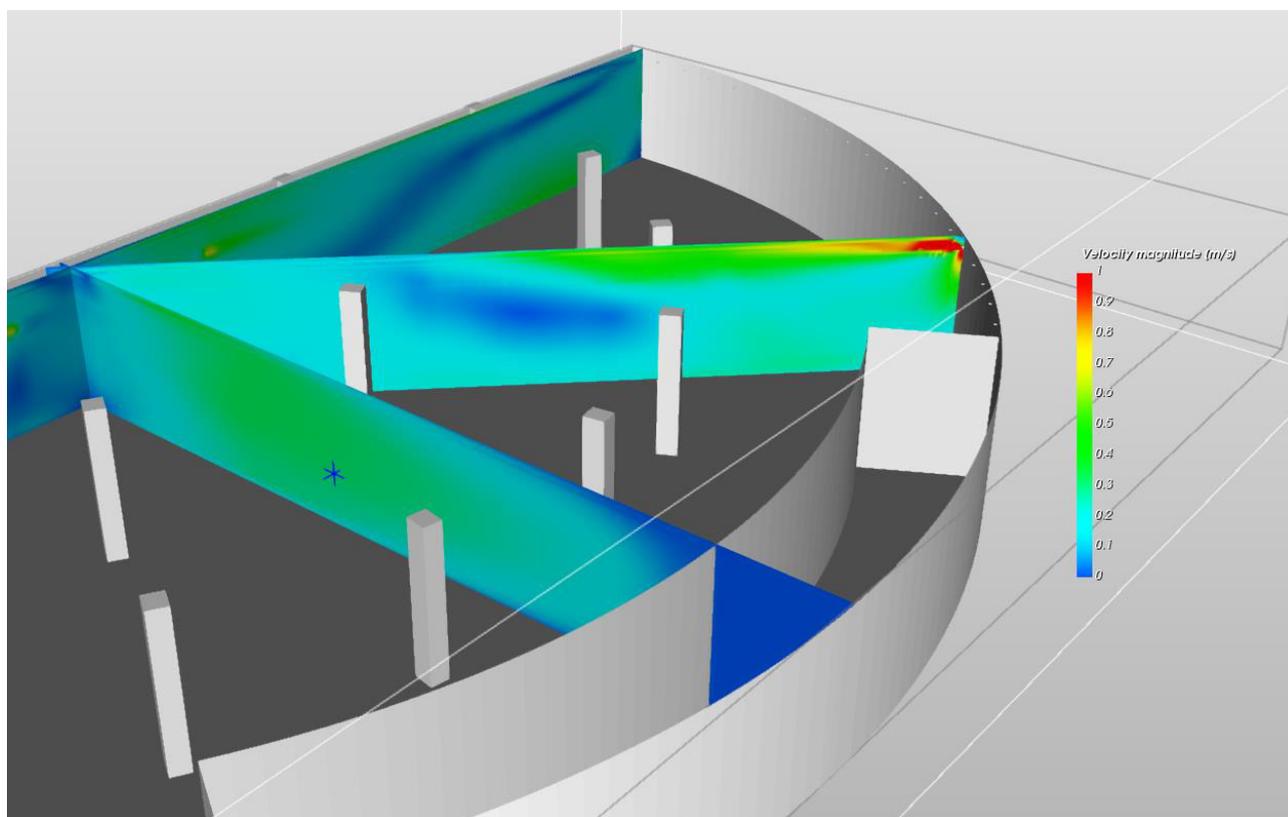


Figura 53 – Ambiente B – velocità dell'aria in regime estivo

Oltre ai dati sopra rappresentati, si riporta a seguire la distribuzione spaziale della temperatura dell'aria, ottenuta anch'essa mediante simulazione CFD con il software di calcolo *Vento AEC* per il regime estivo.

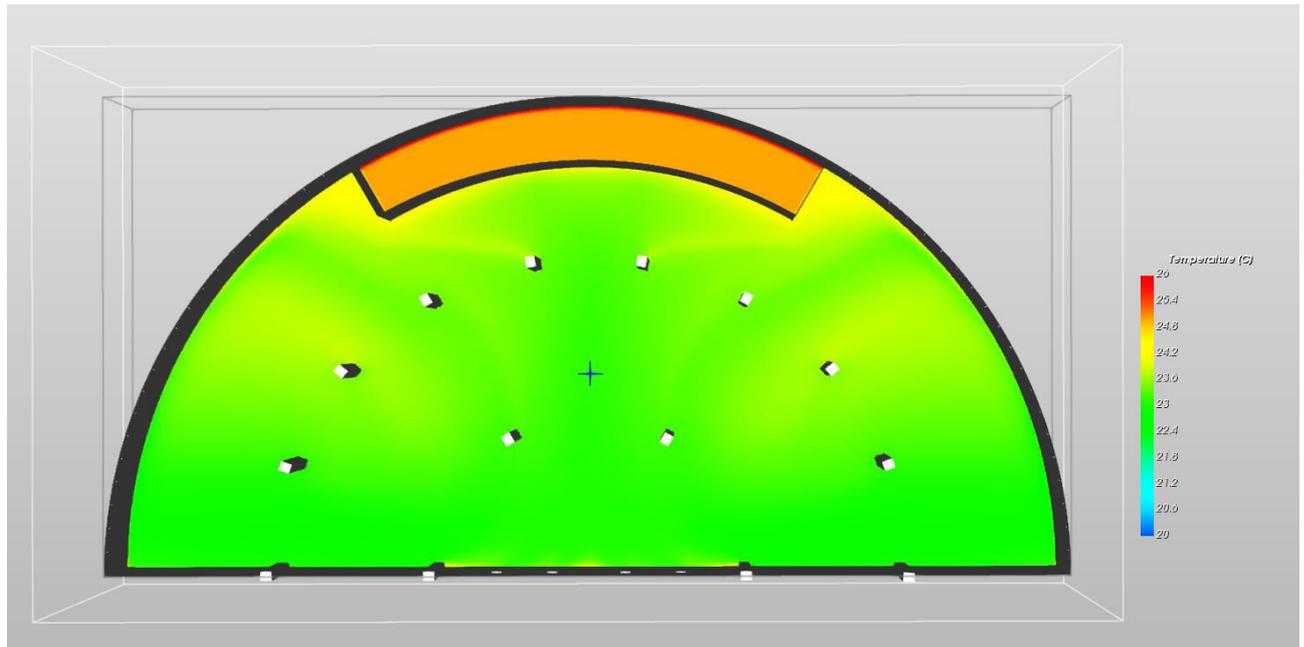


Figura 54 – Ambiente B – temperatura dell'aria in regime estivo

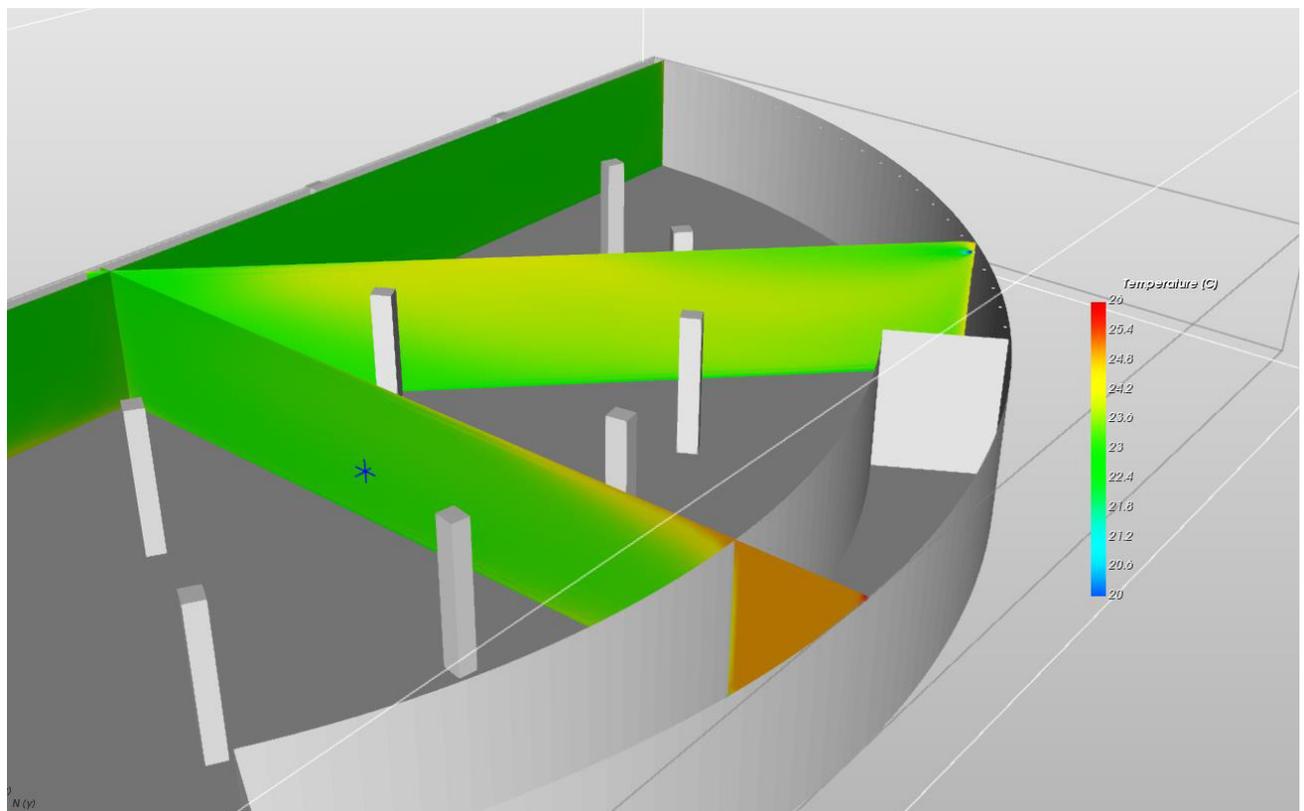


Figura 55 – Ambiente B – temperatura dell'aria in regime estivo

Dall'analisi dei dati sopra rappresentati, è possibile osservare come:

- all'interno della zona occupata, la velocità dell'aria presenta valori compresi tra 0,1 e 0,25 m/s;
- la temperatura dell'aria è abbastanza uniforme e presenta un valore medio pari a circa 23°C.

A partire dai dati sopra riassunti e ipotizzando una temperatura media radiante dell'ambiente pari a 23°C (ottenuta come media tra le temperature superficiali dei componenti d'involucro), si è valutato un valore di PMV<sup>2</sup> compreso tra 0 e 0,5, corrispondente ad un valore di PPD inferiore al 10%., valori corrispondenti alla classe B

#### 4.5.2 AMBIENTE E: piano terra e primo – Biblioteca

L'ambiente in oggetto è localizzato all'interno del padiglione 2 e rappresenta il volume climatizzato più esteso del complesso edilizio ivi analizzato. Tale ambiente è racchiuso dai componenti d'involucro riportati a seguire:

- le pareti opache e trasparenti che confinano con altri ambienti climatizzati sono caratterizzate da una temperatura superficiale pari a 20°C per la stagione invernale e 26°C per quella estiva;
- le pareti confinanti con l'esterno presentano una temperatura superficiale pari a 19°C per la stagione invernale e 27°C per quella estiva;
- la copertura della navata centrale è costituita da porzioni in calcestruzzo armato coibentate all'estradosso e in parte da lucernai, costituiti da telaio in alluminio e parte trasparente in policarbonato. Tale struttura è stata così valutata:
  - per la stagione invernale si è considerata una temperatura superficiale pari a alla media pesata tra i valori afferenti la parte opaca e quella trasparente (valore medio pari a 17,5°C)
  - per la stagione estiva, si è utilizzata nelle simulazioni la potenza termica entrante nel momento di massimo irraggiamento solare attraverso i lucernai, la quale è stata uniformemente ripartita sull'intera struttura;
- le coperture piane delle navate laterali sono costituite da solai in c.a. e in laterocemento, dotati di strato coibente all'estradosso e di lucernai caratterizzati da telaio in alluminio e elementi trasparenti in policarbonato. Tale struttura è stata valutata analogamente a quanto effettuato per la copertura della navata centrale (in questo caso la temperatura media invernale è pari a 18,5°C);
- il pavimento presenta al suo interno le serpentine utilizzate per la climatizzazione invernale ed estiva ed è caratterizzato da una temperatura superficiale pari a 28°C per la stagione invernale e 20°C per quella estiva.

Da un punto di vista impiantistico, sono presenti i terminali elencati in **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

<sup>2</sup> Valutazioni effettuate considerando: potenza metabolica efficace pari =1,2 met; resistenza termica dell'abbigliamento = 0,7 clo

## REGIME INVERNALE

Si riporta a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Vento AEC*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione della velocità dell'aria in ambiente per il regime invernale.

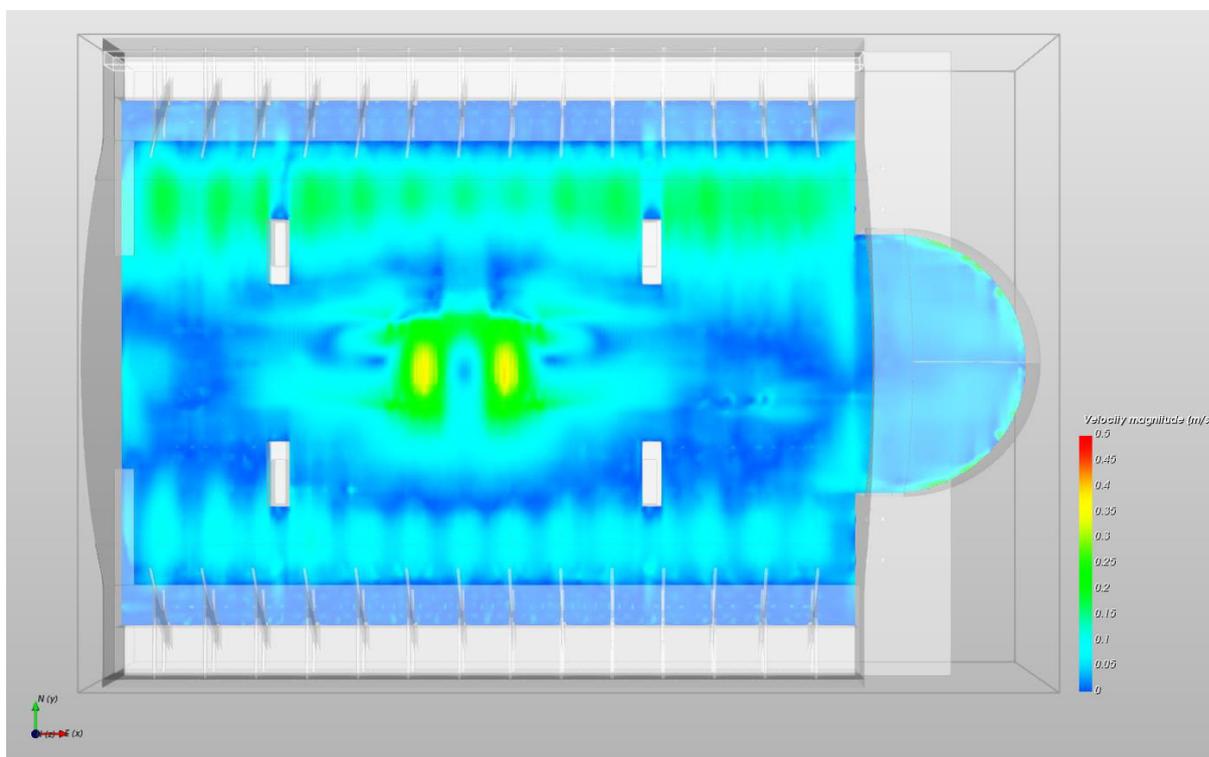


Figura 56 – Ambiente E (navata centrale) – velocità dell'aria in regime invernale

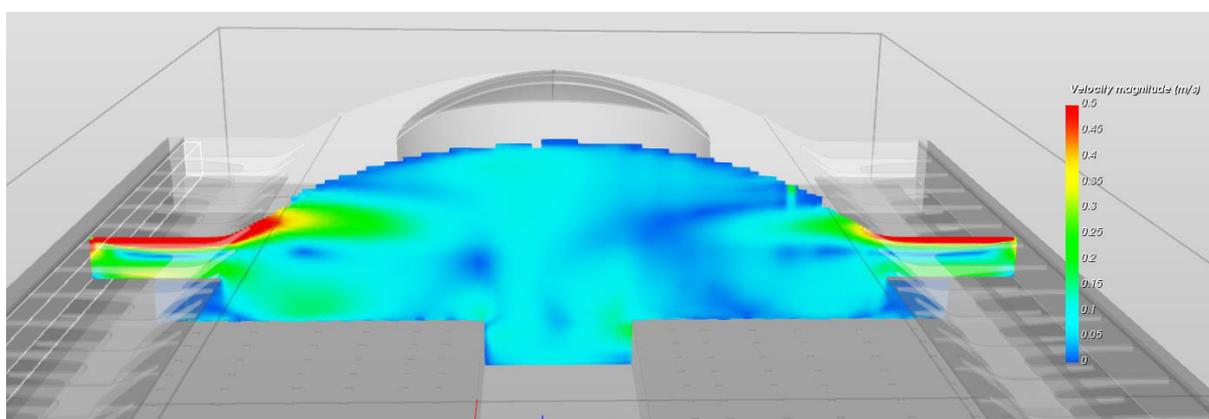


Figura 57 – Ambiente E (navata centrale) – velocità dell'aria in regime estivo

Oltre ai dati sopra rappresentati, si riporta a seguire la distribuzione spaziale della temperatura dell'aria, ottenuta anch'essa mediante simulazione CFD con il software di calcolo *Vento AEC* per il regime invernale.

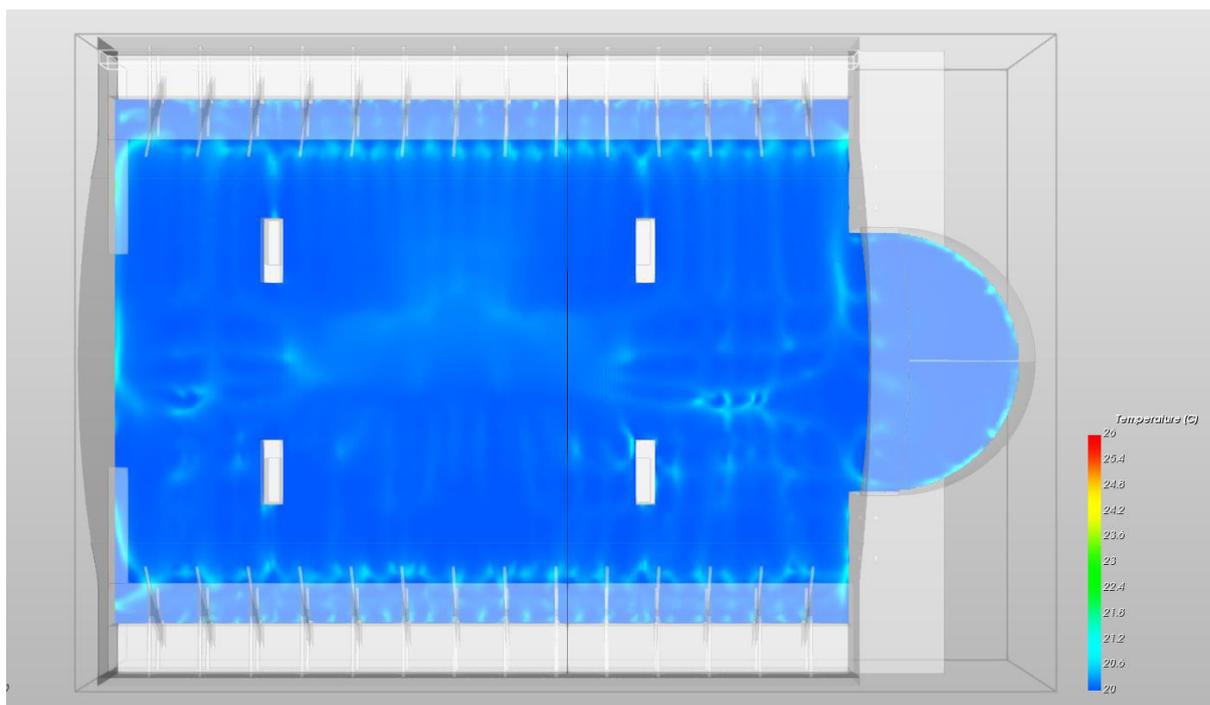


Figura 58 – Ambiente e (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime invernale

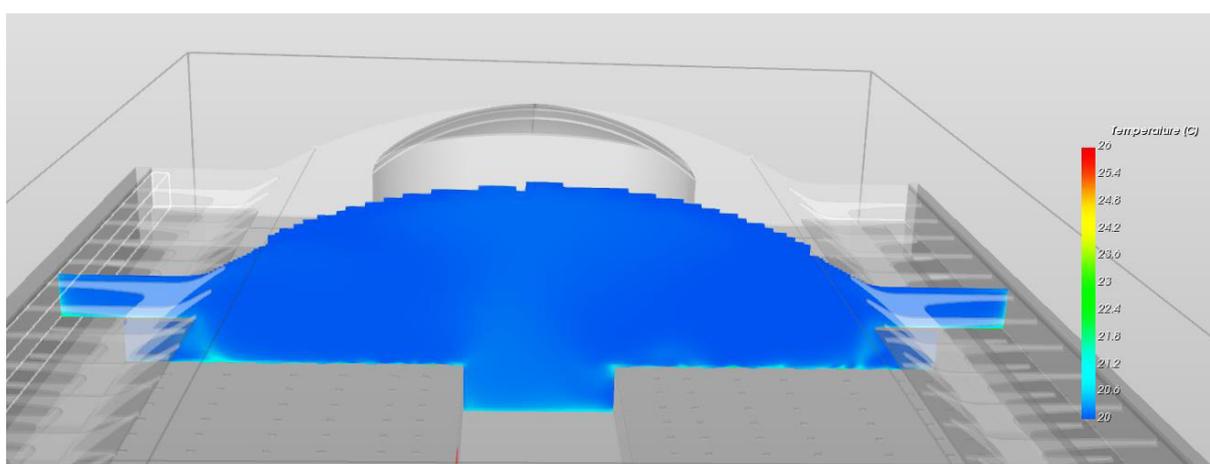


Figura 59 – Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime invernale

Dall'analisi dei dati sopra rappresentati, è possibile osservare come:

- all'interno della zona occupata, la velocità dell'aria presenta valori compresi tra 0 e 0,2 m/s;
- la temperatura dell'aria è abbastanza uniforme e presenta un valore medio pari a circa 20°C.

A partire dai dati sopra riassunti e valutando una temperatura media radiante dell'ambiente pari a 24,5°C (ottenuta mediante simulazioni dedicate), si è valutato un valore di PMV<sup>3</sup> compreso tra -0,13 e +0,1 corrispondente alla classe B prevista dalla norma.

<sup>3</sup> Valutazioni effettuate considerando: potenza metabolica efficace pari =1,2 met; resistenza termica dell'abbigliamento = 1 clo

## REGIME ESTIVO

Analogamente a quanto riportato per il regime invernale, sono rappresentati a seguire alcuni estratti dal software di calcolo *Vento AEC*, in cui sono rappresentate le mappe relative alla distribuzione della velocità dell'aria in ambiente per il regime estivo.

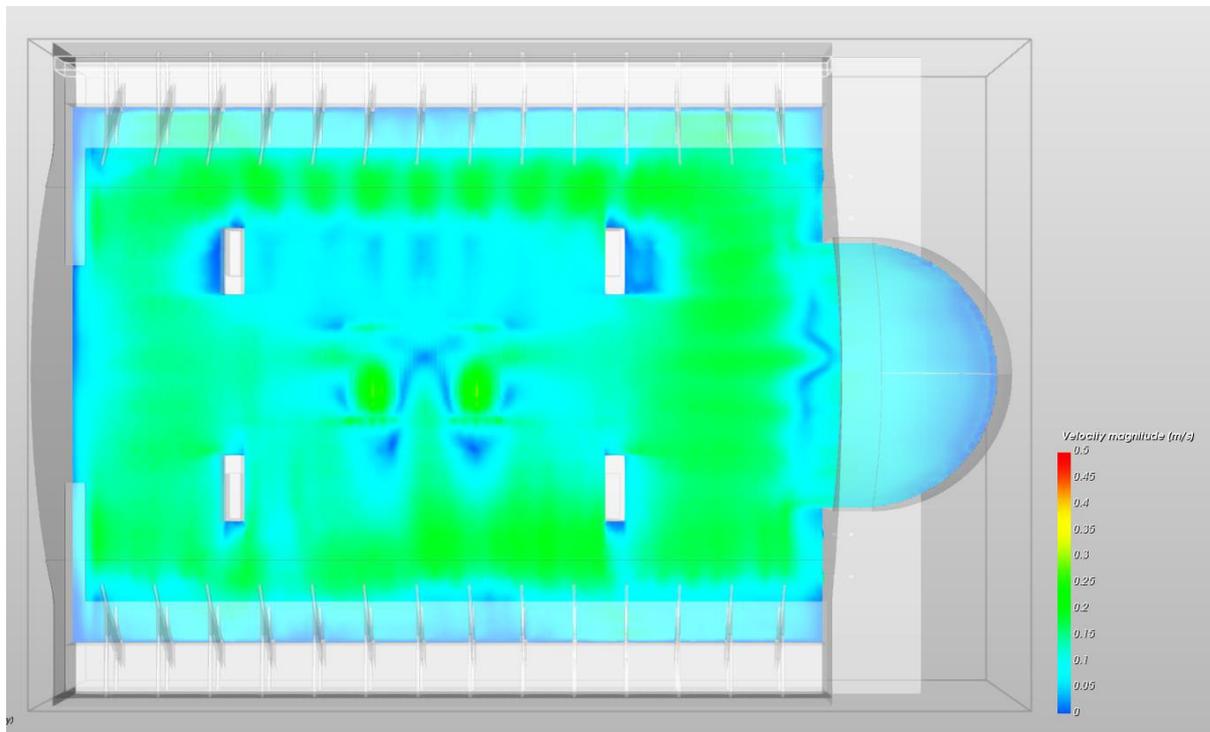


Figura 60 – Ambiente E (navata centrale) – velocità dell'aria in regime estivo

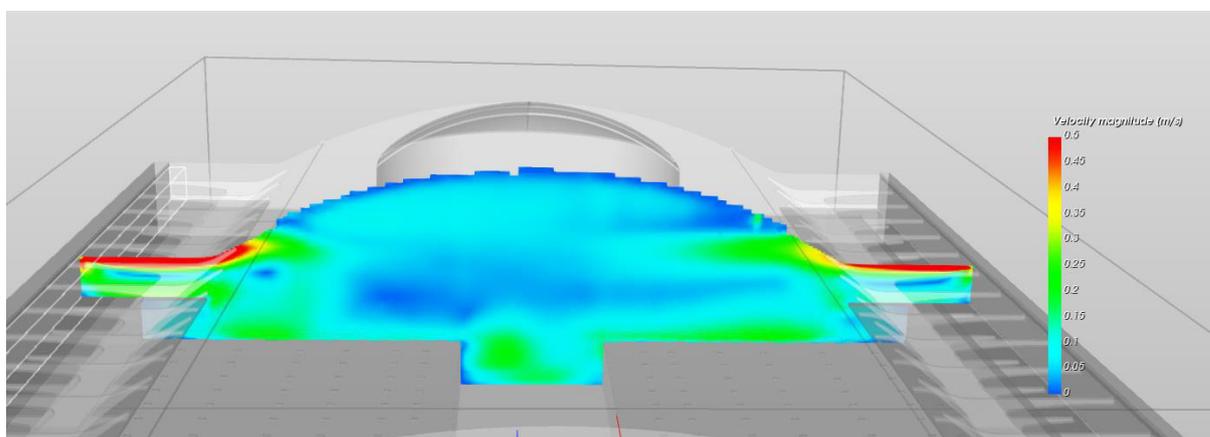


Figura 61 – Ambiente E (navata centrale) – velocità dell'aria in regime estivo

Oltre ai dati sopra rappresentati, si riporta a seguire la distribuzione spaziale della temperatura dell'aria, ottenuta anch'essa mediante simulazione CFD con il software di calcolo *Vento AEC* per il regime estivo.

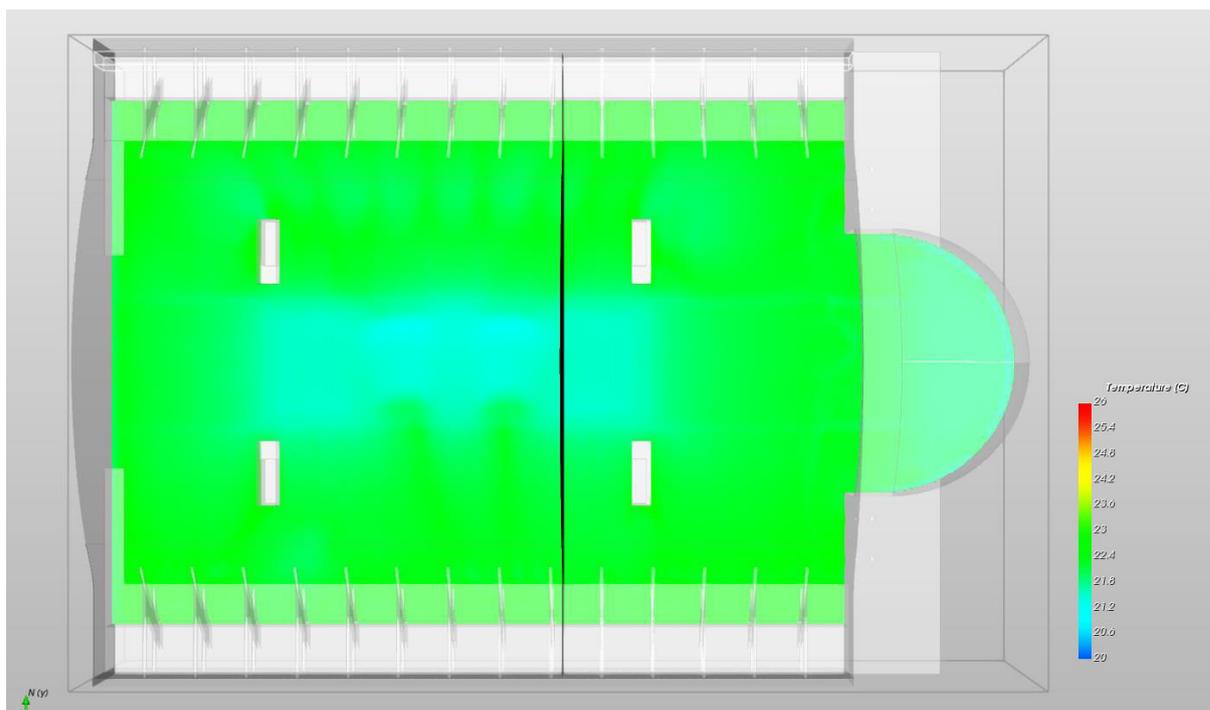


Figura 62 – Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime estivo

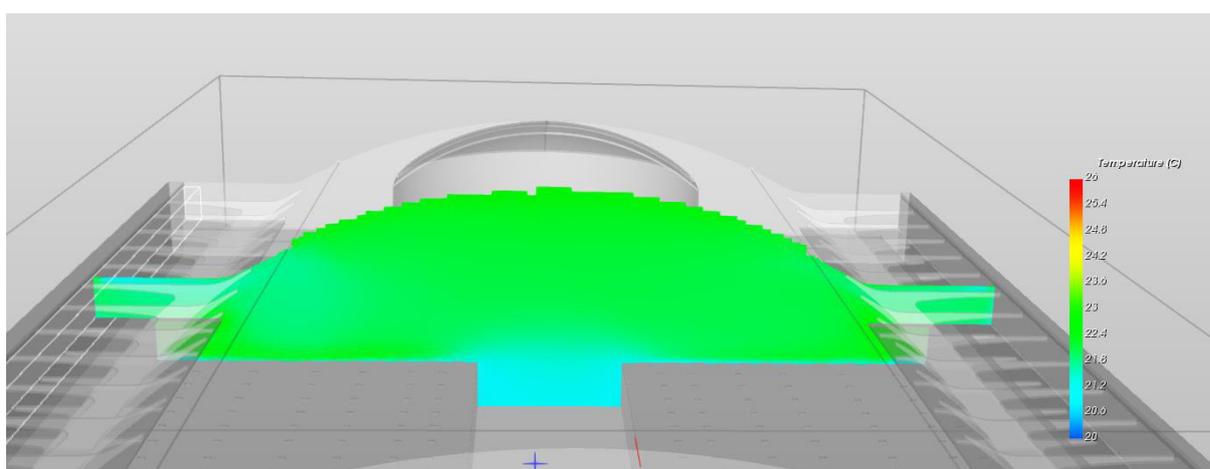


Figura 63 – Ambiente E (navata centrale) – temperatura dell'aria in regime estivo

Dall'analisi dei dati sopra rappresentati, è possibile osservare come:

- all'interno della zona occupata, la velocità dell'aria presenta valori compresi tra 0 e 0,25 m/s;
- la temperatura dell'aria è abbastanza uniforme e presenta un valore medio pari a circa 23°C.

A partire dai dati sopra riassunti e ipotizzando una temperatura media radiante dell'ambiente pari a 24°C, si è valutato un valore di PMV<sup>4</sup> pari a 0,3, corrispondente ad un valore di PPD pari al 7% (valori in linea con quanto previsto dalla norma).

<sup>4</sup> Valutazioni effettuate considerando: potenza metabolica efficace pari =1,2 met; resistenza termica dell'abbigliamento = 0,7 clo

Oltre a quanto sopra riportato afferente alla navata centrale, è stato svolto un approfondimento sugli ambienti collocati a livello delle balconate poste ai due lati della navata centrale. Tale operazione è finalizzata a valutare il comportamento degli ugelli a lancio profondo presenti e le conseguenze del loro funzionamento sulla velocità dell'aria in ambiente. Nelle immagini sotto riportate è descritto l'andamento della velocità a livello della balconata, ricavato mediante simulazione *CFD* effettuata con software *VENTO AEC*, sia per il regime invernale che per quello estivo.

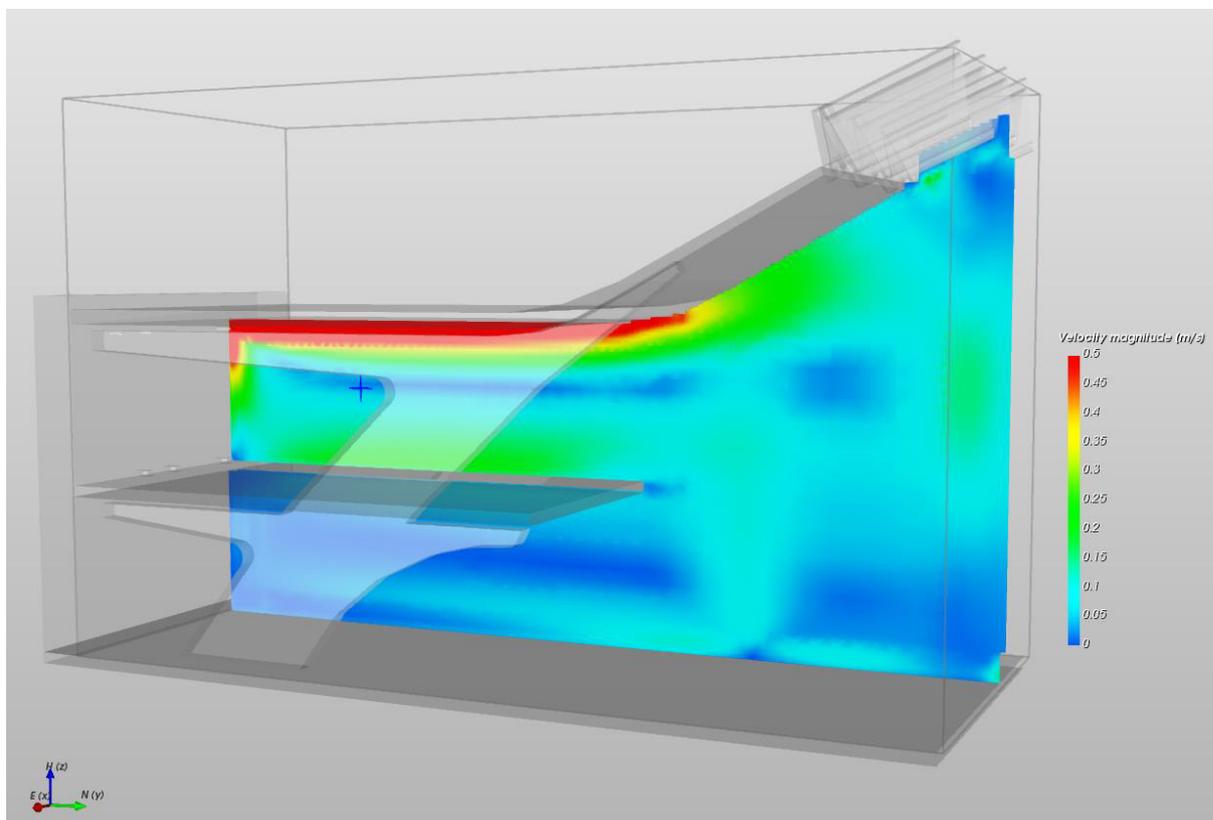


Figura 64 – Ambiente E (balconate laterali) – velocità dell'aria in regime invernale

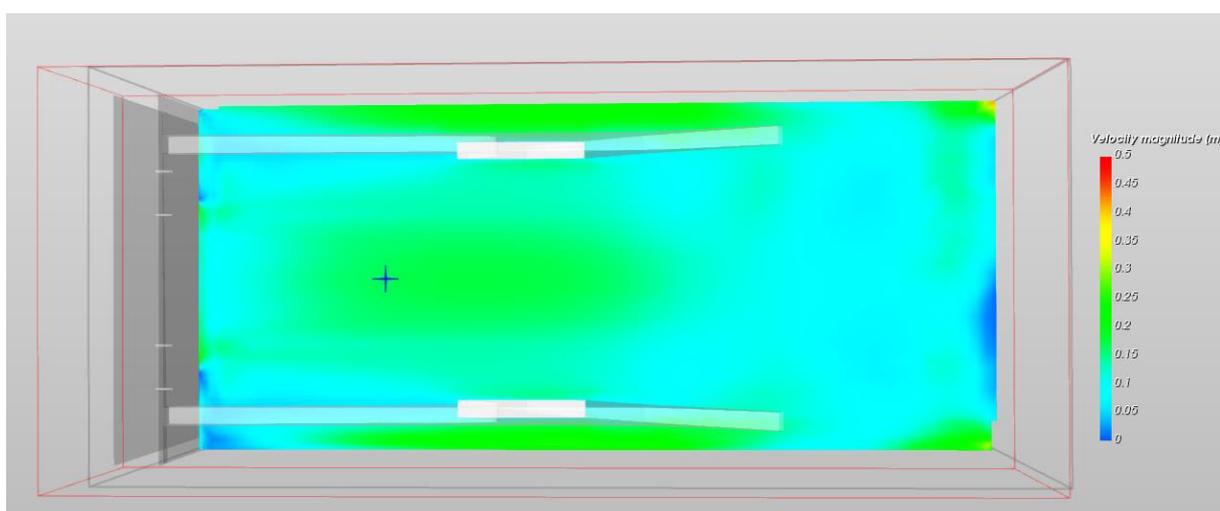


Figura 65 – Ambiente E (balconate laterali) – velocità dell'aria in regime invernale

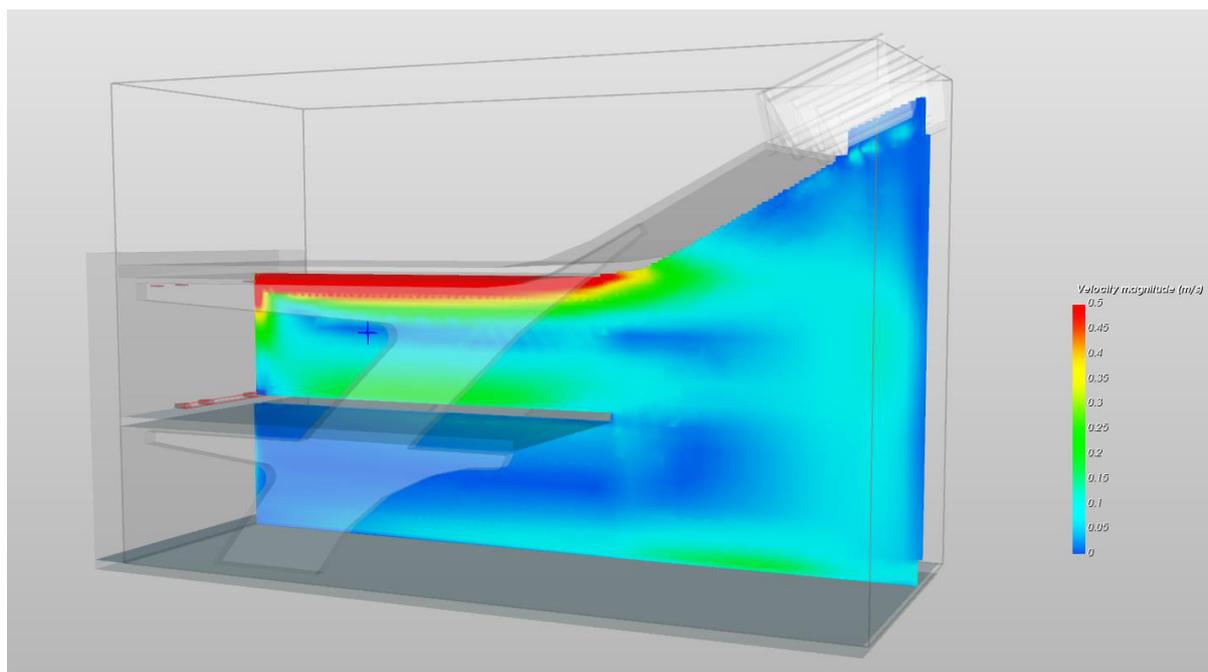


Figura 66 – Ambiente E (balconate laterali) – velocità dell'aria in regime estivo

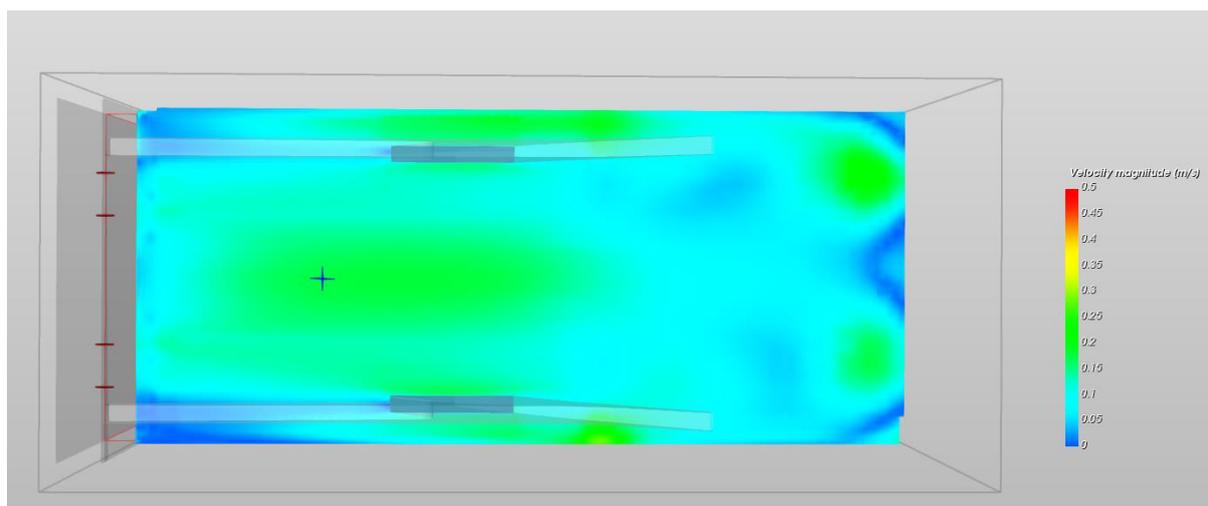


Figura 67 – Ambiente E (balconate laterali) – velocità dell'aria in regime estivo

Dagli andamenti sopra rappresentati è possibile osservare come gli ugelli dell'impianto di ventilazione siano caratterizzati da un'elevata velocità di immissione dell'aria in ambiente. Tale velocità genera dei flussi d'aria che si muovono prevalentemente al livello del soffitto, non interessando direttamente la zona occupata dall'utente finale. Oltre a ciò, è bene però sottolineare che:

- l'elevata velocità di uscita dell'aria dalla bocchetta tende a creare una corrente di ritorno, proveniente dalla navata centrale che si muove verso la parete di fondo della balconata. Tale flusso determina la presenza di velocità dell'aria a livello del pavimento non trascurabili, le quali andranno analizzate dettagliatamente in fase di progettazione esecutiva, così da **garantire valori di velocità dell'aria non superiori a 0,2 m/s nella zona occupata dall'utente**;
- la presenza a progetto di aree a quote più elevate rispetto al piano di calpestio della balconata (es. zona di deposito libri sui gradoni posizionati in corrispondenza della parete di fondo), può ridurre la distanza tra l'utente finale ed il flusso d'aria immesso dalle bocchette, esponendo le persone a velocità dell'aria elevate. Per tale ragione in fase di progettazione esecutiva sarà necessario

analizzare tale fenomeno e prevedere l'utilizzo di bocchette di lancio conformi con il requisito prestazionale sopracitato (velocità non superiore a 0,2 m/s nella zona occupata dall'utenza finale).

#### 4.6 Conclusioni

Le attività condotte per la verifica del comfort e illustrate nella presente relazione, permettono di accertare per tutti gli ambienti significativi testati la rispondenza alla classe B della norma UNI EN ISO 7730:2006 così come prescritto dai CAM. Le verifiche sono state condotte con riferimento ai dati resi disponibili dal livello di approfondimento progettuale eseguito in questa fase. I successivi livelli di progettazione permetteranno di disporre di dati più dettagliati con i quali si dovrà affinare e confermare i risultati delle simulazioni qui riportati con particolare riferimento alle situazioni che hanno evidenziato delle potenziali criticità.

Si segnala in particolare l'ambiente identificato con la lettera C (porzione circolare più esterna del padiglione 4 – Piano terra) che per le particolari caratteristiche delle vetrate di grandi dimensioni presenti potrebbe, per le condizioni estive maggiormente gravose, non rientrare in Classe B ma in Classe C. Sono escluse comunque cause di discomfort globale particolarmente significative. In fase di progettazione esecutiva si dovrà approfondire il comportamento e selezionare di conseguenza i sistemi impiantistici e d'involucro (serramenti e tende interne) in funzione del massimo miglioramento possibile per le condizioni di comfort di quest'area.

Ulteriori approfondimenti progettuali sono anche richiesti per la selezione degli ugelli a lunga gittata per l'ottimizzazione del loro funzionamento, così come descritto all'interno della relazione.

L'analisi CFD sviluppata per la navata centrale consente di esprimersi favorevolmente circa il funzionamento dell'impianto a dislocazione previsto a progetto che risulta in grado di garantire valori di comfort buoni per tutta l'area occupata.

Il progetto fissa requisiti prestazionali che dovranno essere rispettati nelle successive fasi di sviluppo del progetto e successivamente della costruzione, soprattutto in termini di isolamento dell'involucro, caratteristiche dei lucernari in copertura e dei serramenti, oltre che di velocità dell'aria nell'ambiente occupato.

In particolare, relativamente a questo ultimo punto, la velocità dell'aria nelle zone occupate non dovrà essere superiore ai 0,2 m/s. Tale obiettivo dovrà essere garantito dalla selezione di terminali di impianto idonei ed in linea con le indicazioni del presente progetto.